

Regulación y normativa técnica y de seguridad en la producción de hidrógeno y amoníaco verde en Argentina

IMPRESIÓN

Como empresa estatal, la GIZ apoya al Gobierno Alemán en la consecución de sus objetivos en el campo de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas registradas:

Bonn y Eschborn, Alemania
International PtX Hub
Köthener Str. 2-3
10963 Berlin, Alemania
T +49 61 96 79-0
E info@ptx-hub.org
www.ptx-hub.org

Responsables:

Sebastián Murúa, Verónica Chorkulak, Claudia Ilting (International PtX Hub)

Autor/Basado en trabajo elaborado por:

María de los Ángeles Valenzuela, Verónica Tito, Valentina Nogueira (Hinicio), Daniela Jurado Betancur (DECHEMA)

Edición:

Sebastián Murúa, Verónica Chorkulak,
Claudia Ilting (International PtX Hub)

El International PtX Hub es implementado por la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH en nombre del Ministerio Federal Alemán de Economía y Acción Climática (BMWK) y financiado por la Iniciativa Internacional de Clima (Internationale Klimaschutzinitiative, IKI). Las actividades del International PtX Hub en Argentina son implementadas por un consorcio conformado por GIZ, la Secretaría de Energía de Argentina, CEARE (Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética), Fundación Torcuato Di Tella, Agora Energiewende y DECHEMA e.V.

Buenos Aires, octubre 2025



Supported by:



on the basis of a decision
by the German Bundestag



Implemented by:



Tabla de Contenido

Resumen ejecutivo	5
Glosario.....	6
1 Introducción	10
2 Diagnóstico de la regulación técnica y de seguridad para el hidrógeno y amoníaco en Argentina ..	12
2.1 Estado del arte del marco regulatorio	13
2.1.1 Análisis del marco regulatorio vigente en Argentina a nivel nacional	13
2.1.2 Análisis del marco regulatorio vigente en la provincia de Buenos Aires	23
2.1.3 Análisis del marco regulatorio vigente en la provincia del Chubut	24
2.1.4 Resumen de la regulación de seguridad aplicable a la cadena de valor de hidrógeno y amoníaco	25
2.2 Identificación de brechas regulatorias.....	28
3 Estándares técnicos y de seguridad de referencia para el sector	30
3.1 Estándares internacionales técnicos y de seguridad para el hidrógeno	32
3.2 Estándares internacionales técnicos y de seguridad para amoníaco y plantas desaladoras	34
3.2.1 Estándares para la producción, almacenamiento y transporte de amoníaco	34
3.2.2 Estándares para plantas desalinizadoras	35
4 Casos de estudio: Análisis comparado de regulación técnica y de seguridad	38
4.1 Regulación técnica y de seguridad en Chile, Colombia y Alemania	38
4.1.1 Chile.....	38
4.1.2 Colombia	41
4.1.3 Alemania	43
4.2 Sectores similares	48
4.2.1 Petróleo	48
4.2.2 Gas.....	49
5 Recomendaciones regulatorias	52
5.1 Tendencias en el desarrollo de proyectos de hidrógeno y amoníaco en Argentina	52
5.2 Plan regulatorio y recomendaciones	53
5.2.1 Resumen de la regulación existente de hidrógeno y amoníaco	53
5.2.2 Plan regulatorio	55
6 Conclusiones y recomendaciones	64
7 Bibliografía.....	67

8 Anexos	69
8.1 Anexo A: Síntesis de marco regulatorio de Argentina, nacional y provincial, aplicable a la cadena de valor (no incluye regulaciones que abordan aspectos de seguridad, resumidas en Tabla 1)	69
8.2 Anexo B: Listado de normas técnicas y de seguridad de hidrógeno	70
8.3 Anexo C: Listado de normas técnicas y de seguridad de amoníaco.....	78
8.4 Anexo D: Listado de normas técnicas y de seguridad de plantas desalinizadoras.....	83
8.5 Anexo E: Aplicación de leyes y reglamentos a la cadena de valor del hidrógeno y amoníaco en Alemania	88

Índice de Tablas

Tabla 1: Resumen del Decreto N° 10.877/60.....	16
Tabla 2: Síntesis de las normas que abordan aspectos de seguridad aplicables a la cadena de valor de hidrógeno y amoníaco. Fuente: Elaboración propia de Hinicio (2025).	25
Tabla 3: Elaboración de normativa de seguridad para la producción y almacenamiento de hidrógeno.....	58
Tabla 4: Elaboración de normativa de seguridad para el producción y almacenamiento de amoníaco.	59
Tabla 5: Elaboración de normativa de seguridad para el transporte de hidrógeno gaseoso por ductos.	60
Tabla 6: Elaboración de normativa de seguridad para el transporte de amoníaco por ductos.....	60
Tabla 7: Modificación del Decreto Reglamentario N° 351/79 de la Ley N° 19.587.....	61
Tabla 8: Modificación del Decreto Reglamentario N° 779/1995 de la Ley N° 24.449.	61
Tabla 9: Modificación de normativa de seguridad para la producción y almacenamiento de hidrógeno líquido (almacenamiento).....	62
Tabla 10: Modificación de normativa de seguridad para el transporte de hidrógeno líquido por ductos.	63

Tabla de figuras

Figura 1 – Definición del alcance del estudio.	11
Figura 2 - Pirámide de Kelsen o jerarquía normativa de Argentina.....	13
Figura 3 - Pirámide de Kelsen o jerarquía normativa provincial de Argentina.	23
Figura 4 - Estándares técnicos y de seguridad aplicables a la cadena de valor del hidrógeno y amoníaco.	32
Figura 5 – Clasificación de estándares técnicos para el hidrógeno.....	33

Figura 6 – Clasificación de estándares técnicos para el amoníaco.	35
Figura 7 – Estándares técnicos para desalinización.....	36
Figura 8 – Esquema del plan regulatorio.	56
Figura 9: Estándares técnicos y de seguridad aplicables a la cadena de valor del hidrógeno y amoníaco, y su clasificación.....	65

Resumen ejecutivo

El hidrógeno y el amoníaco presentan riesgos significativos derivados de sus propiedades fisicoquímicas: en el caso del hidrógeno, su alta inflamabilidad y permeabilidad; y en el del amoníaco, su toxicidad. Estas características hacen indispensable contar con marcos regulatorios específicos de seguridad. Al mismo tiempo, ambos compuestos son reconocidos como vectores fundamentales para avanzar en la transición energética hacia una matriz con menores emisiones.

Este informe entrega un diagnóstico técnico-regulatorio para Argentina, identificando vacíos normativos, recopilando buenas prácticas internacionales y proponiendo recomendaciones para desarrollar una regulación alineada con estándares globales. El objetivo es consolidar un marco integral que otorgue certeza jurídica y habilite un crecimiento seguro y sostenible de la industria del hidrógeno y el amoníaco verde en el país.

El análisis realizado evidencia que el marco regulatorio, técnico y de seguridad aplicable a la producción de hidrógeno y amoníaco en Argentina requiere ser fortalecido para habilitar el desarrollo seguro de la industria. No obstante, se aclara que no se incluye en el alcance del estudio la regulación técnica y de seguridad asociada a los nuevos usos del hidrógeno y del amoníaco en distintos sectores. Actualmente, no existe una regulación específica para el hidrógeno electrolítico ni para el amoníaco verde; sin embargo, el país cuenta con un marco normativo general para combustibles y sustancias peligrosas que ofrece una base inicial, incluyendo leyes como la N° 13.660 y su Decreto Reglamentario N° 10.877/60, la Ley de Higiene y Seguridad N° 19.587, la Ley de Riesgos del Trabajo N° 24.577 y la Ley N° 24.449 sobre transporte de mercancías peligrosas. A nivel provincial, disposiciones como la Resolución N° 231/96 en Buenos Aires complementan el marco, incorporando normas IRAM e internacionales.

No obstante, este marco resulta insuficiente para cubrir los riesgos específicos asociados a las características físico-químicas del hidrógeno y el amoníaco, además del crecimiento proyectado de la industria tanto a nivel nacional como internacional. En consecuencia, se recomienda avanzar en la creación de un régimen regulatorio específico que otorgue certeza jurídica, resguarde la seguridad y habilite el despliegue de proyectos a gran escala, en línea con la Estrategia Nacional de Hidrógeno de bajas emisiones aprobada en 2023. Este proceso se encuentra en marcha también en países como Chile, Colombia y Alemania, que avanzan en marcos normativos similares.

En el presente estudio se identificaron más de 40 estándares internacionales aplicables a la cadena de valor del hidrógeno y amoníaco, que pueden servir como referencia para el diseño regulatorio nacional. Con base en ello y a los hallazgos del diagnóstico regulatorio en Argentina, se propone un plan regulatorio en tres horizontes temporales:

- Corto plazo: elaboración de normativas de seguridad para la producción, almacenamiento y transporte por ductos de hidrógeno y amoníaco; y modificación del Decreto Reglamentario N° 351/79 de la Ley N° 19.587.
- Mediano plazo: revisión y posible modificación del Decreto Reglamentario N° 779/1995 sobre transporte por carretera.
- Largo plazo: inclusión del almacenamiento y transporte de hidrógeno líquido en la normativa existente.

Glosario

ACR	Análisis Cuantitativo de Riesgo
ADN	Acuerdo Europeo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Vías Navegables Interiores
ADR	Acuerdo sobre el Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Carretera
ANSI	Instituto Nacional Estadounidense de Estándares
ArbSchG	Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo
ASME	Sociedad Americana De Ingenieros Mecánicos, o <i>American Society of Mechanical Engineers</i>
ASTM	Sociedad Estadounidense para Pruebas y Materiales, o <i>American Society for Testing and Materials</i>
AWI	Instituto Alfred Wegener, o <i>Alfred Wegener Institute</i>
AwSV	Reglamento sobre Sustancias Peligrosas para el Agua
BetrSichV	Reglamento de Seguridad Operativa
BImSchG	Ley Federal de Control de Inmisiones
BMWE	Ministerio Federal de Economía y Energía de Alemania
BMWK	Ministerio Federal Alemán de Economía y Acción Climática
CEARE	Centro de Estudios de la Actividad Regulatoria Energética
CEN	Comité Europeo de Normalización, o <i>Comité Européen de Normalisation</i>
CGA	Asociación de Gas Comprimido, o <i>Compressed Gas Association</i>
CNRT	Comisión Nacional de Regulación del Transporte
CO2	Dióxido de Carbono
DFL	Decreto con Fuerza de Ley
DIN	Instituto Alemán de Normalización, o <i>Deutsches Institut für Normung</i>
DNV	Det Norske Veritas
DS	Decreto Supremo

DVGW	Asociación Técnica y Científica Alemana del Gas y el Agua, o <i>Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches</i>
DWA	Asociación Alemana para el Manejo del Agua, Aguas Residuales y Residuos
ED	Electodiálisis
EDI	Electrodeionización
EG	Verordnung
EIGA	Asociación Europea de Gases Industriales, o <i>European Industrial Gases Association</i>
EMVG	Ley sobre compatibilidad electromagnética de los equipos, o <i>Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln</i>
EN	Estándar Europeo, o <i>European Standard</i>
ENARGAS	Ente Nacional Regulador del Gas
ENH	Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno de bajas emisiones
ENRE	Ente Nacional Regulador de la Electricidad
EnWG	Ley de la Energía de Alemania
FMEA	Análisis de Modo de Falla y Efecto
GashochdruckleitungsV	Reglamento sobre Gasoductos de Alta Presión
GefStoffV	Reglamento sobre Sustancias Peligrosas
GGVSEB	Reglamento de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril y vías navegables interiores, o <i>Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt</i>
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GmbH
GNL	Gas Natural Licuado
IACS	International Association Of Classification Societies Ltd.
ICONTEC	Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación
IEC	International Electrotechnical Comision
IKI	Iniciativa Internacional de Clima, o <i>Internationale Klimaschutzinitiative</i>

IRAM	Instituto Argentino de Normalización y Certificación
ISO	Organización Internacional de Normalización, o <i>International Organization for Standardization</i>
MEN	Ministerio de Energía de Chile
MERCOSUR	Mercado Común del Sur
MH	Conjuntos de hidruros metálicos
MINSAL	Ministerio de Salud de Chile
MTT	Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones de Chile
NAG	Normas Argentinas de Gas
NAV	Reglamento de conexión a redes de baja tensión, o <i>Niederspannungsanschlussverordnung</i>
NEC	Código Eléctrico Nacional de Estados Unidos, o <i>National Electrical Code of the United States</i>
NF	Nanofiltración
NFPA	<i>National Fire Protection Association</i>
NH₃	Amoníaco
NTC	Norma Técnica Colombiana
ODV	Ley de Infracciones Administrativas, o <i>Ordnungswidrigkeitengesetz</i>
ONU	Organización de las Naciones Unidas,
OSHA	Administración de Seguridad y Salud Ocupacional, o <i>Occupational Safety and Health Administration</i>
ProdSG	Ley de Seguridad de los Productos
RID	Reglamento relativo al Transporte Internacional de Mercancías Peligrosas por Ferrocarril
RIGI	Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones
RO	Ósmosis Inversa, o <i>Reverse Osmosis</i>
RohrFLtgV	Reglamento sobre Tuberías a Larga Distancia
SC	Subcomité, o <i>Sub Committee</i>

SE	Secretaría de Energía de la Nación
SEC	Superintendencia de Electricidad y Combustibles
TC	<i>Standards Technology Program</i>
TR	Reporte Técnico, o <i>Technical Report</i>
TRBS	Reglas Técnicas para la Seguridad Operativa
TRFL	Reglas Técnicas para Tuberías a Larga Distancia
TRGS	Reglas Técnicas para Sustancias Peligrosas
TRWS	Reglas Técnicas para Sustancias Peligrosas para el Agua
TS	Especificación Técnica, o <i>Technical Specification</i>
UE	Unión Europea
UVPG	Ley de evaluación del impacto ambiental, o <i>Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz</i>
VDI	Asociación de Ingenieros Alemanes, o <i>Verein Deutscher Ingenieure</i>
WHG	Ley de Recursos Hídricos de Alemania

1 Introducción

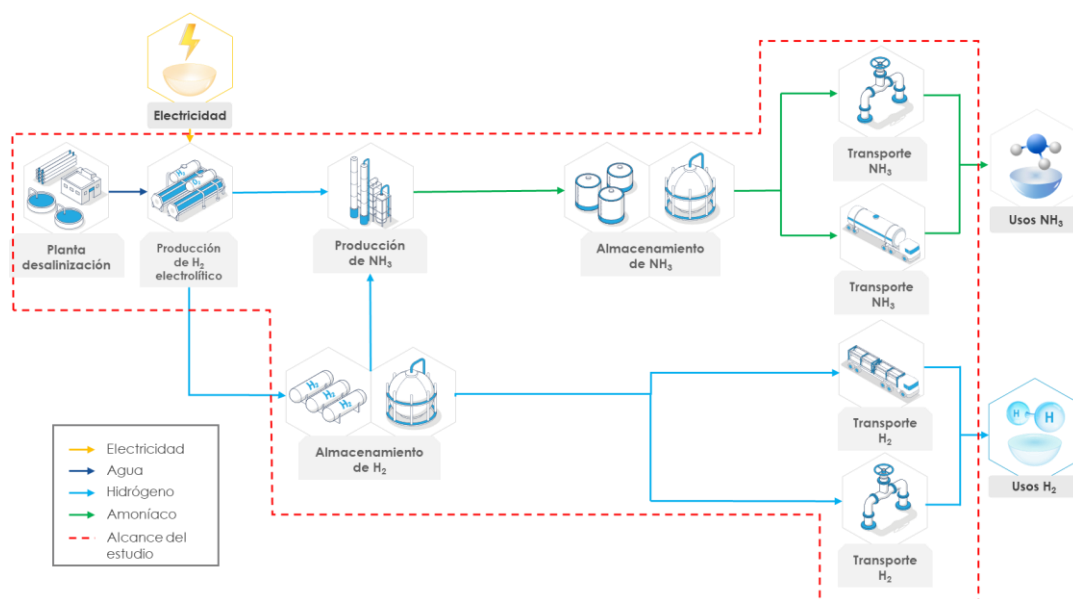
Argentina atraviesa una etapa de definición de marcos y capacidades para desplegar el hidrógeno de bajas emisiones en el mercado local y de exportación. Este reporte reúne evidencia técnica y regulatoria sobre las cadenas de valor de hidrógeno y amoníaco y propone lineamientos para orientar políticas y normas, priorizando la seguridad, la competitividad y la alineación con estándares internacionales. La urgencia de avanzar en esta materia se explica por las **propiedades físico-químicas singulares** del hidrógeno y el amoníaco. El hidrógeno es un gas inflamable que, por alta difusividad, amplio rango de inflamabilidad y capacidad de permeación en materiales, representa desafíos significativos en materia de seguridad si no se gestiona adecuadamente. El amoníaco, por su parte, es altamente tóxico para los seres humanos y el medio ambiente, lo que demanda estrictos protocolos de seguridad para su manipulación, almacenamiento y transporte. Pese a estos riesgos, ambos compuestos gozan de creciente reconocimiento como vectores energéticos en la transición hacia una matriz energética baja en emisiones.

En este marco, este informe busca contribuir a ese proceso mediante un diagnóstico técnico-regulatorio detallado, que incluye la identificación de vacíos normativos, la recopilación de buenas prácticas internacionales, y la formulación de **recomendaciones orientadas al desarrollo de normativa técnica y de seguridad específica para el sector**, adecuada al contexto argentino y alineada con las mejores prácticas globales. De esta manera, se espera aportar insumos concretos para la elaboración de un marco regulatorio integral que acompañe el crecimiento seguro y sostenible del hidrógeno y el amoníaco verde en el país.

Argentina cuenta con ventajas comparativas para posicionarse como un actor relevante en el desarrollo del hidrógeno de bajas emisiones, tanto por su abundancia de recursos naturales, energía solar, eólica, disponibilidad territorial y recursos hídricos, como por el interés creciente del sector público y privado en promover inversiones en este campo. En línea con ello, en 2023 se publicó la **Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno**, que plantea metas ambiciosas al 2050 en términos de producción doméstica, exportación y creación de polos productivos. Sin embargo, la implementación efectiva de dicha estrategia requiere avanzar en la construcción de un marco regulatorio claro, coherente y técnicamente robusto, que permita garantizar la seguridad operativa, la protección ambiental y la certidumbre jurídica.

En este contexto, el presente estudio tiene por objetivo **analizar el estado actual de la regulación técnica y de seguridad en Argentina vinculada al hidrógeno y el amoníaco renovable**, considerando las siguientes etapas de su cadena de valor: producción, transporte y almacenamiento, como se muestra en la Figura 1. Para ello, se realiza un relevamiento sistemático de la normativa vigente a nivel nacional y en las provincias seleccionadas, se identifican las principales disposiciones aplicables y las brechas regulatorias existentes, y se revisan los principales **estándares internacionales técnicos y de seguridad**. De esta manera, se busca orientar la adopción o adaptación de marcos regulatorios que acompañen el desarrollo del sector en línea con las mejores prácticas internacionales.

Figura 1 – Definición del alcance del estudio.



Fuente: Elaboración propia por Hinicio (2025).

2 Diagnóstico de la regulación técnica y de seguridad para el hidrógeno y amoníaco en Argentina

La discusión sobre el desarrollo de una economía del hidrógeno en Argentina se ha consolidado en el marco de los objetivos de seguridad energética y descarbonización, y se contempla especialmente en la política nacional de transición energética, la cual se vio plasmada desde lo regulatorio a través del dictado de dos resoluciones de la Secretaría de Energía del Ministerio de Economía.

- i. **Resolución N° 1036/2021 de la Secretaría de Energía:** Aprueba los “Lineamientos para un Plan de Transición Energética al 2030”, que consideran que el sector hidrocarburífero se constituye como fuente de energía primaria estratégica, como complemento para la expansión de las energías renovables y como un posible impulsor para el desarrollo del hidrógeno azul.
- ii. **Resolución N° 517/2023 de la Secretaría de Energía:** Aprueba el “Plan de Transición Energética al 2030”, que fue elaborado con la mirada puesta en la ventana de oportunidad para el aprovechamiento de los recursos naturales del país y contempla específicamente el hidrógeno bajo en emisiones.

El 12 de septiembre de 2023 Argentina presentó oficialmente su “Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno de bajas emisiones” (ENH), la que se propone alcanzar al 2050 el establecimiento de 5 polos productivos con una producción doméstica de al menos 5 millones de toneladas anuales de hidrógeno de bajas emisiones y dos a cinco puertos para exportación de hidrógeno. La estrategia estima que el 20% de la producción estará destinada al mercado local tanto para la descarbonización de los usos actuales (acero, petroquímica y refinación) como para atender los nuevos usos (combustibles sintéticos). El 80% restante estará destinado a las exportaciones con un costo competitivo de 1,4 U\$/kg de hidrógeno verde, para satisfacer la demanda del mercado internacional de vectores energéticos de bajas emisiones, como amoníaco y metanol.

La ENH, como herramienta de política pública, condujo a la elaboración de planes de acción para organizar la agenda de trabajo de los próximos años, considerando las metas establecidas para 2030-2050. Para ello se conformaron grupos de trabajo en el marco de la *Mesa Intersectorial del Hidrógeno*, en función de los temas críticos identificados por los actores del sector.

Puntualmente con relación a la temática “habilitadores regulatorios” y en el objeto de estudio bajo análisis, se concluyó que el despliegue de las cadenas de valor asociadas a la producción y uso del hidrógeno demandan garantías técnicas principalmente vinculadas a la seguridad de los trabajadores, de los usuarios y del entorno.

En este sentido, los participantes de la Mesa Intersectorial identificaron las siguientes necesidades (Subsecretaría de Estrategia para el Desarrollo, 2023):

1. Implementar en el país normas técnicas que garanticen la seguridad en todos los segmentos de la cadena de valor siguiendo los lineamientos del Comité Técnico 197 de Tecnologías de Hidrógeno de la Organización Internacional de Normalización (ISO/TC 197) e incorporar expertos técnicos a nivel local para la discusión en el comité del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM) sobre tecnologías del hidrógeno.

2. Dar prioridad en el corto plazo a la puesta en funcionamiento de normas vinculadas al hidrógeno en estado gaseoso.
3. Evaluar el sistema de gasoductos para incorporar hidrógeno y las regulaciones que esto pueda demandar.
4. Adecuar la normativa de diseño y seguridad para los artefactos gasodomésticos y para usos en transporte.

Como se aborda más adelante, las distintas propuestas de marcos normativos desarrolladas por el Poder Ejecutivo y Legislativo hasta la fecha de este informe no han sido sancionadas con fuerza de ley. Por ello, tampoco se han reglamentado aspectos técnicos y de seguridad específicos en materia de producción de hidrógeno y/o amoníaco.

A continuación, se expone el estatus actual del marco regulatorio relacionado con la temática bajo análisis.

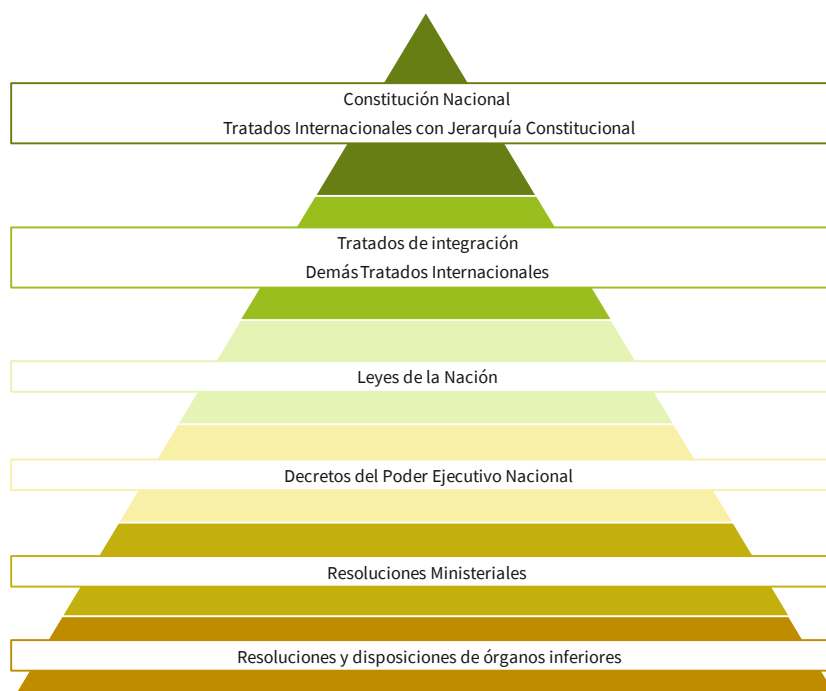
2.1 Estado del arte del marco regulatorio

2.1.1 Análisis del marco regulatorio vigente en Argentina a nivel nacional

Antes de profundizar en el análisis del marco regulatorio vigente para el desarrollo de un mercado de hidrógeno y amoníaco en Argentina, es fundamental comprender la jerarquía normativa del país.

La Constitución Nacional de la República Argentina, reformada por última vez en el año 1994, es la carta magna y ley suprema en todo el territorio, y es el fundamento del resto de las disposiciones legales. A partir de ella se estructuran los tratados internacionales, las leyes nacionales, los decretos del Poder Ejecutivo, y las resoluciones ministeriales y de órganos inferiores, cada uno con distinta jerarquía normativa. Esta organización piramidal del derecho argentino se representa gráficamente en la siguiente figura, que ilustra el orden jerárquico de las normas vigentes a nivel nacional:

Figura 2 - Pirámide de Kelsen o jerarquía normativa de Argentina.



Fuente: Elaboración propia Hinicio en base a (*Sistema de Información Ambiental de Lujan, s.f.*).

Este esquema resulta clave para entender la jerarquía y el alcance normativo de las distintas disposiciones legales que regulan, directa o indirectamente, la producción, el uso y/o el transporte del hidrógeno y amoníaco.

La Constitución Nacional argentina establece en su artículo 41 el derecho a un ambiente sano y equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras. Expresamente dispone que las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.

El mismo artículo de la Constitución Nacional faculta al Congreso Nacional a sancionar leyes de presupuestos mínimos de protección ambiental. Estas leyes establecen estándares uniformes e inderogables de tutela ambiental que deben cumplirse en todo el territorio nacional y solo pueden ser complementadas por las jurisdicciones locales mediante disposiciones más exigentes. Se entiende por presupuesto mínimo el umbral básico de protección ambiental que la Nación establece como piso de garantías, incluyendo principios rectores, conceptos fundamentales y normas técnicas que fijan valores mínimos de calidad ambiental.

Es importante destacar que las normas ambientales y las normas de seguridad están intrínsecamente relacionadas, ya que ambas buscan proteger la salud humana y el medio ambiente. Las normas ambientales establecen límites para la contaminación y la degradación ambiental, mientras que las normas de seguridad se enfocan en prevenir accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo, que a menudo tienen un impacto ambiental. En el caso de sustancias como el hidrógeno o el amoníaco, cuya manipulación conlleva riesgos significativos, las normas de seguridad también definen requisitos técnicos específicos para el diseño, operación y mantenimiento de instalaciones, incluyendo medidas de control de fugas, ventilación, señalización, planes de emergencia y capacitación del personal, contribuyendo así a la prevención de incidentes con posibles impactos tanto en el ambiente como en las personas.

