



Fomentado por:



en virtud de una decisión
del Bundestag alemán



giz

Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH



Energía

CMS Rodríguez-Azuero

Consultoría diagnóstico y recomendaciones para la certificación de garantía de origen hidrógeno producido en Colombia

Producto 1

IMPRESIÓN

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

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH
Domicilios de la Sociedad:
Bonn y Eschborn, Alemania
International PtX Hub
Potsdamer Platz 10
10785 Berlin, Germany
T +49 61 96 79-0
F +49 61 96 79-11 15
E info@ptx-hub.org
I www.ptx-hub.org

Responsable:

Peter Foerster, Juan Manuel Salazar Gómez (GIZ)

Researcher:

CMS Rodríguez – Azuero
Álvaro Josué Yáñez, Socio
Mónica Torres Sierra, Counsel
María Paula Sandoval, Asociada
María Gabriela Acevedo, Asociada
Yadiris Gómez, Asociada

Material cartográfico:

Las representaciones cartográficas tienen carácter netamente informativo y no han sido validadas por fuentes del derecho internacional público en lo que respecta a la determinación de fronteras y territorios. La GIZ no garantiza la actualidad, exactitud o integridad del material cartográfico puesto a disposición. No se asume responsabilidad alguna por cualquier perjuicio surgido directa o indirectamente de su uso.

Las opiniones y recomendaciones expresadas no reflejan necesariamente las posiciones de las instituciones encargadas o del organismo de ejecución.

Bogotá D.C., Octubre 2023

ÍNDICE

Antecedentes	5
Glosario.....	7
Introducción	10
1. Alcance	13
1.1 Aspectos generales de los Certificados de Origen de Hidrógeno	13
1.2 Esquemas de Certificación objeto de análisis.....	15
2. Análisis de los esquemas de Certificación	33
2.1 LAC CertiLac – BID.....	33
2.2 UE Actos Delegados - Red II	35
2.3 UE Red III.....	40
2.4 UK Estándar de hidrógeno bajo en carbono	40
2.5 UK Guía de cumplimiento: obligaciones de transporte renovables y orientación de la OCTR para CRONB.....	43
2.6 Reino de España RD 376 de 2022	46
2.7 UE CertifHy	47
2.8 Suiza GH2 Standard Green H2 Organization (GH2).....	48
2.9 AUS Guarantee of origin scheme (GO Scheme) - <i>Australian clean energy regulator</i>	49
2.10 AUS Zero Carbon Certification Scheme	51
2.11 US – CA Estándar de combustible de bajo carbono, California	51
2.12 JPN Aichi	52
2.13 DEU TÜV SÜD	53
2.14 Corea del Sur	55
2.15 UE Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono - MAFC.....	56
2.16 Países Bajos HYXCHANGE GO	56
2.17 UE Combustibles Líquidos Usados Para Aviación– CORSIA	57
2.18 UE ISCC PLUS.....	58
2.19 Ammonia Energy Association (“AEA”)	59
2.20 Reino de Dinamarca.....	59
3. Análisis relevantes en Colombia	60
3.1 Características Colombia	60
3.2 Retos en Colombia.....	61
4. Análisis de Brechas.....	66
5. Conclusiones análisis de Brechas y oportunidades.....	76
6. Bibliografía	78
Anexos	80

Anexo 1 Hoja de Ruta	81
Anexo 2 Cronograma	92
Anexo 3 Modelo Cuestionarios	93

Tablas

Tabla 1 - Descripción y Atributos de los Esquemas de Certificación	16
Tabla 2 - Brechas de los Esquemas de Certificación	67

Ilustraciones

Ilustración 1– Características comunes de los Certificados de Origen	13
Ilustración 2 – Ventajas de Esquemas de Certificación	14
Ilustración 3– Propósitos de Esquemas de Certificación	15
Ilustración 4 - LAC en materia de hidrógeno	34
Ilustración 5 – Aspectos relevantes de TÜV SÜD.....	55
Ilustración 6 – Política Pública que incentiva Cadena de Valor Hidrógeno.....	60
Ilustración 7 – Colombia en recursos naturales	61
Ilustración 8 – Retos del Hidrógeno en Colombia.....	62
Ilustración 9 – Brechas en Colombia.....	66

Figuras

Figura 1 - Capacidad de Generación Colombia	65
---	----

ANTECEDENTES

Por encargo del Ministerio Federal de Asuntos Económicos y Protección Climática (BMWK) de la República Federal de Alemania, y bajo el marco del PtX Hub Berlín, institución fundada en el 2019 por el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Conservación de la Naturaleza, Seguridad Nuclear y protección al consumidor (BMUV), se da inicio a la medida individual PtX Hub a ser implementada por la GIZ en cooperación con actores públicos y privados nacionales y actores privados de la industria alemana y europea.

El objetivo general de la iniciativa PtX Hub es garantizar que los tomadores de decisiones tanto públicos como privados en los países emergentes incorporen criterios de sostenibilidad en el desarrollo e implementación de los conceptos y tecnologías de PtX, en coherencia con la estrategia nacional de hidrógeno del gobierno alemán.

Para alcanzar el objetivo general, los trabajos estarán enfocados en el desarrollo de los siguientes 4 campos de acción:

Campo de acción 1: Promoción de la sostenibilidad de los proyectos PtX, a través de la sensibilización de los desarrolladores de proyectos y gobiernos asociados sobre los aspectos de sostenibilidad, así como identificar soluciones específicas de los proyectos y posibles condiciones del marco regulatorio.

Campo de acción 2: Apoyar la creación de intercambios y cooperación con socios internacionales del sector privado, academia y otras organizaciones portadoras de conocimiento (ONU/CEPE, ONU/CEPAL, etc.), con el objeto de promover el desarrollo de una economía PtX global, ecológicamente sostenible y permitir el establecimiento de estándares de alta calidad.

Campo de acción 3: Desarrollar conceptos específicos sobre la tecnología PtX en el país objetivo, con el fin de promover el aumento del mercado nacional e internacional de PtX, al tiempo que se aprovecha el potencial de la tecnología para la protección del clima.

Campo de acción 4: Desarrollo de la academia Internacional PtX, enfocada en la formación básica sobre conceptos, tecnologías, costes, terminología, aspectos de sostenibilidad, transporte y vías de aplicación de tecnologías PtX a nivel local.

En el marco de la implementación del campo de acción 2 de la iniciativa PtX Hub, se requiere la contratación de una firma consultora para realizar las recomendaciones a tener en cuenta para reglamentar el mecanismo público de certificación de garantía de origen del hidrógeno producido en Colombia para las contrapartes de acuerdo con lo establecido en el artículo 2.2.7.1.5. del Decreto 1476 de 2022. De acuerdo con la norma mencionada, el mecanismo público de certificación de origen tendrá el propósito de *“asegurar la unicidad y la trazabilidad de los insumos utilizados para la producción del hidrógeno y su intensidad de emisiones asociadas, así como cualquier otro atributo que se considere relevante monitorear.”* Y, en cualquier caso, las certificaciones de origen *“no serán un requisito para la obtención de los beneficios tributarios de los que trata la Ley 2099 de 2021.”*

De acuerdo con lo anterior, la consultoría para que la Firma ha sido contratada tendrá por objeto la entrega de tres productos a saber (la “Consultoría”):

El Producto 1 que identifica las brechas y oportunidades existentes para Colombia con base en el análisis realizado de los esquemas de certificación voluntarios y obligatorios existentes a nivel internacional y que resultan relevantes para la Consultoría; el Producto 2 en el que se describen las recomendaciones que se realizan en relación con las Brechas presentadas en el Producto 1; y, el Producto 3 en el que se presenta el resumen ejecutivo de las conclusiones principales de la Consultoría.

Por último, por solicitud del Cliente y del Ministerio de Minas y Energía se ha partido de las recomendaciones hechas por el consultor Hinicio, particularmente, en relación con la afirmación según la cual para *“habilitar la exportación de su hidrógeno, (...) Colombia deberá realizar esfuerzos para comprender las definiciones aplicables en los mercados objetivo (de exportación) y la regulación para cumplir con esas especificaciones del producto. Posteriormente, Colombia deberá implementar los mecanismos que le permitan realizar las verificaciones que sean necesarias para certificar su hidrógeno bajo algún esquema de certificación de origen reconocido por el mercado importador.”* (Hinicio, 2022)

GLOSARIO

Para efectos de interpretación del Producto 1, a los términos que a continuación se relacionan con letra inicial mayúscula se les atribuirá el significado que seguidamente hemos indicado. Los conceptos singulares también incluyen el plural y viceversa, siempre y cuando el contexto así lo requiera. Los términos aquí definidos tienden a describir su sentido natural y obvio, según el uso general de los mismos, con apoyo de las fuentes de información consultadas para el análisis objeto de la Consultoría.

