



INSTITUTO DE ESTUDIOS URBANOS Y TERRITORIALES
FACULTAD DE ARQUITECTURA, DISEÑO Y ESTUDIOS URBANOS

Aterrizando la transición: Regulación espacial del “hidrógeno verde” y su potencial como herramienta de transición justa

Tesis presentada para obtener el grado académico de Magíster en Asentamientos
Humanos y Medio Ambiente

Felipe Pino Zúñiga

Profesor guía: Caroline Stamm

Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales

Pontificia Universidad Católica de Chile

Tesis asociada al proyecto FONDECYT de iniciación 11231233 “Tensiones y desafíos del
derecho y la regulación ambiental en el contexto de la transición ecológica”

26 de diciembre de 2023

AGRADECIMIENTOS

Gracias a Laura, por su amor, paciencia y cuidado; y por contagiarme sus ganas de seguir aprendiendo.

A mis amigos del Instituto, por cada consejo y palabra de aliento.

Y a mi familia (la de sangre y la elegida), por su infinita preocupación, confianza y cariño.

Agradecimientos especiales a Ezio Costa, por confiarme una parte de esta importante investigación; a Emilio Salinas, por sus aportes y reflexiones y; a Caroline Stamm, por su amable apoyo y orientación a lo largo de este desafiante magíster.

RESUMEN

El “hidrógeno verde” se ha posicionado como una industria clave para lograr la aceleración de la transición energética en múltiples escalas. En ese contexto, Chile se proyecta como un país idóneo para su desarrollo, debido a ciertas condiciones geográficas del país. El despliegue de la industria en el país ya ha comenzado, sin embargo, este se ha considerado un uso limitado de instrumentos regulatorios ambientales y territoriales, lo cual proyecta tensiones en materia de transición justa.

En ese contexto, la presente investigación hace una revisión de la regulación aplicable a la industria del “hidrógeno verde” en Chile, con el fin de identificar los criterios y condiciones contemplados en la regulación para la distribución espacial de la industria, con el fin de identificar el potencial de dichos instrumentos para orientar el desarrollo de dicha actividad dentro de un marco de transición justa a escala nacional y regional.

ÍNDICE

Resumen

1. Problema de investigación	5
2. Marco teórico	9
2.1. Transiciones de sustentabilidad en sistemas socio-técnicos	9
2.2. Transición energética como estrategia de gestión de la transición ecológica	13
2.3. Dilemas de la aceleración y el escalamiento de la transición energética	15
2.4. Transición justa como marco para abordar las tensiones de la transición energética	17
2.5. Regulación para gobernar las transiciones hacia escenarios espacialmente justos	20
3. Pregunta de investigación, hipótesis, y objetivos	23
4. Marco metodológico	24
5. Resultados	27
6. Conclusiones	53
7. Bibliografía	57
8. Anexos	66

1. Problema de investigación

1.1. Aceleración y escalamiento de la(s) transición(es) ecológica(s)

Durante las últimas décadas, se ha expresado de forma cada vez más inequívoca que nos encontramos viviendo los efectos de una triple crisis: climática, de contaminación y de biodiversidad. Además de sus impactos directos en la salud de las personas y ecosistemas, su presencia ha agudizado otras crisis preexistentes, incluyendo aquellas de índole social, política, económica y cultural. Ello nos ha empujado como sociedad a pensar y ejecutar una reformulación de las estructuras sociales que nos gobiernan, ya sea para enfrentar y moderar los efectos de la crisis, como para adaptar nuestros sistemas a las nuevas realidades ambientales (Bell, 2020). El proceso de cambio o adaptación dialéctico de dichos sistemas, es estudiado en la literatura bajo diferentes nombres, principalmente “transiciones de sustentabilidad” (Köhler et al., 2019) o “transiciones ecológicas” (Escobar, 2015; Rotondo, 2022).

Tanto la academia como los tomadores de decisión han dedicado esfuerzos importantes a la elaboración de estrategias e instrumentos para dirigir (y, más recientemente, acelerar) los procesos de cambio transicional hacia escenarios de sustentabilidad. Una de las principales expresiones de aquello ha sido la consolidación de una gobernanza internacional para la mitigación y adaptación al cambio climático. Toda vez que el sector energético aporta cerca del 75% de gases de efecto invernadero (WRI, 2023) la expansión y aceleración de la transición energética se ha consagrado como una de las principales estrategias para la gestión de la transición ecológica (Hannon y Bolton, 2021).

Chile no es la excepción. A propósito de su rol como presidencia de la COP 25 el año 2019, el país vivió un aumento considerable de su ambición en temas de acción climática, lo cual se reflejó principalmente en una agenda de mitigación a partir de una aceleración de su transición energética. Así, si bien desde el año 2008 en adelante es posible identificar una promoción significativa para el cambio de la matriz energética desde combustibles fósiles hacia energías renovables (Rebolledo, 2017) -y desde la entrada en vigencia del Acuerdo de París el Ministerio de Energía se embarcó en un proceso de planificación de una transición hacia energías renovables (MEN, 2020)- la publicación de su más reciente Contribución Nacionalmente Determinada el año 2020 dio paso a un proceso inédito de descarbonización, y de remoción de obstáculos para la penetración de energías renovables en la matriz energética.

Así, Chile se suma a otros países del “sur global” que han aumentado su capacidad instalada de energía renovable (principalmente solar y eólica), convulsionando los mercados globales y transformando sistemas territoriales a través de la rápida y concentrada construcción de nueva infraestructura (Hafner y Tagliapietra, 2020). Consecuentemente, la implementación de esta transición energética acelerada está intensificando las tensiones de la transición energética en las instituciones y regulaciones existentes, así

como las dinámicas socio-espaciales de los territorios en donde se ha comenzado a llevar a cabo dicho proceso de cambio transicional (Newell et al., 2022).

En el caso de las tensiones institucionales y regulatorias, estas se relacionan principalmente a nivel internacional con las repercusiones de la demanda por acelerar el ritmo de las transiciones, restringiendo la distribución de poder en la toma de decisión, y tendiendo hacia el uso de estrategias regulatorias más flexibles (Skjolsvold y Coenen, 2021). A nivel nacional, el Plan de Descarbonización de la Matriz Energética al 2040 se posiciona como un ejemplo paradigmático, en donde si bien se logró un resultado ambicioso temporalmente, el proceso se trató de una negociación cerrada entre el Estado y el gremio de generación energética fósil, consagrado en un acuerdo público-privado en vez de en un instrumento regulatorio vinculante.

Por otro lado, el inminente abandono del régimen de generación y consumo de energía fósil y su eventual reemplazo por fuentes renovables, proyecta una serie de tensiones en las dinámicas territoriales en sus múltiples escalas, a propósito de la temporalidad y escala de las agendas de construcción de infraestructura energética necesarias para lograr las metas propuestas por el sector energético global (IRENA, 2021; IEA, 2023). Así, en contraste con las promesas de descentralización que caracterizaron la narrativa de la transición energética renovable, las características de la tecnología y los mercados de energía solar y eólica proyectan altos niveles de concentración en ciertos lugares del mundo, tensionando la legitimidad social de los proyectos a propósito de sus impactos sinérgicos, y de la inequitativa distribución de los beneficios generados.

La combinación de ambos factores ha desencadenado una sensación de profunda incertidumbre en lo que podríamos llamar “territorios en transición”. En nuestro país, dicha situación ha alcanzado un punto cúlmine con la inminente llegada de la industria del “hidrógeno verde”.

1.2. El hidrógeno verde como estrategia de transición en Chile y el mundo

El hidrógeno verde (en adelante, H2V) es el nombre de fantasía que se le ha adjudicado al hidrógeno generado a partir de fuentes energéticas bajas en emisiones carbono, incluyendo como potenciales fuentes la electricidad renovable, biomasa y nuclear (IEA, 2019)¹.

Si bien el uso actual del hidrógeno como energético es limitado, la reducción de los precios de la energía renovable (Rosen, 2020) permitiría la generación de H2V económicamente competitivo. Ello, sumado a una proyección en el aumento de la demanda global, ha fomentado la inversión y el desarrollo de

¹ La Unión Europea ha cambiado recientemente el uso del concepto *green hydrogen* por *renewable hydrogen* (REPowerEU, 2022).

innovaciones tecnológicas que permitan su generación y comercio a gran escala. Sus promotores afirman que su uso podría reducir considerablemente las emisiones en aquellos procesos que ya usan hidrógeno o combustibles basados en hidrógeno (amoníaco, metanol, etc.), y que puede ser potencialmente utilizado en un amplio rango de otras aplicaciones, ya sea como alternativa a combustibles fósiles, o como complemento al uso de electricidad en sectores como transporte, calefacción, producción de acero y suministro eléctrico (IEA, 2019).

En ese contexto, el H2V se ha intentado posicionar como una especie de eslabón perdido para la solución de obstáculos en la aceleración y escalamiento de la TEN, tales como el reemplazo de combustibles fósiles en aplicaciones no susceptibles de electrificación, y la estabilidad del suplemento y demanda energética renovable (Risco-Bravo et al., 2024). Dicha narrativa ha sido amplificada por una multiplicidad de actores interesados, desde organizaciones multilaterales, Estados y representantes del sector energético público y privado, entre los cuales destacan el Consejo del Hidrógeno; la Agencia Internacional de Energía (IEA); la Agencia Internacional de Energía Renovable (IRENA); el Banco Mundial y; el Banco Interamericano de Desarrollo.

Sin embargo, la intensa agenda de generación de “condiciones habilitantes” (IRENA, 2021) junto con el ingreso de los primeros proyectos a evaluación, intensificó los resquemores asociados a la intensidad y distribución de los impactos ambientales y espaciales a propósito de la instalación de infraestructura renovable de gran escala, en conjunto con otras infraestructuras relacionada a la producción y transporte del H2V, tales como plantas desaladoras y puertos. Así, se han identificado como posibles efectos del desarrollo acelerado y masivo de dicha infraestructura el desplazamiento de comunidades, extracción irregular de agua, amenazas a la biodiversidad local, y cambios repentinos y significativos en las dinámicas urbanas, comprometiendo estilos de vida y medios de sustento (Schiffer, 2023).

Considerando las brechas de competitividad que enfrenta el H2V, la mayoría de las hojas de ruta estatales de H2V promueven el desarrollo de proyectos de gran escala y en plazos sumamente acotados (MITERD, 2020; MEN, 2020; MIEM, 2022), a pesar del evidente aumento en los riesgos e impactos que ello implica a escala local. En ese contexto, Chile se ha posicionado como uno de los principales candidatos para el desarrollo de H2V a gran escala, a propósito de sus favorables condiciones para la generación de energía solar en la zona norte del país, y energía eólica en el sur austral (IEA, 2019; MEN, 2020). Por lo mismo, desde el año 2020 el Estado chileno ha acelerado la generación de condiciones habilitantes para la industria en el país a través de, principalmente, estrategias regulatorias: (1) La publicación de una Estrategia nacional de hidrógeno verde, para el establecimiento de las metas de corto y mediano plazo; (2) La modificación de leyes para la habilitación del hidrógeno como energético; (3) La firma de acuerdos con organizaciones multilaterales para el financiamiento de proyectos; (4) La entrega de terrenos fiscales

para el desarrollo de proyectos; (5) La firma de memorandos de entendimiento con otros Estados para promover el futuro comercio de H2V; (6) La publicación de un Plan de acción de H2V.

Desde que se dieron a conocer las ambiciosas metas para el desarrollo de la industria en el país, que incluyen la generación del H2V más barato del mundo al 2030, organizaciones ambientalistas y comunidades locales comunicaron una serie de cuestionamientos respecto a los impactos que un desarrollo tan acelerado e intensivo de H2V tendría en los ecosistemas y sistemas urbanos, particularmente en la región de Magallanes, haciendo múltiples llamados al gobierno sobre no convertir la región en una nueva “zona de sacrificio” (El ciudadano, 2023) y asegurar una “transición energética justa” (País circular, 2023). Los principales resquemores se vinculan a la alta demanda de agua dulce y eventual desalinización; los impactos sinérgicos de la concentración de infraestructura renovable, industrial y portuaria; y los impactos en los estilos de vida de comunidades locales producto de la migración masiva de personas (Sánchez y Cabaña, 2023). A pesar de ello, las metas han sido constantemente reforzadas a través de diversas declaraciones públicas de autoridades, incluyendo al Presidente Gabriel Boric quien ha reiterado, por ejemplo, que la región de Magallanes tendría el potencial de cubrir el 13% de la demanda mundial de H2V (La Prensa Austral, 2022).

A partir de la hoja de ruta propuesta, y reconociendo desafíos ambientales, sociales y económicos para su viabilidad, es posible identificar tres pilares para el desarrollo del H2V en Chile: (1) La consideración de proyectos de gran escala; (2) La concentración geográfica de su infraestructura y; (3) La priorización de su exportación por sobre su uso doméstico. Dicha combinación de factores, en un contexto de alta especulación económica y limitada información sobre sus riesgos socioambientales, ha generado visiones contrapuestas en las diversas escalas territoriales, entre un tecno-optimismo global y una sensación de incertidumbre territorial a escala local (Sánchez, et al., 2023).

Así, ante este escenario de tensionamiento de intereses globales y locales frente a la transición energética acelerada, en un contexto catalizado a nivel nacional por la generación de condiciones habilitantes para la industria del H2V, la presente investigación busca identificar los principales criterios y condiciones regulatorias asociadas a la instalación de dicha industria en el país, con el fin de identificar aquellas oportunidades para gobernar dicho proceso desde un marco de transición justa, con particular foco en la dimensión espacial contenida en el concepto.

Desde una perspectiva académica, la tesis se posiciona como un aporte relevante, toda vez que la dimensión espacial de las transiciones ecológicas es un campo en desarrollo incipiente (Coenen et al. 2012; Binz et al. 2020). Asimismo, son muy pocos los estudios que han puesto atención al rol de la regulación como herramienta para la resolución de tensiones entre la aceleración y la dimensión de justicia

de las transiciones de sustentabilidad. Finalmente, a nivel nacional, las investigaciones sobre la distribución de cargas y beneficios del hidrógeno verde se encuentran en un desarrollo incipiente, por tanto, este debate puede nutrirse significativamente del uso de perspectivas espaciales y aproximaciones de transición justa.

2. Marco teórico

2.1. *Transiciones de sustentabilidad en sistemas socio-técnicos*

El concepto de transición es utilizado en múltiples disciplinas para la descripción de procesos de cambio en sistemas complejos. Recientemente, su uso en contextos académicos se ha concentrado en la descripción, análisis y predicción sobre el funcionamiento de sistemas complejos adaptativos, particularmente en estudios de sistemas de innovación tecnológica, sistemas socio-técnicos (Geels, 2002) y sistemas sociales (Loorbach, 2007; De Haan, 2010).

En ese contexto, a propósito de la agudización de la crisis climática y ecológica que viven nuestras sociedades, las últimas dos décadas han estado marcadas por un creciente interés en el estudio de las transiciones en sistemas socio-técnicos, primero desde la agenda teórico-práctica sobre “desarrollo sostenible” (Grin, Rotmans y Schot, 2010), y, más recientemente, a través de la consolidación de un nuevo campo de estudio bautizado como “Estudios sobre transiciones de sustentabilidad” (*Sustainability transitions studies*) (Geels, 2011; Markard et al., 2012; Köhler et al., 2019). Como analizaremos a continuación, la presente tesis se posiciona desde las bases teóricas y prácticas desarrolladas en dicho campo de estudio, y que han sido socializadas a través de las agendas de investigación de la *Sustainability Transitions Research Network* (Köhler et al., 2019).

El objeto de análisis en las investigaciones sobre transiciones de sustentabilidad (en adelante, TS) es el cambio transicional de los sistemas societales hacia un funcionamiento² más sustentable (De Haan, 2010). En este contexto, el concepto de transición hace referencia al “proceso continuo de cambio societal, en donde la estructura de la sociedad (o uno de sus sub-sistemas) cambia fundamentalmente” (Loorbach, 2007). Existe consenso de que estos procesos consideran desarrollos tecnológicos, económicos, ecológicos, socio-culturales e institucionales de gran escala, y que transcurren durante plazos relativamente largos de entre 30 y 50 años (Rotmans et al., 2000; Geels, 2004). Asimismo, la transición se posiciona como un fenómeno atípico en donde largos periodos de equilibrio son alternados con cortos

² En el contexto de los estudios sobre sistemas societales, la idea de ‘funcionamiento’ se refiere a la “manera en la que un sistema satisface una necesidad societal” (De Haan, 2010).

periodos de cambio radical (*punctuated equilibrium*) (Loorbach, 2007), cuestión que contrasta con la idea de evolución como desenvolvimiento usual de los sistemas complejos.

Siendo los procesos de cambio transicional el objeto de estudio de las TS, el elemento central de análisis recae en los sistemas sociales y sus respectivos sub-sistemas socio-técnicos. Los primeros, hacen referencia a aquella parte de la sociedad a la cual se le puede atribuir la satisfacción total o parcial de una necesidad social (De Haan, 2010), mientras que los sistemas socio-técnicos son más bien una sub unidad de análisis de los sistemas sociales en que, dada la importancia de la tecnología en la satisfacción de las necesidades modernas, se pone énfasis en las relaciones humanas con artefactos tecnológicos para la satisfacción de sus respectivas necesidades sociales (Geels, 2004). Ejemplos paradigmáticos de sistemas socio-técnicos suelen ser los sistemas energéticos, de movilidad, alimentación, de residuos, entre otros.

Considerando la “triple crisis planetaria” (PNUMA, 2020) como uno de los principales motivos que ponen riesgo el funcionamiento de nuestros sistemas sociales, las TS se han definido como “procesos de transformación de largo plazo, multidimensionales y fundamentales, a través de los cuales los sistemas socio-técnicos establecidos cambian a modos más sustentables de producción y consumo” (Markard et al., 2012). En ese sentido, se han caracterizado como procesos multi-dimensionales, multi-actor, de largo plazo, y de alta incertidumbre, y se distinguen de otras transiciones socio-técnicas a propósito de su direccionalidad normativa en relación a la sustentabilidad³ (Kohler et al., 2019).

Siendo el estudio de TS un campo de investigación interdisciplinario con más de dos décadas de desarrollo, existe una amplia variedad de enfoques y metodologías para su aplicación teórica y práctica. Entre ellas destacan, principalmente, la “Perspectiva multi-nivel”; los “Sistemas de innovación tecnológica”; y los marcos de “Gestión estratégica de nichos” y “Gestión de la transición”. Siendo el primero y el último de especial relevancia para esta investigación, se realizará una breve descripción de ambos marcos analíticos.

La idea simple pero revolucionaria del enfoque de la Perspectiva multi-nivel es el comprender las transiciones socio-técnicas como “procesos no lineales resultantes de la interacción de desarrollos en tres niveles de análisis” (Geels, 2011): nichos (micro); régimen (meso) y paisajes (macro). Con ello, esta aproximación no busca atomizar el estudio de los sistemas sociales, sino que, al contrario, proponer un

³ Toda vez que la sustentabilidad no es el devenir natural de los sistemas tecnológicos, la existencia de TS siempre implica una decisión de hacia dónde orientar el funcionamiento de los sistemas socio-técnicos, según el entendimiento de sustentabilidad que tenga el sistema social en ese momento y lugar determinado (Loorbach, 2007; Kohler et al., 2019).

orden hermenéutico que visibilice las interacciones dialécticas entre cada uno de los niveles de análisis, con el fin de identificar los posibles senderos (*pathways*) de los procesos de cambio transicional.

El principal nivel de análisis para la Perspectiva multi-nivel en el marco de las TS es el régimen, toda vez que las transiciones socio-técnicas suelen ser definidas como “el cambio de un régimen a otro” (Geels, 2011), haciendo alusión a que es en este nivel en donde ocurre el cambio fundamental que caracteriza a este tipo de procesos. El régimen (*regime*) socio-técnico puede definirse, entonces, como el conjunto semi-coherente de reglas que orientan y coordinan la reproducción de los elementos del sistema (Rip y Kemp, 1998; Geels, 2002), asociado usualmente a las “reglas del juego” o *bussines as usual* del sistema. En ese sentido, en este nivel encontramos los mecanismos de *lock-on* que resisten el cambio del sistema, a cambio de otorgar el nivel de estabilidad necesario para su funcionamiento.

Los niveles de paisaje (*landscape*) y nicho (*niche*), por su parte, suelen entenderse como conceptos derivados del régimen, que se definen en relación a este (Geels, 2011). Entendiendo que todo sistema socio-técnico está necesariamente inserto en un mosaico de otros sistemas más abstractos, el concepto de paisaje hace referencia al contexto exógeno que condiciona las dinámicas del régimen (Geels, 2002), y que, a su vez, puede poner presión sobre los mismos para acelerar o direccionar su cambio. Así, en este nivel encontramos elementos de cambio lento y difícilmente influenciado, tales como tendencias demográficas, ideologías políticas, valores sociales, y modelos macroeconómicos (Rotmans, 2001).

Los nichos, por su parte, suelen entenderse como “espacios protegidos” respecto del régimen, en donde puede ocurrir el desarrollo de innovaciones emergentes (Rip y Kemp, 1998). Así, los nichos representan un desvío de los patrones preestablecidos del sistema, que, a pesar de tener una menor influencia en su funcionamiento, generan una permanente tensión necesaria para el cambio transicional (De Haan, 2010). Cuando dicha tensión es acompañada de otros procesos de desestabilización, ya sea por presiones externas del paisaje, contradicciones internas del régimen, la penetración de uno o más nichos, o una combinación de todas las anteriores, puede producirse un cambio de régimen, es decir, una transición (Ver figura 1).

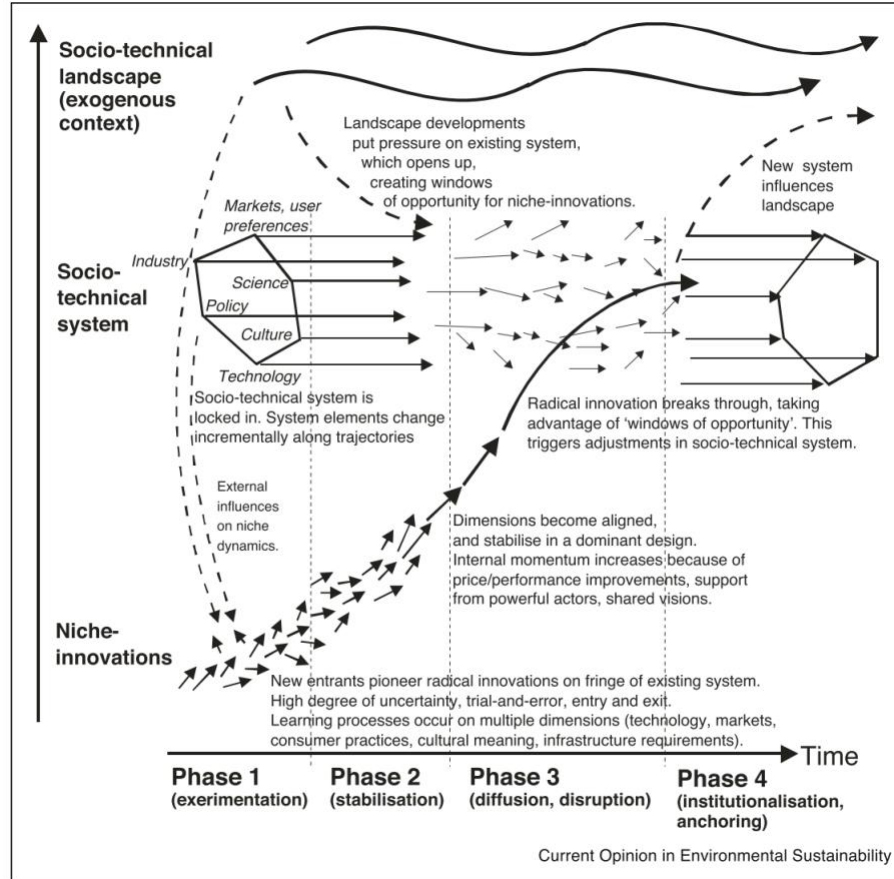


Figura 1. Perspectiva multi-nivel en transiciones socio-técnicas (Geels, 2019)

Por otro lado, la Gestión de la transición o *Transition management* es un modelo práctico-instrumental para intervenir en la orientación de las transiciones socio-técnicas (Rotmans et al., 2000), que ha influido significativamente en el estudio e implementación de TS. Así, Loorbach (2007) lo define como “un modelo de gobernanza del desarrollo sostenible basado en la complejidad”, cuya premisa principal es que tanto estrategias de control *bottom down* a través de regulación y política pública, así como los procesos *bottom up* de organización incremental son, por sí solos, insuficientes para abordar los “problemas persistentes” de la sustentabilidad (Kemp, Loorbach, y Rotmans, 2007), requiriendo un modelo más integral y estratégico de gobernanza.

Desde ese diagnóstico, y apoyándose en el marco construido en la Perspectiva multi-nivel, la Gestión de la transición propone la intervención coordinada en tres niveles de gobernanza (Loorbach, 2004): estratégica, táctica y operacional. Así, mientras que en el primero se encontrarían los procesos de desarrollo de visión y formulación de objetivos de largo plazo, y en el segundo los procesos de construcción de agenda y generación de alianzas, el nivel operacional sería el nivel para el desarrollo de experimentos e implementación de proyectos. En cada uno de esos niveles encontramos diferentes tipos

de actores, instrumentos y competencias, en donde su interacción vertical y horizontal tendrá por resultado los procesos de cambio transicional (Kemp, Loorbach, y Rotmans, 2007). En ese sentido, el marco de Gestión de la transición tiene por finalidad construir una gobernanza que permita la “co-evolución” de sus diversos elementos.