Al margen de estas leyes de presupuestos mínimos que refieren exclusivamente a cuestiones ambientales, la Constitución Nacional en su artículo 75 inciso 12 faculta al Congreso al dictado de los códigos de fondo (civil, comercial, penal, y del trabajo y la seguridad social), y por ende, las normas básicas de seguridad e higiene tienen alcance nacional y son obligatorias para todas las jurisdicciones, salvo que se trate de aspectos expresamente delegados a las provincias. En este sentido, la Ley 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo, sus decretos reglamentarios, la Ley 24.557 de Riesgos del Trabajo y sus disposiciones son aplicables en todo el territorio nacional de forma irrenunciable. Las provincias ejercen poder de policía para habilitar, fiscalizar y sancionar el funcionamiento de establecimientos en su territorio, exigiendo el cumplimiento de la normativa nacional y, en muchos casos, requisitos propios referidos a planeamiento local, habilitaciones, inspecciones, protección civil o manejo de residuos peligrosos.

Establece el artículo 31 de la Constitución Nacional que las leyes dictadas por el Congreso y los tratados con los países extranjeros son la ley suprema de la Nación; y las autoridades de cada provincia están obligadas a conformarse a ella, no obstante, cualquiera disposición en contrario que contengan las leyes o constituciones provinciales.

Estas leyes de carácter federal son entonces obligatorias para los gobiernos subnacionales, a diferencia de las que la doctrina denomina “de adhesión” y que sólo son obligatorias si las provincias adhieren expresamente a través del dictado de una ley provincial. No tienen un artículo específico y explícito en la Constitución Nacional que las regule de forma directa como tal. Sin embargo, su fundamento constitucional se desprende del esquema federal establecido en la Constitución, en

particular del artículo 121 de la Constitución Nacional que reconoce que las provincias conservan todo el poder no delegado al Gobierno Federal, por lo que en materias concurrentes o de regulación mínima, la Nación puede dictar una ley nacional que invite a las provincias a adherir para su aplicación local. Un ejemplo de estas leyes son las que regulan los residuos peligrosos o especiales.

2.1.1.1 *Proyectos de Ley sobre hidrógeno*

En Argentina, el hidrógeno fue expresamente reconocido y promovido como combustible y vector energético por la Ley Nacional N° 26.123 de promoción del hidrógeno, sancionada el 2 de agosto de 2006, que declaró de interés nacional el desarrollo de la tecnología, la producción, el uso y aplicaciones del hidrógeno como combustible y vector de energía.

Su artículo 2° expresamente reza: *“La presente ley promueve la investigación, el desarrollo, la producción y el uso del hidrógeno como combustible y vector energético, generado mediante el uso de energía primaria y regula el aprovechamiento de su utilización en la matriz energética.”*

Esta ley estableció un régimen de promoción, un fondo nacional específico y la obligación de la autoridad de aplicación de regular los parámetros de seguridad obligatorios para su habilitación para su uso como combustible o como portador de energía.

La Ley Nacional N° 26.123 no fue reglamentada y el plazo de vigencia de quince (15) años establecido en su artículo 21° ya transcurrió, por lo que ha perdido vigencia.

Sin perjuicio de ello, y no obstante que a la fecha la Argentina no cuenta con otra ley nacional que regule y/o promueva el hidrógeno, existen varios proyectos de ley en tratamiento ante el Congreso Nacional, todos los cuales consideran al hidrógeno como energético. Se hace referencia a aquellos que han merecido mayor atención:

- a. Proyecto de “Ley de Promoción del Hidrógeno de Bajas Emisiones de Carbono y otros gases de efecto invernadero” propiciado desde la Secretaría de Energía en el año 2023 y reingresado al Senado de la Nación bajo el número 1825-S-2024: define específicamente como vectores del hidrógeno a la “sustancia o compuesto que, gracias a sus características, puede ser utilizado como medio de transporte, manipulación, procesamiento, acumulación y/o utilización de la molécula de hidrógeno.”
- b. Proyecto de ley “Marco Regulatorio para la industria del Hidrógeno de origen renovable y de bajas emisiones y sus derivados”, ingresado al Senado bajo el número 1714-S-2024 el 12 de septiembre de 2024: contempla expresamente entre sus objetivos: “Fomentar la aplicación del hidrógeno de origen renovable y de bajas emisiones en aplicaciones energéticas y no energéticas en reemplazo del uso de recursos fósiles.”
- c. Proyecto de ley presentado el 3 de julio de 2025 ante la Cámara de Diputados bajo el número 3503-D-2025: suscripto por 25 legisladores, el proyecto tiene como objetivo otorgar un marco normativo para promover inversiones, declarando de interés nacional las inversiones en el desarrollo, producción, transporte, almacenamiento, exportación y uso del hidrógeno de origen renovable y de bajas emisiones, así como sus derivados, en todo el territorio nacional. El proyecto establece una cláusula de estabilidad tributaria por 30 años para los proyectos de inversión vinculados a la cadena de valor del hidrógeno, lo que implica que no serán afectados por la derogación de la ley ni por la creación o incremento de tributos que resulten más gravosos que los vigentes al momento de su sanción. Este proyecto se centraliza en atraer inversiones y busca complementar el Régimen de Incentivo para Grandes Inversiones (RIGI) establecido en la Ley N° 27.742, adaptándolo a las particularidades de la industria del hidrógeno para asegurar condiciones de previsibilidad, estabilidad y seguridad jurídica.

En cuanto a la autoridad de aplicación, el primer proyecto referido establece que será la Secretaría de Energía de la Nación, sin perjuicio de las competencias provinciales que correspondan, mientras que los otros dos proyectos citados prevén que la autoridad de aplicación será determinada por el Poder Ejecutivo Nacional. Por su parte, el proyecto referenciado en c. menciona entre las funciones de la autoridad de aplicación, que será definida por el Poder Ejecutivo Nacional – **aprobar normas, criterios y estándares de seguridad para los proyectos.**

2.1.1.2 Tratamiento normativo del hidrógeno y del amoníaco

Como se desarrollará a continuación, el hidrógeno y el amoníaco reciben tratamiento en diferentes marcos normativos. Por un lado, como sustancias inflamables quedan contemplados en la regulación energética en materia de seguridad. Sin embargo, desde el punto de vista de la seguridad industrial y ambiental, ambos compuestos son clasificados como sustancias peligrosas bajo estándares internacionales, como el documento de Recomendaciones Relativas al Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas (2009). El hidrógeno es clasificado como gas inflamable debido a su alta reactividad y amplio rango de inflamabilidad, mientras que el amoníaco es considerado peligroso debido a su toxicidad y potencial impacto sobre la salud humana y el ambiente. En consecuencia, ambas sustancias deben estar sujetas a controles estrictos de seguridad, protocolos de manipulación, almacenamiento y transporte, y regulaciones laborales y ambientales.

En materia de seguridad de instalaciones energéticas, la **Ley Nacional N° 13.660** sancionada en 1949, que establece que todas las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles líquidos o gaseosos deberán ajustarse a las normas y requisitos de seguridad establecidos por el Poder Ejecutivo, y complementada por su **Decreto Reglamentario N° 10.877/60**, que establece disposiciones relativas a la seguridad de las instalaciones mencionadas, constituye el marco normativo fundamental en Argentina. Tal como se describe en la Tabla 1, esta normativa regula la seguridad de las instalaciones destinadas a la producción, transformación y almacenamiento de combustibles líquidos, gaseosos y sólidos minerales y en las plantas generadoras de energía eléctrica. Entre sus disposiciones se incluyen requisitos técnicos como distancias mínimas entre equipos y unidades en destilerías, así como criterios para la elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles. También habilita a empresas específicas para la elaboración, almacenamiento y comercialización de biocombustibles, así como su mezcla con combustibles fósiles.

Tabla 1: Resumen del Decreto N° 10.877/60

Descripción	
Ámbito de aplicación	Establece su ámbito de aplicación de manera comprehensiva en todo el territorio nacional argentino. Su alcance territorial es nacional, sin restricciones geográficas, aplicándose a todas las instalaciones comprendidas en su objeto.
Instalaciones comprendidas	Instalaciones de combustibles: Elaboración de combustibles sólidos minerales, líquidos o gaseosos Transformación de combustibles sólidos minerales, líquidos o gaseosos Almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos o gaseosos

	<p>Plantas generadoras de energía eléctrica: Se rigen por normas específicas establecidas por la autoridad jurisdiccional, coordinadas con las disposiciones del Poder Ejecutivo para necesidades de defensa nacional.</p>
Objetivos fundamentales	<p>La ley establece que las instalaciones mencionadas deben ajustarse a normas y requisitos específicos para satisfacer:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Seguridad y salubridad de las poblaciones 2. Seguridad de las instalaciones 3. Abastecimiento normal de los servicios públicos y privados 4. Necesidades de la defensa nacional
Capítulos	<ol style="list-style-type: none"> I. Nomenclatura II. Defensas en destilerías de petróleo III. Defensas en parques de tanques de almacenamiento de petróleo crudo y/o sus derivados IV. Defensas en plantas deshidratadoras y desaladoras de petróleo crudo V. Defensas en plantas de gasolina VI. Defensas en muelles VII. Defensa de cargaderos de vagones y camiones tanques VIII. A — Nomenclatura, definiciones y especificaciones IX. Disposiciones específicas X. Defensas de planteles de gas manufacturado XI. Defensas en instalaciones de almacenaje de gas gasómetros XII. Defensas en plantas compresoras XIII. Defensas en plantas de almacenaje y distribución de gas licuado XIV. Defensas en gasógenos XV. Defensas en playas de almacenamiento de combustibles sólidos minerales XVI. Defensas en plantas generadoras de energía eléctrica
Régimen de Autorizaciones	<p>La normativa establece un régimen de autorización previa para:</p> <p>Construcción de nuevas destilerías de petróleo (cualquiera sea su capacidad)</p> <p>Ampliación o modificación de destilerías existentes</p> <p>Construcción, ampliación o modificación de usinas de producción de gas</p> <p>Depósitos de combustibles (líquidos, gaseosos o sólidos minerales), con excepciones por menor importancia</p>
Autoridad de aplicación (evolución a lo largo del tiempo)	<p>1960: Secretaría de Estado de Energía y Combustibles (Decreto 10877/1960).</p>

	<p>1982: Secretaría de Energía, designada como autoridad de aplicación de las leyes 13.660, 15.336, 17.319 y 21.778 (Decreto 432/1982).</p> <p>Actualidad: La Secretaría de Energía del Ministerio de Economía mantiene la competencia como autoridad de aplicación; a excepción de las zonas portuarias y ribereñas, fluviales o marítimas, donde el organismo competente es la Secretaría de Obras Públicas por intermedio de su repartición pertinente</p>
Normas Modificatorias y Complementarias	<p>Decreto 401/2005: Modificó el Decreto 10877/60, ampliando la competencia para incluir instalaciones de producción y transformación para derivados del petróleo, gas natural o manufacturado de cualquier capacidad</p>
Resoluciones y Disposiciones Complementarias	<p>La normativa se ha actualizado mediante múltiples resoluciones y disposiciones, incluyendo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Resoluciones Conjuntas Secretaría de la Competencia, la Desregulación y la Defensa del Consumidor y Secretaría de Energía y Minería N° 49 y 52/2001: SE como órgano encargado de aplicar la normativa vigente en materia de seguridad en la cadena de gas licuado. • Resolución SE 76/2002: Tanques para almacenamiento en establecimientos agropecuarios. • Resolución SE 136/2003: Creación del Registro Nacional de la Industria del Gas Licuado de Petróleo. • Resolución SE 1102/2004: Registro de bocas de expendio de combustibles. • Resolución SE 1296/2008: Condiciones mínimas para plantas de biocombustibles en relación a su seguridad en caso de incendio. • Disposición 336/2019 de la Subsecretaría de Hidrocarburos y Combustibles: Requisitos para tanques de medición de petróleo crudo. • Resolución SE 414/21: Crea el Registro de Entidades Auditoras de Seguridad, Técnicas y Ambientales y aprueba su reglamentación. • Resolución SE 147/25: Condiciones de Seguridad para la Operación de una Instalación Autorizada a Operar con Modalidad Autodespacho. • Resolución SE 277/25: Crea el Registro Nacional de Tanques Aéreos de Almacenamiento de Hidrocarburos y Derivados

	Del Petróleo y establece condiciones técnicas y régimen de auditorías.
Establecimientos objeto de registro	Los establecimientos para la elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles líquidos y gaseosos son objeto de Registro ante la Secretaría de Energía de la Nación.

El artículo 1.709 del Decreto N° 10.877/60 establece que cuando por evolución de la técnica se ofrezcan nuevas soluciones, el organismo competente fiscalizará las pruebas y adoptará las previsiones que estime adecuadas.

Aunque la normativa referenciada contempla combustibles gaseosos en general y no aborda al hidrógeno ni al amoníaco de forma específica, por tratarse de establecimientos que operarán productos inflamables, podría interpretarse que las instalaciones de hidrógeno deberán ajustarse, en todo el territorio de la Nación, a las normas y requisitos que establezca el Poder Ejecutivo para satisfacer la seguridad de las instalaciones mencionadas, salvo que rigiese un ordenamiento específico. Los municipios, en este caso, podrían establecer otras condiciones de seguridad, siempre que no fuesen menos exigentes.

Al respecto, cabe destacar que el hidrógeno presenta propiedades físico-químicas singulares, como su baja densidad, alta difusividad y amplio rango de inflamabilidad, que lo diferencian sustancialmente de otros gases combustibles convencionales, y el amoníaco por su parte es sustancia tóxica. Por ello, su manipulación segura requiere medidas técnicas particulares, diferentes a las expuestas en el Decreto Reglamentario N° 10.877/60, lo que pone en evidencia la necesidad de contar con normativas diferenciadas, que podrían ser reglamentos dictados bajo la misma norma, que aborden diversos componentes a lo largo de toda la cadena de valor del hidrógeno.

Por otra parte, el hidrógeno estaría contemplado en la reglamentación de la **Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo de Argentina (Decreto N° 351/79)**, que establecen normas generales para la seguridad y salud laboral. En el capítulo 17 del Anexo I se establecen disposiciones generales para los establecimientos donde se fabriquen, manipulen o empleen **sustancias infectantes o susceptibles de producir polvos, gases o nieblas tóxicas o corrosivas** que pongan en peligro la salud o vida de los trabajadores, como medidas para el manejo seguro de las sustancias, que se debe contar con un plan de seguridad para el caso de fugas de la sustancia, entre otros.

De manera complementaria, el capítulo 18 del mismo Anexo aborda la protección contra incendios, que comprende condiciones de construcción, instalación y equipamiento. Dentro de los objetivos del capítulo se encuentra dificultar la iniciación y propagación de incendios, además de evitar los efectos de los gases tóxicos.

En el artículo 164 se dispone que “En las plantas de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles sólidos minerales, líquidos o gaseosos, deberá cumplirse con lo establecido en la Ley N° 13.660 y su reglamentación [...]”, junto con otras disposiciones de carácter general con las que debe cumplir adicionalmente. De esta disposición se desprende que, en aquellos sectores que cuentan con especificaciones de seguridad dedicadas, dichas normas especializadas deben aplicarse por sobre la Ley de Higiene y Seguridad, dado que poseen mayor relevancia jurídica y un grado de especialización normativa acorde a los riesgos propios de la actividad.

Asimismo, la Ley N° 24.557 sobre Riesgos del Trabajo que busca prevenir los riesgos y la reparación de los daños derivados del trabajo, se regulan aquellas sustancias químicas que puedan implicar un riesgo de accidente mayor en cualquier etapa del proceso productivo: transporte, manipulación, almacenamiento, disposición, etc.

En este marco, la Resolución N° 743/2003 de la Superintendencia de Riesgos del Trabajo, establece el “Registro Nacional para la Prevención de Accidentes Industriales Mayores”. Los empleadores que produzcan, importen, utilicen, obtengan en procesos intermedios, vendan y/o cedan a título gratuito una cantidad superior a las establecidas en el Anexo I de sustancias químicas deberán registrarse. En el caso del hidrógeno, se establece una cantidad umbral límite de 5 toneladas, como una sustancia química a declarar por parte del empleador. En el caso del amoníaco, el umbral depende de la toxicidad por ignición, dependiendo del nivel varía entre 5 y 50 toneladas. Anualmente, se debe presentar la información detallada en el Anexo II de la resolución, que incluye una evaluación de riesgos, descripción del sistema de gestión de seguridad, entre otros, para lo cual no se referencian normas internacionales específicas.

2.1.1.3 Transporte de hidrógeno y amoníaco

El transporte de hidrógeno y amoníaco representa un eslabón crítico dentro de su cadena de valor, especialmente considerando sus propiedades como sustancias peligrosas.

En el caso del **transporte por ductos**, actualmente no existe una regulación específica en Argentina aplicable al hidrógeno ni al amoníaco. La única disposición relacionada es la norma NAG 602, que establece especificaciones para la calidad del gas natural y gases análogos transportados por redes, incluyendo mezclas con gases renovables¹; sin embargo, esta normativa excede el alcance del presente estudio debido a que no se consideran aspectos de calidad de las sustancias.

Por otro lado, **el transporte por carretera o ferrocarril** se encuentra regulado bajo el régimen general de transporte de mercancías peligrosas, bajo la autoridad de la Comisión Nacional de Regulación del Transporte (CNRT). Este marco establece requisitos sobre identificación del contenido, protocolos de actuación ante incidentes y capacitación obligatoria para conductores. El transporte interjurisdiccional en todo el país se rige principalmente por las siguientes normas nacionales para el transporte de carga:

- Ley Nacional N° 24.449 de Tránsito y Seguridad Vial y modificaciones
- Decreto N° 779/1995, reglamentario de la Ley N° 24.449 y sus modificatorias, aprueba el Anexo S “Reglamento general para el transporte de mercancías peligrosas por carretera”, que establece reglas y procedimientos para el transporte de sustancias catalogadas como peligrosas de acuerdo a la “Clasificación y Numeración enunciadas en las Recomendaciones para el Transporte de Mercancías Peligrosas de las Naciones Unidas y en el Listado de Mercancías Peligrosas aprobado en el ámbito del MERCOSUR - 'Acuerdo sobre Transporte de Mercancías Peligrosas y sus Anexos'”. A lo largo del decreto de establecen especificaciones respecto a los vehículos y

¹ En la NAG 602 los combustibles gaseosos renovables se definen como “compuesto químico o conjunto de compuestos químicos combustibles, obtenidos a partir de fuentes energéticas renovables, que, en un amplio rango de presión y temperatura, se encuentra en estado gaseoso”.

equipamientos utilizados para el transporte de sustancias peligrosas, del acondicionamiento, carga, descarga, almacenaje y operaciones de transporte, procedimientos en casos de emergencia, entre otros. Entre estas sustancias se encuentra el hidrógeno y el amoníaco como gas inflamable y gas tóxico, respectivamente. Específicamente, en su artículo 5, establece que el transporte de las mercancías peligrosas se registrará por las disposiciones del presente Reglamento General y por la reglamentación específica vigente dispuesta por los organismos designados Autoridad de Aplicación de leyes o normas relativas a determinadas mercancías peligrosas, tales como la Dirección General de Fabricaciones Militares, la Subsecretaría de Combustibles, la Comisión Nacional de Energía Atómica, la Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente Humano, etcétera.

Si bien existen estas regulaciones, aún no se ha desarrollado una normativa específica que contemple las particularidades físicas, químicas y de seguridad que implican el manejo de hidrógeno y amoníaco.

2.1.1.4 Plantas de desalinización

En relación con la regulación aplicable a las plantas desalinizadoras, no se identifican normas específicas que aborden aspectos de seguridad dentro de este tipo de instalaciones.

La única regulación aplicable identificada corresponde a la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su reglamentación. En su artículo primero, esta ley establece que “sus disposiciones se aplicarán a todos los establecimientos y explotaciones, persigan o no fines de lucro, cualesquiera sean la naturaleza económica de las actividades, el medio donde ellas se ejecuten, el carácter de los centros y puestos de trabajo y la índole de las maquinarias, elementos, dispositivos o procedimientos que se utilicen o adopten”.

Cabe mencionar que en el año 2019 se presentó el proyecto de ley titulado "Establécese la implementación de plantas desalinizadoras basadas en principios de sustentabilidad (bajo el número 3752-D-2019) el cual buscaba avanzar hacia un marco regulatorio específico para este tipo de infraestructuras y establecía que el Poder Ejecutivo Nacional tenía la responsabilidad de reglamentarla. Sin embargo, dicho proyecto perdió vigencia y no fue aprobado, por lo que actualmente persiste la ausencia de una regulación para este componente fundamental en la producción de hidrógeno electrolítico, y por extensión, también en la producción de amoníaco.

2.1.1.5 Normas nacionales

En Argentina, el desarrollo y adopción de normas técnicas está a cargo del Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM), que actúa como organismo nacional de normalización y representa al país ante la Organización Internacional de Normalización (ISO). En este rol, IRAM adopta y, cuando corresponde, adapta normas internacionales al contexto nacional, permitiendo su aplicación como referencia técnica y regulatoria.

Estas normas son estándares voluntarios de gestión de calidad, seguridad, medio ambiente, etc., que las organizaciones pueden adoptar para mejorar sus procesos y productos. Si bien no son obligatorias ya que no se aprueban por disposición legal, algunas normas pueden ser requeridas por regulaciones específicas.

En relación con el **hidrógeno**, las únicas normas IRAM vigentes que lo abordan específicamente son:

- **IRAM-ISO 14687** – *Especificaciones de calidad del hidrógeno combustible*: establece los requisitos mínimos de pureza y calidad del hidrógeno según su uso final, ya sea en pilas de combustible para movilidad, generación eléctrica u otras aplicaciones.
- **IRAM-ISO 15916** – *Consideraciones básicas de seguridad del hidrógeno*: proporciona lineamientos sobre el uso seguro del hidrógeno en estado gaseoso y líquido, abordando peligros potenciales, medidas de mitigación y principios de diseño seguro.

En cuanto al **amoníaco**, existen normas IRAM que regulan aspectos específicos de seguridad en su manipulación, transporte y almacenamiento:

- **IRAM 2576** – *Cilindros de acero, con costura, para amoníaco*: establece requisitos técnicos para el diseño y fabricación de cilindros destinados al almacenamiento seguro de amoníaco.
- **IRAM-SEPLAFAM-Q 38070** – *Precauciones en el manipuleo, transporte y uso de productos tóxicos – Amoníaco anhidro*: define prácticas seguras y requisitos para minimizar riesgos en su utilización.
- **IRAM 2662** – *Recipientes para amoníaco con contenido comprendido entre 350 kg y 500 kg*: regula características técnicas y condiciones de seguridad de envases de capacidad media.

Por otro lado, **no existen actualmente normas IRAM específicas para plantas desaladoras**.

Estas normas constituyen un punto de partida importante, pero resultan aún insuficientes para abarcar integralmente todos los aspectos de la cadena de valor del hidrógeno y el amoníaco, lo que refuerza la necesidad de continuar ampliando y actualizando el cuerpo normativo nacional.

2.1.1.6 Competencia y autoridades regulatorias

Con relación a quién resultaría ser la autoridad competente en materia de seguridad en base al análisis normativo efectuado, resulta claro que es la Secretaría de Energía de la Nación quien tiene hoy a su cargo la competencia en materia de seguridad en instalaciones de elaboración de combustibles líquidos y gaseosos, lo que incluye al hidrógeno y al amoníaco para usos energéticos.

Asimismo, es preciso señalar que, tratándose de un proyecto de producción de hidrógeno de origen renovable, si bien existen distintos organismos y niveles de gobierno involucrados en el proceso de autorización de un proyecto eólico o solar, la Secretaría de Energía de la Nación también habilita y registra los proyectos de energías renovables, excepto que sean *off grid* (no conectados al S.A.D.I.).

Por su parte, el Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS) en su carácter de autoridad de aplicación de la **Ley Nacional N° 24.076** de Gas Natural, posee entre sus competencias la de dictar reglamentos en materia de seguridad, normas y procedimientos técnicos, de medición y facturación de los consumos, de control y uso de medidores de interrupción y reconexión de los suministros, de escape de gas, de acceso a inmuebles de terceros, calidad del gas y odorización.

Se hace la salvedad de que el artículo 161 de la **Ley N° 27.742** (Ley de Bases y Puntos de Partida para la Libertad de los Argentinos), dictada en 2024, ha dispuesto la unificación de los Entes Reguladores de gas y de electricidad, mediante la creación del Ente Nacional Regulador del Gas y la Electricidad el que reemplazará y asumirá las funciones del Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), creado por el artículo 54 de la ley 24.065, y del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS), creado por el artículo 50 de la ley 24.076. Mediante Decreto 452 de fecha 4 de julio de 2025 se estableció la fusión del ENARGAS y el ENRE; se fijó un plazo de 180 días para la puesta en marcha del nuevo organismo.

Por otro lado, fuera de su uso como energético, resultarán competentes autoridades en materia de salud, transporte y otros.

En cuanto al amoníaco, la regulación recae principalmente en organismos de seguridad industrial, salud y ambiente (por ejemplo, Ministerio de Salud, organismos provinciales de ambiente, y entes de seguridad industrial), además de las autoridades de aplicación en materia de transporte y trabajo para aspectos específicos del manejo, almacenamiento y transporte.

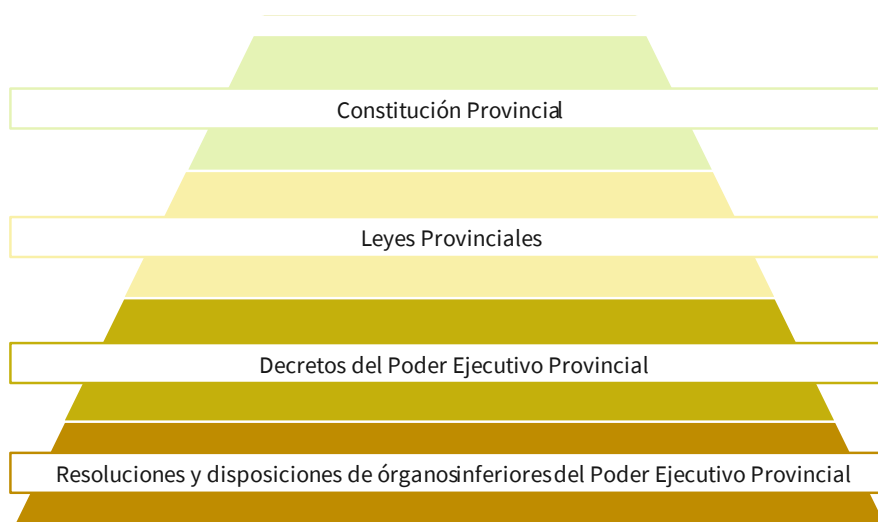
Por su parte, las provincias son competentes para el dictado de normas en materia de seguridad y especialmente de protección ambiental, tal como se abarca en el acápite siguiente.

A continuación, se realiza un relevamiento del estatus regulatorio en relación con los aspectos de seguridad, específicamente en los ámbitos de competencia nacional y de las provincias de Buenos Aires y del Chubut.

2.1.2 Análisis del marco regulatorio vigente en la provincia de Buenos Aires

El marco regulatorio imperante en las provincias, parte de la Constitución Provincial, pasando por leyes, decretos y normas de jerarquía inferior, tal como lo ilustra la siguiente figura:

Figura 3 - Pirámide de Kelsen o jerarquía normativa provincial de Argentina.



Fuente: Elaboración propia Hinicio en base a (Sistema de Información Ambiental de Lujan, s.f.).

La Constitución de la Provincia de Buenos Aires establece en su artículo 28 que los habitantes de la provincia tienen derecho a gozar de un ambiente sano y el deber de conservarlo. La provincia ejerce el dominio eminente sobre el ambiente y los recursos naturales. En este sentido, la **Ley Provincial N°11.723**, modificada por **Ley N° 13.516** establece los principios de la política ambiental.