TÉRMINO	EXPLICACIÓN
“Atributos”	Significan aquellas cualidades o propiedades que indican las características de los Esquemas de Certificación.
“Balance de masa”	Significa el sistema de certificación que vincula el certificado con la entrega física del producto que se certifica. Permite rastrear el vector energético desde su uso hasta su producción, incluso si dicho vector se mezcla con vectores energéticos fósiles. (DENA y otros, 2022)
“Brecha”	Significa, para Colombia, la barrera, reto o circunstancia que dificulta el cumplimiento de Esquemas de Certificación existentes, voluntarios u obligatorios.
“Book-and-claim”	Significa el sistema de certificación que permite que los certificados se comercialicen por separado del producto físico, en tanto que la entrega física del vector energético y la emisión del certificado correspondiente no están vinculados entre sí. El certificado representa una cantidad exacta de hidrógeno sostenible producido, se emite a favor del productor, y el certificado puede comercializarse por separado del producto físico. (DENA y otros, 2022).
“Cadena de Custodia”	Significa el método que se utiliza para el análisis y monitoreo del hidrógeno objeto de comercialización.
“Cadena de Valor”	Significa, en relación con el hidrógeno o sus productos derivados, las actividades económicas que están relacionadas con el proceso de producción y distribución del Hidrógeno incluyendo, pero sin limitarse a, producción, acondicionamiento, almacenamiento, transporte, restitución, y comercialización.
“Certificación”	Significa, en relación con un Esquema de Certificación, el proceso a seguir por un agente independiente para la emisión de una declaración que confirme que, de acuerdo la verificación y evaluación realizada por dicho agente, el hidrógeno o sus derivados cumplen con un determinado grupo de requerimientos y atributos de sostenibilidad a lo largo de su cadena de valor, desde su producción y hasta su entrega al usuario final. (Hydrogen Council y otros, 2023)

“Certificado de Origen”	Significa, en relación con un Esquema de Certificación, un documento electrónico emitido por un agente independiente en el que este da fe y garantiza que el hidrógeno o sus derivados ha sido producido, transportado, y/o comercializado por un agente de la Cadena de Valor, cumplen con los requerimientos y atributos del Esquema de Certificación. (Hydrogen Council y otros, 2023) (GIZ y otros, 2022)
“Correlación Geográfica”	Significa aquel criterio que establece que la planta de generación eléctrica utilizada para la producción del Hidrógeno se ubique en un área geográfica determinada cercana de la planta de generación. Por ejemplo, este criterio debe ser cumplido en la Unión Europea para efectos de certificación del hidrógeno.
“Correlación Temporal”	Significa aquel criterio que establece que la energía eléctrica renovable se consuma en la planta de producción Hidrógeno en el mismo tiempo que se produjo dicha electricidad renovable. Por ejemplo, este criterio debe ser cumplido en la Unión Europea para efectos de certificación del hidrógeno.
“Derivado”	Significa el o los productos que se producen a partir de hidrógeno que incluyen, pero no se limitan a, amoníaco, metanol, y combustibles sintéticos.
“Esquema de Certificación”	Significa el mecanismo que contiene el proceso de evaluación y verificación utilizado para emitir un Certificado de Origen, y determina los atributos o criterios que el hidrógeno o sus derivados deben contener para obtener la Certificación. (Hydrogen Council y otros, 2023)
“Esquema de Certificación Obligatoria”	Significa el Esquema de Certificación que ha sido emitido por autoridad competente o regulatoria, y debe ser cumplido de manera obligatoria por los compradores o consumidores de Hidrógeno y sus derivados, para la divulgación de información detallada sobre el origen del mismo.
“Esquema de Certificación Voluntaria”	Significa el Esquema de Certificación que los compradores o consumidores aplican porque tienen la voluntad de comunicar al público el tipo de hidrógeno utilizado, independientemente de que existan reglas de tipo obligatorio o no en el país en el que desarrollan su actividad. (GIZ y otros, 2022)
“GEI”	Significa Gases de Efecto Invernadero.
“Hidrógeno”	Significa, en el contexto de la Consultoría, el elemento químico que es producido, transportado, almacenado, y comercializado a través de mecanismos cuyas emisiones de gases de efecto invernadero son significativamente menores al hidrógeno convencional, particularmente producido utilizando fuentes de energías renovables. Es equivalente a lo que actualmente la industria denomina “hidrógeno verde” producido a través de electrólisis del agua y con energía proveniente de energías renovables.

Cuando en este documento se utilice la palabra hidrógeno con inicial en minúscula se hace referencia, indistintamente a la clasificación por colores del hidrógeno, al elemento químico utilizado como materia prima, combustible, y fuente de generación eléctrica y térmica.

INTRODUCCIÓN

El cumplimiento de los compromisos de descarbonización que tienden a la disminución de las emisiones de gases de efecto invernadero (“GEI”) garantizando la seguridad y confiabilidad energética, ha llevado a incluir al hidrógeno y a sus derivados en la discusión de la diversificación de las matrices energéticas alrededor del mundo.

Se afirma que el hidrógeno, que tiene múltiples usos -como materia prima de procesos industriales, combustible, fuente de generación eléctrica y térmica-, no es contaminante durante su uso final. Sin embargo, al no ser fuente de energía primaria por presentarse comúnmente combinado con otros elementos como el metano, el oxígeno o el carbono, la tecnología y la materia prima que se utiliza para su producción, así como la fuente de generación de la energía eléctrica necesaria para su producción, son determinantes para identificar la huella de carbono del hidrógeno.

Debido a lo anterior, desde hace varios años el hidrógeno, que es incoloro, ha sido clasificado a través de la denominada “Paleta de Colores” o “Arcoíris del hidrógeno”. Sin embargo, la clasificación del hidrógeno por colores se está redefiniendo o, al menos, discutiendo.

Ahora, la *“la clasificación de las diferentes formas de hidrógeno debe determinarse con arreglo a una evaluación independiente y con base científica, alejada del enfoque basado en colores comúnmente utilizado; opina que esta clasificación debería basarse en el ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero a lo largo de todo el proceso de producción y transporte del hidrógeno, pero también deberá tener en cuenta criterios de sostenibilidad transparentes y sólidos en consonancia con los principios de la economía circular y basarse en medias y valores normalizados por categoría, como los objetivos de uso sostenible y la protección de los recursos, la gestión de los residuos y el aumento del uso de materias primas y secundarias, la prevención y el control de la contaminación y, por último, la protección y restauración de la biodiversidad y los ecosistemas”* (Comisión Europea, 2020).

Recientemente, la Agencia Internacional de Energía (“IEA”) resaltó la importancia de reconocer que la intensidad de las emisiones de la producción de hidrógeno varía de manera importante dependiendo de la ruta de producción, esto es, del método utilizado para la obtención de la molécula. (IEA, 2023) Por ello, se considera crucial tener en cuenta las diferentes tecnologías de producción y las correspondientes intensidades de emisión del hidrógeno, particularmente si se pretende utilizar el hidrógeno como herramienta de descarbonización. (Eric Sieler & Dörr, 2023)

La IEA considera que el uso de colores para referirse a las rutas de producción, así como el uso de términos como “hidrógeno sostenible”, “hidrógeno bajo en carbono” o “hidrógeno limpio”, oculta diferentes y varios niveles de emisiones potenciales que la actual clasificación por colores no tiene en cuenta. Según dicha agencia, esto se evidencia en tanto que de la totalidad de los proyectos que se anuncian alrededor del mundo a lo largo de la cadena de valor del hidrógeno, solo el 4% toman una decisión final de inversión (IEA, 2023). Esto se debe, entre otras razones, a la incertidumbre que afronta la demanda futura del hidrógeno y los inversionistas sobre el verdadero poder de descarbonización del hidrógeno.

Así, la intensidad de las emisiones de la producción de hidrógeno varía de manera importante dependiendo de la ruta de producción. Dichas emisiones dependerán, entre otros, del combustible y la tecnología utilizados, el ritmo al que la captura y almacenamiento de CO₂ se aplica, la tasa o porcentaje de captura, el nivel de las emisiones al nivel del *upstream* y *midstream*, las emisiones de la electricidad

generada y utilizada para los procesos electrolíticos, y la incidencia del aumento de generación a base de fósiles para atender la demanda por la variación de la carga que pueda generarse al tomar energía de la red.

En ese sentido, las fases anteriores a la producción del hidrógeno influyen de manera importante la intensidad de las emisiones en la producción de hidrógeno. Debido a lo anterior, como la terminología por colores sugiere características de la ruta de producción, pero no provee la cuantificación de sus efectos en las emisiones, ha demostrado ser poco práctica. Esto, a su vez, afecta la toma de decisiones de inversión en proyectos de producción a gran escala y en transacciones para la compra y venta de hidrógeno a nivel nacional, regional e internacional. Por lo tanto, resulta urgente redefinir la clasificación y el alcance del hidrógeno para poder establecer, en la medida de lo posible de una manera objetiva y estandarizada, los parámetros que permitan cuantificar sus efectos en las emisiones y, de esta manera, reducir la incertidumbre sobre los efectos del hidrógeno en la descarbonización.

En el proceso de redefinir al hidrógeno en función de su ruta de producción, los esquemas de certificación de origen del hidrógeno y sus derivados (“Esquemas de Certificación”) cobran gran relevancia, particularmente, para promover las actividades relacionadas con la economía del hidrógeno y su Cadena de Valor, y así lograr la consolidación de un mercado líquido y competitivo a nivel nacional, regional e internacional. Por ello, actualmente se están desarrollando varios sistemas de certificación o marcos regulatorios que definen los atributos de sostenibilidad del hidrógeno. Estos esquemas buscan crear mecanismos para emitir Certificados de Origen que permitan demostrar que una unidad de hidrógeno o un producto derivado haya sido producido, transportado, y entregado con atributos específicos de sostenibilidad. (Hydrogen Council y otros, 2023)



En el marco de la Consultoría, en este documento Producto 1 analizaremos varios de los Esquemas de Certificación existentes, tanto voluntarios como obligatorios, con el propósito de identificar las Brechas a las que Colombia se enfrenta en materia de Certificados de Origen.

De acuerdo con lo anterior, el Producto 1 se divide en seis capítulos: el primero tiene el propósito de revisar las características generales de los

Certificados de Origen, así como la identificación, descripción y atributos de cada uno de los Esquemas de Certificación que serán objeto de análisis. El segundo contiene un análisis detallado de cada uno de los Esquemas de Certificación seleccionados para el análisis objeto de esta Consultoría. El tercero contiene un análisis de las características particulares de Colombia con el propósito de identificar algunos de los Atributos a ser analizados por el Estado colombiano para definir la política pública tendiente a promover el desarrollo del mercado del Hidrógeno¹. El cuarto identifica las Brechas a las que se enfrenta Colombia en materia de certificación de origen del Hidrógeno y sus Derivados, de acuerdo con los rasgos individuales, comunes, y aspectos diferenciadores de los Esquemas de

¹ Recuérdese que, en el contexto de esta Consultoría, cuando se use Hidrógeno con mayúscula inicial hacemos referencia al elemento químico que es producido, transportado, almacenado, y comercializado a través de mecanismos cuyas emisiones de gases de efecto invernadero son significativamente menores al hidrógeno convencional, particularmente producido utilizando fuentes de energías renovables. Es equivalente a lo que actualmente la industria denomina “hidrógeno verde” producido a través de electrólisis del agua y con energía proveniente de energías renovables.