A la fecha, ambos marcos analíticos son herramientas esenciales para cualquier investigación de TS, y si bien su uso práctico se ha enfocado en procesos de transición ecológica de la región Europea de principios de siglo, se ha identificado un creciente uso para el estudio de procesos de cambio transicional en el “sur global” (Markard et al., 2012; Köhler et al., 2019), así como para los desafíos contingentes que proponen los escenarios de aceleración de la transición (Markard et al., 2020).

2.2. Transición energética como estrategia de gestión de la transición ecológica

En contraste con la nomenclatura utilizada en el plano académico, en el ámbito institucional se identifica una preferencia por el concepto de “Transición Ecológica” (en adelante, TEC) para referirse al conjunto de medidas para cambiar el funcionamiento de nuestros sistemas productivos⁴. Si bien dicha reconceptualización no tiene mayores implicancias prácticas, denota una intención de cambio en la escala: mientras la idea de TS suele enfocarse en los cambios de sistemas socio-técnicos, la TEC pone su atención en niveles aún más abstractos de nuestros sistemas sociales, tales como los sistemas políticos y económicos.

De hecho, Bennet (1976), uno de los primeros en utilizar el concepto de TEC, lo define como el proceso de “incorporación progresiva de la naturaleza en los marcos humanos de propósito y acción”, basado en una perspectiva de antropología cultural, en contraste con las teorías de innovación tecnológica sobre las que se forjan las teorías sobre sistemas socio-técnicos. En ese sentido, es posible inferir que la preferencia de la TEC como concepto rector de las recientes agendas institucionales ambientales y climáticas, busca equilibrar la atención a los componentes complementarios al desarrollo tecnológico, en particular, la relación de la humanidad con la naturaleza, y su consideración en la toma de decisiones económicas.

A pesar de ello, la mayoría de los procesos regulatorios y de política pública que se autodefinen como procesos de TEC, se configuran como agendas de escalamiento (profundización, ampliación o aceleración) de otros procesos previos de TS, ya sea aquellos iniciados a propósito de compromisos climáticos como aquellos asociados a conflictos ambientales. Así, a pesar de que se proponen como

⁴ Ejemplos de aquello son el uso del concepto en políticas transversales de sustentabilidad como el Nuevo pacto verde europeo y el paquete de medidas Objetivo 55 de la Unión Europea, y la agenda de Transición socioecológica justa del gobierno de Chile.

procesos integrales, su contenido igualmente se remite principalmente a procesos de transición de sistemas socio-técnicos.

En ese contexto, la Transición Energética (en adelante, TEN) siempre ha cumplido un rol protagónico en las políticas de gestión o gobernanza de la TEC (Birat, 2020; Tang et al., 2022). El estrecho nexo entre ambos procesos se fundamenta en el reconocido aporte del sector energético al cambio climático, como en los significativos impactos locales producidos por los procesos de generación energética a partir de la quema de combustibles fósiles, los cuales todavía representan el 80% del consumo primario de energía (IEA, 2022).

La TEN es definida formalmente como “el cambio en la composición (estructura) del suministro de energía primaria, [o] el cambio gradual de un patrón específico de suministro de energía a un nuevo estado de un sistema de energía” (Smil, 2017). Este enfoque, utilizado en la mayoría instrumentos regulatorios, suele dejar de lado los importantes aspectos sociales que involucra necesariamente dicho proceso. Lo cierto es que, al igual que toda otra transición socio-técnica, la TEN implica una transformación significativa en la forma en que una necesidad social es satisfecha, razón por la cual las medidas eficaces para su gestión y gobernanza debiesen considerar diversos elementos, tales como prácticas, regulación, redes industriales, infraestructura e incluso en su valoración o significado simbólico.

Si bien el concepto de TEN fue acuñado a propósito del “oil crisis” de los años 70’ (Basosi, 2020), y desde una perspectiva académica se reconoce la existencia de al menos tres grandes transiciones energéticas en la historia de la humanidad (Smil, 2010), hoy en día la idea de TEN suele hacer referencia exclusivamente al proceso actual de reducción o abandono de la quema de combustibles fósiles en la matriz energética y su reemplazo por fuentes más “limpias y seguras” (principalmente eólicas y solares). Así, el inminente agotamiento de combustibles fósiles y los efectos de largo plazo del cambio climático han consolidado la demanda por una transición energética renovable y acelerada como materia de mayoritario consenso global (Smil, 2010).

Al analizar la TEN desde un marco de Perspectiva multi-nivel podemos identificar que la generación energética a partir de la quema de combustibles fósiles (incluyendo su infraestructura, regulación, actores, significado simbólico, etc.) correspondería al régimen socio-técnico del actual sistema energético (Geels, 2014; Newell, 2021). Por otro lado, también podemos reconocer que elementos del paisaje tales como el cambio climático, la globalización, y el ambientalismo han logrado tensionar el régimen para que ex-nichos energéticos, como las energías renovables, acumulen suficiente poder como para posicionarse como una alternativa competitiva por la dominancia del sistema.

A su vez, el sistema energético se posiciona como uno de los principales sub-sistemas de lo que podríamos llamar el “sistema socio-ecológico”⁵, como aquella parte del sistema societal que se interactúa más intensamente con elementos de la naturaleza en su funcionamiento. Esto, en miras a la acreditada influencia del sistema energético en el funcionamiento de la atmósfera a través de la emisión de gases de efecto invernadero, así como a propósito de la emisión de carbono negro y otros contaminantes de vida corta.

Así, si bien el proceso de TEN representa solo una parte del proceso total de TEC, la gestión de la primera se ha vuelto la principal expresión de gobernanza de la segunda. A partir de ello se deducen dos premisas relevantes:

- Las tensiones propias de los procesos de TEN se han transformado en los obstáculos más tangibles para el desenvolvimiento de la TEC y;
- La forma en la que se lleve a cabo la TEN, en cuanto a su alcance, ritmo y otros factores, marcará precedentes significativos para la transición de los otros sistemas socio-técnicos necesarios para la TEC.

2.3. Dilemas de la aceleración y escalamiento de la transición energética

A propósito de las limitadas acciones que hemos llevado a cabo en las últimas décadas para abordar la triple crisis planetaria, la ciencia ha sido contundente en que, si queremos evitar al máximo los riesgos y puntos de no retorno, debemos acelerar el ritmo de las TEC en curso (IPCC, 2022). Siendo la TEN la principal estrategia de gestión para ello, la meta de reemplazar la matriz energética fósil por una renovable se ha vuelto insuficiente si es que no se realiza a través de una “transición energética acelerada” (*rapid energy transition*) (IPCC, 2022; IEA, 2023; IRENA, 2023). Así, si bien desde el Acuerdo de París se identifica un punto de inflexión sobre esta nueva narrativa, lo cierto es que en los últimos años se ha intensificado aún más dicha agenda a propósito del lanzamiento del Nuevo Pacto Verde Europeo, el abaratamiento de ciertas tecnologías renovables (Roser, 2020), y una actualización de las metas de la IEA, IRENA y otros organismos multilaterales vinculados al sector.

Considerando que, paradójicamente, las TEN han sido catalogadas como procesos inherentemente “largos y arduos” (Smil, 2017), parte de la academia se ha esmerado en analizar las razones que subyacen la aceleración o estancamiento de la TEN a escala global y local (Sovacool, 2016; Markard, 2020; Newell,

⁵ El uso de esta nomenclatura, si bien recoge ciertas ideas del marco de *Social-ecological systems* acuñado por Ostrom (2007, 2009), no pretende hacer una referencia al complejo marco construido por dicho autor, en miras a los desafíos que propone su integración con el marco de sistemas socio-técnicos (Ahlborg et al. 2019).

2022). En esa línea, han cobrado especial relevancia los conceptos de “inercia”, “dependencia” (*path dependency*), y ‘fijación’ (*lock-in*), para el análisis y descripción de la resistencia al cambio en los procesos de TEN (Sovacool, 2016). Por su parte, las oportunidades identificadas para su aceleración suelen enfocarse en el desarrollo de tecnologías e incentivos económicos, y, más recientemente, en cambios en prácticas sociales, políticas y de gobernanza (Markard et al., 2020).

Sin embargo, el protagonismo que han tomado las ideas de aceleración en las investigaciones y políticas de TEN, han puesto el foco en las contrapartidas (*trade-offs*) de dicho fenómeno, particularmente en lo que respecta a la legitimidad y aceptación social de estos procesos (Geels et al., 2017). En ese sentido, la necesidad de avanzar a paso rápido y firme hacia las metas energéticas, puede implicar obstáculos adicionales para el ejercicio de procesos de participación ciudadana efectivos (Delina et al., 2018), sobre todo en aquellos países que no cuentan con una tradición de involucramiento de la ciudadanía en la toma de decisiones ambientales y energéticas. A su vez, hay quienes han advertido sobre casos en que procesos de participación ciudadana de baja incidencia se han utilizado como estrategias para ralentizar la toma de acciones, o para delegar la responsabilidad de decisiones impopulares en la ciudadanía (Newell et al., 2022).

Adicionalmente, las ideas de aceleración implican, necesariamente, una propuesta de “escalamiento” (*upscaling*) de las energías renovables. Así, el cumplimiento de las metas de TEN establecidas por los principales organismos multilaterales en la materia, no solo implica reducir los plazos de implementación de las estrategias de transición, sino que también lograr un aumento significativo en la cantidad y escala de los proyectos de energía renovable (Bögel et al., 2022). A pesar de que las propuestas de escalamiento suelen usar como principal indicador la capacidad instalada de energía renovable, resulta evidente que dicho aumento implica la construcción de más y mayor infraestructura, a una velocidad y escala espacial sin precedentes (IEA, 2023; IRENA, 2023).

De hecho, aquellos investigadores dedicados a la estudiar la “geografía de las transiciones” (Raven et al., 2012; Coenen et al., 2012; Truffer et al. 2015), han criticado la falta de conceptualización espacial en las transiciones socio-técnicas, advirtiendo que su omisión puede llevar a conclusiones sobre simplificadas y descontextualizadas acerca de factores de éxito o barreras sobre procesos de transición (Coenen et al., 2012). En el caso de la TEN, la “aespacialidad” del análisis podría ser aún más onerosa, toda vez que la energía renovable porta un componente particularmente espacial, por el hecho de depender de atributos específicos para su desarrollo (viento constante e unidireccional, alta radiación solar, etc.), así como por su relativamente alta demanda de uso de suelo para su desarrollo, particularmente en el caso de energía solar y eólica.

En ese sentido, la intensificación de las variables de tiempo y espacio en la TEN no solo ha develado las resistencias internas del régimen fósil, sino que también han visibilizado importantes tensiones en materia de justicia (social, ambiental, espacial, etc.) que implica la aceleración y escalamiento de dicho proceso. Son dos las premisas que han otorgado mayor notoriedad a la necesidad de abordar las dimensiones de justicia involucradas en la TEN: (1) el hecho de que las transiciones tienen el potencial de crear o reforzar injusticias y; (2) que la falta de aceptación o legitimación social puede afectar el progreso de las transiciones (Köhler et al., 2019). La priorización de dichos elementos en las agendas de investigación y política pública sobre TEN, ha permitido la revitalización del concepto de “transición justa” acuñado durante la década de los 80’ por los movimientos sindicales (Morena et al. 2018), y a la apertura de un debate sobre su ampliación más allá de los derechos laborales, con el fin de ofrecer un marco teórico que pueda abordar la totalidad de tensiones de justicia que emergen de la TEN en esta nueva etapa (CAN, 2023).

2.4. Transición justa como marco para abordar las tensiones de la transición energética

Habiendo mantenido el marco de transición justa (en adelante, TJ) un desarrollo sostenido pero hermético en los debates sobre acción climática desde el sector laboral (OIT, 2015; Thomas, 2021), la proliferación de conflictos locales a propósito del cierre de industrias fósiles y la construcción de infraestructura renovable de gran escala, ha provocado un aumento significativo en la cantidad de individuos y colectivos demandando medidas de justicia social (Newell y Mulvaney, 2013; Sovacool et al., 2022; Schiffer, 2023). Varias de estas demandas implican, además, una reconfiguración del contenido e implicancias del concepto. A su vez, la incorporación de las ideas de TJ en movimientos de justicia ambiental y climática ha generado que cada vez más Estados cuenten con políticas que aborden directa o indirectamente dichas demandas (MEN Chile, 2020; Presidencia de Sudáfrica, 2021; MME Colombia, 2023).

Reconociendo que la TJ es un concepto en disputa, desde una perspectiva amplia puede definirse como “un conjunto de principios, procesos y prácticas guiadas, unificadoras y situadas, que construyen poder económico y político para pasar de una economía extractiva a una economía regenerativa”(CJA, 2016). A pesar de que esta reconfiguración del concepto ha provocado resistencia en ciertos sectores (ECO, 2022), existe cierto nivel de consenso en que el valor agregado de la TJ es el hecho de aportar una perspectiva crítica e integral respecto de los objetivos, estrategias y actores involucrados en la transición, con el fin de que las medidas para su gestión no impliquen nuevas vulneraciones de derechos humanos o la profundización de las injusticias pre-existentes, particularmente de aquellos grupos ya vulnerabilizados por los efectos de la crisis climática y ecológica (OIT, 2015; McCauley y Heffron, 2018; Wang y Lo, 2021; Newell et al., 2023).

Ante la diversidad de enfoques que hoy conviven respecto de la idea de TJ, recientes esfuerzos académicos se han dedicado a sistematizar dichas aproximaciones, con el fin de aportar hacia un entendimiento común del mismo, o al menos de sus elementos esenciales. En ese sentido, los trabajos de McCauley y Heffron (2018) y de Wang y Lo (2021), reconocen que las ideas de justicia comprendidas dentro del concepto se construyen a partir de una mezcla de las ideas interrelacionadas de justicia ambiental, climática y energética, sirviendo, de hecho, como un espacio que permitiría integrar parte importante de sus elementos en un solo marco analítico.

El concepto de “justicia ambiental” (Bullard, 1998; Scholsberg, 2007; Hervé, 2015) nace como una demanda de los movimientos ambientales estadounidenses en el contexto de casos de “racismo ambiental” (McGurty, 1997), y puede definirse como “la distribución equitativa de las cargas y beneficios ambientales entre todas las personas de la sociedad, considerando en dicha distribución el reconocimiento de la situación comunitaria y de las capacidades de tales personas y su participación en la adopción de las decisiones que los afectan” (Hervé, 2015). Su delimitación, entonces, se basa en la aplicación de las dimensiones reconocidas en la Teoría de la Justicia (Rawls, 1971; Dworkin 1977; Young, 1990; Fraser, 2008) a asuntos socioambientales, particularmente las dimensiones distributiva, de reconocimiento y procedimental. Asimismo, algunos autores incorporan nuevas dimensiones, a propósito de algunas ideas propias de las problemáticas ambientales, tales como la restauración ecosistémica y la intergeneracionalidad (Hervé, 2015).

Si bien las tres dimensiones de la justicia ambiental son necesarias e interdependientes para su comprensión, la literatura de justicia ambiental ha destacado el rol de la dimensión distributiva. Si bien su uso contingente se refiere a una adecuada (proporcional y equitativa) distribución de los bienes y cargas sociales disponibles, su construcción inicial se basó en una idea de “equidad geográfica” (Bullard, 1998), en donde la injusticia ambiental se manifiesta como la proximidad espacial de comunidades frente a *Locally Undesirable Land Uses* o “LULUs”. Sin embargo, más que promover una distribución proporcionalmente uniforme, la dimensión distributiva en materia de Justicia ambiental se pregunta por los “límites tolerables” de la población respecto a la distribución de las cargas y beneficios ambientales (Kaswan, 2003).

Posteriormente, la “transfronterización” de los impactos ambientales, particularmente a propósito de los efectos del cambio climático, provocó un inevitable escalamiento horizontal y vertical de las ideas de Justicia ambiental (Scholsberg y Collins, 2014). Así, la idea de Justicia climática nace con el fin de visibilizar y cuestionar precisamente cómo el cambio climático está teniendo sus efectos más severos en aquellos menos responsables de causarlo, y quienes, al mismo tiempo, suelen estar excluidos de los procesos de toma de decisión en torno a las respuestas del problema (Newell, 2022). Así, la consagración

de la idea de Justicia climática permitió visibilizar la distribución desproporcionada de los beneficios y cargas del uso de combustibles fósiles a nivel internacional e intergeneracional, y la influencia de fenómenos globales en dicha distribución (tales como la globalización, el capitalismo y el colonialismo) (Sultana, 2022).

La idea de “justicia energética”, por su parte, es el resultado de la aplicación de las dimensiones de justicia a asuntos energéticos, dentro de los cuales se consideran la producción y consumo de energía, la seguridad y pobreza energética, y el cambio climático, entre otros (Jenkins et al., 2016). Su uso ha cobrado relevancia en los últimos años a propósito de la creciente agudización del “trilema energético” (WEC, 2022). El valor agregado que ofrece el uso de este enfoque, es el hecho de poder identificar un abanico más amplio de cargas y beneficios, más allá de los ambientales, entendiendo el acceso a la energía como un derecho en sí mismo, y de cuya satisfacción depende el ejercicio de varios otros derechos humanos.

En esa línea, la comprensión integral de las cargas y beneficios provocados por el reemplazo de los combustibles fósiles por energías renovables, en miras a su esencia multi-escalar, requiere de una combinación de las aproximaciones de justicia ambiental, climática y energética. Frente a ello, la redefinición del marco de TJ se presenta como una oportunidad para el encuadre de un marco analítico unitario que combine las ideas esenciales de dichos conceptos (Wang y Lo, 2021). Así, mientras la justicia ambiental estableció la importancia de la distribución de las cargas ambientales, la justicia climática visibilizó la distribución más allá de las fronteras nacionales, y la justicia energética incorporó nuevas cargas y beneficios más allá de las estrictamente ambientales; la noción de TJ busca proponer un enfoque multi-escalar e interseccional a la discusión, en donde la búsqueda de un beneficio esencialmente global (la mitigación del cambio climático), no implique una distribución desproporcionada de cargas socioambientales a escala local (Martiskainen et al., 2021).

La TEN, como caso paradigmático de transición, es uno de los principales ámbitos sobre el cual se han desarrollado los marcos teóricos y prácticos de la TJ. Si embargo, su aplicación se ha concentrado más en los impactos socioeconómicos de la desfosilización que en los efectos del escalamiento de las energías renovables. Ello, parece responder no solo a una mayor cantidad de conflictos activos asociados al cierre de industrias, sino que a una invisibilización de los impactos locales de la infraestructura renovable en contraste con los severos impactos en la salud de las personas ocasionados por la quema de combustibles fósiles. En ese sentido, la ausencia de un componente de contaminación atmosférica, difumina otros impactos menos tangibles vinculados a un uso intensivo de amplias extensiones de tierra, cambios drásticos en las dinámicas urbanas, y pérdidas de biodiversidad (BID, 2023). Así, a pesar de su aparente presunción de legitimidad como propuesta de acción climática, dependiendo de su escala y distribución

espacial dicha infraestructura también pueden convertirse indeseada por la población local (Sánchez y Cabaña, 2023).

A propósito de ello, cada vez más investigadores de TS han comenzado a incorporar las ideas de justicia espacial a los trabajos de reconceptualización y aplicación de la transición justa, incluyendo el análisis de casos de escalamiento y aceleración de instalación de infraestructura renovable (Sovacool et al., 2022). Según Soja (1980, 2009), la “justicia espacial” hace referencia al “énfasis intencional y enfocado en los aspectos espaciales o geográficos de la justicia o injusticia. (...) esto involucra la justa y equitativa distribución en el espacio de los recursos socialmente valorados y la oportunidad de usarlos”. A pesar de que el marco de TJ, en su carácter multi-escalar, contiene un fuerte componente espacial, lo cierto es que el análisis de las dimensiones de justicia en los estudios de TS ha tenido un carácter notoriamente “aespacial”, salvo ciertos trabajos recientes (Garvery et al. 2022).

Así, la literatura dedicada en un principio a entender la geografía de las transiciones ha comenzado a poner más atención a la distribución espacial de las cargas y beneficios en un contexto de transición acelerada (Bouzarovski y Simcock, 2017, While, 2019), incluso extrapolando una narrativa de “regiones ganadoras y regiones perdedoras” (Sovacool et al, 2019). Tan relevante ha sido el impacto de este sub-campo, que varios investigadores han adaptado las ideas de la perspectiva multi-nivel hacia una “perspectiva multi-escalar” (Coenen et al. 2012; Fuenfschilling y Binz, 2018; Miörner y Binz, 2021), que incorpore una perspectiva espacial a los niveles de régimen, nicho y paisaje; y el reconocimiento de “régimenes socio-técnicos globales” (Fuenfschilling y Binz, 2018; Miörner, Heiberg y Binz, 2022).

Dichas reconceptualizaciones, han devenido en una agenda de investigación sobre “transiciones espacialmente justas”, recalcando la justicia espacial como un ámbito clave para el análisis de las dimensiones de justicia en las TS, y, por lo tanto, como uno de los elementos a intencionar en los procesos de gestión de dichos procesos.

2.5. Regulación para gobernar las transiciones hacia escenarios espacialmente justos

Siendo la TEN, como toda otra TS, un proceso intrínsecamente intencionado, su desenvolvimiento íntegro y oportuno dependerá de la efectividad de la gestión y gobernanza de los actores interesados. A pesar de que el enfoque de Gestión de la transición nos dice que los gobiernos, por si solos, no son suficientes para gestionar las TS de forma efectiva, es innegable que el Estado tiene un rol determinante en la promoción de ciertos objetivos vinculados a sus deberes y responsabilidades; así como acceso a herramientas particularmente efectivas para la mantención o desestabilización del régimen, tales como la legislación, regulación y políticas públicas, parte fundamental de las “reglas del juego”.

En esa línea, la literatura ha reconocido la importancia de las instituciones (en un sentido amplio) en el marco de las TS, a partir de la idea de que las transiciones implican un cambio radical en las estructuras institucionales, como dimensiones regulatorias, normativas y cognitivo-culturales que le dan coherencia al régimen (Fuenfschilling y Truffer, 2014; Fuenfschilling, 2019). A pesar de aquello, se reconoce que las presiones ejercidas por la aceleración de las TS en las estructuras han devenido una debilitación de la gobernanza y desregulación económica como válvulas de escape (Fuenfschilling y Truffer, 2014). Ese proceso de des-estructuración dificulta la consideración de dimensiones de justicia en el desarrollo de las transiciones, al limitar el rol del Estado como principal garante del bien común.

En ese contexto, si bien existe vasta literatura sobre la gobernanza de las TS y, en particular, sobre el rol del Estado como orientador de las transiciones a través de políticas públicas (Köhler et al., 2019), se identifica una falta de profundidad en el análisis sobre el papel de instrumentos regulatorios (leyes, reglamentos, etc.) como elementos necesarios para gobernar las transiciones. Sin perjuicio de que existe una línea de investigación sobre los *policy mixes* usados para procesos de transición (Rogge y Reichardt, 2016; Schmidt y Sewerin, 2019), tanto los análisis como las propuestas suelen subestimar el rol de la ley como elemento acelerador o ralentizador de las transiciones (Soininen et al. 2021), y aún más como herramienta para garantizar procesos y resultados justos o equitativos.

Por lo mismo, y reconociendo que el avance de la TEC (incluyendo la TEN) requerirá de cambios radicales no solo en el contenido sino en el funcionamiento del sistema legal, se identifica una necesidad de complementar el análisis de la gobernanza de las TS, hoy enfocado en el estudio de instituciones sociales, políticas públicas y su interacción, con una comprensión más acabada del sistema regulatorio, que permita la inclusión de instrumentos vinculantes como elementos a considerar para gobernar (direccionar, acelerar, delimitar) el cambio transicional hacia escenarios no solo de sustentabilidad, sino también de justicia.

Teorías más recientes reconocen que la idea de regulación se asocia con todo mecanismo de control social (Baldwin et al., 2012), superando la idea del Estado como único agente regulador. En ese sentido, Levi-Faur (2010) define regulación como “la promulgación de normas prescriptivas, así como el control y la aplicación (*enforcement*) de estas normas por parte de los agentes sociales, empresariales y políticos a otros agentes sociales, empresariales y políticos”⁶. Asimismo, se ha identificado una tendencia hacia el “capitalismo regulatorio”, es decir, hacia la transfronterización de la regulación; un aumento significativo en la cantidad de actores (políticos, económicos y sociales) que invierten en regulación y; la proliferación

⁶ A pesar de que para Levi-Faur (2010) las reglas formuladas por el poder legislativo no deben considerarse propiamente regulación, para efectos de esta investigación sí son consideradas como ‘instrumentos regulatorios’, particularmente aquellas de iniciativa del ejecutivo.

de formas híbridas de regulación para el abordamiento de asuntos más diversos y complejos (Levi-Faur, 2010).