La provincia adhiere a leyes nacionales sobre energías renovables y establece procedimientos para la aprobación de proyectos de generación eléctrica con fuentes renovables, incluyendo aquellas que utilizan hidrógeno.

Existen normas provinciales que regulan aspectos ambientales que se relacionan en cierta medida con la seguridad industrial y el transporte y que pueden aplicarse al manejo del hidrógeno y amoníaco, tales como **Ley 11.459 de radicación de industrias**, de 1993, y el **Decreto Reglamentario 531/19**, sin embargo, no regulan aspectos de seguridad específicos para instalaciones de estas sustancias.

En esta misma línea, la **Resolución N° 231/96 de la Autoridad de Aplicación Ambiental**, regula el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas en general, estableciendo requisitos para recipientes sometidos a presión, medidas de seguridad en áreas industriales, capacitación del personal y controles técnicos periódicos. Aunque se refiere específicamente al cloro líquido, los principios y exigencias técnicas (como protección contra calor, duchas de seguridad, equipos de protección personal, inspecciones técnicas y distancias de seguridad) son aplicables por analogía a gases inflamables y sustancias peligrosas como el hidrógeno. Por medio de la misma Resolución N° 231/96 de la Autoridad de Aplicación Ambiental, la provincia exige el cumplimiento de normas técnicas IRAM y estándares internacionales para recipientes a presión y manejo seguro de gases, que incluyen estándares aplicables al hidrógeno como gas inflamable y de alta presión. Entre las disposiciones establecidas para recipientes e instalaciones para líquidos refrigerantes se establece que para la manipulación, uso, almacenamiento y transporte de amoníaco se deberá cumplir con la norma IRAM-SEPLAFAM-Q 38070.

Por su parte, la **Ley 5.965 de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y la atmósfera, de 1958, y su reglamentación sobre protección ambiental**, regula la emisión de contaminantes gaseosos a la atmósfera y efluentes líquidos a cuerpos de agua en la provincia de Buenos Aires. Los establecimientos industriales que emitan efluentes a cuerpos de agua salada, como sería el caso de las plantas de desalinización, deben cumplir con las disposiciones establecidas en la reglamentación de la Ley.

En resumen, aunque no existe una norma provincial específica para el hidrógeno y el amoníaco, la regulación aplicable proviene de normas generales sobre sustancias peligrosas, seguridad industrial, higiene laboral y protección ambiental, que establecen:

- Requisitos técnicos para recipientes y almacenamiento.
- Medidas de seguridad en instalaciones industriales y transporte.
- Capacitación y protección del personal.
- Inspección, habilitación y control por parte de autoridades provinciales.
- Licencias ambientales y monitoreo de emisiones.

2.1.3 Análisis del marco regulatorio vigente en la provincia del Chubut

La Constitución de la Provincia del Chubut establece en su artículo 109 que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano que asegure la dignidad de su vida y su bienestar y el deber de su conservación en defensa del interés común. El Estado preserva la integridad y diversidad natural y cultural del medio, resguarda su equilibrio y garantiza su protección y mejoramiento en pos del desarrollo humano sin comprometer a las generaciones futuras.

La **Ley XI N° 35**, también conocida como Código Ambiental de la Provincia del Chubut, es una ley provincial que establece los principios, normas y criterios para la gestión ambiental en la provincia de Chubut. Fue sancionada el 16 de diciembre de 2005 y publicada en el Boletín Oficial el 2 de enero de 2006. La Ley, **junto con su Decreto Reglamentario N° 185/09**, regula la gestión ambiental integral, incluyendo residuos peligrosos y sustancias químicas, estableciendo límites y controles para emisiones y manejo seguro, que aplican a gases inflamables y sustancias peligrosas en general.

Específicamente, la Ley XI N° 35 establece la creación del “Registro Provincial de Generadores y Operadores de Sustancias Peligrosas”, y en el decreto se establece que las plantas de obtención a escala industrial de hidrógeno deben elaborar y presentar un Estudio de Impacto Ambiental. Adicionalmente, en caso de que la actividad suponga riesgos ambientales en caso de accidente, se deberá presentar también un análisis de riesgo. En este se debe indicar las sustancias peligrosas que son parte del proceso (materia prima, producto y subproducto), y especificar las precauciones que

se tomarán para garantizar la seguridad y la protección del medio ambiente. También se deben incluir planos de la planta y el sistema contra incendios, entre otros aspectos, que no estén sujetos a las disposiciones de ninguna norma internacional específica.

Adicionalmente, al margen de su objetivo primario de protección ambiental, cabe mencionar que en el marco de la Ley XI N° 35, el Decreto Reglamentario N°185/09 de la provincia del Chubut determina niveles de calidad para el vuelco de efluentes incluyendo la conductividad. Estas disposiciones son relevantes para las plantas desalinizadoras de agua de mar.

Respecto al transporte, el **Decreto Provincial N° 1.456/11**, reglamenta la habilitación provincial para el transporte de cargas peligrosas en adhesión a la **Ley Nacional N° 24.449**, que establece requisitos para el transporte seguro de sustancias peligrosas, incluyendo capacitación, documentación, y condiciones técnicas de vehículos y rutas.

En resumen, aunque no existe una norma provincial específica para el hidrógeno y amoníaco, la regulación aplicable proviene de normas generales que establecen registros, autorizaciones, comunicación previa a autoridades, capacitación y controles técnicos para garantizar la seguridad en el manejo y transporte de sustancias peligrosas, incluyendo gases inflamables como el hidrógeno y sustancias tóxicas como amoníaco.

2.1.4 Resumen de la regulación de seguridad aplicable a la cadena de valor de hidrógeno y amoníaco

A modo resumen, a continuación, se presenta una tabla con la regulación existente específicamente relacionada a seguridad, aplicable a la cadena de valor de hidrógeno y amoníaco bajo el alcance de este estudio (aquellas en las que no se reconoce una aplicación directa a la cadena de valor, y no se encuentran en la siguiente tabla, se sintetizan en el Anexo A):

Tabla 2: Síntesis de las normas que abordan aspectos de seguridad aplicables a la cadena de valor de hidrógeno y amoníaco. Fuente: Elaboración propia de Hinicio (2025).

Código	Título	Año	Autoridad	Aplicación
Ley N° 13.660	Seguridad, siniestros, combustibles y otros	1949	Honorable Congreso de la Nación Argentina	Todas las instalaciones de elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles líquidos o gaseosos deben ajustarse a las normas y requisitos de seguridad establecidos por el Poder Ejecutivo
Ley N° 19.587	Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo de Argentina	1972	Poder Ejecutivo Nacional	Establece que las condiciones de higiene y seguridad deben ajustarse a las normas de la presente ley y las reglamentaciones que se dicten en consecuencia. Las disposiciones aplicarán a todos los establecimientos, sin importar su naturaleza económica, el entorno, tipo de instalaciones, medios y procedimientos utilizados.
Decreto N° 351/79	Reglamentación de la Ley N° 19.587	1979	Poder Ejecutivo Nacional	Decreto reglamentario de la Ley N° 19.587, en su capítulo 17 (Anexo I) establece disposiciones generales para los establecimientos donde se fabriquen, manipulen o empleen

Código	Título	Año	Autoridad	Aplicación
				sustancias infectantes o susceptibles de producir polvos, gases o nieblas tóxicas o corrosivas. En su capítulo 18 (Anexo I) aborda la protección contra incendios, que comprende condiciones de construcción, instalación y equipamiento.
Ley N° 24.557	Ley de Riesgos del Trabajo	1995	Honorable Congreso de la Nación Argentina	La ley y su normativa reglamentaria regulan la prevención de riesgos laborales y la reparación de los daños derivados del trabajo. En particular, regula aquellas sustancias químicas que puedan implicar un riesgo de accidente mayor en cualquier etapa del proceso productivo.
Resolución N° 743/2003	Antecedentes industriales - Registro	2003	Super-intendencia de Riesgos del Trabajo	En el marco de la Ley N° 24.557, se establece el “Registro Nacional para la Prevención de Accidentes Industriales Mayores”, al que están sujetos los empleadores que produzcan, importen, utilicen, obtengan en procesos intermedios, vendan y/o cedan a título gratuito una cantidad superior a las establecidas en el Anexo I. - Para el hidrógeno se establece una cantidad umbral límite de 5 toneladas. - Para las sustancias tóxicas, como el amoníaco, el umbral depende de la toxicidad por ignición: entre 5 a 50 toneladas.
Ley N° 24.449	Ley de tránsito	1994	Honorable Congreso de la Nación Argentina	La ley y su normativa reglamentaria regulan el uso de la vía pública y se aplican a la circulación de personas, animales y vehículos terrestres, así como a las actividades relacionadas con el transporte, los vehículos, las personas, las concesiones y la infraestructura vial, además de los aspectos ambientales que puedan verse afectados por el tránsito (excluye a los ferrocarriles).

Código	Título	Año	Autoridad	Aplicación
Decreto N° 779/1995	Reglamentación de la Ley N° 24.449	1995	Poder Ejecutivo Nacional	Decreto reglamentario de la Ley N° 24.449 de Tránsito y Seguridad Vial, mediante su Anexo S: Reglamento general para el transporte de mercancías peligrosas por carretera, establece reglas y procedimientos para el transporte por carretera de sustancias catalogadas como peligrosas. Establece especificaciones respecto a los vehículos y equipamientos utilizados para el transporte de sustancias peligrosas, del acondicionamiento, carga, descarga, almacenaje y operaciones de transporte, procedimientos en casos de emergencia, entre otros
Resolución N° 231/96 (Buenos Aires)	Aparatos Sometidos a Presión	1996 (modif. 2007)	Secretaría de Política Ambiental	Regula el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas en general, estableciendo requisitos para recipientes sometidos a presión, medidas de seguridad en áreas industriales, capacitación del personal y controles técnicos periódicos. Establece disposiciones para recipientes e instalaciones para líquidos refrigerantes se establece que para la manipulación, uso, almacenamiento y transporte de amoníaco se deberá cumplir con la norma IRAM-SEPLAFAM-Q 38070.
Ley XI N° 35	Código Ambiental de la Provincia del Chubut	2008	Poder Legislativo Provincial del Chubut	El código tiene por objeto preservar, conservar, defender y mejorar el ambiente de la Provincia, estableciendo principios rectores de desarrollo sustentable y promoviendo acciones que aseguren el equilibrio de los ecosistemas, la calidad ambiental, la diversidad biológica y los recursos escénicos, en beneficio de sus habitantes actuales y de las generaciones futuras.
Decreto N° 185/09 (Chubut)	Reglamentación Ley XI N° 35	2009	Poder Ejecutivo Provincial del Chubut	Decreto reglamentario de la Ley XI N° 35, regula la gestión ambiental integral, incluyendo residuos peligrosos y sustancias químicas, estableciendo límites y controles para emisiones y manejo seguro, que aplican a gases inflamables y sustancias peligrosas en general.

Código	Título	Año	Autoridad	Aplicación
Decreto N° 1.456/11 (Chubut)	Habilitación provincial para el transporte de cargas peligrosas	2011	Poder Ejecutivo Provincial del Chubut	Reglamenta la habilitación provincial para el transporte de cargas peligrosas en adhesión a la Ley Nacional N° 24.449, que establece requisitos para el transporte seguro de sustancias peligrosas, incluyendo capacitación, documentación, y condiciones técnicas de vehículos y rutas.

2.2 Identificación de brechas regulatorias

Considerando la estructura normativa de Argentina y los elementos regulatorios identificados a lo largo del presente capítulo, se observa que la regulación específica de la cadena de valor de un sector industrial se aborda a través de reglamentos, por medio de los cuales se establecen disposiciones específicas respecto a ella. En el caso del hidrógeno y el amoníaco, la disponibilidad de reglamentos específicos en Argentina es escasa.

Actualmente, no existen reglamentos específicos que establezcan medidas de seguridad aplicables a las plantas de producción de hidrógeno y amoníaco. Si bien la Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su reglamentación, así como la Ley de Riesgos del Trabajo N° 24.557, resulta efectiva en su ámbito de aplicación que es la protección de la salud y seguridad de los trabajadores en los lugares de trabajo, esta no contempla disposiciones técnicas particulares para abordar los riesgos propios de la producción de hidrógeno y amoníaco. Esto cobra especial relevancia debido a las propiedades físico-químicas de estas sustancias y a la escala de los futuros proyectos de producción. Lo mismo ocurre con el almacenamiento de estas sustancias, donde también se evidencia la ausencia de disposiciones normativas particulares.

En cuanto al transporte, la disponibilidad de reglamentos varía según el medio utilizado. Para el transporte por ductos, tanto de hidrógeno como de amoníaco exclusivamente, no se identificaron reglamentos específicos que regulen aspectos de seguridad de la infraestructura. En cuanto al transporte terrestre, se encuentra vigente el Reglamento General para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera, contenido en el Anexo S del Decreto 779/95. Sin embargo, resulta necesario revisar si el hidrógeno y el amoníaco, por las particularidades a las que se ha hecho referencia a lo largo de este informe, puede requerir disposiciones particulares.

Como se ha señalado previamente, no existen reglamentos que aborden de manera integral todos los componentes analizados de la cadena de valor del hidrógeno y el amoníaco. En el escenario actual, en el que aún no existe una ley que encomiende regular la seguridad específica del sector del hidrógeno y el amoníaco, la Ley N° 13.660 podría brindar un marco normativo para el desarrollo de reglamentos específicos. Sin embargo, sería necesaria la complementación del Decreto N° 10.877/60 para la aplicación de condiciones de seguridad específicas para hidrógeno y amoníaco. Esta modalidad se utilizó para regular las condiciones mínimas para plantas de elaboración, almacenamiento y mezcla de biocombustibles en relación a seguridad en caso de incendio, a través del dictado de la Resolución de la Secretaría de Energía N° 1296/2008 que en sus considerandos expresamente hace referencia a que el Decreto N° 10.877/60 “prevé la modificación periódica de las

condiciones de seguridad exigibles para las instalaciones de combustibles, de acuerdo al progreso de la técnica y lo que la práctica de su ampliación aconseje.”

Actualmente, Argentina no dispone de una ley nacional que regule o promueva el desarrollo del hidrógeno y sus derivados. No obstante, tal como se mencionó anteriormente, existen proyectos de ley en trámite en el Congreso orientados a establecer un nuevo régimen de promoción y un marco regulatorio específico para impulsar el desarrollo del hidrógeno y sus derivados como energéticos, especialmente en su variante de bajas emisiones. Sin embargo, ninguno de los proyectos contempla obligaciones específicas en materia de seguridad.

Esa normativa de seguridad podría dictarse vía reglamentaria una vez que alguna de estas leyes sea aprobada, o podría ser aprobada por un organismo competente -vgr. la Secretaría de Energía- sin la necesidad de una ley previa. Asimismo, su regulación podría efectuarse bajo el marco de la Ley N° 13.660, o como un régimen especial que la autoridad de aplicación disponga.

Cualquier propuesta normativa deberá contemplar las competencias distribuidas entre la Nación y las provincias, conforme a la Constitución. Será necesario definir qué nivel de gobierno tiene la facultad de dictar, aplicar y fiscalizar la norma. En caso de nuevas regulaciones, también deberá identificarse el organismo competente y el mecanismo de articulación institucional para asegurar su implementación efectiva a lo largo de la cadena de valor.

Respecto a las plantas desalinizadoras, no hay regulación específica de seguridad, lo que se puede deber a que no se manejan sustancias inflamables ni tóxicas, por lo que no se consideran instalaciones de alto riesgo. Los principales riesgos están asociados al manejo de salmuera, lo cual recae principalmente en el ámbito ambiental más que en la seguridad industrial.

3 Estándares técnicos y de seguridad de referencia para el sector

Los estándares internacionales, técnicos y de seguridad, son frecuentemente utilizados como referencia para el desarrollo de regulaciones que rigen la construcción y operación de los componentes clave de diversas cadenas de valor en sectores productivos. Estos estándares entregan criterios comunes, medibles y verificables, lo que permite reducir riesgos al estandarizar la aplicación de buenas prácticas en distintas etapas del ciclo de vida de tecnologías y procesos industriales. En los procesos regulatorios, es común utilizar estándares desarrollados por organismos internacionales sin fines de lucro y no gubernamentales ampliamente reconocidos, como ISO, IEC, EIGA, ASTM, ANSI o NFPA, ya que su adopción facilita la armonización normativa, promueve la aceptación internacional de productos y procesos, y reduce costos de cumplimiento tanto para reguladores como para la industria.

Entre los estándares es posible distinguir distintos niveles de especificidad y función dentro de un proceso regulatorio. Por un lado, se identifican **normas habilitantes**, orientadas a entregar marcos de referencia generales que permiten estructurar el diseño, la operación segura y la gestión integral de sistemas productivos. Estas incluyen normas relacionadas con el diseño conceptual de instalaciones, la gestión de riesgos y principios metodológicos que sustentan un marco normativo coherente y alineado con las mejores prácticas internacionales. Por otro lado, existen **normas específicas**, que establecen requisitos técnicos detallados aplicables directamente a componentes, productos o procedimientos dentro de un sistema productivo específico, como válvulas, tuberías, sensores, parámetros de calidad o métodos de ensayo, que resultan fundamentales para definir exigencias concretas en reglamentos técnicos. Finalmente, se reconocen también **normas de referencia técnica**, que, si bien no son de aplicación prescriptiva, entregan definiciones, enfoques metodológicos o criterios de formación que respaldan la toma de decisiones regulatorias, fortalecen las capacidades institucionales y promueven la armonización técnica en contextos más amplios.

Para organizar el análisis de estándares realizado en el marco del presente estudio, se definen las siguientes categorías y subcategorías:

1. Normas técnicas habilitantes:

- a. **Diseño y operación:** Normas que entregan lineamientos generales para el diseño y la operación segura de instalaciones industriales, considerando aspectos como disposición física, redundancias, condiciones de operación y requisitos funcionales del sistema.
- b. **Seguridad y gestión de riesgos:** Normas que establecen enfoques y requisitos generales para identificar y controlar riesgos a lo largo del ciclo de vida de un sistema o instalación.

2. Normas técnicas específicas:

- a. **Materiales y componentes:** Estándares que especifican las propiedades técnicas, compatibilidades y condiciones mínimas que deben cumplir los materiales, piezas y equipos utilizados en sistemas productivos, considerando variables como presión, temperatura, resistencia química, corrosión, entre otros.
- b. **Medición y ensayo:** Estándares que definen métodos de medición, técnicas de muestreo, ensayos de validación y procedimientos de calibración, necesarios para verificar la conformidad de productos, equipos o procesos.

- c. **Aplicación específica o limitada:** Normas con un alcance altamente focalizado, aplicables exclusivamente a ciertos equipos, configuraciones, o condiciones operativas. Si bien su uso normativo general puede ser limitado, resultan relevantes como referencia técnica o en contextos particulares de alto riesgo o especialización.

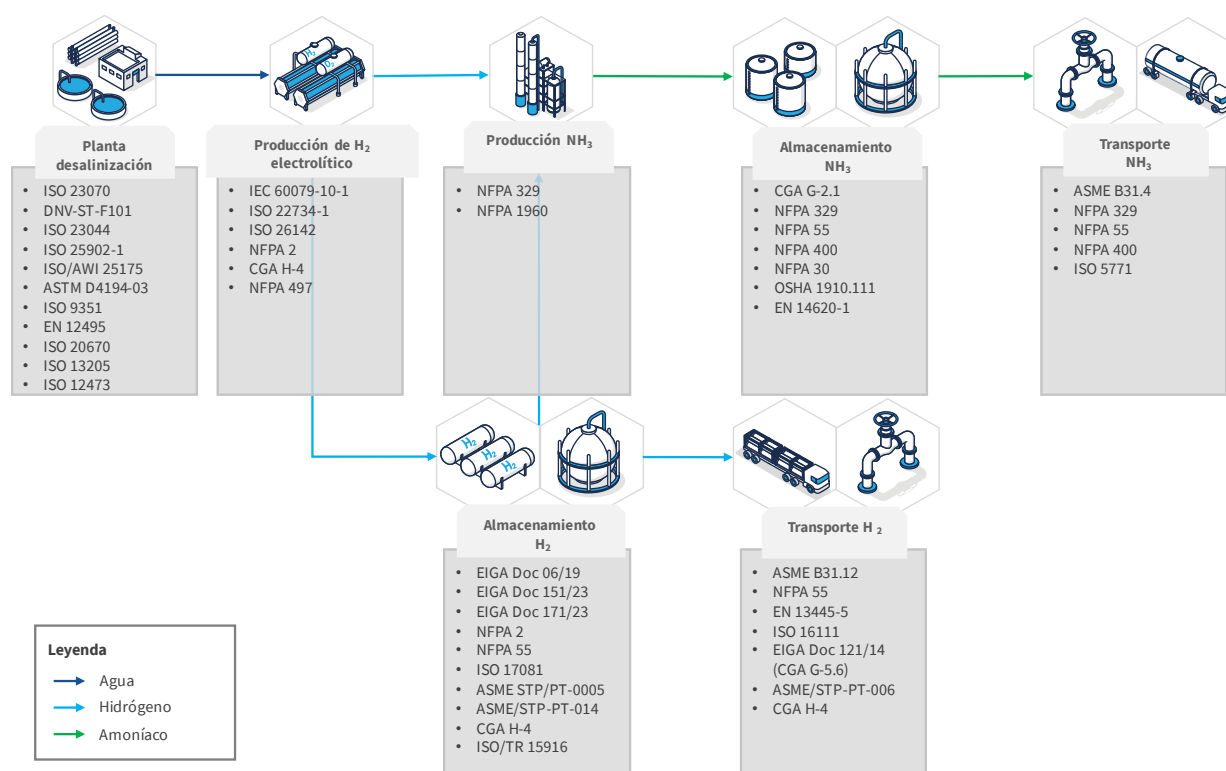
3. Normas técnicas de referencia:

- a. **Normas de referencia general:** Normas de carácter transversal que no aplican directamente a un componente o producto específico, pero entregan definiciones, principios metodológicos o enfoques técnicos ampliamente aceptados, que sirven como marco de referencia para diversas aplicaciones normativas o técnicas.
- b. **Capacitación y competencias:** Normas que definen los requisitos de formación, calificación y desempeño del personal involucrado en el diseño, operación y fiscalización de sistemas técnicos.

A partir de esta estructura, se identifican y clasifican los estándares aplicables a cada uno de los componentes relevantes de la cadena de valor de interés². La clasificación permite distinguir entre normas habilitantes del marco regulatorio general, aquellas de aplicación técnica específica y normas técnicas de referencia, lo cual es clave para orientar su incorporación efectiva en reglamentos nacionales. Para los componentes de la cadena de valor dentro del marco del presente estudio se identifican los siguientes estándares, relacionados directamente con hidrógeno, amoníaco y plantas desalinizadoras:

² Las normas de calidad no se consideran dentro del análisis debido a que no se encuentra dentro del alcance el uso del hidrógeno y el amoníaco.

Figura 4 - Estándares técnicos y de seguridad aplicables a la cadena de valor del hidrógeno y amoníaco.



Fuente: Elaboración propia de Hinicio (2025).

En las siguientes subsecciones se analiza en mayor detalle la disponibilidad de normativa técnica y de seguridad para los distintos elementos de la cadena de valor de producción de hidrógeno y amoníaco, además de los estándares existentes aplicables a las plantas de desalinización.

3.1 Estándares internacionales técnicos y de seguridad para el hidrógeno

Los estándares internacionales, técnicos y de seguridad aplicables a la producción, transporte y almacenamiento de hidrógeno electrolítico fueron recientemente sistematizados en el estudio “Estudio Normativa Internacional Hidrógeno Renovable” (GIZ & CliO Consulting, 2025), el cual constituye una actualización del informe publicado en 2020 bajo el título “Descarbonización del sector energético chileno Hidrógeno - cadenas de valor y legislación internacional” (GIZ & Fichtner). El estudio presenta hallazgos relacionados con la actualización normativa, los marcos regulatorios nacionales de los seis países pertenecientes a la Red H2R (Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, México y Uruguay), el desarrollo de proyectos y la normativa específica sobre transporte y procesos de calor, a partir de lo que se identifican desafíos y realizan recomendaciones. Entre los desafíos identificados para los países analizados, destaca la existencia de marcos jurídicos aún incipientes respecto a la regulación de la seguridad en instalaciones de hidrógeno y es en este contexto que se recomienda avanzar en el desarrollo de normativa específica en materia de seguridad, monitoreo y prevención de accidentes, tomando como referencia casos como Chile y Uruguay, así como estándares internacionales.

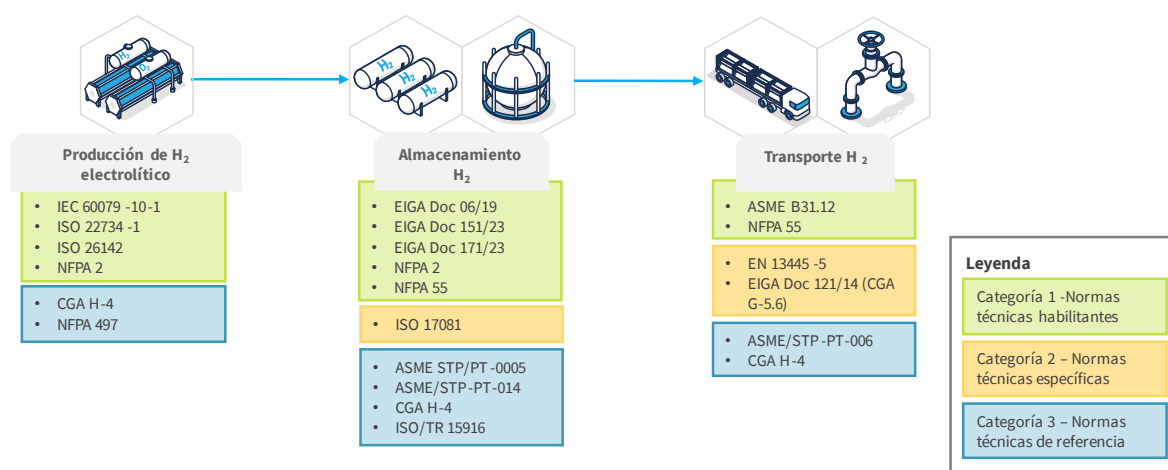
Como parte de las acciones específicas realizadas para obtener los resultados, en el estudio se analizó un total de 65 normas técnicas, de las cuales un 67,7% han sido publicadas, actualizadas o reafirmadas desde el año 2020. Este dato evidencia tanto la revisión periódica de normas ya existentes como el esfuerzo sostenido de los comités técnicos de las distintas organizaciones normativas.

Si bien el estudio puso especial énfasis en las aplicaciones relacionadas con el transporte de carga y de pasajeros, la cogeneración y el blending, también incluyó estándares de aplicación general que, según se indica en el propio reporte, son pertinentes para cualquier tipo de proyecto de hidrógeno. Parte de las normas identificadas abarcan los componentes clave de la cadena de valor considerados en el presente estudio:

1. Producción de hidrógeno electrolítico
2. Almacenamiento de hidrógeno
3. Transporte terrestre de hidrógeno
4. Transporte de hidrógeno por ductos

Del universo total de normas analizadas, 19 son consideradas pertinentes bajo el alcance del presente estudio. La pertinencia de cada una se definió según su alcance en la cadena de valor y la relevancia en materia de seguridad de cada una. El listado completo de las 19 normas consideradas, junto con su respectiva descripción y clasificación, se presenta en el Anexo B.

Figura 5 – Clasificación de estándares técnicos para el hidrógeno.



Fuente: Elaboración propia de Hinicio (2025).