Certificación analizados. El quinto presenta las conclusiones. Y el Sexto contiene la bibliografía de apoyo a este Producto1.

1. ALCANCE

En este capítulo haremos referencia a las características generales y aspectos más relevantes de los Certificados de Origen y, posteriormente, haremos mención a los Esquemas de Certificación que serán objeto de análisis en este Producto 1.

1.1 Aspectos generales de los Certificados de Origen de Hidrógeno

Alrededor del mundo se están desarrollando varios sistemas de certificación o marcos regulatorios, tanto obligatorios como voluntarios, que buscan definir los atributos de sostenibilidad del hidrógeno, de tal forma que se pueda certificar su origen, esto es, avalar e informar sobre los atributos de una unidad de hidrógeno sostenible (PwC - Strategy&, 2022) , y así identificar la trazabilidad de la reducción de emisiones. Los esquemas en mención permiten rastrear las emisiones relacionadas con el proceso utilizado para producción del hidrógeno, así como con su transporte y hasta la entrega para su uso.

Dichos esquemas, individualmente considerados, cuentan con diferentes requisitos que permiten garantizar a un determinado usuario final de Hidrógeno que este cumple con los atributos en cuestión. Tienen una pluralidad de características y atributos. Algunos de estos se definen y estructuran en función del tipo de esquema (si es voluntario u obligatorio), del fin perseguido por el país o región que lo acoge o implementa (la obtención de subvenciones o apoyos financieros, el cumplimiento de metas de descarbonización), entre otros. Algunos de los elementos comunes son los siguientes:

Ilustración 1– Características comunes de los Certificados de Origen



Fuente: Elaboración Propia

En cualquier caso, como se advertirá posteriormente, en la actualidad los Esquemas de Certificación si bien tienen esas características comunes, desde la perspectiva sustancial tienen innumerables diferencias que reflejan la diversidad de los criterios que actualmente existen y que deben considerarse para la producción de Hidrógeno. Al respecto, téngase en cuenta que la incompatibilidad entre requerimientos o falta de reconocimiento entre los requerimientos de países conlleva a cargas administrativas adicionales y demoras en el

desarrollo de corredores de comercio, creando barreras al comercio internacional de productos certificados. (Hydrogen Council y otros, 2023)

Además de la descarbonización y de la urgencia de cumplir con las metas para contrarrestar el cambio climático, la necesidad de garantizar la confiabilidad y seguridad energética para atender la creciente demanda eléctrica ha llevado a que múltiples países busquen asegurar, entre otros energéticos, importantes cantidades de Hidrógeno en los mercados nacionales, regionales e internacionales. Por lo tanto, los agentes de la Cadena de Valor se verán obligados a cumplir con cada uno de requerimientos y atributos establecidos por los Esquemas de Certificación de cada país importador. En cualquier caso, el Esquema de Certificación a ser cumplido será seleccionado de acuerdo con las particularidades y objetivos específicos de cada país; ya sea que este tienda a crear un mercado para la exportación, para la atención de la demanda local, o ambos.

El cumplimiento de estos esquemas acarrea también algunas ventajas para los agentes interesados en participar en el desarrollo de las actividades de la Cadena de Valor como la siguientes:

Ilustración 2 – Ventajas de Esquemas de Certificación



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, los Esquemas de Certificación pueden ser obligatorios y voluntarios. En el primer caso, se trata de Certificados que han sido emitidos por autoridad competente o regulatoria, que deben ser cumplidos de manera obligatoria por los compradores o consumidores de Hidrógeno y sus derivados, para la divulgación de información detallada sobre el origen del producto objeto de certificación, y resultan necesarios para que el producto sea comercializado en un mercado particular.

Y en el segundo, se trata de Certificaciones respecto de las cuales los compradores o consumidores aplican porque tienen la voluntad de comunicar al público el tipo de hidrógeno utilizado, independientemente de que existan reglas de tipo obligatorio o no en el país en el que desarrollan su actividad. Estas, en algunos casos como CertifHy, GH2,

TÜV SÜD, entre otros como se explica más adelante, se distinguen por el uso de etiquetas o sellos.

Adicionalmente, la certificación puede tener tres propósitos a saber:

Ilustración 3– Propósitos de Esquemas de Certificación



Fuente: Elaboración propia, con base (Hinicio, 2022)

Con ello en mente, a continuación, se describen los Esquemas de Certificación objeto de análisis del Producto 1.

1.2 Esquemas de Certificación objeto de análisis

En este capítulo presentamos un listado, descripción y atributos específicos de los Esquemas de Certificación objeto de análisis del Producto 1, a título de resumen ejecutivo y contexto de las características principales de dichos Esquemas de Certificación. Sin embargo, en el capítulo 2 se encuentra un análisis más detallado:

Tabla 1 - Descripción y Atributos de los Esquemas de Certificación

DENOMINACIÓN	CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	ATRIBUTOS
LAC CertiLac – BID	Voluntario	Esquema que se encuentra en desarrollo, que en principio busca asegurar que el proceso de producción de hidrógeno verde minimice el desperdicio de energía, y esta se base exclusivamente en fuentes de energía renovable, como la energía solar o eólica, para lograr un resultado neutro en carbono. Así mismo, este esquema pretender considerar otros esquemas de certificación relevantes para la región (partiendo de destino final de hidrógeno verde producido en la región, principalmente exportación). A la facha, no hay claridad sobre la metodología que empleará para la contabilización de emisiones de GEI, así como tampoco del modelo de gobernanza que pueda emplear.	— De acuerdo con la información disponible², este certificado deberá considerar otros sistemas de certificación relevantes para la región (partiendo de destino final de hidrógeno verde producido en la región, principalmente exportación). — Un principio fundamental será la eficiencia, asegurando que el proceso de producción de hidrógeno verde minimice el desperdicio de energía. — Otro principio clave será la sostenibilidad. Buscará verificar que la producción de hidrógeno se base exclusivamente en fuentes de energía renovable, como la energía solar o eólica, para lograr un resultado neutro en carbono. — Para garantizar su idoneidad en diversos usos y usuarios finales, enfatizará la importancia de cumplir con estándares estrictos de calidad y pureza del producto de hidrógeno. — Deberá cumplir con estándares sociales (v.g., impacto en comunidades), y gestión

² La Firma tuvo acceso a información relacionada con una consultoría tendiente a analizar la implementación de un Esquema de Certificación regional, información de la que se deriva las conclusiones que aquí se presentan. Sin embargo, debido a la confidencialidad de los documentos en cuestión, la Firma se abstiene de hacer referencia expresa a los mismos.

			responsable de recursos hídricos, sin perjuicio de algunos otros propios de la región.
UE ACTOS DELEGADOS - RED II	Obligatorio	En el año 2018 la Unión Europea (“UE”) adoptó la Directiva de Energías Renovables (“RED II”), relativa al fomento del uso de energía procedente de fuentes renovables, la cual define los objetivos que todos los países de la UE deben cumplir en materia de energías renovables. El apartado 3 del artículo 27 de la RED II solicitó a la Comisión Europea (“Comisión”) desarrollar una metodología confiable para que la electricidad utilizada para producir combustibles líquidos y gaseosos de origen no biológico sea de origen renovable. En concordancia con lo anterior y en cumplimiento del RED II, el 13 de febrero de 2023 la Comisión adoptó dos Actos Delegados.³ El primero define cuándo los combustibles de origen no biológico (“CONB”) deben ser considerados renovables, y el segundo se encarga de establecer una metodología para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero del hidrógeno renovable y sus derivados en aquellos	Primer acto delegado — Se trata de un régimen obligatorio para productores dentro de la UE, así como de terceros países que deseen importar Hidrógeno a la UE, para contabilizarlo a efectos de los objetivos europeos en materia de energías renovables. — Se introducirá un sistema de certificación basado en los denominados «regímenes voluntarios» para garantizar que los productores de terceros países cumplan los mismos criterios. La Comisión ha sido facultada para reconocer esquemas voluntarios y nacionales para certificar el Hidrógeno renovable. Los Estados miembros están obligados a aceptar pruebas de esquemas que hayan sido reconocidos por la Comisión. — Los estándares serán aplicables a los combustibles de transporte líquido y gaseoso

³ Comisión Europea, *Reglamentos Delegados por los que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo una metodología común de la Unión en la que se definen normas detalladas para la producción de carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico (primer acto)*. 10 de febrero de 2023; y *Reglamentos Delegados por los que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo un umbral mínimo para el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero del material reciclado combustibles de carbono (segundo acto)*. 10 de febrero de 2023.

casos en los que se produzca en una instalación que también produce combustibles fósiles.⁴

renovables de origen no biológico, dentro de los cuales se encuentra el Hidrógeno.

- Tiene, entre otros, el objetivo de facilitar el aumento de la producción de Hidrógeno en la UE, así como contribuir a canalizar los fondos de la UE al Hidrógeno renovable y servir de orientación para la aprobación de los regímenes nacionales de ayudas estatales.
- Introduce el concepto de adicionalidad, correlación temporal y correlación geográfica.

Segundo acto delegado

- Establecerá una metodología para calcular el ahorro de emisiones de GEI de los combustibles renovables de origen no biológico y de carbono reciclado. Considera que la cantidad de ahorro de emisiones de GEI a partir de Hidrógeno debe ser, como mínimo, de un 70%.⁵

ACTOS DELEGADOS UE RED III	Obligatorio	El 09 de octubre de 2023, el Consejo Europeo adoptó la Directiva RED III. Con la adopción de esta normativa el alcance de las reglas para la	— Los estándares ya no solo serán aplicables a los combustibles de transporte líquido y gaseoso renovables de origen no biológico,
---------------------------------	-------------	--	--

⁴ Comisión Europea - comunicado de prensa, *La Comisión establece normas para el hidrógeno renovable*. 13 de febrero de 2023.