Siendo la regulación un sistema complejo, su estudio suele realizarse a través del establecimiento de categorías y unidades de análisis, siendo la idea de “instrumento regulatorio” una de las más utilizadas. De hecho, ciertas instituciones han definido la regulación, en su dimensión sustantiva, como “cualquier instrumento a través del que los gobiernos, sus órganos subsidiarios, y órganos supranacionales establece requerimientos a ciudadanos y empresas con fuerza legal” (OCDE, 2010). El concepto de instrumento abarca, entonces, una amplia gama de actos públicos, incluyendo leyes primarias; regulaciones secundarias; actos administrativos, y decisiones formales, ordenados coherentemente en “régimen regulatorios (Levi-Faur, 2010). Por lo mismo, más que establecer un listado taxativo de instrumentos regulatorios, la doctrina suele proponer criterios y clasificaciones tales como “comando y control”; “incentivo” (principalmente económico), “aprovechamiento del mercado”; “divulgación”; “inversión pública”; “establecimiento de derechos y obligaciones” (y posibilidad de litigación) y; “compensación pública” (Baldwin et al., 2012).

En el caso de la TEN, la literatura especializada ha identificado el uso de variadas estrategias regulatorias, alojadas en diversos tipos de instrumentos tales como tratados internacionales, leyes, reglamentos, y otros actos administrativos, con una importante presencia de regulaciones orientadas al mercado (Daszkiewicz, 2020; Komarova, 2022). Asimismo, se identifica una ampliación de la regulación más allá de las fronteras nacionales, y un aumento de la inversión de actores interesados en regulación, bajo una idea de “capitalismo regulatorio” (Levi-Faur, 2010). Adicionalmente, al ser la TEN un asunto esencialmente intersectorial, su regulación aplicable no es solo aquella propia del sector energético, sino que también aquella de carácter ambiental, económica, y territorial dedicada a controlar los efectos no energéticos de actividades de producción y consumo de energía.

Dentro del limitado foco regulatorio en los estudios de la TEN como sistema socio-técnico, se reconoce una estrecha vinculación del sistema legal como uno de los principales mecanismos de *lock-in* del régimen, en miras de la idea de rigidez que acompaña a las leyes y regulaciones, producto de la existencia de procedimientos formales para su modificación, condicionados, a su vez, por dinámicas de poder político y económico. Sin perjuicio de aquello, las comprensiones más recientes de los regímenes socio-técnicos han relativizado la aparente rigidez, señalando que, por una parte, los regímenes pueden cambiar, adaptarse e incluso coexistir con otros sub-regímenes (Geels, 2019). En ese contexto, y considerando el marco proveído en los estudios sobre gestión de la transición, se ha vuelto cada vez más necesario observar las “innovaciones regulatorias”, como una especie de nicho del sistema regulatorio, con el fin de identificar los objetivos que subyacen a su creación e impulso.

Así, como contracara de las agendas de desregulación de la TEN para facilitar su aceleración y escalamiento y, con ello, el cumplimiento oportuno de las metas climáticas y ecológicas que nos hemos impuesto como sociedad, se identifica una creciente tendencia hacia el diseño e implementación de innovaciones regulatorias que aborden de manera más integral las tensiones sufridas por los sistemas legales y regulatorios para adaptarse a los nuevos escenarios de sus objetos de protección. En esa línea, se reconoce una oportunidad para que dichas innovaciones regulatorias consideren de mejor manera las dimensiones de justicia ausentes en la gobernanza de la transición (Ver figura 2), particularmente aquellas relacionadas con la distribución de las cargas y beneficios desde una perspectiva multi-escalar.

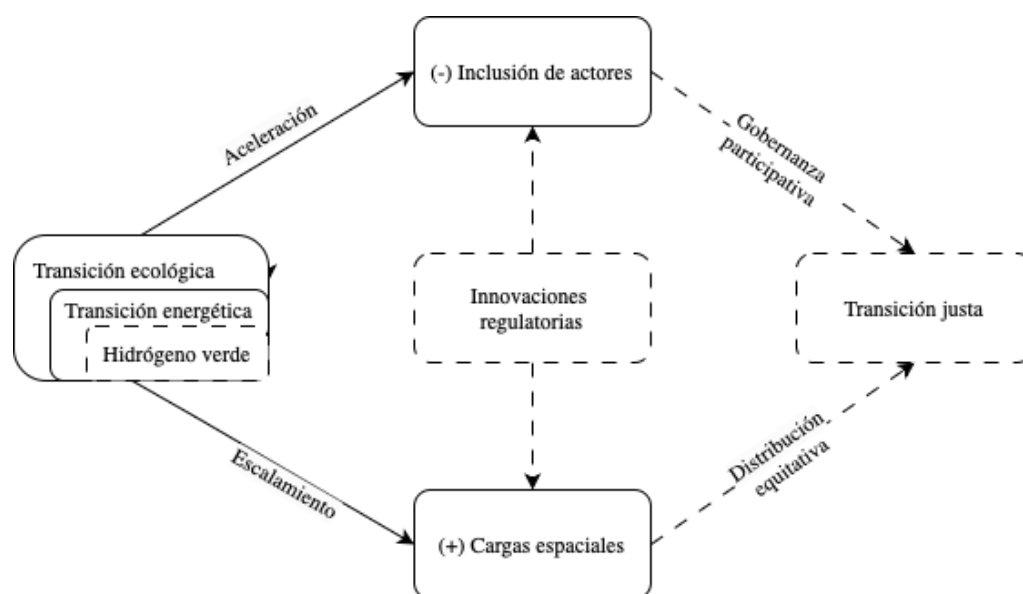


Figura 2. Dilemas de justicia en la aceleración y escalamiento de las transiciones (Elaboración propia).

3. Pregunta de investigación, hipótesis y objetivos

3.1. Pregunta de investigación

¿En qué medida la regulación del H2V en Chile permite la distribución espacial de la industria desde una perspectiva de transición justa?

3.2. Hipótesis

La regulación del H2V en Chile no establece criterios o condiciones significativas para la distribución espacial de la industria, dificultando la distribución justa de sus cargas y beneficios en el territorio nacional. Así, se identifica una “aespacialidad” de los instrumentos regulatorios vigentes o en desarrollo para el H2V, en contraste con las complejas dimensiones espaciales involucradas en el desarrollo de esta industria. La omisión y/o subestimación de dimensiones espaciales en la regulación del H2V, a su vez,

un obstáculo significativo para que el desarrollo de la industria se perciba como una oportunidad en materia de transición justa.

3.3. Objetivos

3.3.1. Objetivo general

Analizar el rol de regulación del hidrógeno verde en la distribución espacial de la industria en Chile, desde una perspectiva de transición justa.

3.3.2. Objetivos específicos

- a. Identificar los instrumentos regulatorios aplicables a los proyectos de producción de hidrógeno verde en Chile, y su relación con las agendas de transición justa impulsadas por el gobierno.
- b. Analizar los criterios y condiciones contenidos en la regulación del hidrógeno verde en Chile para la distribución espacial de las cargas y beneficios de la industria.
- c. Evaluar la percepción sobre la regulación del hidrógeno verde en Chile como herramienta para la distribución de cargas y beneficios en el espacio, desde una perspectiva de transición justa.

4. Marco metodológico

La presente tesis se inscribió en una pluralidad de paradigmas, entre los cuales predominan el post-positivista y el de teoría crítica que, a partir de un enfoque metodológico cualitativo, permiten desarrollar un estudio de lógica deductiva.

La preferencia de un enfoque cualitativo responde, principalmente, a que la investigación considera el análisis de dimensiones de justicia. Considerando la naturaleza compleja y subjetiva de dicho asunto, la literatura ha puesto énfasis en la necesidad de considerar la percepción de justicia de los actores involucrados, antes que cualquier otro criterio o estándar sustantivo (Garvey, 2022). Asimismo, el análisis de dimensiones espaciales también se nutre de enfoques cualitativos, toda vez se teorías recientes entienden que las ideas de espacio y proximidad se construyen a partir de elementos tanto relacionales como materiales (Coenen et al., 2012).

4.1. Diseño de investigación

El diseño propuesto fue de alcance descriptivo, toda vez que se propuso describir el rol de la regulación del hidrógeno verde en la distribución espacial de la industria, a través de la identificación y comparación de ciertos elementos presentes en los instrumentos regulatorios aplicables.

A continuación, se detallan las técnicas de recolección y análisis de datos, organizados según los objetivos específicos de la investigación.

- a. Identificar los instrumentos regulatorios aplicables a los proyectos de producción de hidrógeno verde en Chile, y su relación con las agendas de transición justa impulsadas por el gobierno*

Se realizó una revisión sistemática de documentos públicos institucionales, publicaciones académicas, y reportes del sector privado referidos a la regulación H2V en Chile. Dicha muestra se complementó a través de un ejercicio de revisión documental de la regulación sobre TEN en Chile. Para la delimitación de ambos conjuntos, se usó la plataforma digital “Ley Chile” de la Biblioteca del Congreso Nacional, se revisaron sistematizaciones previas consagradas en reportes o publicaciones académicas, y se analizaron los expedientes electrónicos de proyectos de H2V ingresados al Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (Ver Anexo 1: Principales permisos y autorizaciones requeridas para la generación de H2V).

Para estos efectos, se consideró como principal categoría de análisis la de “instrumento regulatorio”, entendido como toda aquella decisión del Estado (a través de cualquiera de sus organismos competentes) para la promoción o control de una actividad de interés público, consagrada en uno o más documentos públicos emanados por una autoridad (tales como tratados internacionales, leyes, decretos, reglamentos y otros actos administrativos). Para el caso de las políticas públicas, se consideró la nomenclatura de “políticas, planes y programas”, incorporando dentro de dicho conjunto las “agendas” y “estrategias”. Al respecto, se consideraron especialmente aquellas que proponen la creación o actualización de instrumentos regulatorios. Aquellos proyectos de Ley en trámite y otros instrumentos regulatorios en elaboración que ya tuviesen un borrador público, también fueron considerados en el análisis.

El listado identificado se complementó a través de consultas a través de la Ley de Transparencia al Ministerio de Energía, Ministerio de Medio Ambiente, Ministerio de Economía, Ministerio de Hacienda y Ministerio de Relaciones Exteriores, a los cuales se le solicitó la remisión de toda la normativa, regulación y políticas aplicables a la industria del H2V en Chile. Todos los instrumentos identificados fueron sistematizados en una matriz en formato Excel, considerando el uso de categorías previas a partir de ciertas características o propiedades, a saber: nombre oficial, norma o resolución asociada, organismo responsable, año de publicación, tipo de instrumento y régimen regulatorio al que pertenece. Del listado

total se priorizaron 50 instrumentos para su análisis exhaustivo, a partir de dos criterios: (1) La mención o referencia explícita al H2V y; (2) Su consideración en alguna de las agendas regulatorias sobre H2V⁷.

b. Analizar los criterios y condiciones contenidos en la regulación del hidrógeno verde en Chile para la distribución espacial de las cargas y beneficios de la industria

Para este objetivo, se llevó a cabo un análisis de datos cualitativos a partir del listado de instrumentos regulatorios previamente sistematizados y priorizados a través de la primera revisión documental. En esta etapa, se utilizaron fichas de análisis dedicadas a identificar la presencia de criterios o condiciones espaciales en los instrumentos regulatorios priorizados, para luego proceder a su análisis, comparación y sistematización a través de un proceso de codificación cualitativa simple.

Así, en primera instancia, se buscó la presencia en el texto de conceptos vinculados a escalas espaciales o elementos del territorio (tales como geografía; ordenamiento; territorio/territorial; planificación; región/regional; comuna/comunal; ciudad; suelo; urbano; rural; global; nacional y; local). El procesamiento de esta etapa consistió en la identificación de la presencia, repetición y contextualización de dichos términos.

En la segunda etapa de análisis, se realizó una revisión documental de todos los instrumentos priorizados, con el fin de identificar disposiciones que establecieran criterios o condiciones para la distribución espacial de las cargas y beneficios del H2V en el territorio nacional. En dicha revisión, se consideraron aquellas disposiciones que se refieren tanto a la escala de los proyectos como a la distribución geográfica de los mismos. Los criterios o condiciones espaciales identificados fueron incorporados en las fichas de análisis correspondientes.

Complementariamente, se realizó un proceso de entrevistas semi-estructuradas a 18 representantes de diversos sectores involucrados en el desarrollo de la industria del H2V, incluyendo organizaciones ambientales de la sociedad civil (4), desarrolladores de proyectos (3), instituciones multilaterales (1), y tomadores de decisión (10).

En el caso de la sociedad civil, se consideraron organizaciones dedicadas a la protección ambiental, considerando su protagonismo en el debate público sobre la regulación del H2V, procurando contar con al menos una de carácter sub-nacional, establecida en uno de los territorios priorizados para el desarrollo

⁷ Considerando, al menos: (1) Agenda para un segundo tiempo de la TEN; (2) Medidas de impulso para el Plan de acción de H2V; (3) Plan de acción de H2V.

de la industria. Para el caso de los desarrolladores de proyectos, se consideraron miembros de empresas de generación de energía se encontrasen diseñando proyectos de H2V en el país.

Por último, en el caso de los tomadores de decisión, se identificó la necesidad de contar con representantes (2) de los Gobiernos Regionales de las regiones priorizadas (Antofagasta y Magallanes), así como representantes de los diversos ministerios involucrados en el desarrollo de la industria, a saber: Energía (4), Medio Ambiente (1), Bienes Nacionales (1), Economía (2). Siendo el MEN aquel con mayor agencia y responsabilidad en el desarrollo del H2V, se procuró contar no solo con representantes a escala nacional, sino también con miembros de las Secretarías Regionales Ministeriales de los territorios priorizados.

En el caso de medio ambiente, si bien se buscó contar también con un representante de la Oficina de Transición Socioecológica Justa, por límites de disponibilidad se consideró solo un representante de la dirección regional del SEA Magallanes, en miras a la importancia de su rol en el despliegue de la industria. En lo que respecta al Ministerio de Economía, se priorizó entrevistar a representantes de las oficinas regionales de CORFO (2), por su protagonismo en el impulso de la industria en dichos territorios.

a escala nacional (3) y sub-nacional (7) en la materia, con el fin de complementar los criterios y condiciones espaciales previamente identificados. Así, la información recopilada a partir de la experiencia y conocimiento de las y los entrevistados, se utilizó para complementar y revisar la información recopilada en las fichas de análisis.

Las entrevistas fueron realizadas de forma telemática a través de la plataforma Zoom, entre los meses de septiembre y diciembre 2023, y contaron con una pauta de 13 preguntas (Ver Anexo 2: Pauta de entrevista). Para efectos de este objetivo, la información recopilada se utilizó para complementar y revisar la información recopilada en las fichas de análisis.

- c. Evaluar la percepción sobre la regulación del hidrógeno verde en Chile como herramienta para la distribución de cargas y beneficios en el espacio, desde una perspectiva de transición justa*

Finalmente, a través de las mismas entrevistas semi-estructuradas indicadas en el apartado anterior, se consultó a los distintos actores por su percepción y valoración respecto de los criterios o condiciones espaciales consideradas en la regulación del H2V, y su importancia desde una perspectiva de transición justa, considerando la agenda impulsada por el gobierno en la materia.

Las entrevistas fueron transcritas, y las respuestas codificadas a través de la plataforma Excel, con el fin de identificar similitudes, coincidencias o puntos comunes entre las percepciones de los distintos actores

participantes. Las categorías utilizadas para el proceso de codificación cualitativa fueron: (1) instrumentos regulatorios de H2V; (2) criterios o condiciones espaciales en regulación y; (3) narrativas de transición justa. La unidad de análisis seleccionada para el proceso de codificación fue por respuesta a cada una de las preguntas realizadas en la entrevista.

5. Resultados

5.1. Identificación de los instrumentos regulatorios del H2V en Chile

A partir de los conceptos delimitados en el marco teórico y metodológico, y luego de una revisión exhaustiva de los instrumentos regulatorios aplicables a la industria del H2V en Chile, incluyendo instrumentos de escala internacional, nacional y sub-nacional, se identifican un total de 160 instrumentos regulatorios potencialmente aplicables al H2V en Chile, clasificables en 6 categorías: tratados internacionales (8); leyes (18); reglamentos (25); instrumentos de gestión (9); políticas, planes y programas (28); y otros (47). Asimismo, se identifican también algunos instrumentos relevantes en trámite o elaboración, agrupables en: proyectos de Ley (9); anteproyectos de reglamento (5) y; anteproyectos de instrumentos de gestión (11). A su vez, todos los instrumentos vigentes y en trámite se clasifican en 5 regímenes regulatorios: energético, ambiental, industrial, económico y territorial (Ver Anexo 4: Inventario de regulación aplicable a la industria del H2V en Chile).

Cabe señalar que la regulación sistematizada prioriza aquella aplicable a las actividades para la generación de H2V, y sin perjuicio de que algunas regulen también actividades de almacenamiento, transporte y uso final. La clasificación se ha llevado a cabo observando principalmente el órgano responsable y las materias reguladas por cada instrumento. En cuanto a las tipologías seleccionadas para la sistematización, se aclara que estas no fueron establecidas de forma previa al análisis, sino que *ex post* considerando las categorías tratadas en el marco teórico. Por lo mismo, se considera una breve descripción de cada tipología, para entender a correctamente los umbrales que cada una considera en su aplicación (Ver Anexo 2: Tipologías para clasificación de instrumentos regulatorios).

5.1.1. Régimen regulatorio energético

En caso de este régimen, se distinguen también dos categorías: los instrumentos regulatorios destinados a la producción, transporte y uso de combustibles; y los instrumentos regulatorios destinados a generación, transmisión y consumo de electricidad. Para ambos sub-regímenes, el diseño e implementación de los instrumentos regulatorios se encuentra principalmente a cargo del Ministerio de Energía (MEN) y sus órganos dependientes.

El sub-régimen combustible considera las normas para la generación, almacenamiento, transporte y uso de combustibles de forma eficiente y segura, incluyendo, entre ellos, el hidrógeno. En ese sentido, este conjunto puede considerarse como aquel con mayor incidencia directa en la industria de H2V, toda vez que establece (o establecerá) las reglas más específicas su gestión. Asimismo, en este régimen encontramos algunas de las políticas que promueven o controlan el uso de hidrógeno por sobre otros combustibles fósiles. Al respecto, destaca el rol de la Secretaría de Electricidad y Combustibles (SEC) como órgano regulador de segundo grado.

Si bien no se identifican tratados internacionales que se refieran explícitamente a la gestión del hidrógeno como energético, si se observa un aumento de los acuerdos bilaterales entre Chile y otros Estados orientados al fomento del H2V como tal. Ello, como producto de un proceso de “diplomacia del hidrógeno verde” (MINREL, 2020) impulsado por el gobierno del ex-presidente Sebastián Piñera, y como claro ejemplo del carácter internacional que subyace a la producción y comercio del H2V.

En el ámbito nacional, la estrategia regulatoria para el H2V ha requerido de cambios sustanciales en la regulación existente del hidrógeno, ya que hasta el año 2020 este no era admitido como combustible ni era competencia del MEN. Así, poco después de primera difusión de la Estrategia nacional de hidrógeno verde en noviembre 2020, el hidrógeno molecular pasó de estar regulado únicamente como sustancia peligrosa, a ser reconocido como energético a través de la publicación de la Ley sobre eficiencia energética y la consecuente modificación de la Ley general de servicios eléctricos y la Ley que crea el Ministerio de Energía (Eterovic, 2022).

Así, desde el traspaso de competencias al MEN, se ha identificado una agenda regulatoria y de política pública para la consolidación de condiciones habilitantes para la industria a escala nacional. Los principales ejemplos de ello son la elaboración de reglamentos para asegurar estándares mínimos de seguridad, la dictación de guías transitorias que permitan el desarrollo de “proyectos piloto”, y la elaboración de un “Plan de acción de hidrógeno verde”, ingresado a consulta pública en diciembre de 2020.

En cuanto al sub-régimen eléctrico, este considera todos los instrumentos regulatorios orientados a la generación, transmisión y consumo de electricidad, desde una perspectiva de seguridad y eficiencia energética. Toda vez que el aumento de competitividad de la energía renovable se considera como una condición *sine qua non* para el desarrollo de la industria del H2V, es posible considerar que dentro de la regulación aplicable a dicha industria se incluye aquella orientada a la aceleración y escalamiento de la TEN del sistema eléctrico.

Respecto de la estrategia regulatoria de este sub-régimen se reconoce el uso de instrumentos de planificación energética indicativa y acuerdos público-privados, con una fuerte presencia del gremio en su diseño e implementación. En el caso de los instrumentos, estos establecen los escenarios energéticos y una serie de objetivos y metas para alcanzar los escenarios priorizados, entre los cuales destacan la “Planificación energética de largo plazo” y los consecuentes “Polos de desarrollo de generación eléctrica”. En el caso de los acuerdos, un ejemplo paradigmático es el “Plan de descarbonización de la matriz energética” (MEN, 2019), consistente en un acuerdo entre el MEN y las generadoras que operan en Chile para el retiro de las centrales termoeléctricas al año 2040 (que desde agosto 2023 se encuentra en proceso de actualización para su aceleración al 2030).

El uso de dichos instrumentos regulatorios se ha complementado recientemente con la publicación de documentos de “hojas de ruta” para la aceleración de la TEN, tales como la “Agenda para un segundo tiempo de la transición energética” (MEN, 2023), incluyendo tanto medidas regulatorias como de política pública. A su vez, dicha agenda de aceleración parece haber empujado la creación de políticas para abordar dimensiones de justicia social en los procesos de TEN, a través la elaboración de una “Estrategia de transición justa en el sector energía”, y la implementación de mesas participativas de transición socioecológica justa para la elaboración de Planes de acción local de transición justa.

5.1.2. Régimen regulatorio ambiental

Al igual que en el régimen anterior, dentro de este conjunto también es posible distinguir dos principales categorías: los instrumentos regulatorios destinados a la gestión del cambio climático y aquellos destinados a la gestión de la sustentabilidad. En ambos casos, el diseño e implementación de los instrumentos regulatorios se encuentra a cargo del Ministerio del Medio Ambiente (MMA) y sus órganos dependientes.

El primer sub-régimen incluye tanto las medidas para la mitigación de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), como aquellas para la adaptación sectorial y territorial frente al cambio climático (CC). La relación de este conjunto con la industria del H2V es significativa, toda vez que el establecimiento de metas de mitigación globales y nacionales ha sido uno de los factores determinantes para escalar el uso de dicho combustible.

En este conjunto se identifica una preminencia importante de tratados internacionales por sobre los otros regímenes regulatorios, en miras al carácter esencialmente internacional de la materia regulada, seguido de una densidad importante al nivel de políticas públicas. Sin embargo, se identifica también una creciente tendencia (Ver Anexo 3) hacia la utilización de leyes e instrumentos de gestión dentro de la estrategia regulatoria, particularmente desde la presentación de la NDC actualizada al 2020 (MMA, 2020).

Así, la Ley marco de cambio climático ha cobrado un rol protagónico en el sub-régimen climático, ya que además de establecer una meta vinculante de carbono-neutralidad al 2050, crea la figura de los Instrumentos de gestión del cambio climático, en miras a lograr una implementación con pertinencia sectorial y territorial de las metas climáticas del país. Por otro lado, el establecimiento de normativa vinculante ha provocado una mayor dependencia a la publicación de reglamentos, lo cual ha provocado una situación de vacancia parcial de la LMCC y una consecuente demora en su implementación íntegra (Salinas et al., 2023).

En cuanto al sub-régimen de sustentabilidad, se consideran todos los instrumentos regulatorios destinados a la gestión de cargas ambientales (incluyendo contaminación, uso y afectación de bienes comunes naturales, etc.) y la protección de la biodiversidad. En ese sentido, este sub-régimen se relaciona principalmente con el establecimiento de los límites tolerables de contaminación generales y específicos, así como el establecimiento y monitoreo medidas de resguardo ambiental en proyectos industriales, incluyendo aquellos de H2V.

Si bien identifica una presencia relevante de tratados internacionales como base para el establecimiento de las agendas sobre desarrollo sustentable, protección de la biodiversidad, y derechos humanos ambientales, se observa un marco legal y administrativo mucho más robusto y consolidado que en el sub-régimen climático, a través del uso de múltiples instrumentos de gestión ambiental, entre los cuales destaca el Sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) como uno de los más determinantes de la institucionalidad ambiental, en miras a su rol preventivo.

A pesar de lo anterior, existe consenso en que la legislación e institucionalidad ambiental todavía no cuenta con herramientas suficientes para la correcta evaluación de proyectos de H2V (Centro de Energía UC, 2020). Frente a ello, el MMA se encuentra tramitando una reforma integral a la Ley de bases generales del medio ambiente, que incluye la incorporación de una tipología específica para proyectos de desalación e H2V en el SEIA. A su vez, el mismo ministerio ha publicado una modificación al reglamento del SEIA, que busca elevar los estándares de acceso a la información y participación ciudadana, de cara a la entrada en vigencia del Acuerdo de Escazú. En el intertanto se cuenta con regulación específica para la evaluación de proyectos de H2V el Servicio de evaluación ambiental optado por la publicación de guías y criterios para la evaluación a partir de regulación internacional o extranjera homologable.

5.1.3. Régimen regulatorio industrial

Este régimen considera los instrumentos regulatorios encargados de asegurar un funcionamiento seguro de los procesos industriales. Así, se incluye principalmente normativa sectorial sobre estándares para el uso seguro de sustancias peligrosas utilizados en procesos industriales, así como regulación del área de la

salud, incluyendo su dimensión sanitaria. Los principales agentes reguladores son el Ministerio de Salud (MINSAL), sus órganos dependientes, y eventualmente otros ministerios sectoriales involucrados en procesos industriales tales como minería, agricultura, transporte, obras públicas.