Los estándares se clasifican según lo indicado al comienzo del presente capítulo, tal como se muestra en la Figura 5. Es posible observar que en los tres componentes de la cadena de valor de hidrógeno existen normas técnicas habilitantes, que pueden ser utilizadas para regular en torno a aspectos de seguridad para su desarrollo. En específico, la **NFPA 2-Código de tecnologías de hidrógeno** abarca desde la producción de hidrógeno electrolítico hasta el uso del mismo producto (fuera del alcance del estudio), además del almacenamiento.

Por otra parte, para el almacenamiento y el transporte de esta sustancia existen normas técnicas específicas, que abordan aspectos determinados de las instalaciones asociadas. Entre ellas, son tres las que norman específicamente sobre el transporte de hidrógeno por tuberías, destacando la **ASME B31.12-Hydrogen Piping and Pipelines**. Si bien no existe una norma técnica dedicada para el transporte terrestre de hidrógeno, la **NFPA 55-Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code**

aborda el almacenamiento tanto de cilindros, contenedores y tanques portátiles como estacionarios.

Entre los estándares que abordan el transporte, destacan especificaciones respecto a la materialidad de los componentes utilizados para estos fines, procedimientos de inspección y pruebas para infraestructura de almacenamiento y metodologías de medición de niveles de permeación del hidrógeno en distintos materiales. Finalmente, hay normas técnicas de referencia para la cadena de valor de producción de hidrógeno entre las que destaca la **ISO/TR 15916-Basic considerations for the safety of hydrogen systems**, que proporciona directrices enfocadas en el almacenamiento de este producto.

3.2 Estándares internacionales técnicos y de seguridad para amoníaco y plantas desaladoras

Como se mencionó en el capítulo anterior, para el año 2050, se proyecta que el 80 % de la producción estará destinada a la exportación, principalmente a través de vectores energéticos derivados del hidrógeno, como el amoníaco. La exportación de hidrógeno en forma de amoníaco requiere no solo de plantas de producción del compuesto, sino también de infraestructura adecuada para su transporte seguro, ya sea mediante ductos o vehículos especializados por vía terrestre hasta los puertos de salida.

Por otro lado, la producción de hidrógeno electrolítico destinada a abastecer ambos mercados demanda un insumo clave: el agua. Dado que el agua dulce es un recurso limitado y su uso industrial puede competir con el consumo humano, la desalinización de agua de mar se presenta como una alternativa viable y esperada para garantizar el suministro necesario (Consejo Federal de Inversiones, 2024).

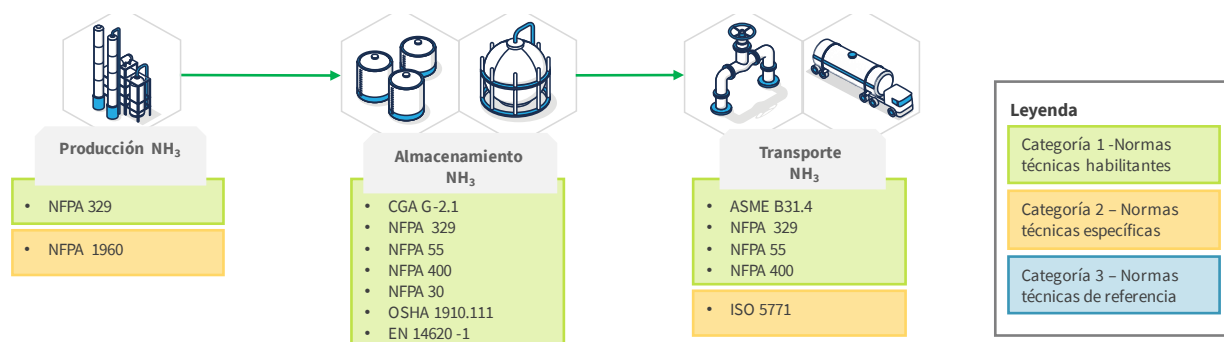
Considerando la importancia de estos procesos para el desarrollo de la industria del hidrógeno en Argentina, en las siguientes secciones se relevan los estándares técnicos y de seguridad aplicables a los siguientes componentes de la cadena de valor:

1. Producción de amoníaco
2. Transporte de amoníaco por ductos
3. Transporte terrestre de amoníaco
4. Desalinización de agua de mar

3.2.1 Estándares para la producción, almacenamiento y transporte de amoníaco

Se identifican 10 estándares aplicables a la producción, almacenamiento y transporte de amoníaco, entre los cuales no se encontraron normas clasificadas como normas de referencia técnica. La mayoría de estos estándares corresponde a la categoría de normas habilitantes, mientras que algunos se enmarcan dentro de las normas técnicas específicas, tal como se muestra en la Figura 6 y se describen con mayor detalle en el Anexo C.

Figura 6 – Clasificación de estándares técnicos para el amoníaco.



Fuente: Elaboración propia de Hinicio (2025).

Para el almacenamiento y transporte de amoníaco hay diversas normas técnicas habilitantes que establecen requisitos de diseño y operación de la infraestructura, además de medidas de seguridad para su manejo como una sustancia peligrosa. Se identifican dos normas que abordan específicamente aspectos de diseño y operación de ductos para el transporte de amoníaco, destacando entre ellas la norma **ASME B31.4-Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries**. Al igual que para el hidrógeno, no existe una norma técnica dedicada para el transporte terrestre de amoníaco, sin embargo, la **NFPA 55-Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code** aborda el almacenamiento tanto de cilindros, contenedores y tanques portátiles como estacionarios.

En cuanto a la producción de amoníaco, se identifica una norma aplicable dentro de esta categoría, que aborda específicamente métodos para reaccionar frente a riesgos de incendio y explosión que resultan de la liberación de una sustancia inflamable o combustible.

Por su parte, las normas técnicas específicas con foco en amoníaco, establecen requerimientos mínimos de componentes utilizados para la prevención de incendios que podrían estar expuestos a ambientes con altas concentraciones de amoníaco, como una planta de producción del mismo producto.

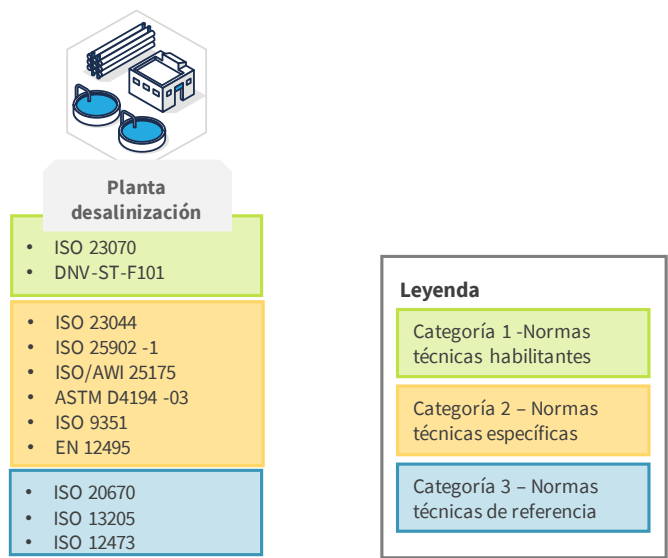
Además de la identificación de estándares específicos en materia de seguridad, se identifica el **subcomité técnico de ISO denominado “Pipeline transportation systems”**, creado en 1992, encargado de la normalización en el ámbito del transporte de fluidos por tuberías, incluyendo aplicaciones asociadas a energías de menor contenido de carbono. Este subcomité aborda aspectos normativos relacionados con el diseño, construcción, operación, inspección y mantenimiento de sistemas de tuberías, e incluye expresamente dentro de su alcance los requerimientos técnicos para el transporte de amoníaco.

Si bien entre las normas actualmente en desarrollo bajo responsabilidad de este subcomité no se identifican documentos específicos dedicados al transporte de amoníaco, se recomienda monitorear los avances en esta materia, dado que esta temática se encuentra incluido en el ámbito de trabajo declarado del subcomité.

3.2.2 Estándares para plantas desalinizadoras

Para las plantas desalinizadoras de agua de mar, son 11 los estándares identificados aplicables en el marco del presente estudio, los cuales se detallan en el Anexo D.

Figura 7 – Estándares técnicos para desalinización.



Fuente: Elaboración propia de Hinicio (2025).

Tal como se muestra en la Figura 7, los estándares identificados se distribuyen en distintas categorías y subcategorías, concentrándose principalmente en la categoría de normas específicas. Estas normas establecen métodos y requisitos aplicables a componentes particulares del proceso de desalinización, como la tecnología de ósmosis inversa, ampliamente utilizada en estas instalaciones, así como criterios para la protección de elementos expuestos al agua de mar, tales como ductos. Cabe destacar que uno de estos estándares se encuentra actualmente en desarrollo, específicamente en etapa de preparación y se trata del documento titulado “Standard test method for performance of reverse osmosis (RO) and nanofiltration (NF) membrane element”, reconocido bajo el código ISO/AWI 25175, el cual ha sido clasificado en la subcategoría de medición y ensayo.

En cuanto a las normas de referencia técnica, estas se enfocan en establecer un vocabulario común para procesos como el reúso de agua y la desalinización, proporcionando a desarrolladores y entes reguladores términos y definiciones aceptados internacionalmente, lo que contribuye a la armonización técnica y la claridad regulatoria.

Por su parte, las normas habilitantes abordan aspectos relacionados con el diseño y la operación de sistemas de tuberías submarinas y plantas de tratamiento de agua que utilizan tecnología de ósmosis inversa. Si bien estas normas pueden ser aplicables a plantas desalinizadoras de agua de mar, no abordan el proceso de manera específica o integral.

Es importante destacar que no se identifican normas específicas que aborden la seguridad y gestión de riesgos en instalaciones de desalinización, lo que podría explicarse por el hecho de que este tipo de procesos no implica el manejo de sustancias peligrosas, a diferencia de lo observado en las plantas de producción de hidrógeno y amoníaco revisadas anteriormente.

Adicionalmente, se da cuenta de la existencia de un grupo de trabajo específico dentro del **subcomité ISO/TC 8/SC 13 “Marine Technology”, denominado WG 3 “Seawater desalination”**. Este grupo tiene el potencial de impulsar el desarrollo de nuevos estándares habilitantes, orientados a fortalecer la regulación en aspectos como la seguridad operacional de las plantas desalinizadoras y la gestión de riesgos asociados. El avance de este grupo representa una oportunidad relevante para establecer bases técnicas sólidas que respalden la elaboración de un marco regulatorio nacional en esta materia, por lo que se recomienda realizar un seguimiento continuo a su evolución y futuras publicaciones.

En síntesis, el relevamiento internacional muestra que existe un conjunto amplio de **estándares técnicos y de seguridad consolidados** que pueden orientar el desarrollo normativo del hidrógeno y el amoníaco verde en Argentina. Estos estándares, elaborados por organismos como **ISO, NFPA, IEC, ASME, CGA y EIGA**, abordan todas las etapas de la cadena de valor: producción, almacenamiento y transporte.

Se distinguen tres tipos de normas relevantes:

- **Habilitantes**, que establecen marcos generales de diseño y operación (ej. NFPA 2).
- **Técnicas específicas**, que regulan componentes, materiales y procesos.
- **De referencia**, que entregan buenas prácticas y directrices de seguridad.

En el caso del hidrógeno, la estandarización está más avanzada y existen guías integrales aplicables a diversos contextos industriales. Para el amoníaco, si bien hay normas relevantes, el volumen y especificidad normativa es menor.

También se constató la **ausencia de normas específicas para plantas desaladoras**, a pesar de su posible rol crítico como fuente de agua para la producción de hidrógeno.

De lo anterior, se concluye que Argentina cuenta con una base técnica internacional disponible para estructurar un marco regulatorio propio. Sin embargo, será necesario adaptar estos estándares al contexto local y fortalecer capacidades institucionales para su implementación y actualización.

4 Casos de estudio: Análisis comparado de regulación técnica y de seguridad

Como ya se ha revisado, la adopción y aplicación de normas técnicas internacionales constituye una herramienta clave para garantizar la seguridad, interoperabilidad y calidad en sectores como la producción de hidrógeno y amoníaco. Sin embargo, su obligatoriedad no se define globalmente de manera uniforme, sino que depende de una combinación de factores que incluyen el marco legal vigente de un país, las competencias otorgadas a los organismos públicos correspondientes y las características propias del sector productivo y de los productos involucrados. Es así como algunos países incorporan normas internacionales mediante referencias normativas en sus reglamentos.

En el presente capítulo se examinan los mecanismos mediante los cuales Chile, Colombia y Alemania han establecido, o se encuentran en vías de establecer, la obligatoriedad de cumplir con normas técnicas internacionales en el ámbito de la producción de hidrógeno y amoníaco. Asimismo, se revisan antecedentes normativos relevantes en sectores análogos dentro del contexto argentino, particularmente en las industrias del gas y el petróleo, que ofrecen lecciones útiles para la evolución regulatoria del hidrógeno y amoníaco en dicho país.

4.1 Regulación técnica y de seguridad en Chile, Colombia y Alemania

4.1.1 Chile

En Chile, la regulación del hidrógeno y sus derivados como energéticos es reciente. Hasta principios de 2021, el hidrógeno era tratado exclusivamente como una sustancia peligrosa. En este contexto, su almacenamiento y manejo estaban regulados por el **Decreto Supremo (DS) N° 43/2016 del Ministerio de Salud (MINSAL)**, que aprueba el Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas. Este reglamento establece disposiciones específicas sobre medidas de seguridad, capacidades máximas de almacenamiento, entre otros aspectos, para sustancias como el hidrógeno y el amoníaco. Sin embargo, su artículo 3° excluye explícitamente de su ámbito de aplicación a “los combustibles líquidos y gaseosos, utilizados como recursos energéticos”, los que deben ser regulados por el Ministerio de Energía.

A medida que el país avanzaba en el desarrollo de la industria del hidrógeno verde y sus derivados, surgió la necesidad de otorgar al Ministerio de Energía la competencia para su regulación. Esto se concretó con la promulgación de la **Ley N° 21.305 sobre eficiencia energética (2021)**, que modificó la **Ley N° 2.224 de 1978** que crea el Ministerio de Energía (MEN). A partir de esta modificación, el hidrógeno y los combustibles a partir de hidrógeno fueron incorporados al sector energía, quedando así bajo las competencias del Ministerio de Energía.

El **Decreto con Fuerza de Ley (DFL) N° 1 de 1979 del Ministerio de Minería** también fue modificado por la Ley N° 21.305. La modificación afectó específicamente a su artículo segundo, a través del cual se estipula que se debe establecer un registro en el que los propietarios de diversas instalaciones, incluyendo aquellas destinadas a la producción y exportación de hidrógeno y combustibles a partir de hidrógeno, deben inscribir dichas instalaciones. Adicionalmente, se define que la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (SEC) es la entidad responsable de establecer y mantener el registro mencionado.

El (DFL) N° 1 de 1979 del Ministerio de Minería además, establece disposiciones en cuanto a la incorporación de normas obligatorias. Su artículo quinto otorga al Presidente de la República la facultad de imponer, mediante decreto supremo, obligaciones específicas cuando lo exija el interés nacional, particularmente para prevenir daños a personas o bienes. El artículo sexto, por su parte, habilita al MEN a declarar como normas oficiales nacionales aquellas normas o estándares técnicos y de calidad aplicables a diversos tipos de combustibles, incluidos los derivados del hidrógeno, cuya fiscalización queda a cargo de la SEC.

En línea con el rol de fiscalizador que tiene la SEC, el artículo 2° de la **Ley N° 18.410 del Ministerio de Economía** que crea la Superintendencia de Electricidad y Combustibles (1985), refuerza esta función al establecer que la SEC debe fiscalizar el cumplimiento de todas las disposiciones legales, reglamentarias y técnicas vinculadas al uso de recursos energéticos, velando por la calidad del servicio y la seguridad de las personas y bienes.

Las disposiciones establecidas por las normas aplicables al sector, tanto del hidrógeno como los combustibles a partir de hidrógeno, permiten comprender lo que sustenta que una norma técnica sea obligatoria. No se trata únicamente de fijar requisitos técnicos, sino de establecer un marco legal que habilite al Estado a intervenir cuando se producen productos que pertenecen al sector energía, garantizando su desarrollo seguro, confiable y coherente con el interés y seguridad pública.

El reciente **Decreto Supremo N° 13 de 2024 del Ministerio de Energía**, que aprueba el Reglamento de Seguridad de Instalaciones de Hidrógeno e introduce modificaciones al reglamento de instaladores de gas, constituye una aplicación concreta de este marco legal. Este reglamento aplica específicamente a las actividades de producción³, acondicionamiento, almacenamiento, transferencia y consumo de hidrógeno, excluyendo explícitamente a las redes de transporte y distribución de hidrógeno, y cualquier vehículo, ferrocarril, naves o aeronaves que transporten la misma sustancia.

El DS N° 13 establece requisitos mínimos de seguridad para las instalaciones que manipulan hidrógeno, sin restringir la posibilidad de aplicar medidas adicionales, consolidando así un enfoque preventivo que acompaña el crecimiento de la industria sin imponer limitaciones excesivas que restrinjan su desarrollo. En particular, el artículo 4° del DS N° 13 señala que la SEC podrá permitir el uso de tecnologías diferentes a las establecidas en el reglamento, siempre que se demuestre el cumplimiento del nivel de seguridad requerido y, al menos, de las condiciones establecidas en el mismo reglamento. Para ello, el desarrollador del proyecto debe presentar los antecedentes correspondientes ante la SEC, en un proceso conocido como “proyecto especial”. Esta presentación debe realizarse antes de la implementación del proyecto y debe estar respaldada por fundamentos técnicos basados en normas, códigos o especificaciones nacionales o extranjeras, así como en prácticas de ingeniería recomendadas y reconocidas internacionalmente en la industria del

³ En el Título VI del DS N° 13 se establecen las especificaciones respecto a la producción de hidrógeno. Los sistemas de producción contemplados en el reglamento son:

1. Electrolizador que utiliza reacciones electroquímicas para electrolizar el agua y producir Hidrógeno y oxígeno;
2. Reformador que convierte un hidrocarburo combustible en una corriente rica en Hidrógeno; o
3. Gasificador que convierte carbón en una corriente rica en Hidrógeno de composición y condiciones adecuadas para un tipo de dispositivo que utiliza Hidrógeno.

hidrógeno. El objetivo del “proyecto especial” es obtener la autorización de la SEC, la cual será otorgada una vez verificado que la instalación cumple con la normativa técnica seleccionada.

En cuanto al transporte del hidrógeno, amoníaco y otras sustancias peligrosas está regulado desde 1994 por el **Decreto Supremo N° 298/1994 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones**, que establece disposiciones generales para el transporte terrestre de sustancias peligrosas, específicamente por calles y carreteras. Por tanto, actualmente el transporte de estas sustancias por ductos no está regulado y lo mismo ocurre con el transporte por cualquier medio como energéticos.

En conclusión, actualmente el DS N° 13 del MEN es la única norma específica para el sector. Sin embargo, bajo el compromiso de regular en diversos ámbitos para habilitar la industria del hidrógeno en Chile, el año 2024 el Ministerio de Energía lanzó el “Plan de trabajo de regulaciones habilitantes para el desarrollo de la industria del hidrógeno en Chile 2024 – 2030”, actualización de la propuesta realiza por el Centro de Energía UC y GIZ en 2020, titulado “Proposición de estrategia regulatoria del hidrógeno para Chile”. El plan de trabajo contempla un trabajo interministerial del Ministerio de Salud, Ministerio de Energía, Ministerio de Minería, Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, y el Ministerio de Transporte y Telecomunicaciones (MTT).

El plan (Ministerio de Energía de Chile, 2024) contempla la modificación y creación de normas con foco en el hidrógeno, sin establecer medidas específicas para la cadena de valor del amoníaco. Las regulaciones consideradas en el plan mencionado contemplan las instalaciones de producción y almacenamiento de hidrógeno, su transporte a través de camiones y ductos, normas transversales y también algunas específicas para los usos del mismo. Entre las regulaciones a modificar se encuentran:

- Modificación DS 13 Reglamento de seguridad de instalaciones, a cargo del MEN, para incorporar al reglamento aspectos de seguridad de las instalaciones de hidrógeno líquido.
- Modificación DS 280 Reglamento de seguridad transporte y distribución de gas de red, a cargo del MEN, para incorporar la mezcla de gas natural con hidrógeno como gas de red y cubrir el transporte de hidrógeno gaseoso por cañerías (gasoductos, red distrital de gas, red industrial, institucional o doméstica).
- Potencial modificación Reglamento de almacenamiento de sustancias peligrosas (DS N° 43/2016), a cargo del MINSAL. Se realizará una revisión de la normativa sanitaria de sustancias peligrosas y se analizará la necesidad de cambios a partir del creciente desarrollo de la industria del hidrógeno verde y derivados en el país.
- Potencial modificación DS 298 Reglamenta transporte de cargas peligrosas por calles y caminos, a cargo del MTT. A través de un estudio se definirá si es necesario realizar modificaciones al reglamento y también a través de este, en caso de que sea necesario, se definirán las acciones a realizar. El estudio tendrá el foco en el transporte de todas las formas de hidrógeno, amoníaco y combustibles sintéticos derivados del hidrógeno.

Para las modificaciones, el plan hace referencia a distintos estándares internacionales disponibles en la materia que aborda cada reglamento.

Los avances en la implementación del plan deben ser monitoreados constantemente por parte de los desarrolladores de proyectos para asegurarse de que el diseño y futura operación de sus plantas de producción de hidrógeno y amoníaco cumplan con todas las disposiciones establecidas a través de las modificaciones del marco regulatorio y la incorporación de nuevas normas.

Chile cuenta con una gran trayectoria en el desarrollo y operación de plantas desalinizadoras. Actualmente, existen 24 plantas en operación que aprovechan el extenso litoral del país, y más de

20 proyectos adicionales se encuentran en distintas etapas de desarrollo. La Región de Antofagasta, donde se concentran varios proyectos anunciados de hidrógeno renovable y sus derivados, concentra más del 50% del total de plantas desalinizadoras agua de mar y alrededor del 66% de la capacidad instalada a nivel nacional. El agua obtenida del proceso de desalinización en la región es destinada principalmente al sector minero e industrial (Asociación Chilena de Desalación y Reúso A.G., 2025).

Para llevar adelante un proyecto de desalinización, es necesario obtener una concesión marítima conforme al Decreto Supremo N° 340, además de una serie de permisos sectoriales. Sin embargo, actualmente no existe una regulación específica que aborde aspectos de seguridad para este tipo de instalaciones.

Por otro lado, el Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023–2030 (Ministerio de Energía de Chile, Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030, 2024) contempla una línea de acción orientada a establecer un marco normativo para fomentar el uso de agua desalada en el contexto de esta industria, aunque dicho enfoque no se centra en aspectos de seguridad.

A partir de lo anterior, y considerando la cantidad de plantas desalinizadoras actualmente en operación y las que se proyecta iniciar en los próximos años, se concluye que no se ha elaborado un reglamento específico para este tipo de instalaciones porque su regulación se aborda principalmente desde la perspectiva ambiental y social, como se observa en lo propuesto en el Plan de acción, y no se identifica la necesidad de elaborar normas particulares en materia de seguridad, dado que el proceso no implica el manejo directo de ningún tipo de sustancia peligrosa.

4.1.2 Colombia

En Colombia, el marco regulatorio en torno al sector energético ha estado en constante desarrollo hacia la descarbonización del sector. Por medio de la **Ley N° 1.715 de 2014** se regula la integración de energías de fuentes renovables no convencionales al sistema nacional de energía, con foco en aquellas de carácter renovable entre los que se incluye el hidrógeno verde producido a partir la energía eólica y solar, entre otras fuentes no convencionales de energía renovable. Las definiciones de hidrógeno verde e hidrógeno azul como fuentes de energía renovables no convencionales se realizan por medio de la **Ley N° 2.099 de 2021**, a través de la cual se dictan disposiciones para la transición energética, entre otras.

El **Decreto N° 1.476 de 2022 del Ministerio de Minas y Energía**, reglamenta la Ley N° 2.099 de 2021 y modifica el Decreto N° 1.073 de 2015, por medio del cual se expide el Decreto Único Reglamentario del Sector Administrativo de Minas y Energía, incorporando un título en el que se establece que el hidrógeno será considerado como un vector energético utilizado para el almacenamiento energético, como combustible o como insumo industrial. En términos generales, el Decreto N° 1.476 responde a vacíos conceptuales de las definiciones iniciales, al establecer que los proyectos de hidrógeno verde y azul comprenden todas las actividades y equipamiento relacionados con la cadena de suministro, incluyendo la producción, el almacenamiento, el acondicionamiento, la distribución, la reelectrificación y los usos finales del hidrógeno, tanto energéticos como no energéticos.

El **Decreto N° 1.073 de 2015**, luego de las modificaciones introducidas por el Decreto N° 1.476 de 2022 del Ministerio de Minas y Energía, señala en su artículo 2.2.7.1.9 que corresponde al Ministerio de Transporte y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible revisar y, en caso necesario, actualizar los requisitos técnicos y de seguridad para el transporte de hidrógeno por carretera, con el fin de prevenir y mitigar los riesgos asociados, y para garantizar la seguridad y proteger la vida y el medio ambiente. Adicionalmente, a través del artículo 2.2.7.1.12, el decreto establece como

responsabilidad del Ministerio de Minas y Energía de diseñar e implementar un sandbox regulatorio⁴ enfocado en el desarrollo del hidrógeno.

A través del **Decreto N° 1.597 de 2024**, se vuelve a modificar el Decreto N° 1.073 de 2015, adicionando un nuevo capítulo al título antes agregado. En este se define que los derivados del hidrógeno, como el amoníaco, pueden ser utilizados como medios de almacenamiento y transporte de energía. La definición busca facilitar su integración en diferentes cadenas de valor y aplicaciones energéticas, a pesar de que no se abordan aspectos técnicos de seguridad, es un paso relevante para el desarrollo del sector. Adicionalmente, el artículo 2.2.7.4.1 establece los requisitos para el Sistema Único de Información para el Desarrollo, Gestión y Promoción del Hidrógeno, denominado Ecosistema H2 Colombia (ECOH2). Este sistema tiene como finalidad centralizar, recopilar, divulgar y registrar proyectos e información vinculada a la cadena de valor de todo tipo de hidrógeno y/o sus derivados. En él deberán inscribirse los agentes de la cadena de valor que produzcan, transporten, almacenen o distribuyan hidrógeno, sin que para ello se exijan requisitos técnicos y de seguridad específicos.

Por otra parte, abordando a las sustancias de acuerdo a sus características, la **Ley N° 9 de 1979**, en su artículo 130 establece que la importación, fabricación, almacenamiento, transporte, comercio, manejo o disposición de sustancias peligrosas deberán tomarse todas las medidas y precauciones necesarias para prevenir daños a la salud humana, animal o al ambiente, de acuerdo con la reglamentación del Ministerio de Salud.

De la misma forma, el **Decreto N° 1.609 de 2002** por el cual se reglamenta el manejo y transporte terrestre automotor de mercancías peligrosas por carretera, establece requisitos técnicos y de seguridad para el manejo y transporte de mercancías peligrosas en base a las definiciones de una Norma Técnica Colombiana (NTC) específica aplicables a sustancias inflamables como el hidrógeno y tóxicas como el amoníaco. Aplica al transporte de las sustancias mencionadas anteriormente con el fin de minimizar los riesgos, garantizar la seguridad y proteger la vida y el medio ambiente.