— ⁵ Comisión Europea, *Reglamentos Delegados por los que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo un umbral mínimo para el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero del material reciclado combustibles de carbono (segundo acto)*. 10 de febrero de 2023.

	producción de CNBOR se amplió a todos los sectores, incluida la industria. RED III establece que los estados miembros de la UE incluirán la cantidad de Combustible Renovable de Origen No Biológico que esperan importar y exportar a sus planes nacionales integrados de energía y clima, así como en sus informes de situación nacionales integrados de energía y clima, sobre esta información la Comisión desarrollará una estrategia para el Hidrógeno importado y producido dentro de la UE para promover el mercado europeo de Hidrógeno. El texto de RED III está pendiente por ser publicado en el Diario Oficial de la Unión Europea.	sino que se amplía a otros sectores, incluida la industria. — La expedición, el comercio, la transferencia y la utilización de las Garantías de Origen pueden hacerse en un sistema uniforme con certificados debidamente normalizados que se reconozcan mutuamente en toda la UE. — Los Estados miembros velarán por que se expida una Garantía de Origen cuando así lo solicite un productor de energía procedente de fuentes renovables, incluidos combustibles renovables gaseosos de origen no biológico como el Hidrógeno, salvo que, a efectos de contabilidad para el valor de mercado de la garantía de origen, los Estados miembros decidan no expedir dicha garantía de origen a un productor que reciba ayuda financiera de un sistema de apoyo. — Los Estados miembros deben permitir, cuando proceda, la emisión de Garantías de Origen en fracciones. — Cuando se suministre gas a través de una red de Hidrógeno o gas natural, incluidos combustibles renovables gaseosos de origen no biológico y biometano, se exigirá al suministrador que demuestre a los consumidores finales la cuota o la cantidad de energía procedente de fuentes renovables
--	---	--

			de su combinación energética a estos efectos. El suministrador lo hará utilizando Garantías de Origen, con algunas excepciones.
UK ESTÁNDAR DE HIDRÓGENO BAJO EN CARBONO	Obligatorio	La Ley de Cambio Climático del Reino Unido (“RU”) se aprobó en el año 2008; esta constituye la legislación principal que sustenta la acción de RU para abordar el cambio climático. En el año 2021, el Departamento de Seguridad Energética de RU anunció una estrategia para el hidrógeno y para su implementación “UK Low Carbon Hydrogen Standard” (“LCHS”) que define qué constituye hidrógeno bajo en carbono en el punto de producción, establece la metodología para calcular las emisiones asociadas con la producción de hidrógeno, y los requisitos que se espera que cumplan los productores para demostrar que el hidrógeno que producen cumple con los estándares de bajo en carbono.	— Aplica a productores de hidrógeno bajo en carbono, y para ello determina el tipo de tecnología aplicable o relevante para cumplir con tal definición. — Define una unidad de medida de dióxido de carbono máximo para determinar si el hidrógeno es o no bajo en carbono. — Establece metodología detallada para el cálculo de emisiones hasta el punto de producción, incluyendo aguas arriba, impactos asociados a la adquisición de materias primas, fase de transporte de materias primas y fase de producción del hidrógeno; y define con claridad cuáles son los GEI a tener en cuenta en el cálculo (CO₂, CH₄, N₂O, HFC y SF₆). — Incluye el concepto de emisiones fugitivas de hidrógeno afirmando que estas en grandes proporciones puede cambiar la química de la atmósfera convirtiéndose el hidrógeno en GEI indirecto.
UK GUÍA DE CUMPLIMIENTO: OBLIGACIONES DE TRANSPORTE	Obligatorio	La Obligación de Combustibles de Transporte Renovable comenzó a regir el 15 de abril de 2008 y su base legislativa se encuentra en la	— Identifica al hidrógeno renovable como el ejemplo más simple de CRONB, el cual

RENOVABLES Y ORIENTACIÓN DE LA OCTR PARA CRONB		Orden de Obligaciones de Combustibles de Transporte Renovable de 2007 No. 3072 (“Orden OCTR”) y sus enmiendas. Esta Guía de Cumplimiento: Obligaciones de Transporte Renovables (“Guía 1”) y la Guía de Orientación de las Obligaciones de Combustibles de Transporte Renovable para CRONB (“Guía 2”), tienen como objetivo reducir las emisiones de GEI derivadas del combustible utilizado con fines de transporte, fomentando el suministro de combustibles renovables y proporcionar orientaciones sobre cómo cumplir con la Orden OCTR, así como instrucciones prácticas sobre cómo presentar la información requerida al Administrador. (Department for Transport, Great Minster House, 2023)	también puede ser utilizado en diferentes aplicaciones de transporte. — Establece la fórmula para determinar el porcentaje de combustible que puede considerarse renovable, cuando un proveedor produce tanto combustible renovable como no renovable en la misma planta. — Introduce el concepto de regionalización y el de adicionalidad para determinar la proporción del combustible que se considera renovable.
REINO DE ESPAÑA RD 376 DE 2022	Obligatorio	España no ha desarrollado de manera completa la legislación relacionada con el hidrógeno verde y otros gases renovables como el biogás y el biometano. Pese a lo anterior, se ha iniciado la implantación de un sistema de garantías de origen de gases renovables, siguiendo el modelo previsto en las Directivas Europeas de energías renovables; y se han modificado determinadas normas para su adaptación a la realidad de los gases renovables y el despliegue de la infraestructura necesaria para su comercialización.	— Establece criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI a fin de (i) evaluar el cumplimiento de los objetivos obligatorios mínimos de venta o consumo de biocarburantes y biogás con fines de transporte; (ii) evaluar el cumplimiento de las obligaciones y objetivos en materia de energías renovables en la normativa nacional y comunitaria; y (iii) optar a ayudas financieras al consumo de biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa.

El 17 de mayo de 2022 adoptó el Real Decreto por el que se regulan los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI de los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa, así como el sistema de garantías de origen de los gases renovables (hidrógeno, biogás y biometano).

- El objeto de la Garantía de Origen es poder demostrar ante los consumidores finales que una cantidad determinada de energía se ha obtenido a partir de fuentes de energía renovable.
- Crea un sistema de Garantías de Origen aplicable a los gases renovables, definiendo dichas garantías, su contenido, las condiciones para su emisión, así como la autorización para la designación de una entidad responsable de su gestión y el procedimiento de funcionamiento del citado sistema.
- El sistema de Garantías de Origen contará con un Registro de instalaciones de producción de gas a partir de fuentes renovables, que incluirá información sobre la titularidad, ubicación, tipo, capacidad y fechas de puesta en marcha de las instalaciones, así como una relación de sus titulares.

UE CERTIFHY	Voluntario	CertifHy es un esquema voluntario de certificación de garantías de origen que opera en la UE. Se fundó en el año 2014 mediante una alianza público-privada del Clean Hydrogen Partnership para implementar un esquema de garantías de origen de hidrógeno en Europa. Su finalidad es garantizar a los usuarios finales que	— CertifHy certifica la producción sostenible de hidrógeno para todo tipo de usos, incluidos energía, transporte, conversión química, calefacción y generación de energía. — La producción del Hidrógeno cumplirá con los criterios de CertifHy, siempre que la intensidad de GEI esté por debajo del punto
---------------	------------	--	--

		el hidrógeno es verde o bajo en carbono y proporcionar información sobre sus atributos, tales como la intensidad de los GEI que se emitieron y el lugar de producción (CertifHy). CertifHy ha tenido tres fases de desarrollo: (i) La primera fase, de investigación, tenía por propósito establecer una definición de hidrógeno y las dos etiquetas de hidrógeno (verde y bajo en carbono) que se consideran por CertifHy. (ii) La segunda fase tenía como objeto establecer una plataforma piloto para la certificación de garantías de origen. Y (iii) la tercera fase, que empezó a implementarse en el año 2020, tiene por objeto implementar y extender CertifHy a nivel internacional (Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking, 2019)	de referencia de las prácticas industriales en un 60% menos. — Clasifica el hidrógeno que certifica en dos: “bajo en carbono” y “verde”. — Define el Certificado de Origen como aquel que garantiza al usuario final la información de producción del Hidrógeno, su fuente de energía y la intensidad de GEI. — Contempla la posibilidad de que una Garantía de Origen pueda ser transferida de un titular a otro, sin embargo, al ser utilizada, la Garantía de Origen se cancela, de tal manera que el certificado de origen solo puede ser utilizado por una sola vez.
SUI GH2 STANDARD GREEN H2 ORGANIZATION (GH2)	Voluntario	Es un tipo de esquema de garantía de origen de hidrógeno desarrollado por la Organización de Hidrógeno Verde (<i>Green Hydrogen Organisation</i> en inglés) a mediados de 2022. Este esquema busca acelerar significativamente la producción y el uso del hidrógeno verde, especialmente en la industria de acero, cemento, fertilizantes, transporte marítimo y aéreo. En este sentido, aquellos productores de hidrógeno verde que remitan sus proyectos a la Organización de Hidrógeno Verde para acreditación y certificación podrán utilizar la etiqueta “GH2	— Define el hidrógeno verde como aquel producido mediante electrólisis con energía renovable. — Establece principios y requerimientos para certificar y acreditar la producción del hidrógeno. — Establece un umbral máximo de emisiones de gases de efecto invernadero de un kilogramo de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) por kilogramo de hidrógeno.

Green Hydrogen” y podrán obtener y comercializar Certificados de Origen GH2 para hidrógeno verde y sus derivados (U.S. Department of Energy, 2023).

- Aplica la metodología IPHE, con algunas modificaciones, para la producción por electrólisis.