Más allá de su reciente consideración como energético, el H₂V sigue manteniendo su estatus de sustancia peligrosa en la regulación nacional. Por lo mismo, es necesario considerar en el sistema regulatorio del H₂V aquellos instrumentos encargados de regular la seguridad de las actividades necesarias para la producción, transporte y uso del hidrógeno, así como su aplicación en otros procesos industriales. Así, el reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas del MINSAL fue por muchos años la principal regulación del hidrógeno en el país.

Si bien no se reconoce un uso preponderante de tratados internacionales en la regulación industrial, si existe una observación de estándares internacionales o extranjeros de procesos industriales, particularmente en aquellos sectores con insuficiente regulación industrial a nivel nacional, como ocurre en el caso del hidrógeno. Así, el regulador ha optado por la elaboración de guías que orienten el cumplimiento de dichos estándares internacionales, como por ejemplo la Guía de implementación de pilotos y validación de tecnologías que utilizan hidrógeno como combustible en minería del SERNAGEOMIN. Complementariamente, se reconoce una agenda regulatoria para habilitar el uso del hidrógeno en otros procesos y sectores como transporte terrestre y marítimo.

Por otro lado, la regulación del amoníaco cobra especial relevancia, toda vez que es considerado como uno de los formatos más idóneos para el transporte de hidrógeno en grandes distancias. En ese marco, se reconoce cierto nivel de regulación nacional a propósito de su consideración como sustancia peligrosa, junto a otras normas técnicas para su uso y transporte, aunque, a diferencia del hidrógeno, este no ha sido reconocido como combustible, ni existe regulación para su calificación como “amoníaco verde” (Fuster y Arteaga, 2022).

La normativa vinculada a los procesos de desalinización amerita un análisis particular, toda vez que el H₂V prevé un aumento significativo en la demanda de agua desalinizada, frente al hecho de que la mayoría de los proyectos de H₂V en Chile contemplan uso de agua de mar o salobres continentales en sus procesos de electrólisis (Palma-Behnke et al., 2021). La regulación actualmente aplicable a la desalación solo contempla la normativa genérica aplicable a las actividades industriales en el borde costero, considerando concesiones de uso de mar o costa (sin considerar la extracción de agua); autorizaciones para la construcción de obras sobre terreno fiscal y; sujeción a certificaciones y verificación de calidad dependiendo del tipo de uso de agua que se produce (Vicuña et al, 2022).

Así, adicionalmente a las reformas para la incorporación de una tipología en el SEIA, se han contemplado una serie de reformas legales y proyectos de Ley para habilitar al Ministerio de obras públicas en la construcción de desaladoras, y regular la extracción de agua de mar para su desalinización.

5.1.4. Régimen regulatorio económico

Dentro de este conjunto, se consideran los instrumentos orientados a asegurar el desarrollo económico del país, incluyendo el fomento de la inversión y producción pública y privada; la regulación del comercio en sus distintos ámbitos y niveles y; la distribución de la riqueza. Así, los principales responsables del diseño e implementación del régimen regulatorio son los Ministerios de economía y Hacienda, con sus respectivos órganos dependientes.

En el caso del H2V, el presente régimen tiene un rol protagónico por dos motivos: (1) se trata de un sector económico incipiente, que requiere de altos niveles de inversión pública y privada y; (2) se proyecta como un sector estratégico para el crecimiento económico país (García et al., 2020; Bañados et al., 2023). Por lo mismo, la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO) ha tenido un rol protagónico como órgano promotor de la industria a nivel nacional y regional.

Se reconoce un importante rol de instrumentos internacionales orientados al financiamiento de los primeros proyectos y al establecimiento del mercado global, tales como acuerdos bilaterales entre Chile y Bancos multilaterales, así como memorandos de entendimiento y cooperación con otros Estados. En ese contexto, destacan un conjunto de acuerdos entre Chile y la Unión europea, consolidando a esta última como uno de los principales financistas y consumidor proyectado del hidrógeno generado en el país.

A nivel nacional, se identifica una preponderancia a la implementación de políticas públicas y acuerdos público-privados por sobre instrumentos vinculantes. Sin embargo, se identifica un aumento en los instrumentos orientados a la gobernanza de la industria y coordinación de sus diversos actores interesados, con un rol protagónico de CORFO a escala nacional y regional. En ese sentido, destaca la creación del Comité de desarrollo de la industria del H2V y su respectivo Consejo estratégico, así como la consolidación de gobernanzas regionales a través de la iniciativa Programas transforma cofinanciados por CORFO y Gobiernos regionales.

Finalmente, similar a lo que ocurre en el régimen energético, la estrategia regulatoria económica ha considerado el uso de políticas del tipo “hoja de ruta”, como las Medidas de impulso al Plan de acción de H2V publicada en octubre 2023, orientada a generar condiciones habilitantes desde una perspectiva económica para la industria, y aportar certeza a las inversiones del sector.

5.1.5. Régimen regulatorio territorial

El presente régimen hace referencia a todos aquellos instrumentos orientados al ordenamiento del territorio. A pesar de tratarse de un sistema particularmente disperso, su regulación está orientada principalmente al Ministerio de vivienda y urbanismo, el Ministerio de bienes nacionales (MBN), y los gobiernos sub-nacionales como los Gobiernos regionales y Municipalidades.

A partir de las particulares características espaciales de los proyectos de H2V, a saber, la presencia de ciertas condiciones naturales para su funcionamiento; el uso intensivo de suelo producto de la gran escala de los proyectos y; su concentración en polos de desarrollo energético; se considera fundamental la observación de los instrumentos que ordenan el territorio nacional.

Tratándose el ordenamiento del territorio de un asunto principalmente de soberanía nacional, no se identifican tratados internacionales significativos en el tema. Por otro lado, a nivel nacional la regulación territorial presenta un escenario contradictorio: si bien la mayor densidad de instrumentos se asocia a políticas indicativas, el ordenamiento efectivo del territorio se lleva a cabo principalmente a través de una escasa variedad de instrumentos vinculantes asociados a la planificación urbana.

La Ley general de urbanismo y construcciones establece las bases para la regulación del uso de suelo, la cual, como en toda actividad productiva, es la principal condicionante para la localización de proyectos. En ese contexto, las circulares de la División de desarrollo urbano (DDU) han cobrado un rol importante en la interpretación de la normativa urbanística frente a la complejidad territorial que suponen los proyectos de H2V. Por otro lado, toda vez que la gran mayoría de los proyectos de H2V se ubican en áreas rurales (particularmente aquellos de gran escala), los Planes reguladores comunales tienen un impacto muy limitado en ellos. Así, los Planes reguladores intercomunales se posicionan como el único instrumento vinculante en áreas rurales, pero su uso a nivel nacional sigue siendo bastante limitado. A su vez, los PROT, como instrumentos mixtos o parcialmente vinculantes, se encuentran en un estado de vacancia por la falta de un reglamento para su aplicación.

Frente a este contexto de falta de ordenamiento, han cobrado relevancia los instrumentos de planificación energética, sobre todo a propósito de su paso por el proceso de Evaluación ambiental estratégica en miras a su “sensibilización ambiental y territorial” (MEN, 2023). Así, instrumentos como los Planes estratégicos regionales y los Polos de desarrollo de generación energética se han convertido en una especie de instrumentos energético-territoriales, orientados a ordenar indicativamente la infraestructura energética en el territorio.

Finalmente, quizás la política más determinante para la distribución territorial de la industria ha sido el Plan de fomento a la producción de hidrógeno verde en territorio fiscal, también conocido como el programa “Ventana al futuro”, consistente la asignación directa por parte del MBN de terrenos fiscales para producción de H2V. En su primera versión, se seleccionaron 16 proyectos, 12 de ellos en la región de Antofagasta, y según lo indicado en el Plan de acción de H2V se considera un segundo periodo, complementado por una cartera de terrenos para su otorgamiento mediante licitación.

5.2. Criterios y condiciones espaciales en la regulación del H2V

A partir del análisis exhaustivo de los instrumentos regulatorios priorizados, se han identificado aquellos instrumentos regulatorios que establecen criterios o condiciones determinantes para la distribución de los proyectos o actividades vinculadas a la generación de H2V en el territorio nacional (Ver Anexo 5: Regulación priorizada para el análisis de criterios y condiciones espaciales). Asimismo, se hace énfasis en distinguir aquellos instrumentos vinculantes⁸, indicativos y mixtos en cada conjunto.

5.2.1. Instrumentos de planificación energética

Siendo la Ley general de servicios eléctricos (LGSE) el instrumento más importante para la regulación energética en Chile (incluyendo las energías renovables), desde que el hidrógeno fue reconocido como un “energético” bajo la competencia del MEN, la presente Ley también ha pasado a ser una de las principales normativas aplicables al H2V.

En ese contexto, los criterios espaciales establecidos por la LGSE tienen que ver principalmente con el establecimiento de las bases del procedimiento de “Planificación energética de largo plazo” (PELP) (Art. 83), a través de la cual se deberán establecer los respectivos instrumentos de planificación energética.

En ese contexto, los “Polos de desarrollo de generación energética” (PDGE) son el instrumento con mayor nivel de regulación, posicionándose como uno de los principales resultados de PELP. Estos son definidos en la Ley como “aquellas zonas territorialmente identificables en el país, ubicadas en las regiones en las que se emplaza el Sistema eléctrico nacional, donde existen recursos para la producción de energía eléctrica proveniente de energías renovables, cuyo aprovechamiento (...) resulta de interés público por ser eficientemente para el suministro eléctrico (...)” (Art. 85). El mismo artículo mandata que los PDGE instrumentos deberán proceder de EAE, reconociendo su naturaleza energética-territorial.

⁸ Para estos efectos, se entiende por regulación vinculante toda aquella que es obligatoria para aquellos individuos cuya conducta regula (Delgado Pinto, 1990).

Asimismo, la LGSE reconoce la necesidad de considerar “las variables ambientales y territoriales” en el proceso de Planificación de la tramitación energética (Art. 87). En ese sentido, se identifica que el régimen regulatorio energético tiene una tendencia a considerar las dimensiones espaciales de la transmisión eléctrica, más que las relacionadas a la generación energética. Ello, probablemente responde a que, previo a la competitividad de las energías renovables, efectivamente las infraestructuras de mayor impacto espacial eran las líneas de alta tensión. En esa línea, se identifica una especie de extrapolación de las herramientas de sensibilización territorial desde la transmisión hacia la regulación de la generación.

Los criterios para la identificación de las zonas a ser definida como PDGE se encuentran establecidas en el Reglamento PELP, indicando: la disponibilidad de recursos para la producción eléctrica renovable; la tecnología de centrales de generación existentes o futuros; la ubicación de los mismos respecto a centrales de transmisión existentes o futuras (Art. 17).

Cabe señalar que el PdL que modifica la LGSE en materia de transición energética (Boletín 16.078-08), de llegar a aprobarse, reestructuraría los instrumentos de planificación energética, reemplazando la dimensión instrumental del PELP por una triada de instrumentos interdependientes: un Plan nacional de energía, Planes estratégicos de energía en regiones, y los ya existentes PDGE. Sin embargo, el proyecto considera una modificación significativa respecto de estos últimos, permitiendo su uso en regiones no conectadas al Sistema eléctrico nacional, en un claro intento de solucionar la tensión existente entre el alto potencial renovable de la región de Magallanes y la imposibilidad de usar este instrumento en dicho territorio.

Por otro lado, el mismo PdL reconoce la posibilidad de que aquellos territorios que cuenten con un PEER evaluado estratégicamente, no deban pasar sus PDGE por dicho procedimiento, lo cual, si bien busca claramente asegurar la optimización de tiempo y recursos, podría implicar eventuales brechas de sensibilización ambiental y territorial en dichos instrumentos.

En lo que respecta al proyecto de PELP 2023-2027, a pesar de tratarse de “identificar los potenciales renovables en nuestro territorio” para “proyectar la ubicación propicia de los futuros proyectos de generación eléctrica”, proponiéndose así el establecimiento de condiciones (generalmente en formato de incentivos y desincentivos) para los desarrolladores de proyectos energéticos.

En esa línea, se destaca una de las principales herramientas utilizadas en la PELP para su sensibilización, esto es, el “Informe anual de variables ambientales y territoriales”, el cual se ha convertido, en la práctica, en un insumo para la sensibilización territorial de todos los instrumentos de planificación energética. En el marco de dicho informe, se aplica una metodología para la identificación y medición de “objetos de valoración territorial”, como unidad de análisis territorial. Así, dependiendo de su significancia, dichos

objetos (que, en general, están circunscritos a áreas específicas) podrán ser “excluidos” del potencial de generación de energía modelado; o bien “sensibilizados”, es decir, sujetos a un sobre costo para promover el uso de suelos alternativos.

En cuanto a la industria del H2V propiamente tal, la PELP 2023-2027 solo se limita a reconocer la existencia de dos escenarios para su desarrollo: uno centralizado en 1 o 2 polos de producción (economías de escala), y otro descentralizado según la distribución de la demanda, indicando que la decisión dependerá de la temporalidad del despliegue, con la exportación como una variable importante. Así, sin existir una decisión estratégica en dicho documento, es posible reconocer que a nivel nacional se ha optado semi-explicitamente por un escenario centralizado, a propósito de una aceleración del despliegue de la industria con un foco en la exportación (apuntando a la conquista de los mercados internacionales)

Si bien en estricto rigor la PELP 2023-2027 todavía no cuenta reconocimiento legal, su informe preliminar identifica dos PDGE en las provincias de Antofagasta y Tocopilla, respectivamente. Dichos instrumentos ya han comenzado su tramitación, con el fin de abordar la planificación en consideración desde una perspectiva de “distribución de cargas y el uso eficiente del territorio”, a escala provincial. En esa línea, toda vez que la figura de los Polos establece incentivos y desincentivos concretos en lugares específicos, con efectos generales y obligatorios para la administración, es posible considerarlos como un instrumento mixto y no íntegramente indicativo.

Para el anteproyecto de PDGE de la provincia de Antofagasta, se selecciona como opción una “Planificación de un desarrollo energético que prioriza nuevos territorios con potenciales energéticos ‘sitios específicos’ como el Eólico y de Concentración Solar de Potencia (CSP)”. En consonancia con ello, se proponen como nuevos territorios de generación de energía la comuna de Sierra Gorda (para suplir la demanda regional de la industria y minería), señalando explícitamente la posibilidad de desarrollos de H2V); una zona eólica; y otra zona de CSP en la comuna de Taltal.

En el caso del anteproyecto de PDGE de la provincia de Tocopilla, se selecciona como opción la “Planificación de un desarrollo energético que busca compensar la potencia de la generación térmica saliente en la comuna de Tocopilla y ser parte de la cadena de valor del H2V en el marco de la integración bioceánica”. Así, se propone potenciar un uso mixto de energía renovable solar (fotovoltaica y de concentración solar de potencia) para compensar la salida de energía termoeléctrica; incentivar el uso de terrenos fiscales; el apalancamiento del H2V para demanda interna y externa (como parte de la integración bioceánica); el aprovechamiento de infraestructura de transmisión existente y la cercanía a la bahía; y el evitamiento sobre sitios de alto potencial arqueológico, paleontológico y de nidificación de aves.

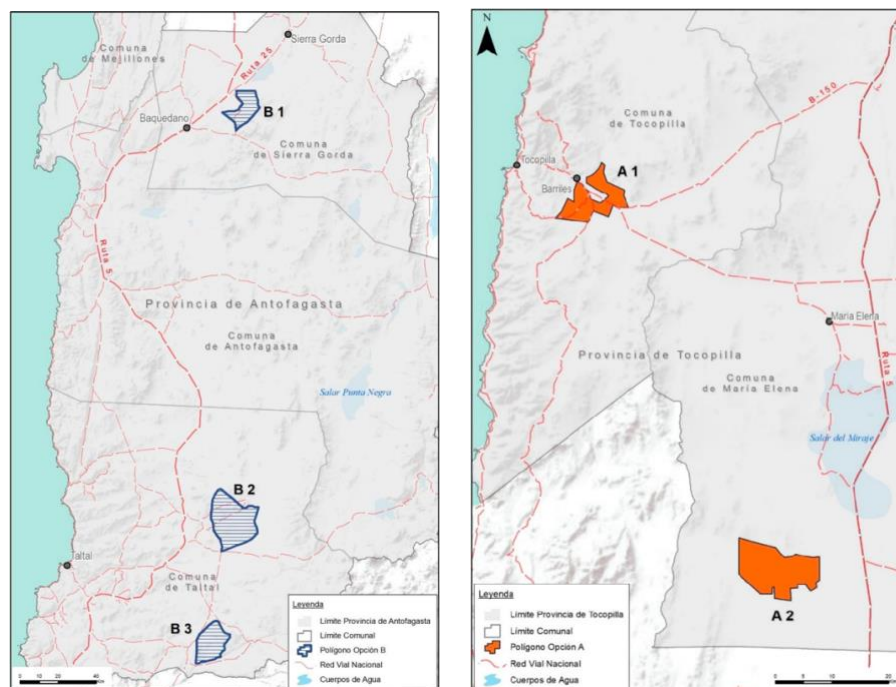


Figura 3. Opciones de desarrollo energético de las provincias de Antofagasta y Tocopilla, Informes técnicos PDGE (2023)

Así, a tratarse los PDGE de un instrumento de carácter mixto, de alta influencia en la distribución de la energía renovable a propósito no solo de sus incentivos y desincentivos directos, sino de la promoción en el mediano plazo de menores costos en general para las industrias energéticas a partir de modelos de economía de escala, se posicionan como uno de los principales instrumentos regulatorios para la industria del H2V. Será interesante observar si futuros PDGE regulan en mayor detalle la industria del H2V propiamente tal, ya que a la fecha las referencias tienen que ver principalmente con proyectos de energía renovable a secas.

Por otro lado, en el caso de los “Planes estratégicos de energía en regiones” (PEER), nos encontramos frente a un instrumento que no está propiamente reconocido en la LGSE ni en la PELP, si no que se trata de una innovación regulatoria que busca, por un lado, establecer una planificación a escala regional para la implementación de la Política energética nacional 2050 y la PELP, y por otro, ordenar aquellos territorios que no cumplen con los requisitos legales para contar con un PDGE.

A pesar de que todavía no tienen reconocimiento legal (se pretenden incorporar en el PdL sobre transición energética), se ha autorizado su proceso de elaboración en las regiones de Antofagasta y Magallanes, con esta última en un estado mucho más avanzado que la primera⁹. De hecho, a partir de

⁹ Según consta en el certificado de disponibilidad presupuestaria del MEN para el 2023, el Ministerio solo constaría con recursos para la ejecución de propuestas preliminares para el PEER de Magallanes.

una solicitud elevada por el MEN, el Consejo de ministros para la sustentabilidad y el cambio climático se pronunció favorablemente respecto de someter ambos PEER presupuestados al procedimiento de EAE, lo cual fue aprobado posteriormente también por el Presidente de la República.

Así, decreto que inicia el proceso de EAE del PEER Magallanes, ha proveído las primeras luces sobre los contenidos mínimos que estos instrumentos deberán abordar: un diagnóstico estratégico y energético (situación actual y tendencias); lineamientos estratégicos territoriales; y la identificación de “áreas de gestión energética” y “macrozonas energéticas priorizadas”. Por otro lado, el decreto señala el PEER de esta región también buscará la identificación de intereses territoriales el sector.

Si bien se reconoce el potencial de una macro zonificación energética como la propuesta, se identifica una alta posibilidad de superposición espacial y temática con los PDGE. Considerando, entonces, la eventual implementación de PEER en regiones conectadas al Sistema eléctrico nacional y la futura implementación de PDGE en las provincias de Magallanes (previa reforma legal), se reconoce un desafío para el regulador de distinguir más detalladamente el valor agregado de cada instrumento, así como sus sinergias e interdependencias.

5.2.2. Anteproyecto de Plan de acción de hidrógeno verde 2023-2030

La propuesta de Plan de acción H2V fue publicada para consulta pública con fecha 22 de diciembre de 2023, y se propone como el instrumento principal para la implementación de la Estrategia nacional, y, en definitiva, como la “hoja de ruta para el despliegue de la industria”. En ese sentido, se reconoce como un instrumento regulatorio no vinculante, pero de alta influencia para la industria, y con una cantidad importante criterios y condiciones de carácter espacial.

El anteproyecto reconoce como uno de sus criterios de sustentabilidad la “inserción equilibrada de la industria, compatible con las condiciones y dinámicas del territorio, atendiendo la diversidad geográfica, cultural, ambiental, y económica del país”, en el marco de la cual se considera un alcance de “ordenamiento territorial y planificación energética oportuna del despliegue de la industria (...)”.

Dentro de las medidas consideradas para su eje de “Infraestructura habilitante”, se considera licitar terrenos fiscales para infraestructura compartida (desalación, acondicionamiento y almacenamiento de H2V y derivados); declarar áreas costeras reservadas; actualizar la Política nacional del uso de borde costero e; incorporar al MEN a la Comisión nacional de uso de borde costero del litoral. Por otro lado, a propósito del eje de “Despliegue territorial”, se propone actualizar la OGUC en materia de infraestructura energética; interpretar la OGUC en materia de infraestructura para desalación y;

“armonizar IPT existentes y elaborar nuevos instrumentos que aborden los desafíos de H2V y sus derivados”.

Respecto de esta última medida, se señala que durante la primera ventana (2024-2025) se el COMICIVYT desarrollará un estudio que aborde los principios y criterios a considerar para el emplazamiento de la industria, y en la segunda ventana (2027-2030) se desarrollarán los PROT y ZUBC en las regiones de Antofagasta, Valparaíso, Biobío y Magallanes.

El mismo eje contempla también una medida sobre elaborar IPT para el desarrollo de asentamientos humanos permanentes y temporales asociados a la nueva industria, priorizando el desarrollo del PRI de Magallanes y Tierra del Fuego, y una evaluación de los PRC de dichas provincias. Por otro lado, se propone una medida de planificación energética con enfoque territorial, para desarrollar PEER focalizados en regiones con proyección de albergar proyectos de producción y/o consumo de H2V y sus derivados y; diseñar PDGE para dar cabida a las energías renovables necesarias para la industria, priorizando la región de Antofagasta y, previa modificación legal, en la región de Magallanes.

Por último, se propone una medida para la gestión de terrenos fiscales, incluyendo la aceleración del proceso de asignación a través del programa vigente “Ventana al Futuro”; llevar a cabo un segundo proceso de asignación directa; identificar un portafolio de terrenos fiscales para futuras licitaciones de la industria y; elaborar un plan de licitaciones de terrenos fiscales. Esta última medida incluye la realización de un nuevo convenio entre el MEN y el MBN, que incluya una mesa de trabajo para el diseño del plan y su compatibilidad territorial.

En ese sentido, si bien el Plan de acción H2V está conformado como un instrumento indicativo, su naturaleza de “hoja de ruta” provoca que varias de sus medidas se refieran a la actualización y elaboración de instrumentos vinculantes (incluyendo leyes, reglamentos e instrumentos de gestión). En ese sentido, no solo se identifica un potencial particular de las hojas de ruta o “paquetes regulatorios” como un instrumento con efectos más allá de lo indicativo, sino que en general este Plan de acción confirma las medidas de ordenamiento territorial y distribución espacial de la industria como condición habilitante de la industria a escala nacional y regional.

5.2.3. Instrumentos de gestión ambiental

La Ley de bases generales del medio ambiente (LBGMA) regula las bases algunos de los instrumentos de gestión más relevantes para el condicionamiento espacial de los proyectos de H2V a propósito de sus impactos en los componentes del medio ambiente, a saber, el Sistema de evaluación de impacto ambiental (SEIA) y la Evaluación ambiental estratégica (EAE).

Respecto del SEIA, la LBGMA establece las tipologías de ingreso (Art. 10) que tienen relación con el desarrollo de proyectos de energías renovables (letras b, c, i, p, s); y aquellas más utilizadas para el ingreso de los proyectos de producción de hidrógeno y desalinización industrial (letras a, b, h, j, k, ñ, o, p, s), en el intertanto se aprueba el PdL que busca incorporar literales específicos para ambas actividades.

Por otro lado, establece definiciones clave para las dimensiones espaciales de la evaluación ambiental, tales como el “efecto sinérgico” (Art. 2h bis). En la misma línea, especifica dentro de los “efectos, características o circunstancias” que ameritan la elaboración de un Estudio de impacto ambiental (el proceso más exhaustivo de evaluación ambiental), se señala el reasentamiento de comunidades humanas, la afectación a los sistemas de vida, y la localización próxima en o próxima a poblaciones, recursos y áreas protegidas (Art. 11). En la misma línea, el Reglamento SEIA establece regulaciones específicas para la delimitación del área de influencia de los proyectos o actividades que ingresan al sistema (Art. 18 D), la cual no solo es relevante para la delimitación de las circunstancias del artículo 11, sino que también para el establecimiento de la línea de base a elaborar por parte del titular, la cual considera dimensiones territoriales significativas, como la compatibilidad territorial del proyecto propuesto.

En ese sentido, el SEIA se ha convertido en un instrumento de “ventanilla única” que no solo concentra la evaluación de permisos sectoriales (muchos de los cuales consideran dimensiones espaciales, como el PAS 160), sino que como el proceso a través del cual los titulares acreditan ante la autoridad la coherencia de los proyectos con el ordenamiento territorial, tanto vinculante como indicativo. Este enfoque territorial del SEIA busca ser, de hecho, reforzado por el gobierno a través de una inminente modificación al SEIA, la cual señala que “deberán calificarse de forma desfavorable los proyectos o actividades que sean incompatibles con los instrumentos de planificación y ordenamiento territorial de carácter obligatorio y vigentes” (Acuerdo 36/2023 CMSCC).