En específico, el hidrógeno al ser considerado como una sustancia de Clase 2 debido a su inflamabilidad y explosividad, por tanto, su transporte debe cumplir con la NTC 4702-2, que establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales se deben someter los ensamblajes y envases para transportar sustancias peligrosas Clase 2. Por su parte, el amoníaco es considerado una sustancia tanto de Clase 2 como de Clase 8, lo que significa que su transporte debe cumplir con las normas NTC 4702-2 y NTC 4702-8, que establece los requisitos que deben cumplir y los ensayos a los cuales se deben someter los embalajes y envases para transporte de mercancías peligrosas (sustancias corrosivas).

Además de las responsabilidades establecidas en el Decreto N° 1.073 de 2015, a través de la Ley N° 2.169 de 2021 por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en emisiones de Colombia, específicamente en el artículo 30, se estipula que el Ministerio de Minas y Energía podrá establecer los requisitos, procedimientos y obligatoriedad de registro de los proyectos de hidrógeno en el país.

Es importante también señalar que, dentro de las funciones del Ministerio de Minas y Energía, establecidas en el Decreto N° 381 de 2012, se encuentra el “expandir los reglamentos técnicos sobre

⁴ Un “sandbox regulatorio” es un mecanismo exploratorio de regulación para modelos de negocio innovadores en industrias reguladas, según el artículo 5° de la Ley 2069 de 2020.

producción, transporte, distribución y comercialización de energía eléctrica y gas combustible, sus usos y aplicaciones”. Por tanto, se concluye que es responsabilidad del señalado Ministerio establecer los reglamentos técnicos que debe seguir la producción de hidrógeno, considerado como energético.

A través del Decreto N° 1.347 de 2021, se establece el programa de prevención de accidentes mayores con el fin de incrementar la seguridad de las instalaciones con presencia de sustancias químicas que superen cantidades, según se define en su Anexo 3. Entre ellas se encuentran las instalaciones con presencia de más de 50 toneladas de sustancias explosivas e instalaciones con presencia de más de 200 toneladas de sustancias tóxicas.

A pesar de lo anterior, actualmente las regulaciones de seguridad vigentes no contemplan específicamente la producción del hidrógeno y el amoníaco. No se identificaron regulaciones vigentes que impacten directamente el diseño, desarrollo y operación de proyectos que tengan como objetivo la producción de hidrógeno electrolítico y/o amoníaco, menos como un energético a pesar de que en el marco regulatorio el hidrógeno se reconoce como tal. Es por esto que, hasta que no se establezcan normas específicas para el sector por parte del Ministerio de Minas y Energía, los proyectos que tengan como objetivo la producción de este tipo de productos se debe acoger a la normativa y disposiciones generales respecto al desarrollo de proyectos.

Adicionalmente y más allá de las disposiciones legales disponibles al respecto, cabe señalar que el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), en alianza con la Asociación Hidrógeno Colombia, han desarrollado la guía “Normas Técnicas para el Desarrollo Responsable del Hidrógeno”. A pesar de que no se establecen como obligatorias bajo el marco normativo actual en el país, la guía representa un avance para garantizar que la industria se despliegue de forma segura. En términos generales, estas se concentran en el consumo de hidrógeno para transporte terrestre.

Por otra parte, es importante tener en cuenta que en Colombia el amoníaco es una sustancia controlada por su potencial uso en la producción de sustancias ilícitas. De esta forma, el Consejo Nacional de Estupefacientes impone estrictos controles sobre la producción, distribución y consumo de amoníaco, conforme al Decreto 001 de 2015.

En base a lo anterior, se concluye que en Colombia existen regulaciones que establecen de forma obligatoria requisitos técnicos y de seguridad para las plantas de producción de hidrógeno y sus derivados en Colombia. Si bien se reconoce el esfuerzo de autoridades públicas y entidades privadas por avanzar en esta materia, el enfoque se ha centrado principalmente en las instalaciones de producción de hidrógeno. Resulta igualmente necesario desarrollar normativa técnica y de seguridad específica para las instalaciones destinadas a la producción de derivados como el amoníaco.

4.1.3 Alemania

En el ámbito de la economía del hidrógeno existen numerosas normas y estándares desarrollados por institutos privados a nivel nacional, europeo e internacional. Particularmente en Alemania, la organización nacional de normalización relevante en el sector es el Instituto Alemán de Normalización (DIN, *Deutsches Institut für Normung*), el cual a su vez es miembro de las demás instituciones europeas e internacionales, tales como la Organización Internacional de Normalización (ISO, *International Organization for Standardization*) o el Comité Europeo de Normalización (CEN, *Comité Européen de Normalisation*).

Además del DIN, existen otras instituciones nacionales reconocidas que tienen la tarea de elaborar lo que se denominan *reglas técnicas* para su sector, basándose en su experiencia y en el principio de autorregulación industrial. Dentro de estas instituciones es de gran relevancia la Asociación Técnica

y Científica Alemana del Gas y el Agua (DVGW, *Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches*). Esta participa activamente en el desarrollo e implementación de tecnologías del hidrógeno como parte de la transición energética de Alemania. La entidad trabaja en la adaptación de normativas existentes y en la elaboración de nuevos estándares técnicos para garantizar el uso seguro y fiable del hidrógeno. Ejemplo de ello es la publicación de reglas técnicas específicas para instalaciones Power-to-Gas destinadas a la producción de hidrógeno verde, en las que se abordan aspectos como la seguridad operativa, la integración en redes de gas y los requisitos técnicos de los componentes clave (Steiner, 2024).

En este ámbito, vale también la pena resaltar a la Asociación de Ingenieros Alemanes (VDI, *Verein Deutscher Ingenieure*), que actualmente se encuentra elaborando varios conjuntos de reglas técnicas para aplicaciones Power-to-X, y cuyas publicaciones están previstas para el año 2026 (Verein Deutscher Ingenieure (VDI), s.f.). Dentro de estos proyectos Power-to-X se incluye explícitamente Power-to-Ammonia, donde se consolidan las directrices técnicas necesarias para la producción de amoníaco verde a partir de hidrógeno producido mediante electrólisis de agua (VDI, s.f.).

Estas asociaciones especializadas, como DVGW o VDI, trabajan en estrecha cooperación con el DIN, lo que permite coordinar y armonizar los desarrollos normativos de sus respectivos sectores con los procesos nacionales e internacionales de estandarización.

Tanto en el sector del hidrógeno como en el del amoníaco, actualmente se dispone de normas y reglas técnicas que abarcan toda la cadena de valor, desde la producción y el almacenamiento hasta el transporte y la aplicación final. Con el objetivo de facilitar el acceso a esta información, instituciones alemanas han desarrollado una serie de recursos clave. Destaca en particular la Base de Datos de Normas para Tecnologías del Hidrógeno, publicada por el DIN en colaboración con otras organizaciones alemanas, la cual contiene ya cerca de 1000 entradas normativas aplicables a tecnologías del hidrógeno (DIN, *tandards Database for Hydrogen Technologies*. Berlín: DIN, s.f.). Adicionalmente, el proyecto alemán *TransHyDE-Norm* ha desarrollado una base de datos específica de normas y estándares técnicos relevantes para la economía del hidrógeno, que también incluye al amoníaco como vector energético derivado del hidrógeno verde (*Wasserstoff-Leitprojekte / TransHyDE*, s.f.).

Las reglas técnicas elaboradas por entidades alemanas como DVGW o VDI son, en un principio, de aplicación voluntaria. No obstante, su función normativa recibe un respaldo adicional por parte del legislador, quien con frecuencia las incorpora directamente en las leyes, otorgándoles así relevancia jurídica. Lo mismo ocurre con las normas técnicas derivadas de institutos como DIN (Instituto Alemán de Normalización), CEN o ISO, que, aunque tienen un carácter orientativo y no constituyen normas jurídicas, pueden adquirir efecto legal cuando son referenciadas dentro de un marco legislativo alemán.

Dado que en Alemania muchas disposiciones legales exigen el cumplimiento de prácticas técnicas consolidadas, el legislador incorpora indirectamente reglas técnicas y normas mediante referencias en leyes y reglamentos a conceptos como los "principios generalmente aceptados de la técnica", el "estado de la técnica" o el "estado de la ciencia y la técnica". A través de estas fórmulas jurídicas, las normas y reglas técnicas adquieren una relevancia legal indirecta, ya que su cumplimiento se considera prueba suficiente de conformidad con las condiciones establecidas por la legislación (DIN, 2024), (Halbig, Koppers, & Lemken, 2023).

Además de estas normas y reglas técnicas elaboradas por organismos privados (p. ej. DVGW, VDI, DIN, ISO, etc.) existen también reglas técnicas oficiales emitidas directamente por autoridades alemanas. Un ejemplo de ello son Las Reglas Técnicas para la Seguridad Operativa (TRBS,

Technische Regeln für Betriebssicherheit) y las Reglas Técnicas para Sustancias Peligrosas (TRGS, *Technische Regeln für Gefahrstoffe*). Dichas reglas son generadas respectivamente en base al Reglamento de Seguridad Operativa (BetrSichV, *Betriebssicherheitsverordnung*) y el Reglamento sobre Sustancias Peligrosas (GefStoffV, *Gefahrstoffverordnung*), dos reglamentos alemanes clave en materia de seguridad laboral, emitidos en el marco de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (ArbSchG, *Arbeitsschutzgesetz*).

Las TRBS/TRGS concretan, dentro de su ámbito de aplicación, los requisitos establecidos por el Reglamento de Seguridad Operativa y el Reglamento sobre Sustancias Peligrosas. La aplicación de estas reglas técnicas permite presumir el cumplimiento de la legislación vigente en materia de seguridad laboral.

En el marco de este trabajo, se han identificado **al menos 22 disposiciones legales vigentes** en Alemania que hacen referencia al uso de normas y reglas técnicas en el contexto del hidrógeno y el amoníaco (Wasserstoff-Leitprojekte / TransHyDE , s.f.), (Halbig, Koppers, & Lemken, 2023), considerando únicamente las etapas de la cadena de valor definidas para el alcance de este trabajo. La síntesis de las disposiciones legales vigentes se encuentra en el Anexo E.

En las secciones siguientes, se destacarán las disposiciones legales más relevantes. Cabe señalar que se trata de un tema particularmente extenso, ya que el sistema jurídico alemán abarca una gran variedad de leyes y reglamentos, muchos de los cuales intervienen en una o varias etapas de la cadena de valor del hidrógeno y sus derivados. Adicionalmente, muchas de estas leyes o reglamentos tienen contenidos similares o solapados, y aunque se presenten como disposiciones distintas, en muchos casos terminan remitiendo a las mismas reglas técnicas o estándares de referencia.

En el marco regulatorio alemán, existe un conjunto de disposiciones legales fundamentales que resultan aplicables a lo largo de la cadena de valor del hidrógeno. Entre las más relevantes se encuentra la **Ley de la Energía (EnWG)**, la cual define el marco legal para un suministro energético seguro. Además de regular las redes de suministro de electricidad y gas, la ley ha incorporado también disposiciones específicas para la regulación de sistemas de hidrógeno (NOW GmbH, 2023).

Dicha regulación abarca la construcción y operación de instalaciones energéticas destinadas a la producción de hidrógeno, así como su almacenamiento, conducción y entrega final al consumidor. En este contexto, la EnWG establece expresamente la obligación de cumplir con el "estado de la técnica" en la construcción y operación de dichas instalaciones. Adicionalmente, se exige el cumplimiento de las normas técnicas publicadas por la Asociación Alemana del Gas y el Agua (DVGW) en lo que respecta al hidrógeno (Halbig, Koppers, & Lemken, Standardsetzung im Bereich Wasserstoff – Teil 1: Erzeugung. Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht, 2023).

Derivado de la Ley de Energía (EnWG), se encuentra el **Reglamento sobre Gasoductos de Alta Presión (Gashochdruckleitungsv)**, que establece los requisitos técnicos y de seguridad aplicables a la construcción y operación de tuberías de alta presión utilizadas para el transporte de hidrógeno con fines energéticos (Halbig, Koppers, & Lemken, Standardsetzung im Bereich Wasserstoff – Teil 1: Erzeugung. Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht, 2023). En el caso de infraestructuras dedicadas al transporte de amoníaco mediante tuberías externas de largo recorrido, resulta igualmente aplicable el **Reglamento sobre Tuberías a Larga Distancia (RohrFLtgV)** (Wasserstoff-Leitprojekte / TransHyDE , s.f.). Esta norma regula la planificación, construcción y operación segura de sistemas de conducción de sustancias peligrosas fuera de instalaciones industriales. La RohrFLtgV exige que dichas tuberías se diseñen y operen conforme al estado del arte técnico, lo cual implica la aplicación obligatoria de normas técnicas reconocidas, incluyendo normas DIN/EN y las Reglas Técnicas para Tuberías a Larga Distancia (TRFL) propuestas por el Comité para Tuberías a Larga Distancia (AfRL).

En el marco de la Ley de Seguridad y Salud en el Trabajo (ArbSchG), se generan el **Reglamento sobre Sustancias Peligrosas (GefStoffV)** y el **Reglamento de Seguridad Operativa (BetrSichV)**. El primero regula el manejo seguro de sustancias peligrosas, como el hidrógeno, a lo largo de toda su cadena de valor. Por su parte, el segundo establece los requisitos de seguridad para equipos e instalaciones técnicas, incluidos los sistemas de producción y distribución de hidrógeno. Ambos reglamentos se complementan con las Reglas Técnicas para Sustancias Peligrosas (TRGS) y las Reglas Técnicas para la Seguridad Operativa (TRBS), las cuales concretan los requisitos legales y deben ser aceptadas como referencia reconocida para el cumplimiento normativo (DIN, standards Database for Hydrogen Technologies. Berlín: DIN, s.f.).

En el caso del amoníaco y toda su cadena de valor, también es aplicable el **Reglamento sobre Sustancias Peligrosas (GefStoffV)** (República Federal de Alemania, 2010). La clasificación del amoníaco como sustancia peligrosa activa una serie de obligaciones para el empleador que involucran la implementación de medidas de protección adecuadas. El GefStoffV establece que dichas obligaciones deben cumplirse conforme al estado del arte técnico, lo que implica la aplicación directa de reglas técnicas reconocidas, en particular las TRGS. Además, al estar clasificado como sustancia peligrosa, la manipulación de amoníaco en instalaciones industriales también está sujeto al **Reglamento sobre Seguridad Operativa (BetrSichV)**. En este marco, el empleador tiene la obligación de aplicar reglas técnicas reconocidas tanto en la evaluación de riesgos como en la definición de medidas de protección, tales como las TRBS.

Dado que Alemania es uno de los líderes europeos en la fabricación de tecnologías aplicables al hidrógeno, es también importante la **Ley de Seguridad de los Productos (ProdSG)**, junto con sus reglamentos específicos. Esta ley constituye el marco legal alemán que regula la comercialización y la puesta en servicio de productos técnicos, incluyendo máquinas, equipos eléctricos y sistemas a presión, garantizando que cumplan con los requisitos esenciales de seguridad y salud antes de ser utilizados. En el caso del hidrógeno, la ProdSG y sus reglamentos específicos (ProdSV) se aplican a lo largo de toda su cadena de valor (Halbig, Koppers, & Lemken, Standardsetzung im Bereich Wasserstoff – Teil 1: Erzeugung. Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht, 2023).

Otra disposición legal importante aplicable a todas las etapas de la cadena del hidrógeno verde es la **Ley Federal de Control de Inmisiones (BImSchG)**. Esta es la principal ley ambiental de Alemania destinada a proteger el medio ambiente y la salud humana frente a impactos como emisiones contaminantes, ruidos, vibraciones u olores. Su objetivo es prevenir o minimizar los efectos nocivos derivados de actividades técnicas e industriales. Esta ley establece la obligación de aplicar medidas preventivas conforme al "estado de la técnica" en la construcción y operación de plantas de electrólisis, siempre que estas alcancen una capacidad de producción de 50 toneladas de hidrógeno o más por día. Igualmente aplica para instalaciones destinadas al almacenamiento y transporte de hidrógeno (gaseoso o líquido) con una capacidad superior a 3 toneladas (Halbig, Koppers, & Lemken, Standardsetzung im Bereich Wasserstoff – Teil 1: Erzeugung. Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht, 2023), (República Federal de Alemania, Anexo 1 de la 4. BImSchV – Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV), 2013). La infraestructura vinculada al amoníaco en Alemania también está comprendida dentro del ámbito de aplicación la **BImSchG**, ya que su operación implica procesos industriales a gran escala (República Federal de Alemania, Anexo 1 de la 4. BImSchV – Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV), 2013), estableciendo que toda instalación debe ser diseñada, equipada y operada conforme al estado del arte técnico, con el objetivo de minimizar los riesgos para el medio ambiente y la salud humana.

También vale la pena destacar el **Reglamento sobre el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera, Ferrocarril y Vías Navegables Interiores (GGVSEB)**, el cual constituye la normativa alemana que regula el transporte seguro de sustancias peligrosas, incluyendo el hidrógeno tanto en

estado gaseoso como líquido. Este reglamento establece los requisitos técnicos aplicables al transporte terrestre de hidrógeno comprimido o criogénico. En su articulado, el GGVSEB remite de forma obligatoria a los convenios internacionales ADR, RID y ADN, que a su vez incorporan una amplia gama de normas técnicas reconocidas internacionalmente. Estas normas son fundamentales para garantizar el diseño, construcción, ensayo y operación segura de los contenedores utilizados en el transporte de hidrógeno por vía terrestre (Halbig, Koppers, & Lemken, 2023). Las disposiciones generales mencionadas también son aplicables en el caso del transporte terrestre de amoníaco, incorporando una amplia gama de normas técnicas reconocidas, que aseguran el transporte seguro del amoníaco, regulando aspectos clave como el diseño de cisternas, la señalización y las medidas de emergencia.

La Ley de Recursos Hídricos (WHG) establece el marco legal fundamental para la protección de las aguas en Alemania, donde a partir de ella se deriva el **Reglamento sobre Sustancias Peligrosas para el Agua (AwSV)**. Ambas normativas se aplican a lo largo de toda la cadena de valor del amoníaco, ya que esta sustancia está clasificada oficialmente como sustancia de riesgo hídrico, según los criterios establecidos en la AwSV (Wasserstoff-Leitprojekte / TransHyDE, s.f.). Ambas normativas exigen que las instalaciones donde se produce, almacena o manipula amoníaco sean diseñadas y operadas conforme al estado del arte técnico. Este concepto se concreta mediante la aplicación de estándares reconocidos, incluyendo normas DIN/EN o las Reglas Técnicas para Sustancias Peligrosas para el Agua (TRWS) elaboradas por la Asociación Alemana para el Manejo del Agua, Aguas Residuales y Residuos (DWA).

Como se pudo revisar, el amoníaco no está reconocido como vector energético en el EnWG, y que tampoco existen disposiciones legales específicas que regulen aspectos clave como el acceso a redes, los criterios de calidad o los requisitos de seguridad que respalden su utilización en aplicaciones energética. Adicionalmente, ocurre con uso del amoníaco como tecnología alternativa para el almacenamiento de hidrógeno aún carece de normas y reglas técnicas claramente aplicables (TransHyDE / Wasserstoff-Leitprojekte, s.f.). A pesar de lo anterior, debido a la relevancia del amoníaco como materia prima en la industria química y sus diferentes aplicaciones en este ámbito, su producción, almacenamiento y transporte están regulados por un conjunto de leyes sectoriales clave que exigen el cumplimiento de normas técnicas específicas.

Por su parte, las plantas desalinizadoras en Alemania están principalmente reguladas por la **Ley de Recursos Hídricos (WHG)** (República Federal de Alemania, 2009), la cual establece disposiciones legales para el uso y la protección de las aguas superficiales, costeras y subterráneas. Esta ley abarca actividades como la captación de agua marina y la descarga de salmuera u otros residuos líquidos.

De acuerdo con esta normativa, la salmuera, al ser un agua cuyas propiedades han sido modificadas por actividades industriales, se clasifica como agua residual. Esta clasificación activa un marco regulatorio específico para la operación de las plantas desalinizadoras.

En este contexto, la WHG exige que todas las instalaciones industriales donde se generen, gestionen o traten aguas residuales sean diseñadas, operadas y mantenidas conforme al estado de la técnica, lo cual exige el uso de normas y reglas técnicas actuales.

Además, la autorización para el vertido de aguas residuales (salmuera) solo puede ser concedida si este se lleva a cabo según las normas técnicas vigentes. En este contexto, las normas técnicas elaboradas por la Asociación Alemana para la Gestión del Agua, Aguas Residuales y Residuos (DWA, Deutsche Vereinigung für Wasserwirtschaft, Abwasser und Abfall) adquieren especial relevancia, ya que se consideran parte integrante del "estado de la técnica" exigido legalmente.

4.2 Sectores similares

En este subcapítulo se releva cómo se ha abordado la regulación técnica en materia de seguridad, en el sector de hidrocarburos en Argentina. Para ello, es menester señalar que los hidrocarburos son regulados a nivel federal por la Ley N° 17.319 sancionada en el año 1969, con las modificaciones introducidas por las Leyes N° 26.197, 27.007 y 27.742. Dicho cuerpo normativo establece preceptos legales que son aplicables durante la exploración, explotación, procesamiento, transporte, almacenaje, industrialización y comercialización. En lo que respecta a seguridad de dichas actividades, el artículo 69 expresa que deben adoptarse “las medidas de seguridad aconsejadas por las prácticas aceptadas en la materia, a fin de evitar siniestros de todo tipo, dando cuenta a la autoridad de aplicación nacional o provincial, según corresponda, de los que ocurrieren”.

Resulta relevante también destacar que la reforma constitucional del año 1994 reconoció a las provincias el dominio originario de los recursos naturales existentes en sus respectivos territorios y hasta las 12 millas marinas en el caso de las provincias ribereñas, reconocimiento que se plasmó recién con el dictado de la Ley N° 26.197 en diciembre del año 2006. A partir de entonces, las provincias administran los yacimientos en sus jurisdicciones y son autoridad de aplicación respecto de los permisos de exploración y concesiones de explotación. El Poder Ejecutivo Nacional sigue siendo quien fija la política en materia energética.

Este cambio constitucional generó que existan, por un lado, normas técnicas que comprenden previsionales en materia de seguridad, dictadas por la Secretaría de Energía de la Nación antes de la reforma y que son de aplicación obligatoria para las áreas hidrocarburíferas de jurisdicción nacional, pero no para las de jurisdicción provincial. Las provincias, por su parte, han regulado de manera disímil en cuestiones de seguridad y ambiente relacionadas con la actividad. Algunas han adoptado normas nacionales y otras han optado por elaborar sus propias reglamentaciones.

También ha marcado un antes y un después la privatización de YPF S.E. (Yacimientos Petrolíferos Fiscales Sociedad del Estado), que se transformó en YPF S.A. en el año 1990, ya que hasta ese momento la actividad era desarrollada principalmente por YPF S.E. en toda la cadena de valor, siguiendo estándares y mejores prácticas internacionales. A partir de la desregulación de la industria, el ingreso de nuevos actores y los compromisos internacionales en materia climática, es que la Secretaría de Energía de la Nación dictó varias normas que, si bien tienen un objeto de protección ambiental, también estipulan previsiones en materia de seguridad. Las mismas son analizadas en las siguientes secciones.

En el sector del downstream continúan aplicándose las disposiciones de la Ley N° 13.660, su decreto reglamentario y disposiciones complementarias que ya han sido analizadas en el Capítulo 2.

4.2.1 Petróleo

Es recién en el año 1992 cuando la Secretaría de Energía de la Nación, en su carácter de autoridad de aplicación de la Ley de Hidrocarburos (Ley N° 17.319 de 1969), y previo a la reforma constitucional, dicta la Resolución N° 105/92, que constituye el primer cuerpo normativo orgánico y específico en materia de protección ambiental para las actividades de exploración, explotación y transporte de hidrocarburos. A partir de dicha norma, distintas resoluciones y disposiciones de la misma autoridad han completado y desarrollado el esquema jurídico nacional vigente en materia de hidrocarburos, además de las leyes, decretos y reglamentaciones emergentes de otras esferas del gobierno federal y de los gobiernos provinciales.

- Resolución Secretaría de Energía (SE) N° 236/93, modificada por la N° 143/98, establece las normas sobre aventamiento de gas.

- Resolución SE N° 342/93 determina la estructura de los planes de contingencia que tienen como primordial consideración la salvaguarda de la vida y su ambiente natural, lo cual no debe estar afectado por ningún factor especulativo. Esta resolución fue modificada por la Resolución SE 24/2004, la cual establece nuevas normas para la presentación de informes de incidentes ambientales.
- Resolución SE N° 5/96 relativa al abandono de pozos.
- Resolución SE N° 951/15 aprobó el Reglamento técnico para el transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos por ductos submarinos. Corresponde mencionar que ésta es una norma de alto contenido técnico que adoptó estándares internacionales específicos de comprobada eficacia, a efectos de garantizar la seguridad operativa como así también la prevención de fallas, roturas y/o derrames, al transporte de hidrocarburos líquidos y gaseosos por ductos submarinos. La misma contempla en su Anexo I el Reglamento Técnico, que adopta la Norma DNV-OS-F101 Submarine Pipeline Systems, edición agosto 2012 emitida por DET NORSKE VERITAS S.A.; y exige diversas certificaciones para las etapas de construcción, operación y abandono.
- Resolución SE N° 120/17 aprobó el Reglamento Técnico de Transporte de Hidrocarburos Líquidos por Cañerías, aplicable a oleoductos, poliductos e instalaciones complementarias que transportan petróleo crudo en condición comercial y a los oleoductos de captación que traspasen los límites de aquella Concesión de Explotación cuya producción transportan. Esta norma toma como estándar normativo principal, el Código ASME B31.4 —Sistemas de Transporte por Cañerías de Líquidos y Barros Residuales, edición 2016, de la American Society of Mechanical Engineers (ASME).

4.2.2 Gas

En lo que respecta al Gas Natural, el marco regulatorio está regido por la Ley N° 24.076 – T.O. 2025 (Decreto N° 451/25), dictada en el año 1992 luego de la privatización de Gas del Estado. Esta ley regula el transporte y distribución de gas natural que constituyen un servicio público nacional, siendo regidos por la Ley N° 17.319 y sus modificatorias la producción, captación y tratamiento.

El transporte y la distribución de gas natural es realizada por licenciatarios, regulados por la citada Ley N° 24.076 y normativa complementaria.

Los sujetos activos de la industria del gas natural están obligados a operar y mantener sus instalaciones y equipos en forma tal que no constituyan peligro para la seguridad pública y a cumplir con los reglamentos y disposiciones de la autoridad competente en materia de seguridad y calidad. Hasta el dictado de la Ley N° 27.742 la autoridad competente era el Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS), pero actualmente se ha dispuesto la unificación de los Entes Reguladores de gas y de electricidad, mediante la creación del Ente Nacional Regulador del Gas y la Electricidad. El Decreto N° 452/25 se estableció la fusión del Ente Nacional Regulador de la Electricidad (ENRE), y del Ente Nacional Regulador del Gas (ENARGAS) fijándose un plazo de 180 días para la puesta en marcha del nuevo organismo.

En cuanto a la normativa técnica, a pesar de la privatización se mantuvo la nomenclatura de las Normas Argentinas de Gas (NAG) de Gas del Estado, las que son adaptadas y modificadas periódicamente por el Ente regulador y pueden ser consultadas en el sitio de ENARGAS⁵.

En consecuencia, para la etapa del *upstream* aplican las normas técnicas dictadas por el Poder Ejecutivo Nacional o Provincial, en función de la jurisdicción donde se halle situado el yacimiento; mientras que para las etapas de transporte y distribución de gas natural aplican las normas técnicas aprobadas por el Ente regulador.