AUS GUARANTEE OF ORIGIN SCHEME (GO SCHEME) AUSTRALIAN CLEAN ENERGY REGULATOR	Voluntario	Este esquema aún no ha sido publicado oficialmente porque se encuentra en debate legislativo. Sin embargo, Australia, desde 2019 ha venido desarrollando un esquema de Garantía de Origen (“GO Scheme”) que tiene como objetivo demostrar el origen de un “producto”, es decir, cómo se ha fabricado y la intensidad de carbono en su ciclo de vida. El esquema que se está diseñando busca hacer seguimiento a las emisiones del hidrógeno, los vectores energéticos del hidrógeno (como el amoníaco) y las energías renovables. De acuerdo con la información disponible, se propone que el esquema sea administrado por el Regulador de Energía Limpia (“CER”), una autoridad federal independiente. Será un esquema de tipo voluntario. Y, para garantizar el apoyo del comercio internacional, la metodología en la que se basa el esquema es IPHE⁶ bajo el estándar “<i>well-to-grave</i>”⁷.	— Propone un esquema de certificación de “Producto GO” y “GO de energías renovables (“REGO”) basado en mecanismos de certificados para las energías renovables ya existentes. — No contempla umbrales de intensidad de emisiones para los Productos GO. — Establece criterios de información para los certificados GO de energías renovables (“REGO”). — La metodología en la que se basará el esquema para contabilizar emisiones será la del IPHE bajo el estándar “<i>well-to-grave</i>”.
---	-------------------	--	---

⁶ International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (“IPHE”): organización internacional dedicada a facilitar la transición hacia sistemas energéticos y de movilidad limpios y eficientes que utilicen hidrógeno. Creó el Grupo Operativo de Análisis de la Producción de Hidrógeno (H2PA TF) para proponer una metodología y un marco analítico que permitiera determinar las emisiones de GEI relacionadas con una unidad de hidrógeno producido. Sirve de base para un sistema de certificación. Sin embargo, no proporciona orientación sobre el valor umbral de intensidad de las emisiones de GEI que se propongan.

⁷ Tipo de límite que permite contabilizar las emisiones de GEI generadas durante las etapas de producción, almacenamiento, transporte, distribución y usuario final.

		Australia pronostica que el esquema empiece a funcionar a comienzos de 2024, se revise inicialmente en 2025 y posteriormente cada cinco años, a partir de entonces (Australian Government, 2022).	
AUS ZERO CARBON CERTIFICATION SCHEME (“ZCCS”)	Voluntario	En diciembre de 2020, el Consejo de Energía Inteligente puso en marcha su Sistema de Certificación de Carbono Cero. Se trata de un esquema de garantía de origen gestionado por la industria, que promueve la adopción y distribución de productos de hidrógeno renovable y sus derivados en Australia y en el extranjero. La certificación será entregada a través de la división de hidrógeno de Australia que hace parte del “<i>Smart Energy Council</i>”. Esta evaluará el carbono integrado en el hidrógeno, el amoníaco y los metales producidos en Australia (Smart Energy Council, 2020).	— Establece al Sistema de Certificación Carbono Cero como la entidad que evaluará el contenido de carbono integrado de los productos a certificar el origen del hidrógeno renovable. — Define las clases de certificaciones que se utilizarán, para cumplir con los criterios de los productos creados a partir de energías renovables en Australia. — Determina el Sistema de Carbono Cero como parte de la Estrategia Nacional Del Hidrógeno el cual será eventualmente completado con los estándares de certificación internacional. — La metodología en la que se basa el esquema para contabilizar emisiones es “<i>well-to-gate</i>”.
US – CA ESTÁNDAR DE COMBUSTIBLE DE BAJO CARBONO_CALIFORNIA	Obligatorio	California adoptó una serie de regulaciones para lograr la reducción de emisiones de GEI y combatir el cambio climático, la Regulación del Estándar de Combustible de Bajo Carbono (“RECBC”) de la Junta de Recursos del Aire de	— Clasifica el hidrógeno comprimido o licuado y la mezcla de combustible que contiene hidrógeno (“mezcla de hidrógeno”), como combustible alternativo de transporte.

		California (“JRAC”), título 17, secciones 95480 a 95503 del Código de Regulaciones de California, empezó a ser implementada en el 2011 y su texto ha sido enmendado en diferentes ocasiones, y busca reducir las emisiones de GEI en California que causan el cambio climático. Para cumplir dicho fin, la norma propone disminuir la intensidad de carbono del conjunto de combustibles de transporte de California y proporcionar alternativas de bajo carbono y renovables, que reduzcan la dependencia al petróleo y logren beneficios para la calidad del aire. (The California Air Resources Board, s.f.)	— Identifica un estándar de Intensidad de Carbono (“IC”) para cada tipo de combustible, el cual funciona a través de un sistema de saldo de créditos de valores de IC. — Determina que un combustible clasificado como limpio deberá tener una intensidad de carbono a lo largo de su ciclo de vida inferior a 60g CO₂e/MJ.
JPN AICHI	Voluntario	La prefectura de Aichi desde abril de 2018 ha buscado poner en marcha un esquema de certificación regional para el hidrógeno bajo en carbono. El esquema se centra en las emisiones directas durante el proceso de producción, siendo elegible el hidrógeno producido a partir de la electrólisis del agua utilizando fuentes de electricidad renovables, del reformado con vapor utilizando biomasa o el hidrógeno derivado del hidróxido de sodio (Konrad, 2021).	— Identifica el hidrógeno limpio como aquel producido con bajas emisiones, independientemente de la tecnología utilizada para su producción en este sentido. — Incluye dentro de su enfoque de energías renovables al hidrógeno producido a partir de fuentes fósiles con Captura, uso y almacenamiento de carbono (“CCUS”), así como el hidrógeno producido mediante electrólisis utilizando electricidad renovable.
DEU TÜV SÜD CMS 70	Voluntario	La Norma TÜV SÜD CMS 70 (“TÜV SÜD”) empezó a implementarse en 2011 y su última versión fue publicada en 2020. Este estándar define los requisitos para la producción y	— Aplica al consumo del Hidrógeno en los sectores químicos, de transporte y almacenamiento de electricidad.

		comercialización del hidrógeno a partir de energías renovables. La certificación TÜV SÜD permite a los interesados aportar pruebas de que el hidrógeno producido a partir de fuentes renovables tiene niveles de emisiones GEI significativamente menores, en comparación con el hidrógeno convencional o los combustibles fósiles. Esta norma tiene como base legal, otras normas y estándares como el RED II, pero incluye criterios adicionales.	— Busca certificar dos tipos de producción de Hidrógeno verde, el no electrolítico y el electrolítico. — Cuenta con organismos de certificación y de supervisión del Hidrógeno verde producido. — Los interesados en obtener el certificado deben demostrar que la producción del Hidrógeno fue realizada con energías renovables, en caso de que para la producción de Hidrógeno se utilicen recursos renovables y no renovables, solo se tendrá en cuenta la parte de Hidrógeno producido a partir de energías renovable en el cálculo de la cantidad de Hidrógeno certificado.
Corea del Sur	N/A	Esquema en desarrollo cuya fecha de lanzamiento es 2024. Buscará determinar si el hidrógeno puede clasificarse como “bajo en carbono” contabilizando la cantidad de carbono generada durante el proceso de producción, lo que podría dar a entender que se utilizará la metodología “<i>well-to-gate</i>”. Diferentes industrias esperan que el esquema considere la infraestructura existente (v.g., gasolineras y estaciones de gas licuado de petróleo) para la carga de hidrógeno, de tal forma que se mejore la accesibilidad a los consumidores.	— Busca contabilizando la cantidad de carbono generada durante el proceso de producción.

PAÍSES BAJOS HYXCHANGE GO	Voluntario	El 11 de abril de 2022 HyXchange y Vertogas entregaron el proyecto piloto para crear un certificado de Garantía de Origen (GO) que busca estudiar cómo emitir y comercializar hidrógeno en la cadena de suministro en Holanda. Con este piloto, Hyxchange busca acelerar el comercio de H2 mediante el intercambio de certificados, y disminuir las emisiones de carbono en el país. Este piloto, funciona como la base de estudio del primer indicador horario del mercado spot Hyclick.	— El proyecto piloto se basó en un registro de GO en línea desarrollado por Vertogas mediante la aplicación y comprobación de los procesos del ciclo de vida del GO desarrollados por CertifHy. — Concluye que, para que la emisión de la GO sea certera, solo se puede aceptar la producción a partir de activos existentes de Hidrógeno. — Para verificar la medición de los datos de producción del hidrógeno debe tenerse en cuenta la planta de producción para clasificar el tipo de hidrógeno y su huella de gases de efecto invernadero. — A partir del proyecto, en junio de 2023 HYXCHANGE publicó el primer indicador de horario del mercado spot HYCLICK para hidrógeno, el cual muestra el costo variable de producción de hidrógeno renovable generado a partir de electrólisis en los Países Bajos. — El indicador se proporciona en €/MWh en función del poder calorífico superior del hidrógeno. — El indicador incluye el consumo de electricidad, incluidas las pérdidas y tarifas, el costo de la electricidad renovable a través
--	------------	---	--

			de Garantías de Origen, además del componente de costo variable que refleja el costo fijo operativo.
UE MECANISMO DE AJUSTE EN FRONTERA POR CARBONO	Obligatorio	El Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono busca establecer condiciones de competencia equitativas y fijar un precio del carbono en productos importados, eliminando la asignación gratuita de derechos de emisión a la industria europea. Para esto, la Comisión profirió el Reglamento 2023/956 el 10 de mayo de 2023, a través del cual determina las condiciones de aplicabilidad del mecanismo.	— Mecanismo de Ajuste de Frontera de Carbono (MAFC) aprobado por la Comisión Europea con Reglamento 2023/956, de 10 de mayo de 2023 el cual busca igualar el precio del carbono para productos importados y productos básicos cubiertos por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (RCDE) UE. — Las obligaciones que recaen para el importador con la aprobación del MAFC, tienen un periodo transitorio del 1 de octubre de 2023 al 31 de diciembre de 2025. — La medida es obligatoria y limitaría la fuga de carbono, además de fomentar la reducción de las emisiones en sectores como siderurgia, refinerías, cemento, aluminio, productos químicos orgánicos de base, hidrógeno y fertilizantes. — Los importadores deben solicitar la condición de declarante autorizado para el MAFC y llevar registros detallados para permitir la verificación y revisión de la declaración.