Por último, cobra especial relevancia la regulación de la LBGMA sobre el “fraccionamiento de proyectos” en el SEIA (Art. 11bis), como una medida destinada a asegurar la evaluación íntegra de los efectos acumulativos y sinérgicos, y que en el caso del H2V se pone especialmente en tensión, al tratarse de proyectos que suelen requerir de múltiples infraestructuras próximas, y, eventualmente del uso de infraestructura común. Si bien el Servicio de evaluación ambiental ha publicado algunas guías tendientes a aclarar su aplicación en estos casos, se presume que los criterios se irán aclarando a medida que más proyectos ingresen al sistema, y a través de la resolución de las eventuales denuncias ingresadas ante la Superintendencia del Medio Ambiente.

En cuanto a la EAE, además de definirla legalmente, la LBGMA establece qué tipo de instrumentos deberán someterse a dicho procedimiento, aclarando que será obligatorio en todo caso para los PROT,

PRI, y ZUBC, entre otros. Así, la EAE se ha vuelto el principal proceso de “sensibilización ambiental” de los instrumentos de ordenamiento territorial y, más recientemente, también de los instrumentos de planificación energética. Como veremos, ambos instrumentos de gestión son relevantes para la distribución de la industria del H2V, por lo que la EAE cumple un rol clave para que dicha distribución considere dimensiones territoriales desde una perspectiva de sustentabilidad y no exclusivamente productiva.

De esta forma, y considerando que la reforma a la LBGMA en tramitación también considera un reforzamiento de la EAE, permitiendo, entre otras cosas, que leyes sectoriales puedan establecer el ingreso obligatorio de algunos de sus instrumentos, y formas simplificadas de tramitación. Al respecto, el reglamento en trámite indica establece un listado taxativo de condiciones para su aplicación, entre las cuales se enumeran los Polos de desarrollo de generación eléctrica y Franjas preliminares de transmisión eléctrica (en ambos casos, siempre y cuando se circunscriba a un máximo de dos comunas). En ese sentido, se identifica un reconocimiento por parte del gobierno de la importancia de la EAE para sensibilizar ambiental y territorialmente dichos instrumentos, y la necesidad de flexibilizar dicho instrumento para adecuarse al ritmo acelerado de la transición energética.

Complementariamente, se identifica un aumento significativo en la publicación de documentos indicativos complementarios para la promoción de un mejor uso instrumentos vinculantes como el SEIA y EAE. En esa línea, destacan los Criterios de evaluación en el SEIA como documentos técnicos emitidos por el Servicio de evaluación ambiental para aclarar lineamientos en el marco de la elaboración de una Declaración o Estudio de impacto ambiental. Respecto de la industria en análisis se han emitido dos documentos: “Introducción a proyectos de H2V” y “Descripción integrada de proyectos para la generación de H2V en el SEIA”.

El segundo de estos documentos aclara que, al menos para efectos del SEIA, la industria de la generación de H2V se compone de diferentes proyectos asociados a distintas tipologías que forman su cadena de valor, poniendo énfasis en que se deberán circunscribir a evaluación ambiental “únicamente las partes, acciones y obras físicas del proyecto, y no a otros procesos o subprocessos de la cadena de valor”. Por otro lado, aclara que la “descripción integrada de un proyecto” implica contar en la evaluación ambiental con la información de otros proyectos ya existentes, o que se estén evaluando de forma paralela en el SEIA, con el objetivo de “considerar la condición más desfavorable”, promoviendo algunas claridades para el evitamiento de casos de fraccionamiento.

La guía reconoce cinco procesos como parte de la cadena de valor del H2V: energía renovable; producción de H2; acondicionamiento y almacenamiento; reconversión; y transporte y distribución. Por

lo mismo, se identifica que el suministro de agua y previo tratamiento (desalinización) es un subproceso, aunque señala que si puede abordarse de forma conjunta en la evaluación. Más importantemente, la guía aclara que, si bien el análisis del impacto sinérgico no es uno de los contenidos mínimos de una Declaración de impacto ambiental, puede evaluarse para justificar la procedencia de dicho instrumento en vez de un Estudio. Así, se refuerza no solo el evitar escenarios de fraccionamiento, sino que también la necesidad de “realizar un análisis del proyecto sometido a evaluación, como de su interacción con el resto de los proyectos o actividades que comparten el territorio”.

5.2.4. Regulación sobre uso de suelo

La Ley general de urbanismo y construcciones (LGUC) es el instrumento encargado de dar las bases para la organización y definición del uso de suelo en zonas rurales, en donde se emplazará la gran mayoría de proyectos de H2V del país. Así, la LGUC establece como regla general que las construcciones industriales y de infraestructura fuera de los límites urbanos requerirán de la aprobación correspondiente de la DOM, y los informes favorables de la SEREMI MINVU y SAG que correspondan (Art. 55). A partir de esa norma, se deduce que la infraestructura energética, (incluidas, como veremos, las plantas generadoras de hidrógeno), requiere de la autorización de cambio de uso de suelo para su emplazamiento en sectores rurales. Dicha autorización ha sido reconocida también para efectos del SEIA como el Permiso sectorial 160.

Por otro lado, la misma Ley establece y regula los instrumentos de planificación territorial (IPT) vinculantes, entre los cuales destacan el Plan regulador intercomunal (PRI) y el Plan regulador metropolitano (PRM) como aquellos de especial relevancia para la distribución espacial de los proyectos de H2V, al ser los únicos instrumentos vigentes que pueden regular los usos de suelo de sectores rurales. En esa línea, la Ordenanza general de urbanismo y construcciones (OGUC) detalla el contenido de la Ley, definiendo el concepto de uso de suelo (Art. 1.1.12); y estableciendo que los PRI podrán definir en el área rural, entre otras cosas, áreas de riesgo o zonas no edificables; el reconocimiento de áreas de protección de recursos de valor natural; y el establecimiento de los usos de suelo (Art. 2.1.7).

Asimismo, la OGUC es la encargada de definir los seis tipos de uso de suelo, estableciendo que el tipo “infraestructura” se refiere a las edificaciones, instalaciones, redes o trazados destinados a, entre otras cosas, infraestructura energética (tales como centrales de generación de energía). Al respecto, se aclara que en el área rural las instalaciones de infraestructura estarán siempre admitidas, fijando el estándar de compatibilidad para las actividades de generación de H2V en el territorio (Art. 2.1.29).

A pesar de la clara definición de los usos a nivel reglamentario, la complejidad de los proyectos de energía renovables de gran escala e H2V en términos de infraestructura despertó inmediatamente dudas respecto

de la aplicación del artículo para esos efectos. Así, la misma Subsecretaría de Energía elevó una solicitud a la División de desarrollo urbano (DDU), como organismo encargado de interpretar la regulación urbanística, para que aclarase que tipo de suelo corresponden los proyectos de hidrógeno.

Así, junto con aclarar los componentes básicos de un proyecto de generación, acondicionamiento y almacenamiento de H2V, la DDU 470 concluye que “los proyectos que tengan por finalidad la generación de hidrógeno, independientemente del proceso que se utilice para obtener ese energético, corresponden al tipo de uso infraestructura energética”. En aquellos proyectos que consideren la transformación de hidrógeno a productos no regulados por el sector energía (como el amoníaco), corresponderá, para esas actividades, el uso de suelo “actividades productivas”. Y en aquellos proyectos que contemplen diversas actividades emplazadas en diferentes predios, “se deberá dar cumplimiento (...) al uso del suelo, respecto de cada uno de los predios en particular, atendiendo la naturaleza de las edificaciones e instalaciones que se proyecten en ellos”.

A su vez, otra circular relevante para efectos de la industria del H2V es la DDU 450, la cual se refiere a la aplicación del mismo artículo 2.1.29 respecto a parques eólicos, aclarando que los aerogeneradores corresponden a infraestructura y no edificaciones, y que por lo tanto no requieren de permiso de la DOM. Asimismo, se aclara que la compatibilidad de dicha actividad con otras de baja intensidad, señalando que “si bien en algunos casos el área total de los parques puede ser significativa, solo entre el 1% y el 3% de dicha área es ocupada por los aerogeneradores, pudiéndose desarrollar otras actividades en el resto del área (tales como agricultura o ganadería)”.

En base a lo expuesto, las DDU han sido reconocidas ampliamente, tanto por tomadores de decisión como desarrolladores de proyectos, como uno de los instrumentos más determinantes para la regulación espacial del H2V a la fecha. Por lo mismo, se espera que su uso se mantenga como una estrategia para aclarar nuevas consultas que se vayan produciendo con el despliegue territorial de la transición energética, y la llegada paulatina de nuevas tecnologías.

5.2.5. Instrumentos de ordenamiento territorial a escala regional

Ahora bien, habiendo establecido que los proyectos de generación de H2V son infraestructura energética, y que esta se encontrará siempre admitida en áreas rurales, se refuerza la importancia de los PRI como uno de los pocos instrumentos que puede establecer usos preferentes y compatibilizar dichas actividades con el resto de los usos del territorio.

En el caso de la comuna de Antofagasta, se encuentra en desarrollo un PRI del borde costero (PRIBCA), que propone una alternativa de desarrollo centralizado, en donde la figura de “área rural de usos diversos” se proyecta como una con potencial para el establecimiento de proyectos de H2V.

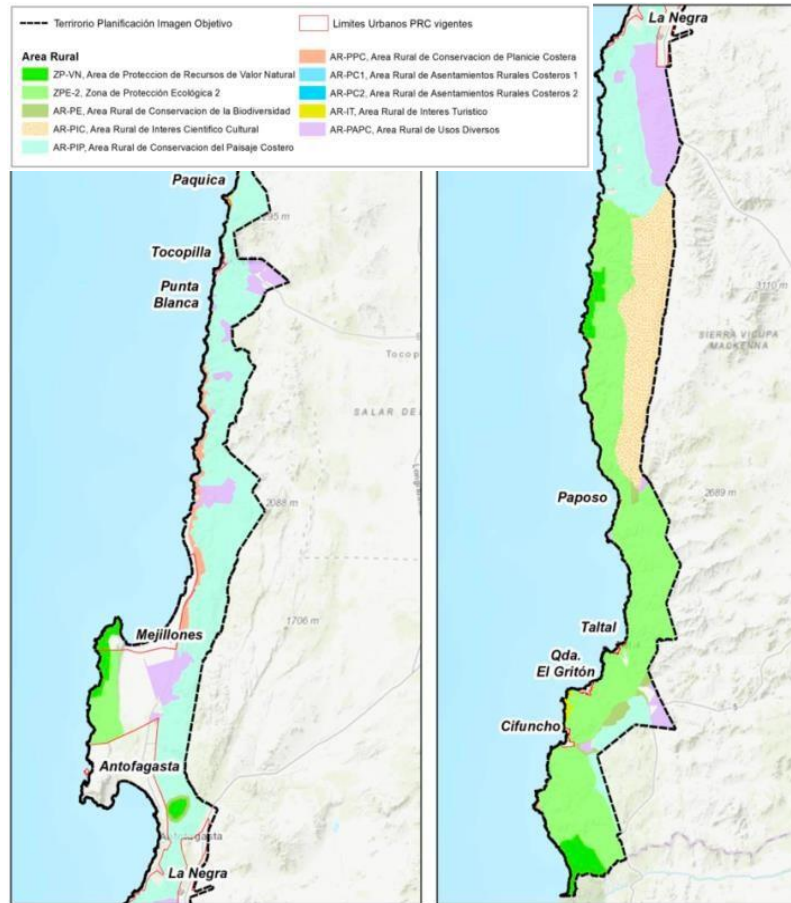


Figura 4. Área rural planificada, Estudio actualización PRIBCA (2021).

Por otro lado, si bien todavía no existe un acto formal, tanto el Gobierno Regional de Magallanes como el MEN han expresado su intención de reactivar el proceso de PRI para la provincia de Magallanes, e incorporar al mismo instrumento comunas de la provincia de Tierra del Fuego como San Gregorio y Laguna Blanca, incluyendo dicho proceso como una de las medidas claves del anteproyecto Plan de acción de H2V.

En lo que respecta a instrumentos indicativos, la Zonificación de uso de borde costero (ZUBC) cobra especial relevancia para efectos de la industria del H2V, toda vez que esta depende significativamente tanto para la desalinización como para la eventual exportación del hidrógeno generado. En ese sentido, la definición de usos preferentes y actividades compatibles que hace la ZUBC podría tener un potencial para ordenar el despliegue de la industria. Sin embargo, la falta de herramientas claras para el

establecimiento de incentivos y desincentivos, así como la desactualización de la Política nacional de uso de borde costero, limitan considerablemente los efectos de este instrumento para con los proyectos de H2V.

A pesar de ello, en el caso de Magallanes la ZUBC se ha vuelto una política vinculada estrechamente con el despliegue de la industria en la región, la cual tiene el desafío de compatibilizarla con otros usos intensivos del borde costero producto de la industria de la salmonicultura. A pesar de que el anteproyecto de la ZUBC no ha sido publicado, la información existente ha constatado que el anteproyecto propone la compatibilidad de la infraestructura energética en todas las áreas de uso preferente portuario, la mayoría de ellas situadas en el Estrecho de Magallanes (respondiendo a la demanda de la industria). Ante ello, el verdadero potencial de este instrumento parece estar asociado a la distribución de aquellos usos del borde costero que se proyectan como “infraestructura común” para el H2V: puertos y plantas de desalinización.

Por último, a pesar de no encontrarse vigente, se identifica que la mayoría de las hojas de ruta e instrumentos de ordenamiento territorial proyectan a los Planes regionales de ordenamiento territorial (PROT) como uno de los instrumentos idóneos para el ordenamiento de la industria del H2V en el territorio. Si bien este reglamento se retiró de su tramitación en Contraloría el año 2022, su inminente reingreso y eventual aprobación habilitará a los Gobiernos Regionales a elaborar sus respectivos PROT.

Este instrumento se trata del primer instrumento de ordenamiento territorial de naturaleza expresamente mixta (o parcialmente vinculante): si bien se propone como un instrumento indicativo, contiene disposiciones vinculantes para el establecimiento de las infraestructuras y actividades productivas no comprendidas en la planificación urbanística (Martínez, 2017). Adicionalmente, dichas condiciones deberán establecerse con los objetivos y lineamientos de las Estrategias regionales de desarrollo (ERD), la cual, en el caso de Magallanes fue aprobada en mayo de 2023.

A pesar de la evaluación de los PROT como un instrumento que permiten una comprensión y ordenamiento más integral del territorio rural que los PRI, su eficacia no solo está condicionada a la aprobación de su reglamento, sino que también a la existencia de otros instrumentos de planificación territorial. En ese sentido, se identifica que los PRI en elaboración para las regiones de Antofagasta y Magallanes podrían implicar una limitación significativa de su potencial para ordenar el territorio en miras a los futuros proyectos de infraestructura energética.

5.2.6. Concesiones a título oneroso

En un contexto de limitados instrumentos de ordenamiento territorial, particularmente en lo referido al área rural, las concesiones otorgadas por el Ministerio de Bienes Nacionales (MBN) se han convertido,

en la práctica, en una de las medidas más determinantes para el despliegue territorial de la industria del H2V en el país.

En ese contexto, destaca el Plan nacional de fomento a la producción de hidrógeno verde en territorio fiscal, más conocido como programa “Ventana al futuro”. Se trata de una política del MBN en coordinación con el MEN y CORFO, consistente en “la apertura de una ventana única de tiempo para que particulares interesados (...) puedan ingresar solicitudes de asignación directa de concesiones de uso oneroso sobre terrenos fiscales para la generación de energía y su consecuente producción de H2V”. En su primer ciclo, la iniciativa adjudicó un total de 16 terrenos, 12 de ellos ubicados en la región de Antofagasta y 4 en Magallanes.

La resolución que aprueba dicho Plan establece a su vez los criterios para su implementación, a saber, una modalidad de asignación por concesión onerosa vía directa, por un plazo de hasta 40 años; y que se trate de terrenos fiscales disponibles que no cuenten con un uso planificado incompatible con la finalidad del Plan. Se indica también que los postulantes podrán solicitar un solo grupo de terrenos, que consideren todas las actividades necesarias (generación de H2V, servidumbre eléctrica, y, eventualmente, generación de energía renovable).

Por otro lado, se establece que la asignación directa de inmuebles fiscales para el desarrollo de H2V y derivados aplicará para proyectos de al menos 20 MW de capacidad instalada de electrolizadores. Para el caso de las solicitudes que consideren la generación de energías renovables, también se establecen condiciones: (1) que la extensión de terreno sea consistente con la capacidad de electrolización ofrecida (con una referencia de 2 MW de generación por cada 1 MW de capacidad de electrólisis, y un estimado de superficie mínima de 80 a 400 ha., dependiendo de la tecnología a utilizar) y; (2) que se debe tratar de proyectos de autoconsumo de energía.

En ese sentido, se identifica que, para responder a la demanda de celeridad por parte de la industria de H2V, se optó por una innovación regulatoria enfocada en la destinación directa de concesiones, en contraste con los procesos de licitación que usualmente se realizan para estos efectos. Asimismo, se observa que el Plan de acción de H2V considera la repetición de este modelo, aunque complementado con la generación de portafolios de licitación.

Frente a ello, si bien se reconoce como una medida eficaz para controlar la localización de la industria, se identifica un riesgo en el uso sostenido de procesos acelerados y flexibles de concesión, sobre todo sin el establecimiento previo de lugares sensibilizados y priorizados, ni una adecuada articulación con las autoridades a nivel regional.

5.2.7. Otros instrumentos potencialmente relevantes para el establecimiento de criterios o condiciones espaciales

El contingente contexto de la regulación de esta industria, ha provocado que al momento de esta investigación existan una serie de instrumentos en elaboración, sin borrador publicado, pero ya reconocidos por diversos actores como instrumentos con un gran potencial para la distribución de la industria en el territorio. En ese sentido, se destaca la futura Política nacional de desarrollo sostenible; los Planes de desarrollo logístico; los Planes de acción regional de cambio climático y; la segunda hoja de ruta del Programa transforma regional H2V Magallanes.

5.3. Percepción sobre la regulación del H2V como herramienta para la distribución justa de las cargas y beneficios en el espacio

A partir de la codificación de las entrevistas se identificaron tres principales categorías de análisis sobre la industria del H2V en Chile: (1) Diagnóstico de la regulación existente y en desarrollo; (2) Criterios y condiciones para la distribución espacial y; (3) Potencial para aportar en una agenda de transición justa. A continuación, se expone una síntesis de las posiciones, analizando los concesos y disidencias en cada una de las categorías.

5.3.1. Diagnóstico de la regulación existente y en desarrollo del H2V en Chile

Existe consenso respecto de que la regulación del H2V en Chile es muy limitada, reconociendo como principales instrumentos el DS 43/2015 MINSAL sobre el almacenamiento de sustancias peligrosas; las guías y directrices dictadas por el SEA para la descripción y evaluación de los proyectos; las guía para la solicitud de autorización de proyectos especiales de la SEC; y las reformas a la regulación energética para el reconocimiento del hidrógeno como un energético bajo la competencia del MEN. Asimismo, existe una percepción casi unánime de que como país estamos “atrasados” en la materia.

A pesar de dicho acuerdo, se identifican diferencias respecto de la valoración de la actual situación de escasez regulatoria. En general, los representantes de la sociedad civil tuvieron una percepción mucho más severa, considerando que la regulación existente era casi nula, y que ello implicaba riesgos ambientales y territoriales. Existe, además, una percepción de que la debilidad regulatoria no responde únicamente a la industria del H2V, sino que más bien se trata de un problema preexistente de nuestra regulación ambiental y territorial, que ahora se ve tensionada producto a una nueva industria de uso intensivo de agua y suelo.

-“Creo que en Chile tenemos deficiencias serias en regulaciones de ordenamiento territorial que permitan establecer de una manera más integral cuales son los distintos [potenciales] que tiene un determinado

territorio. Cuál es su vocación, pero no solo desde un punto de vista económico. (...) No creo que sea un problema de la regulación del hidrógeno propiamente tal” (Sociedad civil nacional).

Ante esa ausencia de regulación específica, se percibe que el cumplimiento de estándares mínimos en materia ambiental, social y territorial depende exclusivamente del proceso de evaluación ambiental de los proyectos.

-“No hay regulación, no hay nada. Se deposita todo en el sistema de evaluación ambiental, que sabemos las limitaciones que tiene. (...) que no haya regulación no es casual, tiene que ver con el problema de fondo que es que si yo hoy al despegue de esta industria le agrego estándares, regulación, ordenamiento territorial, la industria no despegar, no flota” (Sociedad civil nacional).

Si bien desde el sector público y el sector privado también se reconoce que la regulación actual es insuficiente, existe una mayor valoración sobre lo avanzado, reconociendo la dificultad de regular una actividad con una cadena de valor tan amplia como el H2V. Existe una buena percepción sobre el uso de guías para permitir el desarrollo de proyectos pioneros, y se destacó necesidad de generar regulación que no sea excesivamente estricta ni rígida, para evitar desincentivos de inversión.

En cuanto regulación prioritaria para la industria, la mayoría de los entrevistados hizo referencia al ordenamiento territorial como un aspecto prioritario para la prevención de impactos, así como un paso clave para promover mayor certeza en general.

-“Lo más clave es definir los límites respecto al uso del territorio. (...) No se busca solo maximizar un factor de planta, porque al final se te levantan mil otros temas y estás dispuesto a reducir el factor de planta (...). Entonces lo más importante que tiene que definir el país en términos del uso de espacio, donde va a estar permitido porque eso no solo te ordena, sino que te permite ganar tiempo” (Desarrollador de proyecto).

-“Yo creo que el ordenamiento territorial [es lo prioritario], definitivamente, porque eso nos va a facilitar mucho lo que viene más adelante. Si logramos tener polos de desarrollo único, donde estén ya en zonas industrializadas, no tengamos que intervenir áreas con alto valor en recurso natural (...), eso nos va a facilitar el SEIA, la fiscalización, y una serie de elementos que son super importantes para el desarrollo (Autoridad sectorial regional).

Por otro lado, la segunda prioridad en materia regulatoria se vincula con el desarrollo de la regulación de seguridad industrial para la producción, transporte, y uso del hidrógeno, como un aspecto mínimo para toda operación, y que se vincula a la evitaciones de accidentes (explosiones) que podrían afectar irreversiblemente la reputación de la industria.

Si bien el reconocimiento del hidrógeno como un energético se considera un paso clave, hay diversas valoraciones respecto a su consideración como infraestructura energética para efectos del uso de suelo. Así, se identifica una incertidumbre generalizada sobre cómo se aplicará dicha regulación en la práctica, en miras a la presunción de admisibilidad de dicho uso en todo el territorio rural, y el hecho de que los principales *carriers* del H2V (amoníaco y metanol) siguen comprendiéndose como actividades productivas. Asimismo, se reafirma transversalmente necesidad de avanzar hacia una mayor claridad de la regulación en materia de desalación, como un asunto desatendido.

Finalmente, la mayoría de los representantes del sector público a nivel regional destacaron la existencia de la Comisión regional de H2V en Antofagasta y el Programa Transforma H2V Magallanes, como instancias clave para el diseño e implementación de regulación, y como una instancia clave para la articulación de todos los actores interesados a nivel regional. La valoración de dichas instancias se vincula con el rol determinante que ha tenido el lobby en un contexto de industria incipiente y desregulada como el H2V, y de la alta cantidad de organismos del Estado que intervienen en el proceso. A pesar de ello, dichas instancias son evaluadas críticamente por parte de la sociedad civil, al considerarse como espacios de diálogo exclusivo entre el sector público y privado, poniendo en duda su legitimidad como instancias de gobernanza multi-actor.

5.3.2. Criterios y condiciones para la distribución espacial del H2V en Chile

Existe consenso transversal en que la distribución espacial de los proyectos de H2V depende casi completamente de la discrecionalidad de los desarrolladores, según diversos criterios. Así, desde el sector público y privado se afirma que primer elemento a observar es generalmente el factor de planta proyectado, y que por lo mismo la mayoría de los proyectos de generación a gran escala se están concentrando en las dos regiones con mayor potencial renovable del país: Antofagasta y Magallanes.

Sin embargo, en cuanto a la distribución intra-regional, se observan otras condiciones tales como la proximidad a los usuarios finales (en proyectos para demanda interna), a infraestructura portuaria (en proyectos para exportación), y al borde costero para efectos de la desalación de agua. Asimismo, el acceso al suelo presenta desafíos diferenciados dependiendo de la región: mientras que en Antofagasta se requiere usualmente de concesiones onerosas ante la predominancia de terreno fiscal, en la región de Magallanes la mayoría de los terrenos son privados, por lo que el llegar a un acuerdo de arriendo o venta con los dueños (reconocido transversalmente como algo difícil) se convierte en un factor determinante para la localización.

-“Hoy está dándose que la distribución es claramente enfocada a la libre demanda del mercado. Buena parte -por no decir todos- los proyectos que están en la región de Antofagasta están asociados a un mercado de

consumo interno: un cliente minero, sector energía, industria química, explosivos, para que en sus operaciones puedan tener acceso a un combustible más limpio” (Autoridad sectorial regional).

-“La decisión de donde instalarse no está pensada desde el viento. En Magallanes en toda la estepa hay viento, esa es la característica. [Los desarrolladores] transan con ciertos dueños de predio, y basta con saber que hacen la transa (sic) y recién ahí y recién ahí comienzan a evaluar las condiciones de viento. (...) Donde me instalo es donde logré hacer negocio (...)” (Sociedad civil regional).