La norma por excelencia en materia de seguridad en el transporte de gas natural por ductos es la NAG-100 (Normas Argentinas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañerías) y sus correspondientes actualizaciones. Esta norma regula los requisitos de diseño, construcción, operación y mantenimiento, de las tuberías de conducción y sus instalaciones conexas; no incluye las instalaciones internas de los usuarios. Establece que las Normas NFPA (National Fire Protection Association) y ANSI (Instituto Nacional Estadounidense de Estándares) son aplicables en todo lo que no se opongan total o parcialmente a los códigos, Normas, y reglamentaciones nacionales y a lo largo de la norma técnica se van identificando diferentes números de ambas aplicables a distintas instalaciones o procesos.

Cabe señalar que la Ley N° 24.076 no aplica expresamente al Gas Natural Licuado (GNL) lo que ha generado la coexistencia de normas técnicas de seguridad dictadas tanto por el ENARGAS como por la Secretaría de Energía de la Nación:

- Resolución SE N° 338/2012: regula los requisitos para la localización y protección ambiental de la Terminal marítima o fluvial destinada a operaciones de recepción y regasificación de GNL; la normativa técnica y de seguridad aplicable al diseño y construcción de la infraestructura portuaria; como así también los requisitos mínimos de seguridad correspondiente a las operaciones entre los buques metaneros y la Terminal. Exige contar con certificados expedidos por una Sociedad de Clasificación -o compañías asociadas a las mismas- con pericia reconocida en instalaciones de gas y petróleo, miembro de la International Association Of Classification Societies Ltd. (IACS). Se aplican normas NFPA, Norma European Standard (EN) NEC (National Electrical Code) de Estados Unidos, IEC (International Electrotechnical Commission), entre otras.

Resulta interesante resaltar que en los considerandos de esta norma se puso en evidencia la cuestión relativa a quién resulta ser en Argentina la autoridad de aplicación en materia de GNL. Al respecto, esta resolución aclara que fuera de lo allí normado, compete al ENARGAS establecer las condiciones de seguridad para las etapas de diseño, construcción, operación, mantenimiento, integridad, inspección y abandono, de las instalaciones en el territorio nacional dedicadas a la licuefacción de gas natural, almacenamiento y regasificación de gas natural licuado; y que en el caso de Terminales ubicadas costa afuera, se dictará oportunamente una norma específica que las contemple.

⁵ Enlace de acceso al sitio de ENARGAS – Normativa: <https://www.enargas.gob.ar/secciones/normativa/normas-tecnicas.php>

- Resolución SE N° 438/2019: establece las condiciones de seguridad para la actividad de abastecimiento a buques de GNL, con la adopción de variadas normas internacionales en orden a garantizar el diseño y operación de las instalaciones de abastecimiento de gas natural licuado (GNL) para su uso como combustible de buques. Se consideró que deberían ser utilizadas para la estandarización de la actividad en el territorio nacional, en tanto no se emita una norma local específica en la materia, las normas: “Especificación Técnica ISO/TS 18683:2015, Directrices para Sistemas e Instalaciones de Suministro de gas natural licuado (GNL) como Combustible de Buques”, referente a requisitos mínimos para el diseño y la operación de las instalaciones de abastecimiento de GNL, incluyendo la interfaz entre las instalaciones y vehículos de abastecimiento de GNL y el buque receptor, y “Estándar Internacional ISO 20519:2017, Especificación para el Abastecimiento de Buques Alimentados con Gas Natural Licuado”, concerniente a los requisitos para los sistemas de transferencia de GNL y el equipo utilizado en el trasvase del combustible, ambas emitidas por la Organización Internacional de Estandarización –International Organization for Standardization” (ISO). Asimismo, la mentada resolución estableció que el análisis cuantitativo de riesgo exigido en las normas aludidas deberá ser realizado por una Sociedad de Clasificación con pericia reconocida en instalaciones de gas y petróleo, miembro de la Asociación Internacional de Sociedades de Clasificación –International Association of Classification Societies LTD (IACS), actualizándose el mismo cada dos (2) años o cuando se produzcan variaciones en las condiciones y/o circunstancias de hecho y/o técnicas que dieron lugar al referido análisis.
- Resolución SE N° 61/20: establece que los operadores de la boca de expendio y/o consumo propio de combustibles con servicio de provisión de GNL deben adoptar una política de gestión de riesgos, dentro del marco exigido en el Capítulo 5 de la Norma ISO 16924:2016; que deben realizar simulacros ante emergencias y, que deben realizar un Análisis Cuantitativo de Riesgo (ACR) de las instalaciones, de acuerdo con el procedimiento establecido en el Capítulo 15 de la Norma NAG 501 del ENARGAS.
- NAG-501 (ENARGAS: Norma Mínima de Seguridad para Plantas de Almacenamiento de GNL en tierra: Establece requisitos mínimos de seguridad relacionados con el diseño, el emplazamiento, la construcción, la operación y el mantenimiento de plantas de almacenamiento de GNL en tierra, incluyendo los procesos de licuefacción de gas natural y regasificación de GNL. Quedan fuera del alcance de esta norma las actividades relacionadas con el transporte marítimo o fluvial de GNL, la interfaz entre los buques metaneros y las instalaciones de GNL, y el diseño, la construcción, la operación y el mantenimiento de instalaciones marítimas o fluviales destinadas a operaciones de recepción y regasificación de GNL.

5 Recomendaciones regulatorias

El avance de la transición energética ha impulsado una reconfiguración del rol del hidrógeno y el amoníaco, que han pasado de ser insumos industriales con usos específicos y controlados, como por ejemplo el uso de hidrógeno en refinerías, a convertirse en vectores clave para la descarbonización de múltiples sectores. Esta transformación ha estado acompañada por el anuncio de megaproyectos destinados tanto a abastecer los mercados locales como a proveer mercados de exportación, especialmente en países con condiciones óptimas para la generación renovable, como es el caso de Argentina.

Hasta hace pocos años, países como Chile y Colombia, contaban con regulación general para estas sustancias, limitándose a normativas generales aplicables a sustancias peligrosas. Si bien dichas normativas abordan ciertos aspectos de seguridad, no son suficientes para cubrir todos los elementos de la cadena de valor analizada, ni para gestionar de forma integral los desafíos que implica el despliegue a gran escala del hidrógeno y el amoníaco como vectores energéticos.

En respuesta, algunos países han comenzado a desarrollar marcos regulatorios específicos que acompañen el crecimiento de la industria, con el objetivo de garantizar la seguridad de las personas y del medio ambiente. Como se analizó en el Capítulo 4, en general este desarrollo regulatorio inicia con una ley marco, a partir de la cual se avanza en la elaboración de normativa de seguridad, lo cual ocurrió en Chile y Alemania, y se espera que ocurra en Colombia.

En este sentido, a partir del análisis desarrollado en los capítulos anteriores, se concluye que actualmente Argentina carece de una ley marco como tampoco un marco regulatorio que aborde de manera específica los aspectos de seguridad asociados a la producción de hidrógeno mediante electrólisis del agua y a la producción de amoníaco.

En este capítulo se presentan recomendaciones regulatorias y un esquema de planificación, priorizando las medidas de acuerdo con el grado de desarrollo actual de los proyectos y la estrategia planteada a nivel nacional.

5.1 Tendencias en el desarrollo de proyectos de hidrógeno y amoníaco en Argentina

Argentina es un país que cuenta con capacidades excepcionales para la producción de hidrógeno a partir de energía renovable y amoníaco verde a partir de este último, por tanto, se perfila como un país con un alto potencial para el desarrollo de proyectos de hidrógeno verde y sus derivados, gracias a su disponibilidad de recursos renovables competitivos. Actualmente, el país cuenta con dos proyectos demostrativos pioneros, Hychico y la Planta Experimental de Hidrógeno Verde en Pico Truncado, que llevan operando desde mediados de la década del 2000 y han contribuido a generar conocimiento técnico y experiencia en este sector incipiente.

Hacia el año 2050, el país busca ser un país exportador de estos energéticos, particularmente en forma de derivados del hidrógeno. En esta línea, proyectos de gran escala cuyo objetivo principal es la producción de amoníaco verde destinado a la exportación se han anunciado a nivel nacional. Dada la magnitud de las iniciativas y la naturaleza de los mercados objetivo, la mayoría de los proyectos planean ubicar sus plantas de producción directamente en la costa, lo que facilita la logística de exportación. No obstante, pueden existir proyectos puntuales que requieran separar las instalaciones productivas de la terminal portuaria, lo que implicaría la construcción de ductos para el transporte de hidrógeno o amoníaco entre las plantas y las instalaciones portuarias. En cuanto a

los requerimientos de capacidad de desalinización de agua de mar, en principio la mayoría de los proyectos de gran escala suponen la instalación de plantas de desalinización dedicadas.

5.2 Plan regulatorio y recomendaciones

Del análisis regulatorio desarrollado, se colige que la Constitución Argentina tutela la seguridad de las personas a través de diversos artículos que garantizan derechos fundamentales y establecen mecanismos para protegerlos. Estos incluyen el derecho a la vida y la integridad física. Su resguardo se ve plasmado en leyes federales relacionadas con la seguridad y riesgos en el trabajo, así como en normas técnicas que estipulan obligaciones específicas en materia de seguridad en las actividades hidrocarburíferas, en toda su cadena de valor.

Lo expuesto permite concluir que las actividades relacionadas con la producción de hidrógeno y/o amoníaco no permanecerán ajenas a su regulación en aspectos inherentes a la seguridad, tanto de los trabajadores como de las personas en general y sus bienes. Adviértase que el último proyecto de ley de hidrógeno, referenciado en el Capítulo 2 (3503-D-2025), específicamente encomienda a la autoridad de aplicación su regulación.

Para abordar de manera adecuada los aspectos técnicos y de seguridad del sector del hidrógeno y el amoníaco, el escenario ideal sería la aprobación de una ley específica que asigne a la Secretaría de Energía de la Nación la responsabilidad de elaborar los estándares correspondientes. Esta competencia debería establecerse a nivel nacional, dado que la Constitución confiere al Estado Nacional la facultad de resguardar la vida y la seguridad de las personas. En consecuencia, se considera necesario contar con un marco normativo homogéneo y de alcance federal que garantice una aplicación uniforme de las disposiciones mínimas en todas las jurisdicciones del país, sin dejar de lado la posibilidad que tienen las provincias de reglamentar con estándares superiores a los establecidos y el rol que juegan en la fiscalización de cumplimiento.

Teniendo en cuenta que la aprobación de una ley específica podría tomar tiempo, se considera que, aun en ausencia de una normativa que designe expresamente a la Secretaría de Energía de la Nación como autoridad de aplicación, en proyectos orientados a la exportación de hidrógeno como energético esta Secretaría se perfila naturalmente como la autoridad competente para ejercer dicha función.

Es por lo anterior que, para efectos de este análisis, se considera que la autoridad competente es la Secretaría de Energía del Ministerio de Economía de la Nación, puesto que el hidrógeno ha sido históricamente considerado energéticos y se prevé que mantengan dicho carácter a través del proyecto de ley citado y de otras iniciativas actualmente en revisión en el Senado. Ello, sin perjuicio de que deba interactuar con diversos organismos competentes en cada caso, tal como se menciona en la sección 5.2.2.

5.2.1 Resumen de la regulación existente de hidrógeno y amoníaco

En Argentina no hay regulación dedicada en materia de seguridad para el sector del hidrógeno electrolítico y el amoníaco derivado de este. Sin embargo, existe regulación que cubre aspectos de seguridad generales de industrias que produzcan, almacenen y transporten combustibles o sustancias peligrosas, que se pueden utilizar como base para regular el sector específico. A continuación, se presenta un breve resumen de la regulación relevante aplicable.

La Ley N° 13.660 dispone que todas las instalaciones destinadas a la elaboración, transformación y almacenamiento de combustibles líquidos o gaseosos deben cumplir con las normas y requisitos de seguridad establecidos por el Poder Ejecutivo. A través de su Decreto Reglamentario N° 10.877/60,

establece requisitos de seguridad para instalaciones de producción, transformación y almacenamiento de combustibles líquidos, gaseosos y sólidos minerales, así como para plantas generadoras de energía eléctrica. Incluye criterios técnicos como distancias mínimas entre equipos, lineamientos para el manejo de combustibles y habilita a empresas para producir, almacenar y comercializar biocombustibles, incluyendo su mezcla con combustibles fósiles. Siempre que la producción de hidrógeno y/o amoníaco esté destinada a ser utilizada como combustible o como vector energético, sus plantas de producción deberán cumplir con los requisitos de seguridad de esta normativa, establecidas en el Decreto Reglamentario N° 10.877/60 modificado o en disposiciones específicas para el hidrógeno y amoníaco establecidas en un nuevo reglamento bajo la Ley N° 13.660, aplicables a la naturaleza de las instalaciones y actividades, salvo que exista un régimen específico.

Por su parte, la Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad en el Trabajo y su reglamentación (Decreto N° 351/79), que establece normas generales de seguridad laboral que incluyen al hidrógeno y al amoníaco, en su Anexo I contempla medidas para el manejo seguro de sustancias peligrosas (capítulo 17) y disposiciones de protección contra incendios (capítulo 18). Además, el artículo 164 dispone que las plantas que procesen combustibles deben cumplir con la Ley N° 13.660 y su reglamentación, priorizando normas especializadas de seguridad por sobre las generales, dada su mayor relevancia jurídica y adecuación a los riesgos de cada actividad.

La Ley de Riesgos del Trabajo N° 24.577 busca prevenir riesgos y reparar daños derivados de la actividad laboral, regulando sustancias químicas que puedan generar accidentes mayores durante transporte, manipulación, almacenamiento o disposición. Bajo esta ley, la Resolución N° 743/03 crea el “Registro Nacional para la Prevención de Accidentes Industriales Mayores”, que obliga a empleadores que manejen cantidades superiores a los umbrales establecidos a registrarse. Para el hidrógeno, el límite es de 5 toneladas, mientras que para el amoníaco varía entre 5 y 50 toneladas según su toxicidad por ignición. Además, se requiere anualmente una evaluación de riesgos y un sistema de gestión de seguridad, sin referencias a normas internacionales específicas.

Respecto al transporte terrestre de sustancias peligrosas, la Ley N° 24.449 de Tránsito y Seguridad Vial y su Decreto Reglamentario N° 779/1995 establecen el Reglamento General para el Transporte de Mercancías Peligrosas por carretera, alineado con las recomendaciones de la ONU y normas del MERCOSUR. Regulan vehículos, equipamiento, carga, descarga, almacenamiento y procedimientos de emergencia para sustancias peligrosas, incluyendo hidrógeno por ser un gas inflamable y al amoníaco por ser considerado un gas tóxico. El artículo 5 dispone que su transporte se registrará por este reglamento y por la normativa específica emitida por las autoridades competentes en cada tipo de mercancía.

Finalmente, la Resolución N° 231/96 de la Autoridad de Aplicación Ambiental de la Provincia de Buenos Aires regula el manejo, almacenamiento y transporte de sustancias peligrosas, incluyendo requisitos para recipientes a presión, medidas de seguridad industrial, capacitación y controles técnicos. Aunque está enfocada en el cloro líquido, sus principios son aplicables por analogía a gases inflamables como el hidrógeno. Además, exige el cumplimiento de normas IRAM y estándares internacionales para recipientes a presión y manejo seguro de gases. Específicamente, para el caso del uso de amoníaco como refrigerante, se establece que se debe cumplir con la norma IRAM-SEPLAFAM-Q 38070.

Considerando este marco normativo, en el siguiente subcapítulo se presentan recomendaciones regulatorias específicas para regular aspectos mínimos de seguridad en instalaciones de hidrógeno y amoníaco derivado, alineadas con la realidad del sector en Argentina.

5.2.2 Plan regulatorio

Continuando con lo expuesto al inicio de este subcapítulo (5.2), la Secretaría de Energía de la Nación se identifica como la autoridad de aplicación competente para establecer disposiciones de seguridad dirigidas a la industria del hidrógeno verde y sus derivados, como el amoníaco. Del análisis realizado en el Capítulo 2 se concluye que, si bien existen disposiciones generales de seguridad aplicables a entornos laborales donde se producen y manipulan estas sustancias, actualmente no existen regulaciones específicas que definan los requisitos de seguridad para el diseño y operación de plantas de este tipo e infraestructura asociada en Argentina.

En este contexto, se plantean dos posibles vías mediante las cuales la Secretaría podría habilitar un marco regulatorio con la seguridad como foco:

1. **Adaptación del marco legal existente:** como se revisó en capítulos anteriores, la Ley N° 13.660 podría servir de base para la regulación del sector del hidrógeno y el amoníaco. Una opción sería modificar el Decreto Reglamentario N° 10.887/60 incorporando exigencias específicas para este sector. No obstante, se considera más práctico, en el corto plazo, dictar un nuevo decreto reglamentario bajo este marco legal, dado que tanto la Ley 13.660 como sus reglamentaciones requieren una revisión integral para adecuarse a las nuevas tecnologías y desafíos del sector. Adicionalmente, también podría regularse a través de una Resolución SE, ya que es la Secretaría de Energía de la Nación la autoridad de aplicación de la Ley N° 13.660.
2. **Creación de una regulación específica:** dado que la Ley N° 13.660 es un marco amplio que también abarca gases y combustibles fósiles, se recomienda avanzar hacia una regulación dedicada exclusivamente al hidrógeno y sus derivados. Esta normativa debería exigir la elaboración de reglamentos de seguridad adaptados a las particularidades físico-químicas del hidrógeno y del amoníaco, tomando como referencia estándares internacionales reconocidos. Además, sería necesario revisar y modificar regulaciones existentes que ya establezcan disposiciones aplicables a componentes de la cadena de valor bajo el alcance del presente estudio. La nueva ley debería cubrir de forma integral toda la cadena de valor del hidrógeno y del amoníaco, incluyendo al menos las etapas de producción, almacenamiento y transporte de ambas sustancias. Los reglamentos que se dicten bajo este marco deberán establecer disposiciones de seguridad coherentes con dicho alcance.

Si bien la redacción de la ley 13.660 habilita a que se modifique/adeque en función de las nuevas tecnologías, considerando que el hidrógeno y el amoníaco presentan características físico-químicas y riesgos de seguridad que la diferencian de los combustibles en general, se concluye que la opción más adecuada es **establecer una regulación específica** y moderna que permita desarrollar reglamentos de seguridad enfocados en este sector.

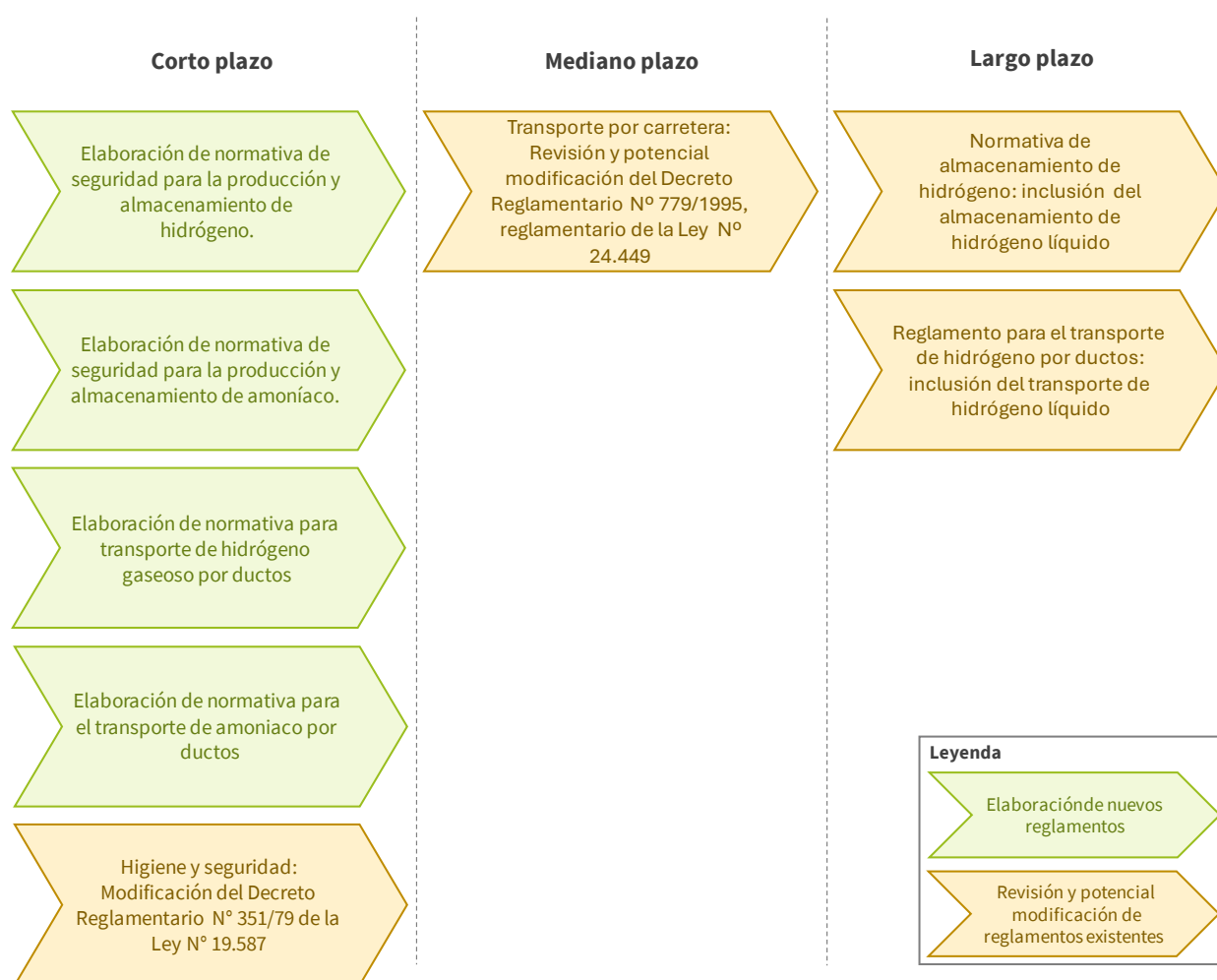
Con base en estas consideraciones, se propone el siguiente plan de regulación que habilite el desarrollo seguro y sostenible de la industria del hidrógeno y sus derivados en Argentina, en el marco de una futura ley de hidrógeno. Este plan contempla tanto la creación de nuevos reglamentos como la revisión y eventual modificación de reglamentos existentes, y se estructura en tres horizontes temporales considerando el estado actual de la regulación y el desarrollo de los distintos proyectos en el país:

- **Corto plazo (dentro de los próximos 3 años):** Dado el avance de iniciativas en el país, se prioriza la elaboración de reglamentos específicos para las etapas de producción y almacenamiento, y transporte por ductos de hidrógeno y amoníaco, abordando aspectos críticos de seguridad y operación que permitan viabilizar proyectos piloto y primeras inversiones. Así también se debiese adecuar la normativa de higiene y seguridad

considerando incorporar una referencia a los futuros reglamentos de seguridad específicos para hidrógeno y amoníaco.

- **Mediano plazo (entre 3 y 5 años):** Se sugiere la revisión y eventual modificación del reglamento de transporte por carretera, teniendo en cuenta el potencial aumento de volumen transportado de hidrógeno y amoníaco, considerando que la normativa actual podría ser adecuada en una etapa inicial para el transporte de estas sustancias. Por ello, se propone su análisis posterior, una vez consolidados los marcos normativos de producción y almacenamiento.
- **Largo plazo (entre 6 y 10 años):** En este horizonte se plantea abordar aspectos vinculados al hidrógeno en estado líquido, cuya tecnología de licuefacción y transporte, especialmente a nivel interoceánico, aún no está plenamente desarrollada ni representa una necesidad inmediata para el país.

Figura 8 – Esquema del plan regulatorio.



Fuente: Elaboración propia Hincio (2025).

A continuación, se detallan los lineamientos principales para la futura elaboración y modificación de cada reglamento de la Figura 8. Como recomendación general, para la elaboración de estos reglamentos se sugiere la conformación de comités técnicos de carácter público-privados, lideradas por la Secretaría de Energía, e integradas por representantes de las provincias, sectores científico y

tecnológico, desarrolladores de proyectos, operadores actuales de plantas de hidrógeno y amoníaco, representantes de la academia, así como por las instituciones competentes según la materia regulatoria, como el Ministerio de Salud, Secretaría de Transporte del Ministerio de Economía y la Comisión Nacional de Tránsito y Seguridad Vial, Ministerio de Trabajo, entre otros. Estas instancias permitirán recoger visiones técnicas, operativas y regulatorias desde distintas perspectivas, promoviendo una construcción normativa consensuada, completa y alineada con las necesidades del sector. Si bien ésta no ha sido la modalidad utilizada en las normas de seguridad vigentes, se considera una buena práctica la interacción con todos los actores de manera previa al dictado de la normativa, así como una instancia de consulta previa como acostumbra a realizar el ENARGAS para la actualización de sus normas NAG.

Asimismo, podría resultar conveniente tomar como referencia las Resoluciones SE 338/12 y 951/15 para evaluar la exigencia de contar con certificados expedidos por una Sociedad de Clasificación — o compañías asociadas a las mismas— con pericia reconocida en instalaciones de similares características, miembro de la INTERNATIONAL ASSOCIATION OF CLASSIFICATION SOCIETIES LTD. (IACS). Los certificados exigibles podrían ser, entre otros, los siguientes:

- A) Certificado de Diseño, corresponde a la verificación satisfactoria del proyecto y de la Ingeniería Básica y de Detalle, previa revisión de los Análisis de Riesgos y Estudios Ambientales del emplazamiento.
- B) Certificado de Materiales y Equipamiento, corresponde a la inspección satisfactoria de materiales, componentes y equipos principales.
- C) Certificado de Instalación, corresponde a la inspección satisfactoria de la construcción, y emplazamiento de las instalaciones.
- D) Certificado de Operación Segura e Informe Final, corresponde a la verificación satisfactoria de las pruebas y ensayos sectorizados y posterior puesta en marcha de las instalaciones.

Estas Sociedades de Clasificación serán solidariamente responsables conjuntamente con las empresas titulares del proyecto, por cualquier daño y/o perjuicio derivado del proceso de certificación, imputable a la inobservancia en el debido cumplimiento de las tareas asignadas.

Si bien las resoluciones citadas aplican a otro tipo de proyectos (regasificación en buques y ductos submarinos respectivamente), han buscado brindar mayor seguridad a operaciones complejas, poniendo en manos de entes calificados internacionalmente ciertos aspectos. Esta alternativa podría ser utilizada para las etapas que la autoridad de aplicación considere que requiere una mayor rigurosidad o experiencia que la que brinda el marco habitual de las auditorías generales.

Sin perjuicio de ello, se destaca que esta metodología no ha sido adoptada en los países estudiados en el presente informe.

Para la integración de disposiciones generales para las plantas de producción de hidrógeno hay diversas normas internacionales habilitantes. Dentro de ellas se encuentra la **NFPA 2 – Código de tecnologías de hidrógeno**, ampliamente reconocida en el sector para sentar requerimientos mínimos de seguridad. Como se revisó en el capítulo anterior, en Chile se utilizó la NFPA 2 como insumo clave para la elaboración del reglamento de seguridad. Así también, en el sector del gas en Argentina también se han utilizado estándares NFPA que son reconocidos como válidos para basar aspectos de seguridad en el sector, cuando no están establecidos en la regulación.

En cuanto al almacenamiento tanto de hidrógeno como de amoníaco, en Argentina tampoco hay disposiciones específicas que obliguen al cumplimiento de requerimientos generales de seguridad para este tipo de instalaciones. Solo se identificaron disposiciones específicas para cuando el amoníaco es utilizado como refrigerante, lo cual corresponde a un uso final de la sustancia y no se

encuentra dentro del análisis que se está realizando, a través del establecimiento de la norma IRAM-SEPLAFAM-Q 38070 como obligatoria en la provincia de Buenos Aires.