REINO DE DINAMARCA	Voluntario	Actualmente, Dinamarca se encuentra desarrollando un mercado alrededor del hidrógeno, el cual no solo este dirigido a brindar energía renovable, sino que también busca minimizar las emisiones de efecto invernadero, utilizando sus beneficios como combustible.	— Dinamarca planea asegurar el 100% de su energía a las renovables, por cuanto el país considera que el hidrógeno verde es la solución más prometedora para descarbonizar sectores de la economía. — Dinamarca subastó seis proyectos de energía renovable para la producción de hidrógeno verde y sus derivados en el 2023, los cuales completarán una capacidad combinada de 280 MW. — Fomentó un esquema de Garantía de Origen para hidrógeno verde y derivados como amoniaco y metanol.
UE ISCC CORSIA	Voluntario	A través del esquema ISCC CORSIA, se busca reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el transporte aéreo, para ello, el esquema ha determinado un certificado de origen que permita asegurar que el combustible utilizado para este mercado sea limpio y provenga de un producto renovable. Es así como, ISCC CORSIA se encarga de verificar los requisitos de sostenibilidad, lo cual incluye la verificación de las materias primas de las cuales provenga combustible.	— Es un esquema voluntario global de compensación de CO2 para la aviación internacional desarrollado por la Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) — Garantiza el origen de las materias primas y productos destinados a mercados como biocombustibles líquidos y gaseosos. — Establece como métodos para la cadena de custodia el balance de masa y la segregación física.

- Identifica una metodología para calcular emisiones de ciclo de vida de los elementos de la cadena de suministro.

ISCC PLUS	Voluntario	ISCC PLUS es un esquema que permite asegurar la procedencia de materias primas renovables, circulares y bases renovables, a partir de su verificación de origen y trazabilidad en la cadena de suministro. Este esquema, ha sido utilizado por la empresa INEOS Inovyn en Europa para certificar el origen de su producción de hidrógeno verde, el cual ha sido generado a partir de una planta de electrólisis cloro-álcali, esta planta tiene como fuente de energía unas turbinas eólicas situadas en la costa norte de Bélgica.	— Es un esquema voluntario de certificación que busca garantizar el cumplimiento de requisitos de sostenibilidad ecológica, el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero y la trazabilidad a lo largo de toda la cadena de suministro. — Reconoce como métodos para la cadena de custodia el balance de masa y la segregación física. — Identifica el Blending como método adicional dentro de la cadena de custodia.
AMMONIA ENERGY ASSOCIATION (AEA)	Voluntario	Este proyecto promete minimizar las emisiones de efecto invernadero para la producción del amoníaco, y establecer un sistema global de certificación del origen del producto. Para esto la AEA, ha venido desarrollando varios estudios, con los cuales establecerá un sistema de certificación que amplíe el mercado del amoníaco para fuentes de energía renovable, hidrógeno y combustibles asegurando de esta manera que su producción sea renovable.	— La AEA está desarrollando un proyecto de estudio, el cual busca establecer un sistema de certificación mundial armonizado para el amoníaco con bajas emisiones de carbono, con el objetivo de apoyar el desarrollo de un mercado bajo en carbono y de carbono cero. — El sistema de certificación cuantificará las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) relacionadas con la producción del amoníaco, esta disposición debe ser tomada en cuenta por los productores y consumidores

comerciales del producto ya que será un factor determinante para la certificación.

- El sistema de certificación tendrá en cuenta para la contabilización, notificación y verificación de la intensidad de carbono del amoníaco
- Se cuantificará la intensidad absoluta de carbono del amoníaco teniendo en cuenta parámetros específicos origen, insumos, coproductos, vía tecnológica y fecha de fabricación.

Fuente: Elaboración Propia

2. ANÁLISIS DE LOS ESQUEMAS DE CERTIFICACIÓN

A continuación, haremos una descripción más detallada de las características y alcance de cada uno de los esquemas analizados con el propósito de identificar los rasgos más relevantes. El análisis que se hace a continuación no tiene el propósito de realizar un estudio detallado de cada uno de los esquemas, sino solo en lo relacionado con sus aspectos generales y relevantes para la Consultoría.

2.1 LAC | CertiLac – BID

La región de América Latina y El Caribe (“LAC”) está conformada por 33 países. LAC tiene una ubicación geográfica estratégica, que le permite contar con recursos solares, eólicos e hidroeléctricos en abundancia, lo que a ojos de diversos expertos la convierte en una candidata importante para la producción de hidrógeno verde a gran escala.

Reciente el Banco Interamericano de Desarrollo (“BID”) publicó el reporte “*Unlocking Green and Just Hydrogen in Latin America and the Caribbean*” vinculado a la investigación y la financiación de proyectos relacionados con hidrógeno verde y sus derivados (amoníaco verde y metanol verde) en LAC (BID, 2023). De este estudio, resulta relevante resaltar los siguientes hallazgos:

A la fecha, 6 de los 33 países de LAC han publicado estrategias u hojas de ruta respecto al hidrógeno (ver

- Ilustración 4 siguiente), otros 6 están preparando las suyas, mientras que algunos países de LAC se encuentran desarrollando políticas públicas específicas que contienen incentivos y reglamentos relacionados con el hidrógeno verde.
- Actualmente, en LAC se están planificando y desarrollando diversos proyectos de hidrógeno. Actualmente, se tiene conocimiento de, alrededor de 85 iniciativas piloto de hidrógeno y sus derivados, que podrán llegar a beneficiarse de la infraestructura de petróleo y gas existente en LAC.
- Para mejorar la competitividad y la eficiencia en materia de hidrógeno verde, se deben adoptar estrategias regionales para establecer *hubs* y clúster, de forma tal que sean puntos de conexión entre consumidores, productores y exportadores de hidrógeno, aprovechando infraestructuras compartidas y fuentes de energía renovable para reducir los costos⁸.
- Además de la evaluación del potencial de mercado que se presenta en dicho reporte, el BID está trabajando en un estudio regional sobre directrices de certificación y seguridad para el hidrógeno verde, así como el establecimiento de una red de intercambio de conocimiento entre varios países de LAC. Si bien dicho estudio está en desarrollo, se destaca que, un proyecto regional que pretende una certificación armonizada de hidrógeno verde, que busca establecer un esquema de certificación de hidrógeno renovable y bajo en carbono que tenga en cuenta los requisitos de los

⁸ Como se evidencia en el reporte señalado, al evaluar el potencial de mercado de LAC, el BID ha identificado 11 posibles *hubs* para hidrógeno verde (ver Figura x siguiente), entre otros factores como potencial actual de energía renovable, la competitividad logística, las regulaciones de energía renovable, proyectos de GH2 existentes y derivados, infraestructura portuaria y oportunidades de especialización en sectores clave.

sistemas de certificación globales, y al mismo tiempo, considere las particularidades de la región.

No obstante, aún no se tiene certeza del modelo de gobernanza que pueda emplear el esquema, pues podrá variar desde un certificador nacional (en línea con un registro regional) hasta un certificador regional.

Adicionalmente, de acuerdo con la información disponible, no se ha definido metodología para la contabilización de emisiones de GEI.

- Finalmente, se desataca que, un factor relevante para el desarrollo de proyectos de esta naturaleza es la financiación. El BID, por su constante apoyo y acampamiento a diferentes actores en LAC, señala que, la región necesitará asistencia para desarrollar estructuras innovadoras y financiación mixta, que le permitan acceder a fondos públicos, en comparación con otros países, y para movilizar capital del sector privado.

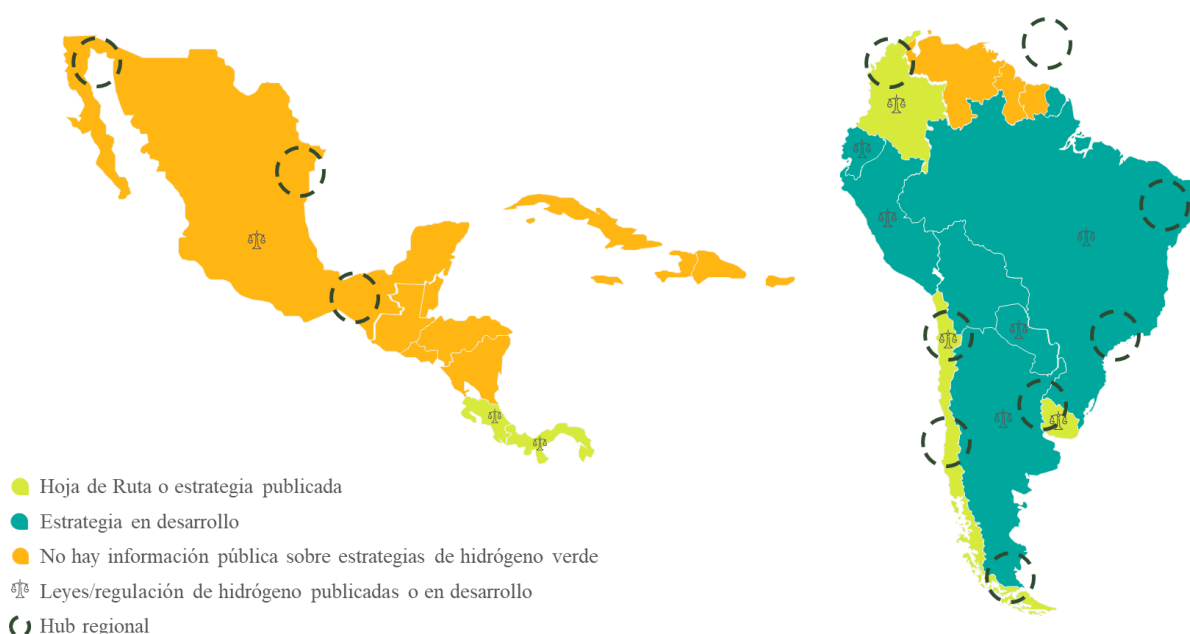
Así, entonces, LAC se prepara potencializar su capacidad como productor de hidrógeno verde y para trabajar en un posible esquema de certificación regional para este.

A su turno, y de acuerdo con la

Ilustración 4, algunos países de LAC, entre esos Colombia, ha promovido internamente, en sus jurisdicciones, avances en materia de política pública respecto del hidrógeno.

Para el caso colombiano, si bien cuenta con una Hoja de Ruta de Hidrógeno publicada, la misma se encuentra sujeta a cambios y se espera que la nueva versión sea publicada en los próximos meses. En línea con lo anterior, y en materia de esquemas de certificación de hidrógeno, algunas aproximaciones se han planteado en dicha hoja de ruta y normativamente (ver Capítulo 3 siguiente).

Ilustración 4 - LAC en materia de hidrógeno



2.2 UE | Actos Delegados - Red II

La organización internacional cuenta con 27 Estados Miembros donde podemos identificar países importadores como Alemania, Países Bajos y Bélgica, y países exportadores como España, Portugal, Dinamarca, entre otros.