Así, la necesidad de generar un H2V suficientemente competitivo respecto del hidrógeno gris, provoca que los proyectos de generación consideren “megaproyectos” de energía renovable, concentrados en sectores específicos de alta rentabilidad, proyectando la generación de impactos sinérgicos significativos en el territorio. A su vez, se asume que dicho modelo promueve altos niveles de especulación sobre el valor del suelo. Si bien existe consenso sobre el rol del Estado para prevenir dichas situaciones, no existe consenso frente a los instrumentos y estrategias más efectivas para lograrlo.

-“Lo que está pasando es que se está haciendo negocios entre privados. Viene una empresa, negocia con un estanciero -aquí las estancias pueden tener cientos de miles de hectáreas- y hace su contrato y listo. Entonces, como región no podemos exigir que se pongan en determinado lugar. (...) Lo que sí (sic), nosotros cumplimos con el rol de advertir si es un lugar complejo, que reconsideren. (Autoridad sectorial regional).

En el caso de la sociedad civil, no se identifican estrategias para condicionar la localización de los proyectos más allá del ordenamiento territorial. En ese sentido, dicha alternativa se considera limitada en su eficacia debido a la extensión de sus plazos de elaboración, y una alta probabilidad de captura por parte de la industria. A pesar de ello, existe consenso en que es una medida ineludible y que una implementación adecuada y participativa podría tener efectos significativamente positivos. En esa línea, se identificó una preferencia por el PROT como alternativa (una vez entre en vigencia), apoyándose en otros instrumentos transitorios en el intertanto.

Complementariamente al ordenamiento territorial, el sector público y privado está de acuerdo en que la infraestructura compartida (energética y portuaria, principalmente) es una de las estrategias con mayor potencial para orientar la localización de los proyectos en el corto plazo. En ese contexto, los PDGE y los Planes de desarrollo logístico se identifican como los principales instrumentos regulatorios, con un rol importante de la gobernanza nacional y regional sobre H2V para la definición de la infraestructura compartida en el intertanto se consolidan dichos instrumentos.

-“[Con los Polos de desarrollo] nosotros decimos: en esta zona, que no es vinculante, generamos incentivos, señales y localización, para que los proyectos lleguen a ese lugar, porque ya analizamos que era un buen lugar

en términos de sus efectos ambientales, pero además de eso es para que no estén todos desparramados por el territorio” (Funcionaria sectorial nacional).

Por otro lado, si bien hay acuerdo en que las políticas de destinación directa de terrenos fiscales (como el programa Ventana al futuro) son el mecanismo que, en la práctica, está determinando la distribución de la infraestructura de H2V en el territorio nacional, existe una desconfianza generalizada sobre su idoneidad para distribuir la industria desde una perspectiva de sustentabilidad y coherencia territorial, evaluándose críticamente como una gestión muy centralizada, sin suficiente participación de los organismos competentes regionales, y configurado en gran medida a partir de la demanda del sector privado.

“Cuando se hizo este Plan [Ventana al futuro], yo entiendo que lo que se buscó en ese momento fue evaluar el interés de la industria. Se esperaba que llegaran 8 o 10 proyectos y llegaron 33, y megaproyectos. La otra particularidad es que no se estaban ofreciendo terrenos para proyectos de H2V sino que era ‘dime tu donde te quieres instalar’. Fue algo bien impactante porque habían postulaciones que eran, por ejemplo, [toda una comuna]”. (Funcionario sectorial nacional),

Por último, se identifica un contexto generalizado de falta de información generalizada sobre los proyectos en desarrollo, y por lo tanto una incertidumbre sobre el uso de suelo disponible o solicitado en las regiones más demandadas. Eso, sumado a una cantidad importante de proyectos en competencia por terrenos pero sin viabilidad financiera, estaría generando “incentivos perversos” para que los proyectos ingresen cuanto antes al SEIA, limitando al máximo la evaluación de impactos sinérgicos.

5.3.3. Potencial del H2V para aportar a una agenda de transición justa en Chile

Entre las representantes de la sociedad civil existe consenso de que la industria, al menos como se está planteando actualmente, no contaría con las aptitudes para aportar a un proceso de transición justa, principalmente debido a la concentración de cargas en comunas de alta vulnerabilidad, y ante la falta de mecanismos claros para que los beneficios sean proporcionalmente distribuidos en dichos territorios. Dichos resquemores se han intensificado a propósito de la priorización de un modelo económico de exportación de energía, sin suficientes garantías respecto del aporte de la industria respecto de la descarbonización de la matriz energética nacional.

En el caso del sector privado y el sector público, si bien se identificaron opiniones diferenciadas, existe consenso de que la industria, a pesar de ser un eventual aporte a la transición energética global y nacional, ello no implica necesariamente un aporte a la transición justa de las regiones en las que se emplazará. En ese sentido, ambos sectores identifican que si bien la industria tiene el potencial para aportar en dicha agenda, será responsabilidad del Estado (en sus múltiples escalas) tomar medidas concretas para direccionar dicho proceso hacia resultados justos o equitativos. Sin embargo, si se reconoce una

oportunidad regional en el hecho de que la industria se esté acercando físicamente a las fuentes de energía renovable.

-“Nosotros acá en la región sentimos que estamos en un momento bien crítico, en una encrucijada en donde podemos convertirnos no solo en la región con el mayor PIB del país -pero que no se nota-, a ser una región (...) en donde la mediana de ese PIB se exprese en las ciudades y para generar valor más allá de la industria extractiva. (...) En que si tomamos decisiones adecuadas -unas más audaces y otras más moderadas- podemos lograr esa región que soñamos y que todavía no tenemos, y ahí el H2V si puede contribuir de manera más o menos significativa” (Funcionario regional sectorial).

Por otro lado, incluso entre aquellos que estiman que la industria tendría un potencial para efectos de la transición justa, se identifica la necesidad de hacer distinciones respecto del alcance del concepto para poder responder esa pregunta. Así, existe relativo consenso respecto a que el potencial de los proyectos de producción para generar empleos directos es muy limitado, y que solo si se considera la cadena de valor completa se podría hablar de un aporte significativo.

En contraste, en un entendimiento de transición justa más amplio, se identifica por parte de algunos actores una oportunidad de que la industria genere mayores niveles de inclusión y participación de comunidades. Sin embargo, se identifica que la falta de un entendimiento común sobre el concepto dificulta la identificación de un diagnóstico y eventuales metas o indicadores de transición justa para la industria.

-“Yo amplio la definición de la transición justa no solo al término de la empleabilidad -que es en general a lo que se relaciona-, sino también con la participación de las empresas dentro del territorio. Yo creo que el hidrógeno viene a empujar con más fuerza no más, porque ya las empresas de energías renovables vinieron a instalar dentro del rubro de la energía la participación más territorial. Las empresas de energía se tuvieron que preocupar más del territorio (...), ahora para hacer lo mismo [que una carbonera] necesitas 300 o 1000 ha, entonces ya no estás escondido entre los cerros” (Desarrollador de proyecto).

Si bien la mayoría de los entrevistados reconocen que el establecimiento de criterios o condiciones espaciales es un factor necesario para el desarrollo de la industria dentro de un marco de transición justa, existe una desconfianza respecto de la posibilidad de que los instrumentos vigentes de ordenamiento territorial sean una herramienta idónea y oportuna para ello. A ello, se le suma la necesidad de mejorar el trabajo interministerial para una comprensión integral de la idea de transición justa, con una presencia más fuerte otros ministerios como el MMA, MINVU, MIDESO en el diseño e implementación de las medidas para la promoción de una transición justa en el marco del H2V.

Finalmente, incluso más que el establecimiento de condiciones para la distribución espacial de los proyectos, la mayoría de los actores priorizaron el mejoramiento del acceso a la información y la participación de las comunidades locales como medidas clave para asegurar una transición justa, así como para, en definitiva, evitar escenarios de conflicto socioambiental en las regiones que concentran la infraestructura del H2V.

6. Conclusiones

A partir de lo analizado en la presente investigación, es posible establecer como conclusión general que los instrumentos regulatorios con potencial para distribuir las cargas y beneficios de la industria del H2V en el espacio son escasos y poseen efectos muy limitados. Por lo mismo, siendo la TJ un marco que requiere de medidas tanto integrales como oportunas, se identifica que, a la fecha, no existe todavía regulación que permita orientar el despliegue de la industria en el territorio desde esa perspectiva.

En lo que respecta a los objetivos específicos de esta investigación, se identifican las siguientes conclusiones:

6.1. Insuficiencia de instrumentos para ordenar el despliegue territorial del H2V

Se identifica que los instrumentos de ordenamiento territorial (en adelante, IOT), como principal herramienta para la distribución de cargas y compatibilización de usos en el territorio, son escasos y desactualizados en las regiones donde se proyecta el despliegue de la industria, a pesar de reconocer procesos en curso para la actualización de algunos instrumentos indicativos regionales. Adicionalmente, se reconoce una falta de idoneidad de los IOT disponibles con respecto a la regulación espacial del H2V, debido a la demora asociada al diseño de dichos instrumentos, en contraste con la “ventana de oportunidad” de la cual dependería el despliegue efectivo de la industria.

A pesar de lo anterior, se identifica una oportunidad de regulación espacial (y, potencialmente, de promoción de TJ) en el proceso de diseño e implementación de los nuevos instrumentos de planificación energética a escala regional. De hecho, la consolidación de un primer grupo de instrumentos mixtos de carácter energético-territorial es considerable como un proceso de innovación regulatoria potencialmente vinculado al despliegue del H2V en el país. Así, si bien su aplicación no permite el ordenamiento del territorio propiamente tal, habilitan y regulan un proceso de “sensibilización territorial” de la planificación energética (particularmente de aquella asociada a la promoción de la energía renovable).

Es posible señalar, entonces, que tanto los PDGE como los PEER establecen condiciones para la distribución espacial de proyectos y que podrían, sobre esa base, incorporar mayores criterios de justicia

(ambiental, energética, y/o espacial) en dicha distribución, cuya presencia es todavía muy limitada. A su vez, las principales brechas identificadas respecto de dichos instrumentos como herramientas en un marco de TJ, se vinculan con la limitada vinculatoriedad de los resultados del proceso de sensibilización territorial y ambiental, y el “sesgo energético” que se produce en los levantamientos sobre la “vocación territorial” en los procesos de diseño de dichas herramientas.

La brecha de vinculatoriedad se expresa claramente en la preferencia por un modelo de incentivos y desincentivos para los desarrolladores de proyectos, y a la falta de medidas más concretas para establecer áreas “hipersensibles” en las que se impida el desarrollo de proyectos energéticos. Así, la ausencia de medidas vinculantemente restrictivas facilitaría la internalización de los costos por los desarrolladores, dificultando la protección de bienes valiosos pero no necesariamente productivos (Ej.: especies en peligro de extinción).

Por su parte, la brecha asociada al “sesgo energético” requiere de especial atención desde una perspectiva de TJ. Las regiones de Antofagasta y Magallanes han sido calificadas en múltiples documentos como territorios de vocación energética, e incluso Chile como un país de vocación exportadora. Al respecto, si bien se identifica un mayor uso de la idea de vocación territorial en los procesos de planificación, y que ello podría ser significativo para incluir dimensiones de justicia, es necesario asegurar que la vocación un resultado y no un presupuesto de dichos procesos. A su vez, se identifica que la pregunta por la vocación puede responderse de mejor manera en procesos de ordenamiento territorial y no de planificación sectorial, con el fin de ponderar imparcialmente todos los usos, potenciales y anhelos a nivel territorial, procurando la inclusión de actividades productivas y no-productivas.

6.2. Regulación del H2V en proceso de “vuelco espacial”

A pesar de que en general se reconoce una “aespacialidad” generalizada en los instrumentos regulatorios de H2V, la potencial influencia de los instrumentos de planificación energética en el eventual despliegue espacial de la industria del H2V, puede asociarse al comienzo de un “vuelco espacial” en la regulación energética en Chile.

Así, la presente investigación permite afirmar que tanto autoridades como desarrolladores reconocen la necesidad de observar más íntegra y frecuentemente el territorio para asegurar el avance de la transición energética. Asimismo, es posible inferir que dicho fenómeno responde al menos parcialmente a ciertas dimensiones espaciales asociadas a las energías renovables, a saber, la dependencia de variables esencialmente territoriales para la viabilidad de los proyectos, tales como el factor de planta, así como una significativa disponibilidad de uso de suelo.

En ese sentido, ha sido el protagonismo de los proyectos de energía renovable (principalmente eólicos y fotovoltaicos) en el actual proceso de planificación energética del país, el que ha catalizado la inclusión de criterios espaciales en los instrumentos que lo componen, e incluso la creación de nuevos instrumentos energéticos de escala sub-nacional. De igual forma, se reconoce una mayor cantidad de principios o medidas espaciales en agendas regulatorias o políticas públicas energéticas. Sin perjuicio de aquello, se reconoce que las condiciones espaciales incorporadas todavía responden a criterios económicos o de eficiencia energética, más que a criterios vinculados a dimensiones de justicia. En ese contexto, la decisión del gobierno de incorporar la EAE en el diseño de los PDGE y PEER, puede interpretarse como un intento por complementar el análisis territorial de dichos instrumentos con perspectivas más integrales, lo que debe reconocerse como una oportunidad para incluir medidas de TJ en su diseño y evaluación.

Complementariamente, la regulación ambiental (particularmente aquella vinculada a la evaluación de impactos ambientales) también parece estar viviendo una especie de vuelco espacial. Ello puede ver expresado en la propuesta de incluir en el SEIA procedimientos para evaluar la compatibilidad de los proyectos con el ordenamiento territorial, y el fortalecimiento de los procesos de EAE. Si bien ello se identifica como algo positivo, se reconoce una tensión en la comprensión del SEIA como una herramienta para ordenar y compatibilizar actividades industriales en el territorio. En esa línea, la presente investigación permite afirmar que dicha aptitud es siempre completamente dependiente de la existencia de un ordenamiento territorial vigente, y por lo tanto no puede calificarse como una instancia idónea para ordenar el territorio por sí sola. A pesar de ello, la eventual consolidación esta reforma debe reconocerse como una oportunidad, toda vez que podría fortalecer el impacto de los instrumentos indicativos de ordenamiento territorial a través un análisis más riguroso de los mismos en el marco del SEIA.

Por último, más allá del reconocimiento de un vuelco espacial en la regulación, se reconoce que la mayoría de los instrumentos que contienen criterios o condiciones para la distribución espacial de la industria son de carácter indicativo. En ese contexto, se identifica una contradicción persistente: mientras que existe consenso en que este tipo de instrumentos tienen un impacto muy limitado en la distribución de cargas y beneficios de la transición energética, se reconoce transversalmente que los instrumentos indicativos siguen siendo aquellos con mayor factibilidad para su diseño e implementación en un contexto de transición acelerada (es decir, el corto plazo).

6.3. Transición justa como marco integrador de “lo social”

Por último, la TJ aparece como una narrativa que subyace a las estrategias, agendas y políticas de transición energética en Chile, principalmente como una especie de “marco ético” propuesto por el gobierno actual para el desenvolvimiento de la TEN. Así, en el contexto del despliegue del H2V en Chile,

la TJ se comprende como un escenario eventual, en el cual se toman medidas específicas por la totalidad de los actores involucrados para limitar la desproporción en la distribución de las cargas y beneficios producidos por la industria. Sin embargo, las narrativas de TJ utilizadas por los actores difieren considerablemente, así como las medidas consideradas dentro de dicho marco.

En general, desde la sociedad civil se reconoce una comprensión de la TJ como un marco que, implementándose concreta y oportunamente, podría mitigar la conflictividad socioambiental proyectada por los proyectos de H2V. Dicha conflictividad, vinculada principalmente a los impactos (ambientales, sociales y económicos) asociados a la intensidad de uso de suelo de los proyectos, con énfasis en los impactos sinérgicos de toda la cadena de valor de la industria, la cual se encontraría además concentrada en ciertos territorios específicos, referidas por algunos actores como “zonas de transición”.

En contraste con lo anterior, el sector público y privado omite las referencias a la conflictividad socioambiental, y se concentra más en la aptitud de los marcos de TJ para facilitar la “legitimación social” de la industria en los territorios, la cual se traduce principalmente en la generación de procesos más participativos (tanto en el diseño de política pública como en la evaluación de proyectos específicos), y la consolidación de un modelo de “beneficios compartidos” a escala local. Así, la comprensión y uso del concepto de TJ por estos sectores se encuentra usualmente vinculado a medidas de generación de empleo y reconversión de las economías locales, y, en ese sentido, más cercano a nociones de justicia social, pero todavía muy desvinculado de las ideas de justicia ambiental, climática, energética o espacial.

En este contexto de aparente disputa conceptual, se reconoce que la dimensión participativa de la TJ es aquella comprendida de forma más transversal por todos los actores involucrados, y, en menor medida, una dimensión distributiva, aunque vinculada principalmente a la distribución de “beneficios” económicos proyectados por la industria. Así, el componente espacial de la dimensión distributiva en el marco de TJ es un aspecto poco reconocido, e incluso a veces incomprendido. A pesar de ello, si se reconoce el impacto de la distribución espacial de los proyectos de H2V en la distribución de las cargas y beneficios de la industria, así como la importancia de fortalecer los procesos participativos para lograr decisiones más eficaces y eficientes.

De esta forma, la investigación permite identificar dos principales potencialidades del marco de transición justa en relación con la distribución de la industria H2V en Chile. En primer lugar, las narrativas de TJ permiten establecer la necesidad y prioridad de generar de instancias permanentes de gobernanza participativa y adaptativa, complementariamente a los esfuerzos por mejorar los procedimientos vigentes de participación ciudadana. Ello, como alternativa de innovación ante la complejidad en la coordinación de actores e intereses, en un contexto cada vez más tensionado por la aceleración de la TEN, que requiere

no solo de medidas definitivas sino también transitorias, particularmente en lo que respecta a la protección inmediata de zonas de especial sensibilidad.

Finalmente, también se reconoce la potencialidad de la TJ como marco integrador de las dimensiones de justicia social involucradas en los procesos de TEN. En ese sentido, la investigación permite identificar una percepción generalizada sobre la necesidad de integrar de mejor manera la gestión de una creciente diversidad de cargas y beneficios, asociadas ya no solo a una distribución de recursos y oportunidades económicas, sino que también a dimensiones de justicia ambiental, energética y espacial. Ante ello, el marco de TJ, incluso con su alcance en disputa, se reconoce transversalmente como una oportunidad para integrar procesos de diagnóstico, diseño, implementación y evaluación de medidas desde una perspectiva integral de justicia, todavía ausente en las estrategias regulatorias de la transición energética en Chile.

7. Bibliografía

Abram, S. et al. (2022) Just transition: A whole-systems approach to decarbonization. *Climate Policy*, Vol. 22 (8). [En línea] Disponible en: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/14693062.2022.2108365>

Ahlborg, H., Molander, S. y Masera, O. (2019). Bringing Technology into Social-Ecological Systems Research. Motivations for a Socio-Technical-Ecological Systems Approach. *Sustainability*, Vol. 11(7). [En línea] Disponible en: <https://www.mdpi.com/2071-1050/11/7/2009>

Baldwin, R., Cave, M. and Lodge, M. (2012). *Understanding regulation: Theory, strategy and practice*. Oxford University Press.

Bell, K. (2020). *Working-Class Environmentalism: An agenda for a just and fair transition to sustainability*, Palgrave Macmillan Cham.

Bermúdez, R. (2019). El papel del Estado en el ordenamiento territorial: De la planificación normativa a la crisis del urbanismo reglamentista. *Revista Jurídica IUS*, Vol. 12 (1). [En línea] Disponible en: <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/iusdoctrina/article/view/33649>

Bertalanffy, L. (1989). *Teoría General de los Sistemas, Fundamentos, desarrollo, aplicaciones*. Fondo de Cultura Económica, México.

BID (2023). Hidrógeno verde en Chile: Una herramienta para la descarbonización. Publicada el 12 de junio de 2023. Disponible en: <https://blogs.iadb.org/innovacion/es/hidrogeno-verde-en-chile-una-herramienta-para-la-descarbonizacion/>

Binz, C. et al. (2020). Geographies of transition-From topical concerns to theoretical engagement: A comment on the transitions research agenda. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Vol. 34. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422419302679>

Birat, J. (2020). How to tell the story of change and transition on the energy, ecological and societal systems. *Matériaux & Techniques*, Vol. 108. [En línea] Disponible: https://www.mattech-journal.org/articles/mattech/full_html/2020/05/mt200061/mt200061.html

Bögel, P.M. et al. (2022). An interdisciplinary perspective on scaling in transitions: Connecting actors and space. *Environmental Innovations and Societal Transitions*, Vol. 42. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422421001350>

Brundtland, G.H. (1987) Our Common Future Report of the World Commission on Environment and Development. Geneva, UN-Dokument A/42/427.

Bouzarovski, S. y Simcock, N. (2017). Spatializing energy justice, *Energy Policy*, Elsevier, Vol. 107. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421517302185>

Bullard, R. (1998) Leveling the playing field through environmental justice. En: *Environmental Justice: Mobilizing for the 21st Century*. Vermont Law Review, Vol. 23 (3).

Centro de Energía UC (2020). Proposición de Estrategia Regulatoria del Hidrógeno para Chile. 4E, GIZ. [En línea] Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/proposicion_de_estrategia_regulatoria_del_hidrogeno_para_chile.pdf

Centro de Energía Universidad de Chile (2023). Recomendaciones y pasos necesarios para desplegar un esquema de instrumentos económicos que catalice la transición energética necesaria para cumplir con la NDC de Chile y el objetivo de cero emisiones de GEI. [En línea] Disponible en: <https://documents.worldbank.org/en/publication/documents-reports/documentdetail/433541647323669007/recomendaciones-y-pasos-necesarios-para-desplegar-un-esquema-de-instrumentos-economicos-que-catalice-la-transicion-energetica-necesaria-para-cumplir-con-la-ndc-de-chile-y-el-objetivo-de-cero-emisiones-de-gei>

Climate Action Network (2023). CAN Guidance on Just Transition. [En línea] Disponible en: <https://climatenetwork.org/wp-content/uploads/2023/09/CAN-JT-Guidance.pdf>

Climate Justice Alliance (2016). Just Transition Principles: What do we mean by just transition? [en línea] Disponible en: https://climatejusticealliance.org/wp-content/uploads/2019/11/CJA_JustTransition_highres.pdf

Coenen, L. et al. (2012) Towards a spatial perspective on sustainability transitions, *Research Policy*, Elsevier, Vol. 41 (6). [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733312000571?via%3Dihub>

Cooper, R. y Foster, M. (1971). Sociotechnical systems. *American Psychologist*, Vol. 26(5).

CODEFF (2022). Carta abierta a Gabriel Boric Font, Presidente de la República de Chile, sobre el desarrollo de hidrógeno verde en la Región de Magallanes y la Antártica Chilena. [en línea] Disponible

en: <https://codeff.cl/hidrogeno-verde-en-magallanes-carta-abierta-al-presidente-de-la-republica-de-chile/>

Convención Marco de Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMNUCC) (2021). Nationally determined contributions under the Paris Agreement (Synthesis report by the secretariat). FCCC/PA/CMA/2021/8. [En línea] Disponible en: https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2021_08_adv_1.pdf

Cordero, E. (2011). Ordenamiento territorial, justicia ambiental y zonas costeras. Revista de Derecho de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso XXXVI. [En línea] Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-68512011000100006

Cordonnier, J. y Saygin, D. (2022) Green hydrogen opportunities for emerging and developing economies: Identifying success factors for market development and building enabling conditions. OECD Environment Working Papers N° 205. [En línea] Disponible en: <https://www.oecd-ilibrary.org/docserver/53ad9f22en.pdf?expires=1698104179&id=id&accname=guest&checksum=DA00C10B3635A9E7E5763E15FBC72E9C>

Crutzen, P. y Stoermer, E. (2000). The “Anthropocene”. Global Change Newsletter, 41, 17.

Cutler, C. y Morris, C. (2014). Dictionary of Energy (2nd edition), Elsevier.

Daszkiewicz, K (2020). Policy and Regulation of Energy Transition. En: *The geopolitics of the global energy transition*.

De Haan, J. (2010) Towards transition theory. Erasmus Universiteit Rotterdam.

Delgado Pinto, J. (1990). Sobre la vigencia y la validez de las normas jurídicas. Doxa, Cuadernos de filosofía del Derecho, (7).