Es importante tener en cuenta que la normativa de seguridad para la producción y almacenamiento de hidrógeno, así como la correspondiente al amoníaco, deben ser compatibles entre sí y avanzar de manera paralela, considerando que la producción de amoníaco verde depende necesariamente de la producción de hidrógeno verde.

Tabla 3: Elaboración de normativa de seguridad para la producción y almacenamiento de hidrógeno.

Ítem	Contenido
Objetivo esperado	Elaborar una normativa de seguridad para las instalaciones de producción y almacenamiento de hidrógeno.
Contenido	Disposiciones generales para las plantas de producción y almacenamiento de hidrógeno. Estas incluyen distancias de seguridad entre equipamientos dentro de las plantas de producción, manejo de incendios, disposiciones para resguardar la seguridad en distintos tipos de almacenamiento, tipo de sustancia y capacidades de almacenamiento.
Referencias internacionales	<ul style="list-style-type: none"> • IEC 60079-10-1 – Classification of areas - Explosive gas atmospheres • ISO 22734-1 – Hydrogen generators using water electrolysis — Industrial, commercial, and residential applications • ISO 26142 - Hydrogen detection apparatus — Stationary applications • NFPA 2 – Código de tecnologías de hidrógeno • Decreto Supremo N° 13 del Ministerio de Energía de Chile, basado en la NFPA 2 • EIGA Doc 06/19 – Safety in storage, handling and distribution of liquid hydrogen • NFPA 55 – Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code
Temporalidad	Corto plazo
Roles	Se sugiere que la Secretaría de Energía de la Nación conforme un comité técnico de carácter público-privado con el objetivo de desarrollar una propuesta de reglamento técnico de seguridad para la producción y almacenamiento de hidrógeno, involucrando al Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo y Secretaría de Industria para procurar el resguardo de la salud de las personas y trabajadores.

Tabla 4: Elaboración de normativa de seguridad para el producción y almacenamiento de amoníaco.

Ítem	Contenido
Objetivo esperado	Elaborar una normativa de seguridad para las instalaciones de producción y almacenamiento de amoníaco.
Contenido	Disposiciones generales para las plantas de producción y almacenamiento de amoníaco. Estas incluyen distancias de seguridad entre equipamientos dentro de las plantas de producción, manejo de incendios, disposiciones para resguardar la seguridad en distintos tipos de almacenamiento, tipo de sustancia y capacidades de almacenamiento.
Referencias internacionales	<p><u>Amoníaco</u></p> <ul style="list-style-type: none"> • NFPA 329 – Recommended Practice for Handling Releases of Flammable and Combustible Liquids and Gases • CGA G-2.1 – Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia - 7th Edition • NFPA 400 – Hazardous Materials Code • NFPA 55 – Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code • EN 14620-1 – Design and manufacture of site built, vertical, cylindrical, flat-bottomed tank systems for the storage of refrigerated, liquefied gases with operating temperatures between 0 °C and -196 °C - Part 1: General
Temporalidad	Corto plazo
Roles	Se sugiere que la Secretaría de Energía de la Nación conforme un comité técnico de carácter público-privado con el objetivo de desarrollar una propuesta de reglamento técnico de seguridad para la producción de amoníaco, involucrando al Ministerio de Salud, Ministerio de Trabajo y Secretaría de Industria para procurar el resguardo de la salud de las personas y trabajadores.

El caso del transporte por ductos de las sustancias bajo análisis no es diferente a las situaciones descritas para la producción y almacenamiento de las sustancias bajo estudio, debido a que no hay regulación específica que aplique a ductos dedicados exclusivamente al transporte de hidrógeno y amoníaco. Debido a la falta de regulación de seguridad para el transporte por ductos, se recomienda que también se elabore un reglamento bajo la nueva ley que ampare el desarrollo del sector y obligue al establecimiento de disposiciones de seguridad. De esta forma, será posible tener en cuenta los requerimientos mínimos que deben tener estos ductos. Debido a las propiedades físico-químicas de cada una de las sustancias, se propone elaborar reglamentos separados que aborden el transporte por ductos de manera independiente.

Tabla 5: Elaboración de normativa de seguridad para el transporte de hidrógeno gaseoso por ductos.

Ítem	Contenido
Objetivo esperado	Elaborar una normativa de seguridad el transporte de hidrógeno gaseoso por ductos dedicados.
Contenido	Disposiciones generales de seguridad para infraestructura (ductos) para el transporte de hidrógeno gaseoso, incluyendo materialidades, medidas de prevención de fugas, prácticas de instalación.
Referencias internacionales	<ul style="list-style-type: none"> • ASME B31.12 - Hydrogen Piping and Pipelines • ASME/STP-PT-006 - Design Guidelines for Hydrogen Piping and Pipelines • NFPA 2 – Código de tecnologías de hidrógeno • NFPA 55 - Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code
Temporalidad	Corto plazo
Roles	Se sugiere que la Secretaría de Energía de la Nación en conjunto con el Ente Nacional regulador del Gas y la Electricidad conforme un comité técnico de carácter público-privado con el objetivo de desarrollar una propuesta de reglamento técnico de seguridad para el transporte hidrógeno gaseoso por ductos, involucrando al Ministerio de Salud para procurar el resguardo de la salud de las personas.

Tabla 6: Elaboración de normativa de seguridad para el transporte de amoníaco por ductos.

Ítem	Contenido
Objetivo esperado	Elaborar una normativa de seguridad el transporte amoníaco por ductos dedicados.
Contenido	Disposiciones generales de seguridad para infraestructura (ductos) para el transporte amoníaco, incluyendo materialidades, medidas de prevención de fugas, prácticas de instalación.
Referencias internacionales	<ul style="list-style-type: none"> • NFPA 400 - Hazardous Materials Code • NFPA 329 - Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code • NFPA 55 - Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code
Temporalidad	Corto plazo
Roles	Se sugiere que la Secretaría de Energía de la Nación en conjunto con el Ente Nacional regulador del Gas y la Electricidad conforme un comité técnico de carácter público-privado con el objetivo de desarrollar una propuesta de reglamento técnico de seguridad para

	el transporte amoníaco por ductos, involucrando al Ministerio de Salud para procurar el resguardo de la salud de las personas.
--	--

Una vez que se haya dictado la regulación anterior, se sugiere realizar una modificación al Decreto Reglamentario N° 351/79 de la Ley N° 19.587 de Higiene y Seguridad, para resguardar la seguridad de los trabajadores que se desempeñen en instalaciones de producción y almacenamiento de hidrógeno y amoníaco. En específico, debido a que las disposiciones que los nuevos reglamentos establezcan serán específicas para este sector se debe integrar un artículo, similar al actual artículo 164 de su Anexo I, que especifique que además de los requerimientos que en este se establezcan, se deben cumplir los requerimientos de seguridad establecidos en la reglamentación de la mencionada ley de hidrógeno.

Tabla 7: Modificación del Decreto Reglamentario N° 351/79 de la Ley N° 19.587.

Ítem	Contenido
Objetivo esperado	Agregar artículo que establezca como obligatorio el cumplimiento de las especificaciones técnicas de seguridad establecidas bajo la ley de hidrógeno.
Contenido	Similar al artículo 164 de su Anexo I, capítulo 18, pero haciendo referencia a un futuro reglamento de producción y almacenamiento de hidrógeno.
Referencias internacionales	N/A
Temporalidad	Corto plazo
Roles	La Secretaría de Energía de la Nación actuará en coordinación con la Superintendencia de Riesgos del Trabajo.

Por otra parte, y debido a que ya se encuentra reglamentado de forma general, en el mediano plazo se debería revisar el Decreto Reglamentario N° 779/1995 de la Ley N° 24.449, que establece disposiciones de seguridad para el transporte terrestre de mercancías peligrosas por carreteras, incluyendo al hidrógeno y al amoníaco. La revisión tendrá como objetivo identificar si es necesario establecer disposiciones específicas para robustecer la seguridad en este ámbito, teniendo en cuenta la escala esperada para el sector en los próximos años.

Tabla 8: Modificación del Decreto Reglamentario N° 779/1995 de la Ley N° 24.449.

Ítem	Contenido
Objetivo esperado	Identificar si se requieren disposiciones de seguridad adicionales a las establecidas en el Decreto Reglamentario N° 779/1995 de la Ley N° 24.449 para el transporte terrestre de hidrógeno y amoníaco.
Contenido	Dependerá de la revisión

Referencias internacionales	N/A
Temporalidad	Mediano plazo
Roles	La Secretaría de Energía de la Nación actuará en coordinación con la Secretaría de Transporte y Comisión Nacional de Tránsito y Seguridad Vial.

Finalmente, para robustecer los reglamentos respecto al almacenamiento de hidrógeno y transporte de la misma sustancia por ductos, se modificarán para agregar disposiciones relativas a ambos componentes de la cadena de valor para el hidrógeno en estado líquido. Estas modificaciones se prevén para el largo plazo debido a que actualmente las tecnologías relacionadas con el transporte por ductos y almacenamiento de hidrógeno líquido se encuentran aún en desarrollo y se está priorizando la reglamentación en materia de seguridad para las tecnologías que se encuentran disponibles en la actualidad para el desarrollo e implementación de este tipo de proyectos.

Tabla 9: Modificación de normativa de seguridad para la producción y almacenamiento de hidrógeno líquido (almacenamiento).

Ítem	Contenido
Objetivo esperado	Incorporar disposiciones de seguridad relativas al almacenamiento de hidrógeno líquido.
Contenido	Disposiciones generales para las instalaciones de almacenamiento de hidrógeno líquido. Incluyendo disposiciones para resguardar la seguridad en distintos tipos de almacenamiento, tipo de sustancia y capacidades de almacenamiento.
Referencias internacionales	Al momento de realizar la modificación se debe realizar un análisis de las referencias internacionales disponibles, tanto de estándares internacionales y cómo han abordado esta temática distintos países.
Temporalidad	Largo plazo
Roles	Se sugiere que la Secretaría de Energía de la Nación conforme un comité técnico de carácter público-privado con el objetivo de desarrollar una propuesta de reglamento técnico de seguridad para el almacenamiento de hidrógeno gaseoso y amoníaco, involucrando al Ministerio de Salud para procurar el resguardo de la salud de las personas.

Tabla 10: Modificación de normativa de seguridad para el transporte de hidrógeno líquido por ductos.

Ítem	Contenido
Objetivo esperado	Incorporar disposiciones de seguridad relativas al transporte de hidrógeno líquido por ductos.
Contenido	Disposiciones generales de seguridad para infraestructura (ductos) para el transporte de hidrógeno líquido, incluyendo materialidades, medidas de prevención de fugas, prácticas de instalación.
Referencias internacionales	Al momento de realizar la modificación se debe realizar un análisis de las referencias internacionales disponibles, tanto de estándares internacionales y cómo han abordado esta temática distintos países.
Temporalidad	Largo plazo
Roles	Se sugiere que la Secretaría de Energía de la Nación conforme un comité técnico de carácter público-privado con el objetivo de desarrollar una propuesta de reglamento técnico de seguridad para el transporte hidrógeno líquido por ductos, involucrando al Ministerio de Salud para procurar el resguardo de la salud de las personas y al Ente Nacional regulador del gas y la electricidad por su experiencia en este tipo de infraestructura.

Finalmente, en lo que respecta a las plantas desalinizadoras de agua de mar, no se considera necesario elaborar una norma específica que establezca requisitos técnicos y de seguridad para este tipo de instalaciones. En la práctica internacional, la regulación de estas plantas se centra principalmente en lineamientos ambientales y sociales, orientados a proteger los ecosistemas marinos frente a la extracción de agua y la descarga de salmuera, así como a resguardar la disponibilidad de agua para consumo humano, respectivamente. Dado que los procesos internos de estas plantas no implican el manejo de grandes volúmenes de combustibles, no presentan la misma necesidad de regulación específica en materia de seguridad industrial que las instalaciones de producción de hidrógeno y amoníaco verdes.

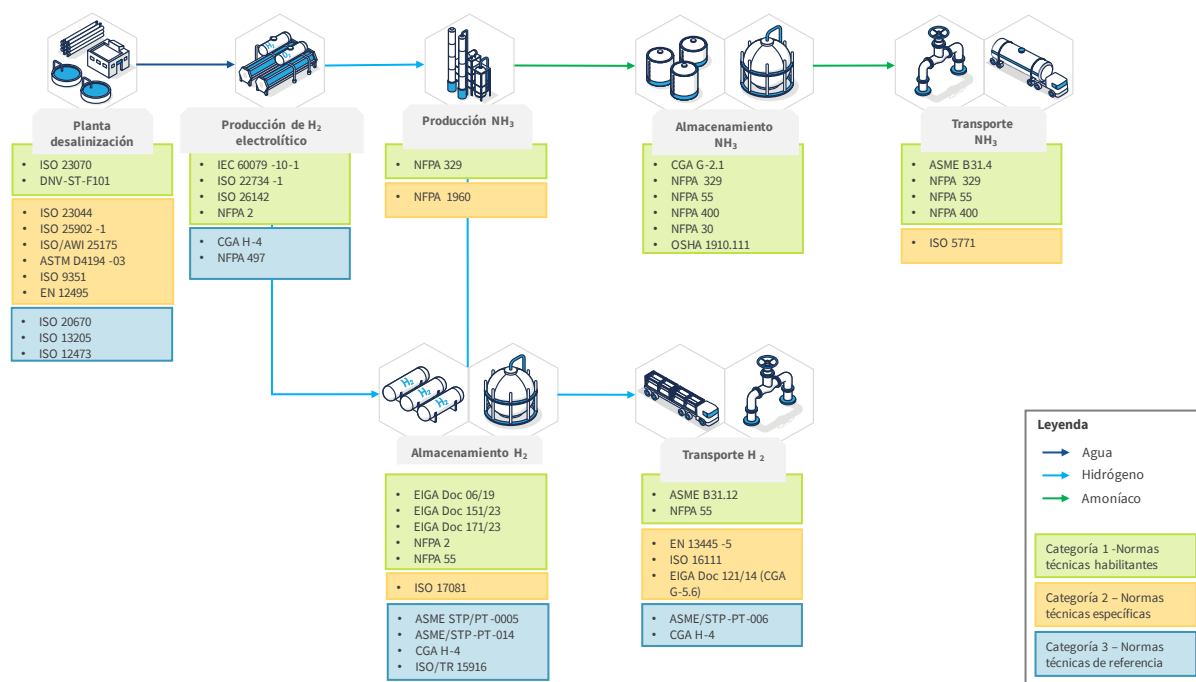
6 Conclusiones y recomendaciones

El análisis realizado evidencia que el marco regulatorio, técnico y de seguridad, para la producción de hidrógeno y amoníaco en Argentina debe ser robustecido con el objetivo de habilitar el desarrollo seguro de la industria en el país. Si bien no existe aún una regulación específica en materia de seguridad para el hidrógeno electrolítico y el amoníaco verde, sí se dispone de un marco normativo general aplicable a combustibles y sustancias peligrosas que puede servir de base. Diversas leyes, como la Ley N° 13.660 y su Decreto Reglamentario N° 10.877/60, la Ley de Higiene y Seguridad en el Trabajo N° 19.587, la Ley de Riesgos del Trabajo N° 24.577 y la Ley N° 24.449 sobre transporte de mercancías peligrosas, establecen disposiciones relevantes para la producción, almacenamiento, manipulación y transporte de estos productos, contemplando requisitos técnicos, medidas de seguridad laboral y obligaciones de gestión de riesgos. A nivel provincial, regulaciones como la Resolución N° 231/96 en Buenos Aires complementan este marco, incorporando incluso la aplicación de normas IRAM e internacionales para recipientes a presión y manejo seguro de gases, para el caso del uso de amoníaco como refrigerante.

En consecuencia, si bien el país cuenta con una normativa general que cubre de manera parcial e indirecta distintos componentes de la cadena de valor del hidrógeno y al amoníaco, aún se requiere el desarrollo de un régimen regulatorio específico que adapte estas disposiciones a los riesgos particulares estas sustancias, debido a sus particulares características físico-químicas. Este esfuerzo será clave para otorgar certeza jurídica, resguardar la seguridad y habilitar el despliegue de proyectos de producción y uso a gran escala, como se establece en la Estrategia Nacional de Desarrollo de la Economía del Hidrógeno de bajas emisiones aprobada por Argentina en el año 2023.

Este es un trabajo que países como Chile, Colombia y Alemania también se encuentran realizando, con el mismo objetivo de habilitar la industria y con esto la transición energética de los sectores difíciles de descarbonizar. Para esto, a nivel internacional existe una amplia gama de estándares técnicos y de seguridad que se pueden utilizar como base para el desarrollo de esta normativa. En el marco del presente estudio, se identificaron y clasificaron más de 40 estándares directamente aplicables a la cadena de valor, como se muestra en la figura a continuación:

Figura 9: Estándares técnicos y de seguridad aplicables a la cadena de valor del hidrógeno y amoníaco, y su clasificación.



Fuente: Elaboración propia de Hinicio (2025).

A partir de que se identifica una falta de regulación técnica y de seguridad completa para habilitar el desarrollo de la industria, se propone un plan regulatorio, que consiste en la modificación de regulación existente y también la elaboración de nueva, en tres horizontes temporales:

Elaboración de nuevos reglamentos

- Corto plazo
 1. Elaboración de normativa de seguridad para la producción y almacenamiento de hidrógeno
 2. Elaboración de normativa de seguridad para la producción y almacenamiento de amoníaco
 3. Elaboración de normativa para transporte de hidrógeno gaseoso por ductos
 4. Elaboración de normativa para el transporte de amoníaco por ductos

Modificación de reglamentos

- Corto plazo
 1. Higiene y seguridad: Modificación del Decreto Reglamentario N° 351/79 de la Ley N° 19.587
- Mediano plazo
 1. Transporte por carretera: Revisión y potencial modificación del Decreto Reglamentario N° 779/1995, reglamentario de la Ley N° 24.449
- Largo plazo
 1. Normativa de almacenamiento de hidrógeno: inclusión del almacenamiento de hidrógeno líquido
 2. Reglamento para el transporte de hidrógeno por ductos: inclusión del transporte de hidrógeno líquido

Tanto para las modificaciones como para la elaboración de nuevas regulaciones, se toman como referencia estándares internacionales aplicables a cada componente de la cadena de valor.

Por otra parte, a modo de recomendación, si bien en el presente estudio se identificaron los estándares internacionales aplicables a los distintos componentes de la cadena de valor bajo el alcance del presente estudio, se sugiere que, en el proceso de elaboración o modificación de normativas, se realice una revisión de la disponibilidad de dichos estándares. Esto se fundamenta en que, tal como se expuso en el Capítulo 3, los estándares se encuentran en permanente desarrollo y actualización, como versiones revisadas de los ya existentes, incorporando la experiencia adquirida en el sector del hidrógeno verde y del amoníaco. Esta recomendación se orienta particularmente a las acciones previstas en el plan que se implementarán en el mediano y largo plazo.

Adicionalmente, se recomienda establecer una regulación sobre la calidad del hidrógeno y el amoníaco, considerando que el incumplimiento de los niveles de pureza requeridos para el adecuado funcionamiento de ciertos equipos, como por ejemplo, la alta pureza exigida en el hidrógeno para su uso en celdas de combustible, puede generar impactos en la seguridad durante el consumo de estas sustancias. La presencia de impurezas o variaciones en la composición puede representar riesgos significativos, por lo que la definición de estándares de calidad adecuados resulta esencial para resguardar la seguridad a lo largo de toda la cadena de valor del hidrógeno.

Por último y considerando que el alcance del estudio se limitó a las etapas de producción y transporte por ductos y carreteras, se recomienda también realizar un análisis de la regulación técnica y de seguridad disponible para los **nuevos usos de hidrógeno y sus derivados** que han surgido en los últimos años, a fin de identificar brechas regulatorias que deben ser abordadas para habilitar dichos usos, resguardando la seguridad de las personas y los bienes.

7 Bibliografía

- Asociación Chilena de Desalación y Reúso A.G. (2025). *Catastro plantas y proyectos*. Obtenido de <https://www.acades.cl/catastro-plantas-y-proyectos/>
- Consejo Federal de Inversiones. (2024). *Estrategia logística patagonia: Cadena del hidrógeno bajo en emisiones*. Obtenido de https://cfi.org.ar/assets/docs/estrategias_logisticas/PAT-Hidrogeno-verde-CFI.pdf
- DIN. (2024). *Standardization Roadmap for Hydrogen Technologies – Version 2024*. Recuperado el 14 de julio de 2025, de <https://www.din.de/resource/blob/1140546/bfe3e27f3211008924c3c27b7b9efc8c/standardization-roadmap-for-hydrogen-technologies-2024-data.pdf>
- DIN. (s.f.). *tandards Database for Hydrogen Technologies*. Berlín: DIN. Recuperado el 14 de julio de 2025, de <https://www.din.de/en/innovation-and-research/hydrogen/standards-search>
- GIZ, & CliO Consulting. (2025). *Estudio Normativa Internacional Hidrógeno Renovable*.
- GIZ, & Fichtner. (2020). *Descarbonización del sector energético chileno Hidrógeno - cadenas de valor y legislación internacional*. Obtenido de <https://4echile.cl/wp-content/uploads/2022/01/Cadena-de-valor-H2-y-regulacion-internacional.pdf>
- Halbig, J., Koppers, A., & Lemken, J. (2023). *Standardsetzung im Bereich Wasserstoff – Teil 1: Erzeugung*. Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht. Recuperado el 14 de julio de 2025, de https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2023/01/Halbig-Koppers-Lemken_Standardsetzung-Wasserstoff-Teil1-Erzeugung_2023-01-30.pdf
- Halbig, J., Koppers, A., & Lemken, J. (2023). *Standardsetzung im Bereich Wasserstoff – Teil 3: Transport und Behälter*. Würzburg: Stiftung Umweltenergierecht. Recuperado el 14 de julio de 2025, de https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2023/01/Halbig-Koppers-Lemken_Standardsetzung-Wasserstoff-Teil3-Transport-Behaelter_2023-01-30.pdf
- IRENA, & Ammonia Energy Association. (2022). *Innovation Outlook: Renewable Ammonia*. Obtenido de <https://www.irena.org/publications/2022/May/Innovation-Outlook-Renewable-Ammonia>
- Ministerio de Energía de Chile. (2024). *Plan de Acción de Hidrógeno Verde 2023-2030*.
- Ministerio de Energía de Chile. (2024). *Plan de trabajo de regulaciones habilitantes para el desarrollo de la industria del hidrógeno en Chile 2024-2030*. Obtenido de https://energia.gob.cl/sites/default/files/documento-pdt_h2.pdf
- Naciones Unidas. (2009). *Recomendaciones al Transporte de Mercancías Peligrosas: Reglamentación Modelo*.
- NOW GmbH. (2023). *Gesetzeskarte Wasserstoff: Relevante gesetzliche Regelwerke im Bereich Wasserstoff*. Recuperado el 14 de julio de 2025, de https://www.now-gmbh.de/wp-content/uploads/2023/08/NOW_Gesetzeskarte-Wasserstoff.pdf
- República Federal de Alemania. (2009). *Wasserhaushaltsgesetz (WHG) – § 2 Anwendungsbereich*. Recuperado el 16 de julio de 2025, de https://www.gesetze-im-internet.de/whg_2009/__2.html
- República Federal de Alemania. (2010). *Gefahrstoffverordnung (GefStoffV) – Verordnung zum Schutz vor Gefahrstoffen*. Recuperado el 14 de julio de 2025, de <https://www.wasserstoff->

leitprojekte.de/lw_resource/datapool/systemfiles/elements/files/0BB1572435744E8BE0637E695E86D377/live/document/Normen_und_Regeln_f%C3%BCr_die_in_TransHyDE_betrachteten_Transport-_und_Speicheroptionen_f%C3%BCr_Wasserstoff.pdf

República Federal de Alemania. (2013). *Anexo 1 de la 4. BImSchV – Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen (4. BImSchV)*. Recuperado el 14 de julio de 2025, de https://www.gesetze-im-internet.de/bimschv_4_2013/anhang_1.html

Secretaría de Asuntos Energéticos. (2023). *Estrategia Nacional para el Desarrollo de la Economía del Hidrógeno*. Obtenido de https://www.argentina.gob.ar/sites/default/files/2023/07/estrategia_nacional_de_hidrogeno_-_sae.pdf

Sistema de Información Ambiental de Lujan. (s.f.). *Legislación: Orden jerárquico de las normas del derecho argentino*. Obtenido de <https://siai-lujan.unlu.edu.ar/es/node/256>

Steiner, H. (2024). *Wasserstoffinfrastruktur – Rechtlicher Rahmen und Herausforderungen*. En: *gwf Gas + Energie*, 01–02/2022. Recuperado el 14 de julio de 2025, de https://gwf-gas.de/wp-content/uploads/2021/11/GE_01-02_2022_fb_Steiner_V1.pdf

Subsecretaría de Estrategia para el Desarrollo. (2023). *Estrategia Nacional para el desarrollo de la Economía del Hidrógeno de Bajas Emisiones: Planes de acción*. Obtenido de <https://h2lac.org/archivos/planes-de-accion-estrategia-nacional-para-el-desarrollo-de-la-economia-del-hidrogeno-de-bajas-emisiones-en-argentina/>

TransHyDE / Wasserstoff-Leitprojekte. (s.f.). *Normen und Regeln für die in TransHyDE betrachteten Transport- und Speicheroptionen für Wasserstoff*. Recuperado el 14 de julio de 2025

VDI. (s.f.). *VDI 4635 Blatt 3.5: Power-to-X – Ammoniaksynthese*. Düsseldorf: VDI. Recuperado el 14 de julio de 2025, de <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-4635-blatt-11-power-to-x-uebergeordnete-aspekte>

Verein Deutscher Ingenieure (VDI). (s.f.). *VDI 4635 Blatt 1.1: Power-to-X – Übergeordnete Aspekte*. Düsseldorf: VDI. Recuperado el 14 de julio de 2025, de <https://www.vdi.de/richtlinien/details/vdi-4635-blatt-11-power-to-x-uebergeordnete-aspekte>

Wasserstoff-Leitprojekte / TransHyDE. (s.f.). *TransHyDE – Übersicht: Informationsplattform zum Leitprojekt für Wasserstofftransport-Infrastrukturen*. Recuperado el 14 de julio de 2025, de <https://www.wasserstoff-leitprojekte.de/aktuelles/news/transhyde/uebersicht>

8 Anexos

8.1 Anexo A: Síntesis de marco regulatorio de Argentina, nacional y provincial, aplicable a la cadena de valor (no incluye regulaciones que abordan aspectos de seguridad, resumidas en Tabla 1)

Síntesis del marco regulatorio Nacional

	Tipo de instrumento	Norma	Descripción	Categoría	Aplicación		
					H2	NH3	Desalinización
Nacional	Constitución	Constitución de la Nación Argentina	Establece el derecho a un ambiente sano y equilibrado	Ambiental	x	x	x
	Leyes	Ley N° 26.123 (caducada)	El hidrógeno reconocido y promovido como combustible y vector energético	Promoción	x		
	Decretos	NAG-602	Especificaciones de calidad para el transporte y la distribución de gas natural y otros gases análogos.	Calidad	x	x	
	Resoluciones	Resolución 1036/2021 de la Secretaría de Energía	Aprueba los “Lineamientos para un Plan de Transición Energética al 2030”	Energía	x		
		Resolución 517/2023 de la Secretaría de Energía	Aprueba el “Plan de Transición Energética al 2030”	Energía	x		
		Resolución 195/97	Incorpora normas técnicas al Reglamento General para el Transporte de Mercancías Peligrosas por Carretera	Transporte	x	x	