Hoy en día, se están desarrollando proyectos a pequeña y gran escala dentro de Europa, especialmente como parte de la iniciativa Proyectos Importantes de Proyectos Comunes Europeos (IPCEI). Sin embargo, los proyectos de conversión de energía a hidrógeno planificados son insuficientes para alcanzar el objetivo de 10 Mton para 2030. Por lo tanto, se siguen sugiriendo medidas necesarias para alcanzar el objetivo de “20 millones de toneladas de Hidrógeno para 2030”.

Mediante el RePowerEU se fijó un objetivo de producción de 10 Millones de toneladas de hidrógeno y de importación de 10 Millones de toneladas de hidrógeno (Parlamento Europeo, 2023).

La UE ha empezado a desarrollar un marco normativo armonizado y completo para el mercado comunitario y las importaciones de hidrógeno y sus derivados. Normativas a tener en cuenta:

- (a) Directiva de Energía Renovable II (RED II).
- (b) Reglamento Delegado (EU) 2023/1184 de la Comisión del 10 de febrero de 2023 “por la que se completa la Directiva (EU) 2010/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo una metodología común de la Unión en la que se definen las normas detalladas para la producción de carburantes líquidos y gases renovables de origen no biológico.
- (c) RED III.
- (d) RePowerEU.
- (e) ReFuelEU Aviation
- (f) FuelEU Maritime
- (g) Régimen de Comercio de Emisiones (ETS)
- (h) Mecanismo de Ajuste de Carbono en Frontera (CBAM).

Por el objeto de la Consultoría cobran especial importancia el Reglamento Delegado 2023/1184 y el Mecanismo de Ajuste de Carbono en Frontera debido a que tienen una aplicación extraterritorial.

Recordemos que, respecto al Reglamento Delegado 2023/1184, estamos frente a dos Actos Delegados. El primero define cuándo los combustibles de origen no biológico (“CONB”) deben ser considerados renovables, en tanto el segundo establece una metodología para calcular las emisiones de gases de efecto invernadero del hidrógeno renovable y sus derivados en aquellos casos en los que se produzca en una instalación que también produce combustibles fósiles.

Ahora, para interpretar el texto de los Actos Delegados es necesario acudir a normativas previas como la Directiva P9_TA (2023)0303 sobre las Fuentes de Energía Renovable. Esta directiva define a los combustibles renovables de origen no biológico (“CRONB”) como *“aquellos combustibles líquidos o gaseosos cuyo contenido energético procede de fuentes renovables distintas a la biomasa”* (Parlamento Europeo, 2023).

Teniendo en cuenta la anterior definición, **el hidrógeno que se produce en un electrolizador alimentado por electricidad procedente de fuentes no renovables es un combustible renovable de origen no biológico y, así mismo, los combustibles líquidos, como el amoníaco, el metanol o los electrocombustibles, se consideran combustibles renovables de origen no biológico cuando su fuente de producción es hidrógeno renovable.** Vale la pena señalar que en la Directiva la energía nuclear no figura entre las fuentes de energía renovables, por lo que el hidrógeno producido a partir de energía nuclear no se considera renovable (Comisión Europea, 2023).

Así las cosas, una vez aclarado el concepto de CRONB, resulta evidente que el hidrógeno, cuando se produce con fuentes renovables, pertenece a esta categoría de combustibles, además de servir como fuente energética para casi todos los carburantes líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico y, por tanto, se aplica la normativa contenida en los Actos Delegados expedidos por la Comisión.

Vale la pena señalar que en Colombia no se ha establecido una definición ni enfoque sistemático para los carburantes líquidos ni gaseosos renovables de origen no biológico.

Ahora bien, los Actos Delegados **introducen un régimen de certificación basado en esquemas voluntarios nacionales o internacionales reconocidos por la Comisión para que productores dentro o fuera del territorio de la UE** cumplan con los mismos criterios de producción (Comisión Europea, 2023). Hasta la fecha, la Comisión ha reconocido formalmente 15 regímenes de certificación voluntarios y nacionales:

- (a) Esquema voluntario de biocombustibles de biomasa (2BSVs).
- (b) Mejor biomasa.
- (c) Bonsucro UE.
- (d) Sostenibilidad Internacional y Certificación de Carbono (ISCC UE).
- (e) Sistema KZR INiG.
- (f) REDcerT.
- (g) Red Tractor Farm Assurance Combinable Crops & Sugar Beet Scheme (Tractor Rojo).
- (h) Mesa redonda de biocombustibles sostenibles EU RED (RSB EU RED).
- (i) Mesa Redonda sobre Soja Responsable EU RED (RTRS EU RED).
- (j) Cultivos combinados asegurados por granja de calidad escocesa (SWC).
- (k) Sistema de garantía comercial para cultivos combinados.
- (l) Sistema universal de garantía de piensos (UFAS).

- (m) Plan voluntario de recursos sostenibles (SURE).
- (n) Programa de Biomasa Sostenible (SBP).
- (o) Sistema austriaco de certificación agrícola (AACS).

Asimismo, la Comisión ha recibido una solicitud de reconocimiento con arreglo a la Directiva sobre energías renovables de diferentes regímenes voluntarios y nacionales de certificación para CRONB: (i) ISCC (ampliación del ámbito de aplicación también a los CRONB; (ii) CertifHy; y (iii) REDcert.

Estos Actos Delegados tienen, entre otros, el objetivo de facilitar el aumento de la producción de hidrógeno en la UE, así como contribuir a canalizar los fondos de la UE al hidrógeno renovable y servir de orientación para la aprobación de los regímenes nacionales de ayudas estatales.

De esta manera, con los efectos que se generen con su aplicación, se busca sumar a los objetivos de la UE en materia de energías renovables y, así mismo, garantizar que los productores de hidrógeno en la UE y en otros países puedan demostrar que cumplen con el marco de la UE, de tal forma que se pueda comerciar con hidrógeno renovable dentro del mercado europeo (Comisión Europea, 2023).

2.2.1 Características generales del primer acto delegado:

Los Actos Delegados establecen criterios para que los productores demuestren que los CONB que producen son renovables, ya sea que estén conectados directamente a una planta de energía renovable o a la red eléctrica.

El artículo primero del primer acto delegado señala que la regulación establecida allí aplica a la producción de combustibles de transporte líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico a través de la electrólisis y, de manera análoga, para vías de producción menos comunes, y establece que **aplica independientemente de si el combustible de origen no biológico fue producido dentro o fuera de la UE** (Parlamento Europeo, 2023).

- (a) Suministro de electricidad a través de una línea directa. Para contabilizar la energía como renovable, el artículo 3 del primer acto delegado señala que los productores deben demostrar:
 - (i) Que las instalaciones que generan electricidad renovable están conectadas a la instalación que produce combustibles CRONB y que entraron en funcionamiento antes de 36 meses que la instalación que produce combustibles de transporte líquidos y gaseosos renovables de origen no biológico.
 - (ii) Que la instalación que produce electricidad no está conectada a la red eléctrica si está conectada, cuenta con un sistema de medición inteligente que mide los flujos de electricidad desde la red y muestra que no se ha tomado electricidad de esta para producir CRONB.

- (b) Suministro de electricidad a través de red. Cuando el productor de CRONB esté conectado a la red, su energía se considera renovable si se cumplen con los criterios de adicionalidad, correlación temporal o geográfica (los cuales se explicarán más adelante) o alguno de los requisitos contemplados en el artículo 4 del acto, que se resumen a continuación:
- (i) Que la instalación que produce el CRONB se encuentre en una zona de oferta⁹ donde la producción promedio de electricidad renovable haya superado el 90% en el año anterior y la producción de CRONB no supere un número máximo de horas establecido en relación con la proporción de electricidad renovable en la zona de oferta.
 - (ii) Que la instalación de producción de los combustibles renovables esté situada en una zona de oferta en la que la intensidad de emisión de la electricidad es inferior a 18 gCO₂eq/MJ. Siempre que (i) se cumplan las condiciones de correlación temporal y geográfica y (ii) los productores hayan celebrado contratos de compra de energía renovable por un importe al menos equivalente a la cantidad de electricidad declarada renovable.
 - (iii) Si se consume durante un periodo de liquidación del desequilibrio durante el cual el productor pueda acreditar: (i) las instalaciones de generación de energía que utilizan fuentes de energía renovable fueron redespachadas de acuerdo con el Artículo 13 del Reglamento (UE) 2019/943 (Parlamento Europeo, 2019) y (ii) la electricidad consumida para la producción de CRONB redujo la necesidad de redireccionamiento en una cantidad correspondiente.
- (c) Condición de adicionalidad: definido en el artículo 5, tiene por objeto garantizar que la generación de hidrógeno renovable incentive un aumento del volumen de energía renovable disponible para la red respecto al que ya existe.

Esta condición se cumple si los productores de CRONB celebran un acuerdo de adquisición de electricidad con productores de energía renovable o producen una cantidad de electricidad renovable en sus propias instalaciones que sea al menos equivalente a la cantidad de electricidad reclamada como completamente renovable, siempre que se cumplan los siguientes criterios:

- (i) La instalación que genera electricidad renovable entró en funcionamiento antes de 36 meses que la instalación que produce CRONB.

⁹ Se entiende como “zona de oferta” la zona de licitación, de conformidad con el artículo 2, punto 65, del Reglamento (UE) 2019/943 del Parlamento Europeo y del Consejo, esto es como “la mayor zona geográfica dentro de la cual los participantes en el mercado pueden intercambiar energía sin asignación de capacidad”.

- (ii) La instalación de producción de electricidad no ha recibido apoyo de funcionamiento o ayuda a la inversión (excluyendo el apoyo recibido por instalaciones antes de su repotenciación), para terrenos o conexiones de red y para instalaciones que generen electricidad renovable y suministran a instalaciones que producen CRONB utilizados para fines de investigación, ensayos y demostración.

Este criterio de adicionalidad resulta relevante para Colombia, pues debe evaluarse si es necesario su cumplimiento para efectos de exportar Hidrógeno a la UE, así como determinar las implicaciones que traería la aplicación de este criterio, como lo es la inversión en infraestructura nueva o de repotenciación.