Delina, L. (2018). Accelerating Sustainable Energy Transition(s) in Developing Countries : The challenges of climate change and sustainable development, Routledge Studies in Energy Transitions, Earthscan. [En línea] Disponible en: <https://www.routledge.com/Accelerating-Sustainable-Energy-Transitions-in-Developing-Countries-The-challenges-of-climate-change-and-sustainable-development/Delina/p/book/9780367244705>

El Ciudadano (2023). Hidrógeno verde : Agrupaciones ambientalistas piden a Boirc no convertir Magallanes en una zona de sacrificio. Publicada el 21 de diciembre de 2023. Disponible en:

<https://www.elciudadano.com/chile/hidrogeno-verde-agrupaciones-ambientalistas-piden-a-boric-no-convertir-magallanes-en-una-zona-de-sacrificio/12/21/>

Escobar, A. (2015) Decrecimiento, post-desarrollo y transiciones: una conversación preliminar. INTER DISCIPLINA, 3(7). [En línea] Disponible en: <https://www.revistas.unam.mx/index.php/inter/article/view/52392>

Eterovic, D. (2022). Avances y desafíos en torno a la regulación del hidrógeno verde en Chile. Revista de derecho aplicado LLM UC, N°10. [En línea] Disponible en: <https://ojs.uc.cl/index.php/RDA/article/view/49971>

Fuenfschilling, L. y Truffer, B. (2014). The structuration of socio-technical regimes, conceptual foundations from institutional theory. Research Policy, Elsevier, Vol. 43 (4). [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733313001893>

Fuenfschilling, L. y Binz, C. (2019). Global socio-technical regimes. Research Policy, Elsevier, Vol. 47 (4). [En línea] Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/eee/respol/v47y2018i4p735-749.html>

Fuster, J., Arteaga, Y. y Farías, R. (2022). Industria del amoníaco: Estado actual y oportunidades para la descarbonización. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ). [En línea] Disponible en: <https://4echile.cl/wp-content/uploads/2022/10/Industria-del-amoniaco-estado-actual-y-oportunidades-para-la-descarbonizacion.pdf>

García, E. (2019), La transición ecológica: definición y trayectorias complejas. Revista Ambienta. [En línea] Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6950389>

García, N., Torres, R. y Vivanco, E. (2020). Desarrollo del mercado de hidrógeno verde en Chile. Asesoría técnica parlamentaria, Biblioteca del congreso nacional de Chile (BCN). [En línea] Disponible en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/29024/1/BCN_Desarrollo_del_mercado_de_H2_verde_en_Chile.pdf

García, N. (2021). Carbono neutralidad en el sector energético de Chile. Asesoría Técnica Parlamentaria, Biblioteca del Congreso Nacional de Chile (BCN). [en línea] Disponible en: https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio/10221/32578/1/BCN_Carbononeutralidad_en_el_sector_energetico_Chile_15Oct_Rev_RT01_edPM.pdf

- Gardiner, S. (2011). *A Perfect Moral Storm: The Ethical Tragedy of Climate Change*. Oxford University Press.
- Garvey, A. (2022). A “spatially just” transition? A critical review of regional equity in decarbonisation pathways. *Energy Research and Social Science*, Elsevier, Vol. 88. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629622001347>
- Geels, F. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, Elsevier, Vol. 31 (8-9). [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733302000628>
- Geels, F. (2004). From sectoral systems of innovation to socio-technical systems: Insights about dynamics and change from sociology and institutional theory, *Research Policy*, Elsevier, Vol. 33 (6-7). [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733304000496>
- Geels, F. (2011). The multi-level perspective on sustainability transitions: Responses to seven criticisms, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Elsevier, Vol. 1 (1). [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422411000050>
- Geels, F. (2019). Socio-technical transitions to sustainability: a review of criticisms and elaborations of the Multi-Level Perspective. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, Vol. 39. [En línea] <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877343519300375>
- Grin, J., Rotmans, J. y Schot, J. (2010). *Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term transformative change*, Routledge.
- Günter, H. (2019). Contextualising climate change, disasters, sustainability transition and peace in the Anthropocene. En: *Climate change, disasters, sustainability transitions and peace in the Anthropocene*. The Anthropocene: Politik-Economics-Society-Science, Springer.
- Hafner, M. and Tagliapietra, S. (2020). The global energy transition: A review of the existing literature. On: *The geopolitics of the global energy transition*. Lecture notes in energy, Springer open.
- Hannon, M. y Bolton, R. (2021). Energy innovation and the sustainability transition. On: *Handbook of Energy Economics and Policy*, Elsevier. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128147122000087>
- Harlow, C. y Rawlings, R. (2009). *Law and Administration*, 3rd edn, Cambridge.

Hervé, D. (2010). Noción y elementos de la justicia ambiental: Directrices para su aplicación en la planificación territorial y en la evaluación ambiental estratégica. *Revista de Derecho (Valdivia)*, Vol. 23 (1). [En línea] Disponible en: https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-09502010000100001

Hervé, D. (2015). *Justicia Ambiental y recursos naturales*. Ediciones Universitarias de Valparaíso, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

IEA (2019). *Technology Innovation to Accelerate Energy Transitions*, International Energy Agency, Paris. [En línea] Disponible en: <https://www.iea.org/reports/technology-innovation-to-accelerate-energy-transitions>

IEA (2019). *The Future of Hydrogen*, International Energy Agency, Paris [En línea] Disponible en: <https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen>

IEA (2022). *Global Energy Review: CO2 Emissions in 2021*, International Energy Agency. [en línea] Disponible en: <https://iea.blob.core.windows.net/assets/c3086240-732b-4f6a-89d7-db01be018f5e/GlobalEnergyReviewCO2Emissionsin2021.pdf>

IEA (2023). *Net Zero Roadmap: A Global Pathway to Keep the 1.5°C Goal in Reach*. International Energy Agency. [En línea] Disponible en: https://iea.blob.core.windows.net/assets/9a698da4-4002-4e53-8ef3-631d8971bf84/NetZeroRoadmap_AGlobalPathwaytoKeepthe1.5CGoalinReach-2023Update.pdf

Intergovernmental panel on climate change (IPCC) (2022). *Summary for Policymakers. In: Climate Change 2022: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [P.R. Shukla, J. Skea, R. Slade, A. Al Khourdajie, R. van Diemen, D. McCollum, M. Pathak, S. Some, P. Vyas, R. Fradera, M. Belkacemi, A. Hasija, G. Lisboa, S. Luz, J. [En línea] Disponible en: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg3/>

IRENA (2021). *World Energy Transitions Outlook 2023: 1.5° Pathway*, International Renewable Energy Agency. [En línea] Disponible en: <https://www.irena.org/Publications/2023/Jun/World-Energy-Transitions-Outlook-2023>

Jenkins, K. et al. (2016). Energy justice: A conceptual review. *Energy Research and Social Justice*, Volume 11. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629615300669>

Kaswan, A. (2003). Distributive Justice and the Environment. *North Carolina Law Review* 81 (3). [En línea] <https://scholarship.law.unc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4041&context=nclr>

Köhler et al. (2019). An agenda for sustainability transitions research: State of the art and future directions, *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Elsevier, Vol. 31. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422418303332>

Komarova, A. (2022). State regulation of energy transition and economic development, *Energies*, Vol. 15(12). [En línea] Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/15/12/4304>

La Prensa Austral (2022). “Solo Magallanes puede abastecer el 13% de la demanda mundial de hidrógeno verde”. Publicada el 9 de junio de 2022. Disponible en: <https://laprensaaustral.cl/2022/06/09/solo-magallanes-puede-abastecer-el-13-de-la-demanda-mundial-de-hidrogeno-verde/>

Levi-Faur, D. (2010). Regulation and Regulatory Governance. Working Paper N° 1, February 2010. [En línea] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/254908793_Regulation_Regulatory_Governance

Loorbach, D. y Rotmans, J. (2007). Managing Transitions for Sustainable Development. En: *Understanding Industrial Transformation*, Springer.

Luhmann, N. (2012). Introduction to systems theory. Wiley.

Malte, F. (2022). Green colonialism in Latin America? Towards a new research agenda for the global energy transition. *European review of Latin American and Caribbean studies* (114). [En línea] Disponible en: <https://erlacs.org/articles/10.32992/erlacs.10939>

Markard, J., Raven, R. y Bernhard, T. (2012). Sustainability transitions: An emerging field of research and its prospects, *Research Policy*, Elsevier, Vol. 41 (6). [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004873331200056X>

Markard, J. (2020). Challenges in the acceleration of sustainability transitions, *Environmental Research Letters*, Vol. 15 (8). [En línea] Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ab9468>

Martiskainen, M., et al. (2021). New dimensions of vulnerability to energy and transport poverty. *Joule*, Volume 5(1). [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435120305602?pes=vor>

McCauly, D. y Heffron, R. (2018). Just transition: Integrating climate, energy and environmental justice. *Energy Policy*, Volume 119 [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421518302301?via%3Dihub>

McGurty, E.M. (1997). From NYMBY to Civil Rights: The Origins of the Environmental Justice Movement. *Environmental History*, Volume 2 (3). [En línea] Disponible en: <https://www.jstor.org/stable/3985352>

Ministerio de Energía (MEN) (2020). Estrategia Nacional de Hidrógeno Verde. Santiago, Chile. [En línea] Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/estrategia_nacional_de_hidrogeno_verde_-_chile.pdf

Ministerio de Energía (MEN) (2020). Hidrógeno verde: Un proyecto país. Santiago, Chile. [En línea] Disponible en: https://energia.gob.cl/sites/default/files/documentos/hidrogeno_verde_un_proyecto_pais.pdf

Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM) (2023). Hoja de ruta del hidrógeno verde en Uruguay. [En línea] Disponible en: <https://www.gub.uy/ministerio-industria-energia-mineria/comunicacion/noticias/hoja-ruta-hidrogeno-verde-uruguay>

Ministerio del Medio Ambiente (2020). Contribución determinada a nivel nacional (NDC), Actualización 2020. [En línea] Disponible en: https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2020/04/NDC_Chile_2020_español-1.pdf

Ministerio del Medio Ambiente (2022). Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a proyectos de hidrógeno verde. Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). [En línea] Disponible en: https://www.sea.gob.cl/sites/default/files/imce/archivos/2022/09/21/02_dt_hidrogeno_verde.pdf

Ministerio para la transición ecológica y el reto democrático (MITERD) (2020). Hoja de ruta del hidrógeno: Una apuesta por el hidrógeno renovable. Madrid, España. [En línea] Disponible en: https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/ministerio/planes-estrategias/hidrogeno/hojarutahidrogenorenovable_tcm30-525000.PDF

Miöner, J., Heiberg, J. y Binz, C. (2022). How global regimens diffuse in space – Explaining a missed transition in San Diego’s water sector. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Volume 44. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422422000521>

- Meadows, D. et al. (1972). *The Limits to growth; a report for the Club of Rome's project on the predicament of mankind*. New York: Universe Books.
- Menton, M. et al. (2020). Environmental justice and the SDGs: from synergies to gaps and contradictions. *Sustainability Science*, Springer, Vol. 15 (4). [En línea] Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11625-020-00789-8>
- Morena, E. et al (2018) Mapping Just Transition(s) to a Low-Carbon World, UNRISD. [En línea] Disponible en: <https://www.uncclearn.org/wp-content/uploads/library/report-jtrc-2018.pdf>
- Newell, P. (2021). *Power Shift: The Global Political Economy of Energy Transitions*. Cambridge University Press.
- Newell, P., Geels, F. y Sovacool, BK. (2022). Navegating tensions between rapid and just low-carbon transitions. *Environmental Research Letters* 17 (4). [En línea] Disponible en: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/ac622a>
- Newell, P. et al. (2023). Mind de gap The global governance of just transitions, *Global Policy* 14. [En línea] Disponible en: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1758-5899.13236>
- Newell, P y Mulvaney, D. (2023). The Political Economy of the Just Transition. *The Geographical Journal*. [En línea] Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/259043435_The_Political_Economy_of_the_Just_Transition
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). Directrices de política para una transición justa hacia economías y sociedad ambientalmente sostenibles para todos. [En línea] Disponible en: https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/documents/publication/wcms_432865.pdf
- País Circular (2023). Organizaciones ambientales rechazan el modelo impulsado por el gobierno para el desarrollo del hidrógeno verde en Chile. Publicada el 20 de julio del 2023. Disponible en: <https://www.paiscircular.cl/transicion-energetica/organizaciones-ambientales-rechazan-el-modelo-impulsado-por-el-gobierno-para-el-desarrollo-del-hidrogeno-en-chile/>
- Palma-Behnke, R., Abarca del Río, R., Agostini, C., Alvear, C., Amaya, J., Araya, P., Arellano, N., Arriagada, P., Avilés, C., Barría, C., Berg, A., Buchuk, D., Cardemill, J. M., Dall'Orso, F., Domínguez, M. P., Escauriaza, C., Feijoo, F., Figueroa, A., Flores, C., & Vicuña, S. (2021). The Chilean Potential for

Exporting Renewable Energy (Final). Comité Científico de Cambio Climático de Chile. [En línea] Disponible en: https://cop25ue.mma.gob.cl/wp-content/uploads/2022/02/The_Chilean_Potential_for_Exporting_Renewable_Energy_web.pdf

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2022). Informe especial 2022: Las nuevas amenazas para la seguridad en el Antropoceno: Exigen una mayor solidaridad. [en línea] Disponible en: <https://hs.hdr.undp.org/es/index.html>

Rebolledo, A. (2017). Revolución energética en Chile. Revista Economía y Administración, Universidad de Chile.

Rip, A., y Kemp, R. (1998). Technological change. In S. Rayner, & E. L. Malone (Eds.), Human choice and climate change: Vol. II, Resources and Technology (pp. 327-399). Battelle Press.

Risco-Bravo, A et al. (2024). From green hydrogen to electricity: A review on recent advances, challenges, and opportunities on power-to-hydrogen-to-power systems. Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 189, Part A. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032123007888>

Roser, M. (2020). Why did renewables become so cheap so fast? Publicado en Our World in Data. [En línea] Disponible en: <https://ourworldindata.org/cheap-renewables-growth>

Rotmans, J., Kemp, R. y Asselt, M. (2000). More Evolution Than Revolution: Transition Management in Public Policy, Foresight 3 (1).

Rotmans, J. (2005). Societal Innovation: between dream and reality lies complexity. Rotterdam, ERIM, Erasmus Research Institute of Management. [En línea] Disponible en: https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=878564

Rotondo et al. (2022). Ecological transition and sustainable development: integrated statistical indicators to support public policies, Scientific Reports, Nature, Vol. 12. [En línea] Disponible en: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-23085-0>

Salinas, E., Moraga, P., Sameshima, S., Osses, C. (2023). Los 23 reglamentos de los cuales depende la implementación de la Ley marco de cambio climático. [En línea] Disponible en: <https://www.cr2.cl/los-23-reglamentos-de-los-cuales-depende-la-implementacion-de-la-ley-marco-de-cambio-climatico/>

Sameshima, S., Moraga, P., Salinas, E., Osses, C. (2023). Seguimiento a la implementación de la Ley marco de cambio climático: Dictación de nuevos reglamentos, modificaciones y otros. [En línea] Disponible en: <https://leycambioclimatico.cl/seguimiento-de-la-implementacion-de-la-ley-marco-de-cambio-climatico-dictacion-de-nuevos-reglamentos-modificaciones-y-otros/>

Sánchez, I. y Cabaña, G. (2023). Diálogos sobre el desarrollo del hidrógeno verde en Antofagasta y Magallanes, Chile. Heinrich Böll Stiftung. [En línea] Disponible en: <https://cl.boell.org/sites/default/files/2023-06/dialogos-sobre-el-desarrollo-hidrogeno-verde-en-antofagasta-y-magallanes.pdf.pdf>

Sánchez, J. et al. (2023). Energy Colonialism: A Category to Analyse the Corporate Energy Transition in the Global South and North, *Land*, Vol. 12 (6). [En línea] Disponible en: <https://www.mdpi.com/2073-445X/12/6/1241>

Savaget, P. (2019) The theoretical foundations of sociotechnical systems change for sustainability: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, Elsevier, Vol. 206. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965261832941X>

Schiffer, A. (2023). Energías renovables y uso de la tierra: Obstáculos para la transición justa en el sur global. *Amigos de la Tierra Internacional*. [en línea] Disponible en: https://www.foei.org/wp-content/uploads/2023/02/Energias-renovables-y-uso-de-la-tierra_informe-ATI.pdf

Scholsberg, D. (2007). *Defining Environmental Justice: Theories, Movements, and Nature*. Oxford University Press.

Schlosberg, D. y Collins, L. (2014). From environmental to climate justice: climate change and the discourse of environmental justice. *WIREs Climate Change*, Wiley, Vol. 5 (3). [En línea] Disponible en: <https://wires.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/wcc.275>

Selznick, P. (1985). Focusing Organisational Research on Regulation, En *Noll, R., Regulatory Policy and the Social Sciences (Berkeley, CA)*.

Singh, A, Kramarchuk, R y Nietvelt, K. (2023). Energy transition: Gaps in the pathways. S&P Global. [En línea] Disponible en: <https://www.spglobal.com/en/research-insights/featured/special-editorial/look-forward/energy-transition-gaps-in-the-pathways>

Skjølsvold, T. & Coenen, L. (2021). Are rapid and inclusive energy and climate transitions oxymorons? Towards principles of responsible acceleration, *Energy Research and Social Science*, Elsevier, Vol. 79. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629621002577>

Smil, V. (2010). *Energy Transitions*, Greenwood.

Smil, V. (2017). *Energy and Civilization: A History*. Cambridge, MA: MIT Press.

Soininen, N. et al. (2021). A brake or an accelerator? The role of law in sustainability transitions. *Environmental Innovation and Societal Transitions*, Volume 41. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210422421000691>

Soja, E. (1980). The socio-spatial dialectic. *Annals of the Association of American Geographers* 70 (2).

Soja, E. (2009). The city and spatial justice. Spatial Justice conference. [en línea] Disponible en: <https://www.jssj.org/article/la-ville-et-la-justice-spatiale/?lang=en>

Sovacool, B.K. (2016). How long will it take? Conceptualizing the temporal dynamics of energy transitions. *Energy Research and Social Science*, Volume 13. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629615300827>

Sovacool, B.K. et al. (2019). Decarbonisation and its discontents: a critical energy justice perspective on four low-carbon transitions, *Climate Change*, Springer, Vol. 155. [En línea] Disponible en: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-019-02521-7>

Sovacool, B.K. et al. (2021). Dispossessed by decarbonisation: reducing vulnerability, injustice, and inequality in the lived experience of low-carbon pathways, *World Development*, Elsevier, Vol. 137. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X20302436>

Sultana, F. (2022). Critical climate justice. *Geographical journal*, Wiley, Vol. 188 (1). [En línea] Disponible en: <https://rgs-ibg.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/geoj.12417>

Tang, T. et al. (2022) Energy transition for meeting ecological goals: Do economic stability, technology, and government stability matter? *Environmental Science, Frontiers*, Vol. 10. [En línea] Disponible en: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fenvs.2022.955494/full>

Thomas, A. (2021). Framing the just transition: How international trade unions engage with UN climate negotiations. *Global Environmental Change*, Elsevier, Vol. 70. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378021001266>

Unión Europea (UE) (2019). Anexo de la comunicación relativa al Pacto Verde Europeo, Hoja de ruta: actualizaciones clave. [en línea] Disponible en: https://commission.europa.eu/document/12e9270e-fee4-45a6-a4f2-293e22e8fdf7_es

Vicuña, S., Daniele, L., Farías, L., González, H., Marquet, P. A., Palma-Behnke, R., Stehr, A., Urquiza, A., Wagemann, E., Arenas-Herrera, M. J., Bórquez, R., Cornejo-Ponce, L., Delgado, V., Etcheberry, G., Fragkou, M. C., Fuster, R., Gelcich, S., Melo, O., Monsalve, T., ... Winckler, P. (2022). Desalinización: Oportunidades y desafíos para abordar la inseguridad hídrica en Chile. Comité Asesor Ministerial Científico sobre Cambio Climático; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación. [En línea] Disponible en: https://estudiosurbanos.uc.cl/wp-content/uploads/2022/12/2022_Cambio-Climatico_Informe-Desalinizacion_vfinal_compressed.pdf

Wang, X. y Lo, K. (2021). Just transition: A conceptual review, Energy Research and Social Science, Volume 82. [En línea] Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629621003832>

While, A. y Eadson W. (2019). Households in place: socio-spatial (dis)advantage in energy-carbon restructuring, European Planning Studies, Taylor and Francis, Vol. 27 (8). [En línea] Disponible en: <https://ideas.repec.org/a/taf/eurpls/v27y2019i8p1626-1645.html>

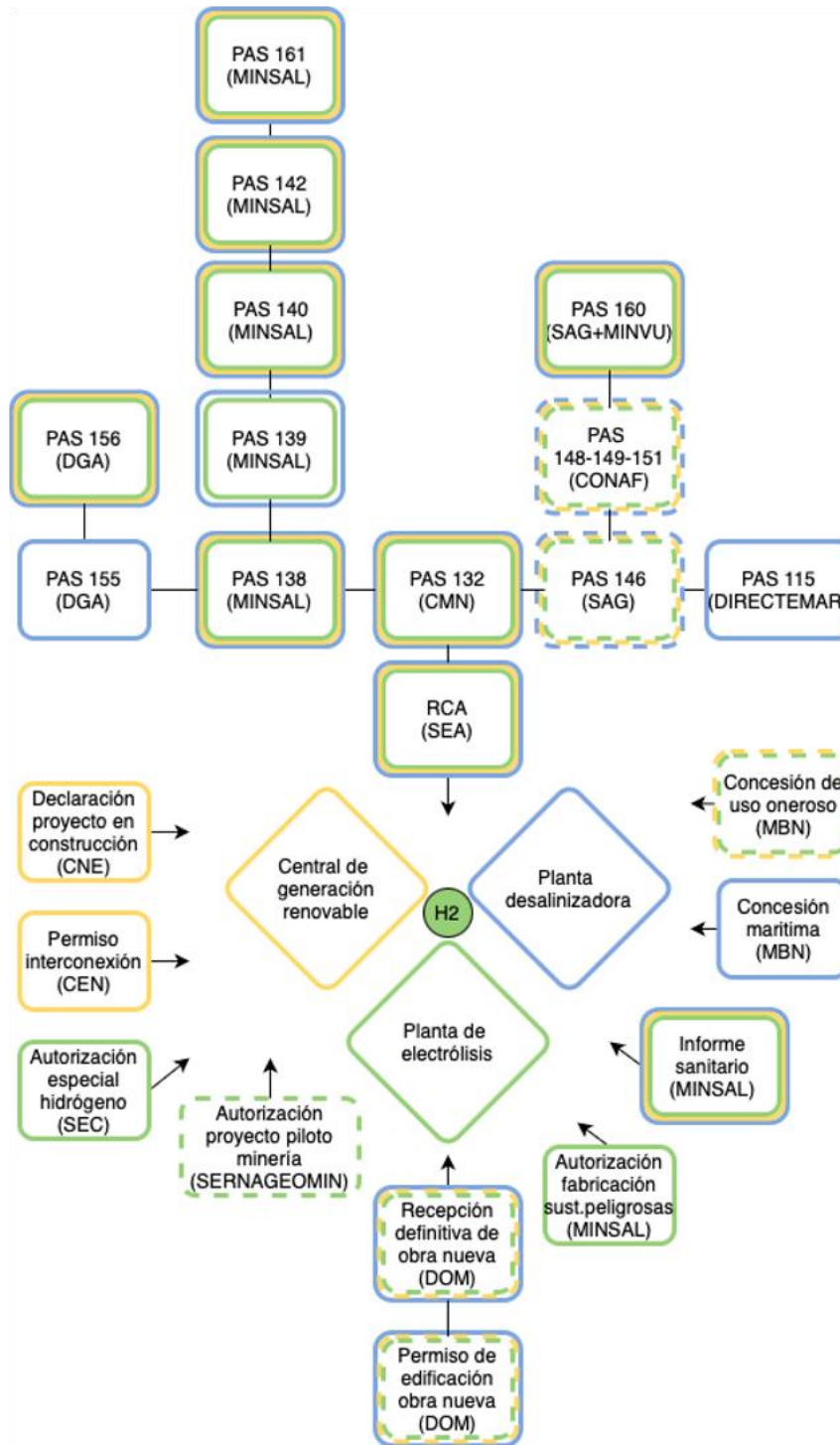
WEC (2022). World Energy Trilemma Index 2022. World Energy Council. [En línea] Disponible en: <https://www.worldenergy.org/publications/entry/world-energy-trilemma-index-2022>

Zalasiewicz, J. et al (2008). Are we now living in the Anthropocene? GSA Today, Vol. 18. [En línea] Disponible en: <https://rock.geosociety.org/net/gsatoday/archive/18/2/pdf/i1052-5173-18-2-4.pdf>

Zelli, F. et al. (2020) Governing the Climate-Energy Nexus: Institutional Complexity and Its Challenges to Effectiveness and Legitimacy, Cambridge University Press.

8. Anexos

8.1. Anexo 1: Principales permisos y autorizaciones requeridas para la generación de H2¹⁰



¹⁰ Esquema desarrollado con la ayuda del investigador Emilio Salinas.

8.2. Anexo 2: Pauta de entrevista

Pauta de entrevista	
1.	Preséntese indicando su nombre, ocupación o cargo, y región o comuna en la que vive.
2.	¿Cuál es su relación o vínculo con la industria del hidrógeno verde?
3.	¿Qué opina de la regulación de H2V en Chile?
4.	¿Cuál diría usted que es la regulación (vigente o en elaboración) más importante para el desarrollo apropiado del H2V en Chile?
5.	(Eventual) ¿En qué asuntos o aspectos de la regulación del H2V le parece que estamos más al debe como país?
6.	¿Cuál es su opinión respecto de la distribución espacial de la industria del hidrógeno verde en Chile?
7.	¿Cómo se determina la distribución espacial (escala y geografía) de los proyectos de H2V?
8.	¿Existen instrumentos regulatorios que establezcan criterios o condiciones para la distribución espacial de los proyectos de H2V?
9.	¿Considera que el desarrollo de la industria del hidrógeno verde podría aportar a un proceso de transición justa en Chile?
10.	¿Considera que el establecimiento de criterios o condiciones espaciales es necesario para mantener el desarrollo de la industria dentro de un marco de transición justa?
11.	(Eventual) ¿Cuál es el rol de la regulación para asegurar que la industria del H2V se desarrolle dentro de un marco de transición justa?
12.	Considerando las tensiones que pueden generar los proyectos en materia de justicia espacial y ambiental ¿Cuáles son los desafíos más urgentes para evitar escenarios de conflicto ambiental?
13.	Comentarios adicionales.