Síntesis del marco regulatorio de la provincia de Buenos Aires

	Tipo de instrumento	Norma	Descripción	Categoría	Aplicación		
					H2	NH3	H2O
Provincia de Buenos Aires	Constitución	Constitución de la Provincia de Buenos Aires	Establece que los habitantes de la provincia tienen derecho a gozar de un ambiente sano y el deber de conservarlo (Art. 28)	Ambiental	x	x	x
	Leyes	Ley Provincial N° 11.723	Establece los principios de la política ambiental	Ambiental	x	x	x
		Ley N° 13.516	Modifica la Ley N° 11.723	Ambiental	x	x	x
		Ley 5.965	Ley de protección a las fuentes de provisión y a los cursos y cuerpos receptores de agua y a la atmósfera	Ambiental			x

Síntesis del marco regulatorio de la provincia del Chubut

	Tipo de instrumento	Norma	Descripción	Categoría	Aplicación		
					H2	NH3	H2O
Provincia del Chubut	Constitución	Constitución de la Provincia del Chubut	Establece que toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano que asegure la dignidad de su vida y su bienestar y el deber de su conservación en defensa del interés común (art. 109)	Ambiental	x	x	x

8.2 Anexo B: Listado de normas técnicas y de seguridad de hidrógeno

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ASME B31.12	2023	Publicada	Transporte	Diseño y operación	Hydrogen Piping and Pipelines	Aplicable a las tuberías y conducciones que manipulen hidrógeno gaseoso y mezclas gaseosas de hidrógeno y a las tuberías en servicio de hidrógeno líquido.	https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
							b31-12-hydrogen-piping-pipelines
ASME STP/PT-0005	2006	Publicada	Almacenamiento, distribución	Capacitación y Competencias	Design Factor Guidelines for High-Pressure Composite Hydrogen Tanks	Proporciona recomendaciones al equipo de proyecto de hidrógeno de ASME para factores de diseño para tanques de hidrógeno compuesto.	https://webstore.ansi.org/standards/asme/asmestppt0052006?srltid=AfmBOoqqbC9Bkv6pKKwMpuz5ZyAJut-bADoinQCq9Ki7iP1KOqSTpFdV
ASME/STP-PT-006	2007	Publicada	Transporte	Capacitación y Competencias	Design Guidelines for Hydrogen Piping and Pipelines	Proporciona orientación sobre factores de diseño en ambientes de hidrógeno seco, incluyendo consideraciones de vida útil del diseño y recomendaciones para exámenes no destructivos y gestión de la integridad en servicio.	https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/stp-pt-006-design-guidelines-for-hydrogen-piping-and-pipelines/2007/pdf

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ASME/STP-PT-014	2008	Publicada	Almacenamiento, distribución	Capacitación y Competencias	Data Supporting Composite Tank Standards Development for Hydrogen Infrastructure Applications	Proporciona recomendaciones para pruebas de validación de materiales y recipientes a presión, con consideración para el análisis de modos de falla y efectos (FMEA) que involucra el uso en campo de los recipientes.	https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/data-supporting-composite-tank-standards-development-for-hydrogen-infrastructure-applications/2008/pdf
CGA H-4	2020	Publicada	Producción, consumo, almacenamiento, transporte, uso	Normas de referencia general	Terminology Associated with Hydrogen Fuel Technologies	Esta publicación proporciona una descripción de las tecnologías y la terminología tal como se aplican a la producción, almacenamiento, transporte y uso de combustible de hidrógeno.	https://webstore.ansi.org/standards/cga/cga2020-2408689
EIGA Doc 06/19	2019	Publicada	Almacenamiento, distribución	Diseño y operación	Safety in storage, handling and distribution of liquid hydrogen	Proporciona directrices para la seguridad en el almacenamiento, manejo y distribución de hidrógeno líquido.	https://www.eiga.eu/uploads/documents/DOC006.pdf

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
EIGA Doc 121/14 (CGA G-5.6)	2014	Publicada	Transporte	Materiales y componentes	Hydrogen Pipeline Systems	Se describen términos clave, como tuberías de distribución, tuberías de planta y tuberías de transmisión. Además, se mencionan aleaciones de cobre, níquel, acero inoxidable, cobalto y otros materiales utilizados en estas tuberías.	https://www.eiga.eu/uploads/documents/DOC121.pdf
EIGA Doc 151/23	2023	Publicada	Almacenamiento	Diseño y operación	Prevention of Excessive Pressure during Filling of Cryogenic Vessels	Aborda las medidas para prevenir la presión excesiva durante el llenado de recipientes criogénicos.	https://www.eiga.eu/uploads/documents/DOC151.pdf
EIGA Doc 171/23	2023	Publicada	Almacenamiento	Diseño y operación	Storage of Hydrogen in Systems Located Underground	Seguridad específica relacionada con el almacenamiento subterráneo de hidrógeno.	https://www.eiga.eu/uploads/documents/DOC171.pdf
EN 13445-5	2024	Publicada	Almacenamiento	Medición y ensayo	Unfired pressure vessels. Inspection and testing	Especifica los procedimientos de inspección y pruebas para recipientes a presión no sometidos a llama.	https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/016b55ad-c08d-42b6-b9a0-e43838ec894b/en-13445-5-2021a1-2024

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
IEC 60079-10-1	2022	Publicada	Producción	Seguridad y gestión de riesgos	Classification of areas - Explosive gas atmospheres	Esta norma establece los criterios esenciales para la clasificación de áreas donde puede existir un riesgo de incendio o explosión debido a la posible presencia de gas inflamable o vapor. Además, proporciona orientación sobre factores y parámetros relevantes para tales evaluaciones. Está destinado a aplicarse en lugares donde pueda existir un riesgo de ignición debido a la presencia de gases o vapores inflamables mezclados con aire. Un área se define como una región o espacio tridimensional.	https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0068089
ISO 16111	2018	Publicada	Almacenamiento	Materiales y componentes	Transportable gas storage devices — Hydrogen absorbed in reversible metal hydride	Esta norma define los requisitos aplicables al material, diseño, construcción y pruebas de sistemas de almacenamiento de gas de hidrógeno transportables, conocidos como “conjuntos de hidruros metálicos” (MH), que utilizan carcasas con un volumen interno que no excede los 150 litros y una presión máxima de desarrollo que no supera los 25 MPa. Se aplica a conjuntos de almacenamiento MH recargables donde el hidrógeno es el único medio transferido.	https://www.iso.org/standard/67952.html

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ISO 17081	2014	Publicada	Transporte	Medición y ensayo	Method of measurement of hydrogen permeation and determination of hydrogen uptake and transport in metals by an electrochemical technique	Esta norma especifica un método de laboratorio para medir la permeación del hidrógeno y determinar la absorción y el transporte de átomos de hidrógeno en metales utilizando una técnica electroquímica. Se aplica a metales y aleaciones, y permite evaluar la absorción de hidrógeno en función del flujo de hidrógeno en estado estacionario. También describe cómo determinar la difusividad efectiva de los átomos de hidrógeno en un metal y distinguir entre atrapamiento reversible e irreversible. La norma establece requisitos para la preparación de muestras, control y monitoreo de variables ambientales, procedimientos de prueba y análisis de resultados.	https://www.iso.org/standard/64514.html
ISO 22734-1	2025	Publicada	Producción	Diseño y operación	Hydrogen generators using water electrolysis — Safety	Especifica los requisitos de seguridad de los aparatos o sistemas de generación de gas hidrógeno que utilizan reacciones electroquímicas para electrolizar agua y producir hidrógeno, denominados en este documento como generadores de hidrógeno.	https://www.iso.org/standard/82766.html?browse=tc

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ISO 26142	2010	Publicada	Consumo	Seguridad y gestión de riesgos	Hydrogen detection apparatus — Stationary applications	Define los requisitos de rendimiento y los métodos de prueba de los aparatos de detección de hidrógeno diseñados para medir y monitorear las concentraciones de hidrógeno en aplicaciones estacionarias. Esta norma se aplica a los aparatos de detección de hidrógeno utilizados para lograr operaciones de seguridad de uno y/o varios niveles, como la purga de nitrógeno o la ventilación y/o el cierre del sistema correspondiente a la concentración de hidrógeno.	https://www.iso.org/standard/52319.html
ISO/TR 15916	2015	Publicada	Almacenamiento, uso	Normas de referencia general	Basic considerations for the safety of hydrogen systems	La norma ISO 15916 proporciona pautas para el uso de hidrógeno en sus formas gaseosas y líquidas, así como su almacenamiento en cualquiera de estas u otras formas (hidruros). Identifica las preocupaciones básicas de seguridad, los peligros y los riesgos, y describe las propiedades del hidrógeno que son relevantes para la seguridad.	https://www.iso.org/standard/56546.html
NFPA 2	2023	Publicada	Producción, almacenamiento	Diseño y operación	Hydrogen technologies Code	La norma NFPA 2 tiene el propósito de proporcionar salvaguardas fundamentales para la generación, instalación, almacenamiento, tuberías del sistema, uso y manipulación de hidrógeno en forma de gas comprimido o líquido criogénico.	https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-2-standard-development/2

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
NFPA 497	2024	Publicada	Producción	Normas de referencia general	Recommended Practice for the Classification of Flammable Liquids, Gases, or Vapors and of Hazardous (Classified) Locations for Electrical Installations in Chemical Process Areas	Establece criterios para determinar los peligros de inflamabilidad en áreas de procesos químicos que utilizan líquidos, gases o vapores inflamables, con el fin de ayudar en la selección segura de sistemas y equipos eléctricos en ubicaciones peligrosas.	https://www.nfpa.org /es/codes-and- standards/nfpa-497- standard- development/497
NFPA 55	2023	Publicada	Almacenamiento, transporte	Diseño y operación	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code	Aplica a la instalación, almacenamiento, uso y manejo de gases comprimidos y fluidos criogénicos en cilindros portátiles y estacionarios, contenedores, equipos y tanques en todas las ocupaciones.	https://www.nfpa.org /es/codes-and- standards/nfpa-55- standard- development/55

8.3 Anexo C: Listado de normas técnicas y de seguridad de amoníaco

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ASME B31.4	2022	Publicada	Transporte	Diseño y operación	Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries	Establece los requisitos para el diseño, materiales, construcción, inspección, operación y mantenimiento de sistemas de tuberías que transportan líquidos, incluyendo amoníaco, entre instalaciones como campos de producción, plantas de amoníaco, refinerías, terminales (marítimas, ferroviarias y de camiones), estaciones de bombeo y centros de almacenamiento, así como dentro de estas instalaciones. También aplica a tuberías que transportan lodos acuosos de materiales no peligrosos como carbón y minerales entre plantas o terminales de procesamiento y recepción.	https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/b31-4-pipeline-transportation-systems-liquids-slurries
CGA G-2.1	2023	Publicada	Almacenamiento	Diseño y operación	Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia - 7th Edition	Especificaciones de diseño, construcción, reparación, modificación, ubicación, instalación, mantenimiento y operación de sistemas de amoníaco anhidro, incluyendo los sistemas de almacenamiento de amoníaco refrigerado. Excluye plantas de fabricación de amoníaco; sistemas de refrigeración donde el amoníaco se utiliza exclusivamente como refrigerante.	https://webstore.ansi.org/standards/cga/cga2023?srltid=AfmBOoqYaSk3_wnZ5XK7mP-u1b7mKGSUOrtedndHeoLVVpM2JRN-2tVp

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ISO 5771	2024	Publicada	Transporte	Materiales y componentes	Rubber hoses and hose assemblies for transferring anhydrous ammonia — Specification	Especifica los requisitos mínimos para las mangueras de caucho utilizadas para la transferencia de amoníaco, en forma líquida o gaseosa, a temperaturas ambiente desde -40 °C hasta +55 °C inclusive, con una presión de trabajo de 2,5 MPa (25 bar). No incluye especificaciones para los accesorios terminales y se limita al desempeño de las mangueras y los conjuntos de mangueras.	https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/40/84062.html
NFPA 1960	2024	Publicada	Producción	Materiales y componentes	Standard for Fire Hose Connections, Spray Nozzles, Manufacturer's Design of Fire Department Ground Ladders, Fire Hose, and Powered Rescue Tools	Respecto al amoníaco, establece requerimientos para las boquillas o componentes fabricados con aleaciones de cobre que contengan más de un 15 % de cinc deberán resistir la exposición a una mezcla húmeda de amoníaco y aire sin desarrollar grietas por tensión cuando se sometan a ensayo descrito.	https://www.nfpa.org/es/codes-and-standards/nfpa-1960-standard-development/1960?order_src=G061&gad_source=1&gad_campaignid=12650713679&gbraid=0AAAAABjCotZX5Fc5tTzU-cnGaNUPVE2Et&gclid=CjwKCAjwgb_CBhBMEiwA0p3oOOUSbQ_C4Cx Fg0IE8bECyqjV-D-ggf_LsMx32oyr1mEiQ9DPguoHvBoC0NcQAvD_BwE

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
NFPA 30	2024	Publicada	Almacenamiento	Seguridad y gestión de riesgos	Flammable and Combustible Liquids Code	Este código se aplicará al almacenamiento, manipulación y uso de líquidos inflamables (inflamables o combustibles), incluidos los líquidos residuales, tal como se definen y clasifican en el presente documento. Incluye cualquier fluido criogénico (Fluido con un punto de ebullición inferior a -130 °F (-90 °C) a una presión absoluta de 14,7 psi (101,3 kPa)) o gas licuado. Su propósito es proporcionar medidas de seguridad fundamentales para el almacenamiento, manipulación y uso de líquidos inflamables (inflamables o combustibles).	https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-30-standard-development/30
NFPA 400	2025	Publicada	Almacenamiento /Transporte	Diseño y operación	Hazardous Materials Code	Este código se aplicará al almacenamiento, uso y manejo de materiales peligrosos específicos en todo tipo de ocupaciones e instalaciones gases comprimidos y fluidos criogénicos, incluidos aquellos establecidos en el marco de la norma NFPA 55, entre otros. El propósito es proveer medidas de seguridad fundamentales para el almacenamiento, uso y manejo de los materiales peligrosos especificados.	https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-400-standard-development/400
NFPA 55	2023	Publicada	Almacenamiento /Transporte	Diseño y operación	Compressed Gases and Cryogenic Fluids Code	Este código establece medidas de seguridad fundamentales para la instalación, almacenamiento, uso y manejo de gases comprimidos y fluidos criogénicos en cilindros, contenedores y tanques, tanto	https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-55-standard-development/55

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
						portátiles como estacionarios. El propósito es proporcionar un grado razonable de protección de la vida y la propiedad contra incendios, mediante la estandarización de prácticas para la instalación, almacenamiento, uso y manejo de gases comprimidos y fluidos criogénicos.	
NFPA 329	2025	Publicada	Producción/Almacenamiento/Transporte	Seguridad y gestión de riesgos	Recommended Practice for Handling Releases of Flammable and Combustible Liquids and Gases	Prácticas recomendada que proporciona métodos para responder a los riesgos de incendio y explosión que resultan de la liberación de un líquido, gas o vapor inflamable o combustible que puede migrar hacia una estructura subterránea. El propósito es proporcionar a las autoridades regulatorias, cuerpos de bomberos, contratistas y propietarios de estructuras subterráneas una orientación sobre los problemas relacionados con líquidos y gases inflamables y combustibles que podrían encontrarse en estructuras subterráneas y otras áreas.	https://www.nfpa.org/codes-and-standards/nfpa-329-standard-development/329
OSHA 1910.111	s.f.	Publicada	Almacenamiento	Diseño y operación	Storage and handling of anhydrous ammonia	Esta norma está destinada a aplicarse al diseño, construcción, ubicación, instalación y operación de sistemas de amoníaco anhidro, incluidos los sistemas de almacenamiento de amoníaco refrigerado. No incluye plantas de "manufactura de amoníaco" ni instalaciones donde el amoníaco se utilice únicamente como refrigerante.	https://www.osha.gov/B4:l12v/laws-regs/regulations/standardnumber/1910/1910.111

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ASME B31.4	2022	Publicada	Transporte	Diseño y operación	Pipeline Transportation Systems for Liquids and Slurries	Establece los requisitos para el diseño, materiales, construcción, inspección, operación y mantenimiento de sistemas de tuberías que transportan líquidos, incluyendo amoníaco, entre instalaciones como campos de producción, plantas de amoníaco, refinerías, terminales (marítimas, ferroviarias y de camiones), estaciones de bombeo y centros de almacenamiento, así como dentro de estas instalaciones. También aplica a tuberías que transportan lodos acuosos de materiales no peligrosos como carbón y minerales entre plantas o terminales de procesamiento y recepción.	https://www.asme.org/codes-standards/find-codes-standards/b31-4-pipeline-transportation-systems-liquids-slurries
CGA G-2.1	2023	Publicada	Almacenamiento	Diseño y operación	Requirements for the Storage and Handling of Anhydrous Ammonia - 7th Edition	Especificaciones de diseño, construcción, reparación, modificación, ubicación, instalación, mantenimiento y operación de sistemas de amoníaco anhidro, incluyendo los sistemas de almacenamiento de amoníaco refrigerado. Excluye plantas de fabricación de amoníaco; sistemas de refrigeración donde el amoníaco se utiliza exclusivamente como refrigerante.	https://webstore.ansi.org/standards/cga/cga2023?srsId=AfmBOoqYaSk3_wnZ5XK7mP-u1b7mKGSUOrtedndHeoLVVpM2JRN-2tVp

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
EN 14620-1	2024		Publicada	Almacenamiento	Diseño y operación	Establece los requisitos generales y especifica los principios y las reglas de aplicación para el diseño estructural del sistema de tanques durante la construcción, las pruebas, la puesta en marcha, la operación (incluyendo situaciones accidentales) y el desmantelamiento.	https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/e80e603c-ac9e-4ee2-aa7d-5553ee034b2c/en-14620-1-2024

8.4 Anexo D: Listado de normas técnicas y de seguridad de plantas desalinizadoras

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ASTM D4194-03	2014	Publicada	Tecnología	Medición y ensayo	Standard Test Methods for Operating Characteristics of Reverse Osmosis and Nanofiltration Devices	Establece métodos de ensayo permiten medir el desempeño de los dispositivos de ósmosis inversa utilizando conjuntos de condiciones estandarizadas y están destinados a pruebas de corta duración (<24 h). Estos métodos de ensayo pueden emplearse para determinar cambios que hayan podido ocurrir en las características operativas de los dispositivos de RO y NF, pero no están destinados para el diseño de plantas.	https://store.astm.org/d4194-03r14.html

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
DNV-ST-F101	2021	Publicada	Transporte	Diseño y operación	Sistemas de tuberías submarinas	Proporciona un marco internacionalmente aceptable para los sistemas de tuberías submarinas en todas las fases de su vida útil, centrándose en la evaluación estructural, con el objetivo de obtener un nivel de seguridad adecuado y coherente. No hace referencia específica a desalinización ni transporte de agua submarina o salmuera.	https://www.dnv.com/energy/standards-guidelines/dnv-st-f101-submarine-pipeline-systems/
EN 12495	2000	Publicada	Tecnología	Materiales y componentes	Cathodic protection for fixed steel offshore structures	Esta norma europea define los medios que deben emplearse para proteger catódicamente las áreas sumergidas de estructuras fijas de acero en alta mar y sus accesorios.	https://standards.iteh.ai/catalog/standards/cen/0b619351-f29f-4cc7-b7ef-c56c8415fa53/en-12495-2000?srsId=AfmBOoqRZSZgbH_GpcnAOirvcHcbzxvXl4XkEk2WohW7nUiC1MIAaHHS
ISO 12473	2017	Publicada	Transporte	Normas de referencia general	General principles of cathodic protection in seawater	Establece principios generales de la protección catódica cuando se aplica en agua de mar, aguas salobres y lodo marino. Está destinada a ser una introducción, para proporcionar un vínculo entre los aspectos teóricos y las aplicaciones prácticas, y para constituir un apoyo a otras normas dedicadas a la protección catódica de estructuras de acero en agua de mar.	https://www.iso.org/standard/67729.html

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ISO 13205	2024	Publicada	Proceso	Normas de referencia general	Marine technology — Seawater desalination — Vocabulary	Este documento define términos y definiciones para el proceso integral de desalinización de agua de mar. Abarca definiciones básicas, así como temas específicos que incluyen la captación de agua, pretratamiento, desalinización por membranas, desalinización por destilación, postratamiento y términos auxiliares.	https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/43/84334.html
ISO 20670	2023	Publicada	Proceso	Normas de referencia general	Water reuse — Vocabulary	Este documento define términos y definiciones de uso común en las normas sobre reutilización de agua. Es aplicable a todo tipo y tamaño de instalaciones y sistemas de reutilización de agua, así como a todo tipo de partes interesadas involucradas en la reutilización de agua. Incluye conceptos de agua de mar y agua desalinizada.	https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/03/80388.html?browse=tc
ISO 23044	2020	Publicada	Proceso	Aplicación específica o limitada	Guidelines for softening and desalination of industrial wastewater for reuse	Directrices para la evaluación y comparación de los procesos de ablandamiento y desalinización de aguas residuales industriales para su recuperación y reutilización, considerando específicamente los siguientes seis procesos: 1) precipitación química; 2) intercambio iónico; 3) nanofiltración (NF); 4) ósmosis inversa (RO); 5) electodiálisis (ED); y 6) electrodeionización (EDI).	https://www.iso.org/es/contents/data/standard/07/43/74377.html

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
ISO 23070	2020	Publicada	Proceso	Diseño y operación	Water Reuse in Urban Areas — Guidelines for reclaimed water treatment: Design principles of a RO treatment system of municipal wastewater	Directrices para la planificación y el diseño de un sistema de tratamiento por ósmosis inversa (RO) de aguas residuales municipales. El documento aborda de forma integral los sistemas de tratamiento por RO de aguas residuales municipales y es aplicable a cualquier componente de dichos sistemas.	https://www.iso.org/standard/74487.html
ISO 25902-1	2009	Publicada	Transporte	Medición y ensayo	Titanium pipes and tubes — Non-destructive testing	Especifica un método de inspección por corrientes de Foucault (eddy-current) para la detección de defectos en tubos de titanio sin costura y tubos soldados, teniendo en cuenta que actualmente se utilizan como condensadores de superficie de vapor en centrales termoeléctricas, plantas de energía nuclear y plantas de desalinización. Este método también es aplicable a tubos de aleaciones de titanio.	https://www.iso.org/es/contents/data/standard/04/33/43310.html
ISO 9351	2025	Publicada	Transporte	Materiales y componentes	Galvanic anodes for cathodic protection in seawater and saline sediments	Este documento define los requisitos y proporciona recomendaciones sobre la composición química, las propiedades electroquímicas, las tolerancias físicas y los procedimientos de ensayo e inspección para ánodos galvánicos fundidos de aleaciones a base de aluminio, magnesio y zinc, utilizados en	https://www.iso.org/standard/83485.html

Estándar/ Código	Versión	Estado	Cadena de valor	Subcategoría	Nombre del estándar	Descripción	Link
						la protección catódica en agua de mar, sedimentos salinos y aguas salobres.	
ISO/AWI 25175	N/A	En desarrollo	Proceso	Medición y ensayo	Standard test method for performance of reverse osmosis (RO) and nanofiltration (NF) membrane element	Este documento define el método de ensayo estándar para elementos de membrana de ósmosis inversa (RO) y nanofiltración (NF). Estandariza las variables y condiciones de prueba, incluyendo la composición de la solución de ensayo, presión de operación, temperatura, pH y recuperación. La producción de agua, la permeabilidad de la membrana y el rechazo de sales se utilizan como índices de desempeño, combinando el equipo de prueba, el procedimiento y el procesamiento de datos para conformar un método de ensayo estándar	https://www.iso.org/es/contents/data/standard/08/92/89252.html
ASTM D4194-03	2014	Publicada	Tecnología	Medición y ensayo	Standard Test Methods for Operating Characteristics of Reverse Osmosis and Nanofiltration Devices	Establece métodos de ensayo permiten medir el desempeño de los dispositivos de ósmosis inversa utilizando conjuntos de condiciones estandarizadas y están destinados a pruebas de corta duración (<24 h). Estos métodos de ensayo pueden emplearse para determinar cambios que hayan podido ocurrir en las características operativas de los dispositivos de RO y NF, pero no están destinados para el diseño de plantas.	https://store.astm.org/d4194-03r14.html

8.5 Anexo E: Aplicación de leyes y reglamentos a la cadena de valor del hidrógeno y amoníaco en Alemania

Categoría	Referencia legal	Nombre original (Alemán)	Abreviatura	Producción		Almacenamiento		Transporte en contenedores		Transporte por tubería	
				H2	NH3	H2	NH3	H2	NH3	H2	NH3
Derecho ambiental y técnico	Ley federal de control de Inmisiones	Bundes-Immissionsschutzgesetz	BImSchG	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ley de gestión de residuos y economía circular	Kreislaufwirtschaftsgesetz	KrWG	x	x						
	Ley de recursos hídricos	Wasserhaushaltsgesetz	WHG	x	x		x		x		x
	Reglamento sobre sustancias peligrosas para el agua	Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen	AwSV		x		x		x		x
	Ley federal de minería	Bundesberggesetz	BBerG			x					
	Ley de evaluación del impacto ambiental	Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz	UVPG	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ley sobre compatibilidad electromagnética de los equipos	Gesetz über die elektromagnetische Verträglichkeit von Betriebsmitteln	EMVG	x							
Derecho de la energía	Ley de la industria energética	Energiewirtschaftsgesetz	EnWG	x		x		x		x	
	Reglamento de acceso a redes de gas	Gasnetzzugangsverordnung	GasNZV							x	
	Reglamento de tuberías de gas a alta presión	Gashochdruckleitungsverordnung	GashochdruckleitungsV							x	
	Reglamento de gasoductos de larga distancia	Rohrfernleitungsverordnung	RohrFLtgV							x	x

	Reglamento de conexión a redes de baja tensión	Niederspannungsanschlussverordnung	NAV	x							
Derecho de la seguridad de productos y del trabajo	Ley de seguridad de los productos	Produktsicherheitsgesetz	ProdSG	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ley sobre Instalaciones que requieren supervisión	Gesetz über Überwachungsbedürftige Anlagen	ÜAnlG	x		x				x	
	Reglamento sobre sustancias peligrosas	Gefahrstoffverordnung	GefStoffV	x	x	x	x	x	x	x	x
	Ley de Infracciones Administrativas	Ordnungswidrigkeitengesetz	ODV					x	x		
	Reglamento CLP de la UE sobre clasificación, etiquetado y envasado de sustancias y mezclas	Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen (CLP-Verordnung)	EU-CLP-VO	x	x	x	x	x	x	x	x
	Reglamento REACH de la UE sobre registro, evaluación, autorización y restricción de sustancias químicas	Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH-Verordnung)	EU-Reach-VO	x		x					
	Reglamento de seguridad operativa	Betriebssicherheitsverordnung	BetrSichV	x	x	x	x	x	x	x	x
	Reglamento sobre lugares de trabajo	Arbeitsstättenverordnung	ArbStättV	x		x		x		x	
	Reglamento de protección laboral contra ruido y vibraciones	Lärm- und Vibrations-Arbeitsschutzverordnung	LärmVibrationsArbSchV	x		x		x		x	
Normativa de tráfico y transporte	Reglamento de mercancías peligrosas por carretera, ferrocarril y vías navegables interiores	Gefahrgutverordnung Straße, Eisenbahn und Binnenschifffahrt	GGVSEB					x	x		