8.3. Anexo 3: Tipologías para clasificación de instrumentos regulatorios.

Nombre	Descripción	Sigla
Regulación aplicable a la producción de H2V en Chile	Todo instrumento regulatorio que pretenda influir en la producción de H2V dentro del país, incluyendo tanto su promoción como su control.	-
Tratado internacional	<p>Aquellos instrumentos dictados por organismos públicos multilaterales, que han sido suscritos por nuestro país</p> <p>(Acuerdos bilaterales entre Estados, o entre un Estado y actores privados fueron considerados en la tipología "otros").</p>	TI
Ley	Aquellas normas de obligatoriedad general dictadas por el poder legislativo, o bien por el poder ejecutivo a través de las facultades legislativas que se reserva.	LEY
Reglamentos	Aquellos actos administrativos de aplicación general, emitidos por una o más autoridades sectoriales a través de decretos supremos, orientados a regular la correcta implementación de una Ley.	REG
Instrumentos de gestión	<p>Aquellos actos administrativos dictados por autoridades con competencias específicas, orientadas a gestionar el funcionamiento de actividades complejas de interés público, incluyendo generalmente actos permisivos, constitutivos, o declarativos de derechos. Se trata de una categoría jurídicamente laxa, por lo que su dictación puede vincularse a distintos tipos de decretos o resoluciones.</p> <p>Como mínimo, se entienden comprendidos los conjuntos reconocidos como "instrumentos de gestión climática"; "instrumentos de gestión ambiental"; "instrumentos de ordenamiento territorial"; y "instrumentos de planificación energética".</p>	IG

Políticas, planes y programas	Aquellos instrumentos dictados por un Ministerio (o alguno de sus órganos dependientes) que establecen un conjunto coherentes de principios, criterios o medidas indicativas para orientar la acción pública o privada en un asunto de interés público.	PPP
Proyectos de ley	Propuestas legislativas ingresadas a trámite ante el Congreso nacional, en cualquiera de sus cámaras y por cualquier tipo de iniciativa.	PdL
Reglamentos en trámite	Proyectos de reglamento ingresados para su aprobación por la Contraloría general de la república. Se consideran también aquellos presentados y posteriormente retirados, así como aquellos que cuenten con un borrador para su aprobación por otra instancia previa a Contraloría (ej.: Consejo de ministros para la sustentabilidad y el cambio climático).	REG (TRA)
Anteproyectos de instrumentos de gestión	Propuestas de instrumentos de gestión publicadas para su consulta pública o tramitación a través de algún procedimiento de público (ej.: Evaluación ambiental estratégica).	IG (ANT)

8.4. Anexo 4: Inventario de regulación aplicable a la industria del H2V en Chile¹¹

Nombre	Identificador	Tipo
Régimen regulatorio energético		
Ley general de servicios eléctricos	DFL. 4/20.018 (2006)	LEY
Ley sobre eficiencia energética	Ley 21.305 (2021)	LEY
Decreto Ley que crea el Ministerio de energía y la Comisión nacional de energía	DL 2.224/1978	LEY

¹¹ Información recopilada con la ayuda del investigador Emilio Salinas.

PdL que impulsa las energías renovables en la matriz energética nacional	Boletín 14-755-08	PDL
PdL que modifica la Ley general de servicios eléctricos en materia de transición energética que posiciona la transmisión eléctrica como un sector habilitante	Boletín 16.078-08	PDL
Reglamento de la Ley general de servicios eléctricos	DS 327/1997	REG
Reglamento para medios ERNC y pequeños medios de generación	DS 244/2005 MINECON	REG
Reglamento de transferencias de potencia entre empresas generadoras	DS 62/2006	REG
Reglamento de seguridad para combustibles líquidos	DS 160/2009 MINECON	REG
Reglamento de seguridad de plantas de gas natural licuado	DS 67/2012 MEN	REG
Reglamento de operación y administración de los sistemas medianos establecidos en la Ley general de servicios eléctricos	DS 23/2015 MEN;	REG
Reglamento de Planificación energética de largo plazo (PELP)	DS 134/2016 MEN;	REG
Reglamento de generación distribuida para autoconsumo (Netbilling)	DS 57/2020 MEN	REG
Reglamento para la elaboración y evaluación del Plan nacional de eficiencia energética	DS 11/2023 MEN	REG
Política energética nacional 2050	DS 10/2022 MEN	IG
Planificación energética de largo plazo (PELP) 2023-2027	-	IG (ANT)
Polo de desarrollo de generación eléctrica provincia de Antofagasta	OF 801/2023 MEN	IG (ANT)

Polo de desarrollo de generación eléctrica provincia de Tocopilla	OF 670/2023 MEN	IG (ANT)
Plan estratégico de energía en la región de Magallanes	RE 173/2023 MEN	IG (ANT)
Plan de acción local de transición justa de Tocopilla	-	IG (ANT)
Plan de mitigación de GEI para el sector energía	(MEN, 2017)	PPP
Plan de adaptación al cambio climático para el sector energía 2018-2023	(MEN, 2018)	PPP
Estrategia nacional de hidrógeno verde	RE 11/2022	PPP
Estrategia de transición justa en el sector energía	(MEN, 2021)	PPP
Agenda de energía 2022-2026	(MEN, 2022)	PPP
Agenda inicial para un segundo tiempo de la transición energética	(MEN, 2023)	PPP
Plan de acción nacional de hidrógeno verde	(MEN, 2023)	PPP
Plan de descarbonización de la matriz energética	Decreto 50/2020 MEN	OTRO
Guía de apoyo para solicitud de autorización de proyectos especiales de hidrógeno	(SEC, 2023)	OTRO
Proyecto piloto de descarbonización y producción de combustibles carbono neutral (Instalación de producción, acondicionamiento, almacenamiento y uso de hidrógeno verde)	RE 15821/2023 SEC (MEN)	OTRO
Establece unidad de sostenibilidad energética	RE 19.056/2023	OTRO
Memorando de entendimiento entre el Ministerio de energía de Chile y el Ministerio de comercio e industria de Singapur	(MEN, 2021)	OTRO

Memorando de entendimiento entre el Ministerio de energía de Chile y el Puerto de Rotterdam de Países Bajos	(MEN, 2021)	OTRO
Memorando de entendimiento entre el Ministerio de energía de Chile y el Ministerio de comercio, industria y energía de Corea	(MEN, 2021)	OTRO
Declaración conjunta con el departamento de negocios, energía y desarrollo industrial del Reino Unido	(MEN, 2021)	OTRO
Declaración conjunta entre el Ministerio de energía de Chile y el Ministerio de economía y energía de Alemania	(MEN, 2021)	OTRO
Declaración conjunta con el Ministerio de transición ecológica de Francia	(MEN, 2021)	OTRO
Declaración conjunta con el Ministerio de economía y política climática de los Países Bajos	(MEN, 2021)	OTRO
Memorando de entendimiento entre el Ministerio de energía de Chile y los puertos de Amberes y Zeerbrugge	(MEN, 2021)	OTRO
Memorando de entendimiento entre el Ministerio de energía, el Ministerio de economía e innovación de la ciudad de Hamburgo y el puerto de Hamburgo	(MEN, 2022)	OTRO
Memorando de cooperación sobre transición energética entre el Ministerio de energía de Chile y el Ministerio de economía, comercio e industria de Japón	(MEN, 2023)	OTRO
Declaración conjunta entre el Ministerio de energía y el Ministerio de comercio exterior, atractivo y franceses en el extranjero de Francia; para la creación de un grupo de trabajo sobre hidrógeno verde o bajo en carbono	(MEN, 2023)	OTRO
Declaración conjunta de intención de colaboración e inicio formal al proyecto Team Europe para el desarrollo del hidrógeno renovable en Chile entre Unión Europea, República Federal Alemana y Ministerio de energía	(MEN, 2023)	OTRO
Declaración conjunta de intención entre el Ministerio de energía de Chile y el Banco europeo de inversiones (Strategic partnership sustainable raw materials value chains)	(MEN, 2023)	OTRO

Régimen regulatorio ambiental		
Convención marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático	DS 123/1995 MINREL	TI
Convenio sobre la diversidad biológica	DS 1963/1995 MINREL	TI
Protocolo de Kyoto	DS 349/2005 MINREL	TI
Acuerdo de París	DS 30/2017 MINREL	TI
Convenio 169 sobre pueblos indígenas y tribales	DS 236/2008 MINREL	TI
Agenda 2030 (Objetivos de Desarrollo Sostenible)	DS 49/2016 MINREL	TI
Acuerdo regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe	DS 209/2022 MINREL	TI
Ley de bases generales del medio ambiente	Ley 19.300 (1994)	LEY
Ley sobre recuperación de bosque nativo y fomento forestal	Ley 20.283 (2008)	LEY
Ley que crea el Ministerio, el Servicio de evaluación ambiental y la Superintendencia del medio ambiente	Ley 20.417 (2010)	LEY
Ley de responsabilidad extendida del productor y fomento al reciclaje (REP)	Ley 20.920 (2016)	LEY
Ley que modifica diversos cuerpos legales con el objetivo de proteger los humedales urbanos	Ley 21.202 (2020)	LEY
Ley marco de cambio climático	Ley 21.455 (2021)	LEY
Ley que crea el Servicio de biodiversidad y áreas protegidas y el Sistema nacional de áreas protegidas	Ley 21.600 (2023)	LEY

PdL que regula el proceso de transición socioecológica justa hacia la carbono neutralidad	Boletín 15.147-12	PDL
Reglamento de suelos, aguas y humedales	DS 82/2011 MINAGRI	REG
Reglamento general sobre la Ley sobre recuperación del bosque nativo y fomento forestal	DS 93/2009 MINAGRI	REG
Reglamento para la clasificación de especies silvestres según estado de conservación	DS 29/2012 MMA	REG
Reglamento del registro de emisiones y transferencia de contaminantes	DS 1/2013 MMA	REG
Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)	DS 40/2013 MMA	REG
Reglamento para la Evaluación ambiental estratégica	DS 32/2015 MMA	REG
Reglamento que establece procedimientos asociados a los instrumentos de gestión del cambio climático	DS 16/2023 MMA	REG
Modificación al DS 40/2012 MMA, que establece el reglamento del Sistema de evaluación de impacto ambiental	DS 30/2023 MMA	REG
Reglamento que establece la conformación y funcionamiento del equipo técnico interministerial para el cambio climático y el comité regional para el cambio climático	Acuerdo 12/2023 Consejo de ministros para la sustentabilidad	REG (TRA)
Anteproyecto de Reglamento para la Evaluación ambiental estratégica (EAE)	RE 1.056/2023	REG (TRA)
Norma de emisión RILes descargados en aguas marinas y continentales superficiales	DS 90/2001 MINSEGPRES	IG
Norma de emisión de ruidos	DS 38/2012 MMA	IG
Plan de descontaminación atmosférica para la ciudad de Tocopilla y su área circundante	DS 70/2010 MMA	IG

Plan de descontaminación atmosférica para la ciudad de Calama y su área circundante	DS 5/2021 MMA	IG
Plan de acción comunal de cambio climático de Punta Arenas (2023-2030)	(Municipalidad de Punta Arenas, 2023)	IG
Plan de acción regional de cambio climático de Antofagasta	-	IG (ANT)
Plan de acción regional de cambio climático de Magallanes	-	IG (ANT)
Estrategia para la conservación y uso racional de los humedales en Chile	(CONAMA, 2005)	PPP
Plan nacional de adaptación al cambio climático	(MMA, 2014)	PPP
Política nacional de recursos hídricos	(Ministerio del Interior, 2015)	PPP
Plan de acción nacional de cambio climático (2017-2022)	(MMA, 2017)	PPP
Estrategia nacional de cambio climático y recursos vegetacionales 2017-2025	(MMA, 2017)	PPP
Estrategia nacional de biodiversidad	(MMA, 2017)	PPP
Plan de adaptación al cambio climático en ciudades	(MMA, 2018)	PPP
Plan nacional de protección de humedales	(MMA, 2018)	PPP
Estrategia climática de largo plazo (ECLP)	(MMA, 2021)	PPP
2° Plan de acción nacional de derechos humanos y empresas 2022-2025	(Ministerio de Justicia, 2022)	PPP
Estrategia nacional de conservación de aves	(MMA, 2022)	PPP

Estrategia para la implementación de la Agenda 2030	(MINREL, 2022)	PPP
Contribución nacionalmente determinada (NDC) de Chile	Acuerdo 5/2020 Consejo de ministros para la sustentabilidad	OTRO
Guía sobre el área de influencia en el SEIA	RE 0423/2017 MMA	OTRO
Guía de trámite PAS del artículo 160 del reglamento del SEIA: Permiso para subdividir y urbanizar terrenos rurales o para construcciones fuera de los límites urbanos	RE 295/2019 MMA	OTRO
Guía para la aplicación del DS 38/2011 MMA que establece norma de emisión de ruidos generados por fuentes que indica, para proyectos de parques eólicos en el SEIA	RE 20209910167/2020 MMA	OTRO
Guía para la descripción de centrales eólicas de generación de energía eléctrica en el SEIA	RE 20209910169/2020 MMA	OTRO
Guía área de influencia de los sistemas de vida y costumbres de grupos humanos en el SEIA	RE 20209910171/2020 MMA	OTRO
Criterio de evaluación en el SEIA: Efecto sombra intermitente en parques eólicos	RE 202299101744/2022 MMA	OTRO
Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a proyectos de hidrógeno verde	RE N°202299101738/2022 MMA	OTRO
Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a proyectos de almacenamiento de energía	RE 202399101970/2023 MMA	OTRO
Criterio de evaluación en el SEIA: Descripción integrada de proyectos para la generación de hidrógeno verde en el SEIA	RE 202399101276/2023 MMA	OTRO
Guía área de influencia en humedales en el SEIA	RE 202399101277/2023 MMA	OTRO
Guía de evaluación ambiental estratégica para incorporar el cambio climático en instrumentos de ordenamiento y planificación territorial	RE 12/2023 MMA	OTRO

Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA	RE 202399101278/2023 MMA	OTRO
Régimen regulatorio industrial		
Código de aguas	DFL 1.122/1981 Ministerio de Justicia	LEY
PdL sobre el uso de agua de mar para desalinización	Boletín 11608-09	PDL
PdL que declara el hidrógeno verde como bien nacional de uso público	Boletín 14044-12	PDL
PdL que impulsa la producción y uso del hidrógeno verde en el país	Boletín 14756-08	PDL
PdL que modifica normas que indica para permitir el desarrollo de proyectos de infraestructura hídrica y de desalinización, con el fin de destinar el agua que se obtenga para el cumplimiento de la función de subsistencia y de riego	Boletín 16364-09	PDL
Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas	DS 43/2015 MINSAL	REG
Reglamento para el transporte de cargas peligrosas sobre calles y caminos	DS 298/1994 MTT;	REG
Reglamento sobre condiciones sanitarias básicas para la reutilización de aguas grises	-	REG (TRA)
Proyecto de reglamento de seguridad de instalaciones de hidrógeno	-	REG (TRA)
Política nacional minera 2050	MINMINERIA (2022)	PPP
Listado de sustancias peligrosas para la salud	RE 408/2015 MINSAL	OTRO

Guía sobre lineamientos técnicos mínimos para la evaluación ambiental de proyectos industriales de desalación en jurisdicción de la autoridad marítima	DIRECTEMAR (2022)	OTRO
Guía de implementación de pilotos y validación de tecnologías que utilizan hidrógeno como combustible en minería	SERNAGEOMIN (2023)	OTRO
Plan de desarrollo logístico región de Magallanes	-	OTRO
Régimen regulatorio económico		
Acuerdo marco avanzado entre Chile y la Unión Europea	-	TI
Ley que crea la Corporación de fomento de producción (CORFO)	Ley 6.640 (1941)	LEY
Reglamento CORFO	DS 360/1945 MINECON	REG
Reglamento Comité de desarrollo de la industria del hidrógeno verde	RE 60/2022 MINECON	REG
Crea Comité de ministros y ministras para el desarrollo productivo sostenible y fija su funcionamiento interno	DS 104/2023 MINECON	REG
Reglamento que fija la Política nacional sobre zonas rezagadas en materia social	DS 90/2023	PPP
Plan nacional de desarrollo turístico sustentable	(MINECON, 2017)	PPP
Plan de adaptación de cambio climático sector turismo	(MINECON, 2019)	PPP
Estrategia nacional de turismo 2030	(MINECON, 2022)	PPP
Agenda de medidas de impulso al Plan de acción de hidrógeno verde	(Ministerio de Hacienda, 2023)	PPP
EU Global Gateway	(Comisión Europea)	OTRO

Clean hydrogen partnership	Council regulation (EU) 2021/2085	OTRO
Bases técnicas, administrativas y anexos del primer llamado a financiamiento a proyectos de H2V en Chile	RE 399/2021 CORFO (MINECON)	OTRO
Programa territorial integrado: Cluster de energía de la Región de Antofagasta	-	OTRO
Programa transformador regional: Hidrógeno verde Magallanes	-	OTRO
Programa desarrollo productivo sustentable	-	OTRO
Reforma integral a la tramitación de permisos sectoriales	-	OTRO
Régimen regulatorio territorial		
Ley sobre concesiones marítimas	DFL 340/1960 Ministerio de Hacienda	LEY
Ley general de urbanismo y construcciones (LGUC)	DFL 458/1976 MINVU	LEY
Normas sobre adquisición, administración y disposición de bienes del Estado	DL 1939/1997 Ministerio de tierras y colonización	LEY
Ley que crea el Espacio costero marino de los pueblos originarios (ECMPO)	Ley 20.249 (2008)	LEY
Ley de fortalecimiento de la regionalización del país	Ley 21.074 (2018)	LEY
PdL de Ley marco de suelos	Boletín 14714-01	PDL
PdL para administración del borde costero y concesiones marítimas	Boletín 8467-12	PDL
Ordenanza general de urbanismo y construcciones (OGUC)	DS 47/1992 MINVU	REG
Reglamento sobre concesiones marítimas	DS 9/2018 Ministerio de defensa	REG

Proyecto de reglamento de Planes regionales de ordenamiento territorial (PROT)	-	REG (ANT)
Plan regulador intercomunal del borde costero de la segunda región	RE 73/2004 GORE Antofagasta	IG
Política nacional de ordenamiento territorial (PNOT)	DS 469/2021 Ministerio del interior	IG
Estrategia regional de desarrollo de Magallanes (2022-2030)	(GORE Magallanes, 2023)	IG
Plan regulador intercomunal Punta Arenas-Tierra del fuego	-	IG (ANT)
Macro zonificación del borde costero en Magallanes y la Antártica Chilena	-	IG (ANT)
Actualización Estrategia regional de desarrollo Antofagasta	-	IG (ANT)
Actualización Plan regulador intercomunal del borde costero de la región de Antofagasta (PRIBCA)	-	IG (ANT)
Política nacional de uso del borde costero del litoral de la República y crea Comisión nacional de uso del borde costero	DS 475/1995 Ministerio de defensa nacional	PPP
Política nacional de desarrollo rural	DS 19/2020 Ministerio del interior	PPP
Estrategia regional de innovación Antofagasta (2022-2028)	(GORE Antofagasta, 2022)	PPP
Imparte criterios de general aplicación en materia para concesiones de uso oneroso de inmuebles fiscales para el desarrollo de proyectos de energías renovables no convencionales	Orden ministerial 1/2017 MBN	OTRO
DDU 450	Circular ord. 0454/2020 MINVU	OTRO
DDU 470	Circular ord. 0504/2022 MINVU	OTRO
Plan de licitaciones 2022	(MBN, 2022)	OTRO

Plan nacional de fomento a la producción de hidrógeno verde en territorio fiscal	RE 997/2022 MBN	OTRO
Plan nacional para impulsar proyectos de sistemas de almacenamiento de energía en terreno fiscal	RE 1.096/2023 MBN	OTRO

8.5. Anexo 5: Regulación priorizada para el análisis de criterios y condiciones espaciales

Nombre	Identificador	Tipo
Régimen regulatorio energético		
Ley general de servicios eléctricos	DFL. 4/20.018 (2006)	LEY
Reglamento de la Ley general de servicios eléctricos	DS 327/1997	LEY
Decreto Ley que crea el Ministerio de energía y la Comisión nacional de energía	DL 2.224/1978	LEY
PdL que modifica la Ley general de servicios eléctricos en materia de transición energética que posiciona la transmisión eléctrica como un sector habilitante	Boletín 16.078-08	PDL
Reglamento de Planificación energética de largo plazo (PELP)	DS 134/2016 MEN;	REG
Política energética nacional 2050	DS 10/2022 MEN	IG
Planificación energética de largo plazo (PELP) 2023-2027	-	IG (ANT)
Polo de desarrollo de generación eléctrica provincia de Antofagasta	OF 801/2023 MEN	IG (ANT)
Polo de desarrollo de generación eléctrica provincia de Tocopilla	OF 670/2023 MEN	IG (ANT)
Plan estratégico de energía en la región de Magallanes	RE 173/2023 MEN	IG (ANT)

Estrategia nacional de hidrógeno verde	RE 11/2022	PPP
Agenda de energía 2022-2026	(MEN, 2022)	PPP
Agenda inicial para un segundo tiempo de la transición energética	(MEN, 2023)	PPP
Plan de acción nacional de hidrógeno verde	(MEN, 2023)	PPP
Guía de apoyo para solicitud de autorización de proyectos especiales de hidrógeno	(SEC, 2023)	OTRO
Proyecto piloto de descarbonización y producción de combustibles carbono neutral (Instalación de producción, acondicionamiento, almacenamiento y uso de hidrógeno verde)	RE 15821/2023 SEC (MEN)	OTRO
Régimen regulatorio ambiental		
Ley de bases generales del medio ambiente	Ley 19.300 (1994)	LEY
Ley marco de cambio climático	Ley 21.455 (2022)	LEY
Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA)	DS 40/2013 MMA	REG
Reglamento que establece procedimientos asociados a los instrumentos de gestión del cambio climático	DS 16/2023 MMA	REG
Modificación al DS 40/2012 MMA, que establece el reglamento del Sistema de evaluación de impacto ambiental	DS 30/2023 MMA	REG
Anteproyecto de Reglamento para la Evaluación ambiental estratégica (EAE)	RE 1.056/2023	REG (ANT)
Estrategia climática de largo plazo (ECLP)	(MMA, 2021)	PPP
Contribución nacionalmente determinada (NDC) de Chile	Acuerdo 5/2020 Consejo de ministros para la sustentabilidad	OTRO

Criterio de evaluación en el SEIA: Efecto sombra intermitente en parques eólicos	RE 202299101744/2022 MMA	OTRO
Criterio de evaluación en el SEIA: Introducción a proyectos de hidrógeno verde	RE N°202299101738/2022 MMA	OTRO
Criterio de evaluación en el SEIA: Descripción integrada de proyectos para la generación de hidrógeno verde en el SEIA	RE 202399101276/2023 MMA	OTRO
Guía para la descripción de proyectos de plantas desalinizadoras en el SEIA	RE 202399101278/2023 MMA	OTRO
Régimen regulatorio industrial		
PdL sobre el uso de agua de mar para desalinización	Boletín 11608-09	PDL
Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas	DS 43/2015 MINSAL	REG
Proyecto de reglamento de seguridad de instalaciones de hidrógeno	-	REG (ANT)
Guía sobre lineamientos técnicos mínimos para la evaluación ambiental de proyectos industriales de desalación en jurisdicción de la autoridad marítima	DIRECTEMAR (2022)	OTRO
Régimen regulatorio económico		
Acuerdo marco avanzado entre Chile y la Unión Europea	-	TI
Reglamento Comité de desarrollo de la industria del hidrógeno verde	RE 60/2022 MINECON	REG
Crea Comité de ministros y ministras para el desarrollo productivo sostenible y fija su funcionamiento interno	DS 104/2023 MINECON	REG
Agenda de medidas de impulso al Plan de acción de hidrógeno verde	(Ministerio de Hacienda, 2023)	PPP

Programa transforma regional: Hidrógeno verde Magallanes	-	OTRO
Programa desarrollo productivo sustentable	-	OTRO
Régimen regulatorio territorial		
Ley general de urbanismo y construcciones (LGUC)	DFL 458/1976 MINVU	LEY
PdL para administración del borde costero y concesiones marítimas	Boletín 8467-12	PDL
Ordenanza general de urbanismo y construcciones (OGUC)	DS 47/1992 MINVU	REG
Reglamento sobre concesiones marítimas	DS 9/2018 Ministerio de defensa	REG
Proyecto de reglamento de Planes regionales de ordenamiento territorial (PROT)	-	REG (ANT)
Estrategia regional de desarrollo de Magallanes (2022-2030)	(GORE Magallanes, 2023)	IG
Macro zonificación del borde costero en Magallanes y la Antártica Chilena	-	IG (ANT)
Actualización Estrategia regional de desarrollo Antofagasta	-	IG (ANT)
Actualización Plan regulador intercomunal del borde costero de la región de Antofagasta (PRIBCA)	-	IG (ANT)
DDU 450	Circular ord. 0454/2020 MINVU	OTRO
DDU 470	Circular ord. 0504/2020 MINVU	OTRO
Plan nacional de fomento a la producción de hidrógeno verde en territorio fiscal	RE 997/2022 MBN	OTRO