- (d) Condición de correlación temporal y correlación geográfica. Por otra parte, los actos hacen mención las condiciones de “correlación temporal” y “correlación geográfica”, los cuales se introducen con el fin de garantizar que solo se producirá hidrógeno renovable cuando se disponga de suficiente energía renovable local.

Hasta el 31 de diciembre de 2029, se cumple con el criterio de correlación temporal si el CRONB se produce durante el mismo mes calendario que la electricidad renovable producida bajo el acuerdo de compra de energía renovable o a partir de la electricidad renovable de un nuevo activo de almacenamiento que se encuentra detrás del mismo punto de conexión de red que el electrolizador o la instalación que genera electricidad renovable, que se ha cargado durante el mismo mes calendario en el que se ha producido la electricidad bajo el acuerdo de compra de energía renovable.

A partir de enero de 2030, se cumple el criterio cuando el CRONB se produzca durante el mismo periodo de una hora que la electricidad renovable, en los mismos términos que en el primer periodo. En todo caso, la condición de correlación temporal se entenderá cumplida, siempre que el CRONB es producido en el periodo de una hora en la que el precio de compensación de la electricidad resultante del acoplamiento del mercado diario único en la zona de licitación sea inferior o igual a 20 euros por MWh o inferior a 0,36 veces el precio de un derecho de emisión de una tonelada equivalente de dióxido de carbono durante el periodo pertinente.

Por su parte, el artículo 7, señala que la condición de correlación geográfica se encuentra cumplida, si se cumple alguno de los siguientes requisitos:

- (i) La instalación que genera electricidad renovable está ubicada o estaba ubicada en el momento en que entró en funcionamiento, en la misma zona de oferta que el electrolizador¹⁰.

¹⁰ Se entiende como “zona de oferta” la zona de licitación, de conformidad con el artículo 2, punto 65, del Reglamento (UE) 2019/943 del Parlamento Europeo y del Consejo, esto es como “la mayor zona geográfica dentro de la cual los participantes en el mercado pueden intercambiar energía sin asignación de capacidad” para los Estados miembros, o un concepto equivalente para terceros países.

- (ii) La instalación de producción de energía renovable está situada en una zona de oferta interconectada, incluso en otro Estado miembro y los precios de la electricidad son iguales o superiores a los de la zona de oferta en la que se produce el CRONB.
- (iii) La instalación que genera electricidad renovable está ubicada en una zona de oferta en alta mar que está interconectada con la zona de licitación donde se encuentra el electrolizador.

Teniendo en cuenta lo anterior, los productores de CRONB deben proporcionar información confiable, que demuestre que cumplen con todos los criterios para garantizar que la energía que utilizan para su producción es renovable.

2.2.2 Segundo acto delegado:

El segundo acto delegado establece un umbral mínimo para el ahorro de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (“GEI”), y en su anexo primero establece la metodología para calcular el ahorro de emisiones GEI de los CRONB y los combustibles de carbono reciclado. Considera que la cantidad de ahorro de emisiones de GEI a partir de hidrógeno debe ser, como mínimo, de un 70% (Comisión Europea, 2023).

2.3 UE | Red III

El 09 de octubre de 2023, el Consejo Europeo adoptó la Directiva RED III. Con la adopción de esta normativa el alcance de las reglas para la producción de CNBOR se amplió a todos los sectores, incluida la industria.

RED III establece que los estados miembros de la UE incluirán la cantidad de Combustible Renovable de Origen No Biológico que esperan importar y exportar a sus planes nacionales integrados de energía y clima, así como en sus informes de situación nacionales integrados de energía y clima, sobre esta información la Comisión desarrollará una estrategia para el Hidrógeno importado y producido dentro de la UE para promover el mercado europeo de Hidrógeno.

Aunque a la fecha de este Producto 1 RED III está pendiente por ser publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea.

2.4 UK | Estándar de hidrógeno bajo en carbono

Como estrategia para el hidrógeno y su implementación, el Departamento de Seguridad Energética de RU emitió el “*UK Low Carbon Hydrogen Standard*” (“LCHS”). Este aplica a los **productores de hidrógeno que buscan acreditarse como bajos en carbono** y utilizan alguno de estos medios de producción: (i) Electrólisis, (ii) Reformado de Vapor de Gas Natural con Captura y Almacenamiento de CO₂, y (iii) conversión de biomasa en hidrógeno con o sin Captura y Almacenamiento de CO₂. Este esquema, se caracteriza por:

- 2.4.1 Al respecto, el numeral 3 del estándar señala que cualquiera de estos medios de producción de hidrógeno puede llegar a cumplir los estándares. Sin embargo, advierte que otras vías de producción pueden llegar a cumplir la norma y ser

agregadas a esta lista por los interesados mediante un proceso que terminará con una decisión de incluir o no a la lista nuevos caminos de producción de hidrógeno.

2.4.2 Ahora, de acuerdo con el numeral 4 del estándar, para que el hidrógeno sea considerado bajo en carbono debe cumplir con una intensidad de emisiones de GEI de 20Gco2E/MJHV o menos. Para que el hidrógeno producido proporcione cumplimiento de los estándares se debe:

- (a) Calcular sus emisiones de GEI hasta el punto de producción.
- (b) Tener en cuenta las emisiones asociadas con alcanzar un nivel de presión mínimo de 3MPa y una pureza mínima teórica del 99.9% en volumen en la puerta de la planta de producción, en los cálculos de emisiones.
- (c) Incluir en el cálculo de emisiones aquellas relacionadas con la captura, compresión y transporte de CO₂ hasta la entrada de una red de CO₂.
- (d) Contabilizar el uso de electricidad.
- (e) Establecer un plan de mitigación de riesgos para las emisiones fugitivas de hidrógeno.
- (f) Cumplir con requisitos adicionales para el uso de insumos biogénicos, cuando sea relevante y apropiado para la fuente y clasificación de la materia prima.

2.4.3 Asimismo, el numeral 6 del LCHS establece una metodología para el cálculo de emisiones de GEI hasta el “punto de producción” (incluye los impactos asociados a la adquisición de materias primas, fase de transporte de materias primas y fase de producción del hidrógeno). Señala que los gases de efecto invernadero considerados en esta metodología son el dióxido de carbono (CO₂), el metano (CH₄), el óxido nitroso (N₂O), los hidrofluorocarbonos (HFC) y el hexafluoruro de azufre (SF₆). Para el cálculo de emisiones, el LCHS contiene una serie de fórmulas que se aplican para calcular las emisiones de:

- (a) Emisiones de materia prima.
- (b) Emisiones de materiales de entrada en la producción de hidrógeno.
- (c) Emisiones de CO₂ en el proceso de producción del hidrógeno.
- (d) Emisiones fugitivas de gases no CO₂ en la producción del hidrógeno.
- (e) Emisiones de la captura de CO₂ y su entrada a la red de CO₂.
- (f) Emisiones del secuestro de CO₂.
- (g) Emisiones de compresión y purificación del hidrógeno.
- (h) Emisiones hipotéticas de materia prima fósil de desecho.
- (i) Asignación de energía para las emisiones de coproductos.

2.4.4 El numeral 7 del LCHS, por su parte, señala que, para cumplir con los estándares, el hidrógeno derivado de insumos biogénicos también debe cumplir con criterios de

sostenibilidad además de satisfacer el umbral de emisiones de GEI. Estos criterios de sostenibilidad se aplican tanto a las rutas de producción de hidrógeno que utilizan materias primas biogénicas como a las rutas de producción sin materias primas que utilizan insumos de energía.

Por otra parte, el numeral 8.3 introduce el concepto de materialidad, señalando que, en cualquier ruta de producción de hidrógeno, habrá una serie de fuentes de emisiones menores que pueden ser costosas de medir, informar y verificar y que su impacto en la intensidad de emisiones general del hidrógeno es insignificante y, por lo tanto, se excluyen de los requisitos de informe. Estos límites de materialidad se establecen para garantizar la confianza en las intensidades de emisiones informadas en general, al tiempo que se evitan las cargas administrativas innecesarias de informar y demostrar fuentes de emisiones insignificantes.

El LCHS, en su numeral 9, nos habla del concepto de emisiones fugitivas de hidrógeno señalando que si bien el hidrógeno no es un gas de efecto invernadero directo, si se libera en grandes cantidades (a través de emisiones fugitivas) puede cambiar la química de la atmósfera y por tanto **puede convertirse en un es un gas de efecto invernadero indirecto** prolongando la vida de otros gases de efecto invernadero, por lo que la normativa realiza una serie de recomendaciones a los productores de hidrógeno para evitar las emisiones fugitivas de hidrógeno que se resumen en:

- (a) Elaborar un plan de reducción de riegos: que demuestre cómo se reducirán al mínimo las emisiones fugitivas de hidrógeno en la planta de producción,
- (b) Elaborar un plan de riesgos que proporcione estimaciones de las tasas esperadas de emisiones fugitivas restantes de hidrógeno por parte de la planta y
- (c) Elaborar un plan de monitoreo de riesgos: Una metodología de monitoreo para el hidrógeno fugitivo.

Para minimizar las emisiones fugitivas de hidrógeno, el LCHS propone que los productores: (i) se aseguren de que el hidrógeno esté completamente separado de cualquier corriente purgada, (ii) Encontrar usos alternativos para el hidrógeno dentro de la planta y recircularlo, (iii) Dirigir los flujos de desechos hacia la antorcha en lugar de hacia la ventilación fría, (iv) Minimizar las ventilaciones rutinarias, (v) Usar uniones soldadas siempre que sea posible, (vi) Garantizar el uso de materiales y válvulas adecuadas y (vii) Realizar pruebas completas de fugas en las plantas durante la puesta en marcha.

2.4.5 El LCHS señala unos requisitos para el informe de cumplimiento de estándares:

- (d) Tener en cuenta que el ciclo de evaluación para los datos de emisiones de GEI es el periodo durante el cual se cuantifican las emisiones de GEI para representar las emisiones de la producción de hidrógeno.
- (e) Reportar datos reales, predeterminados y proyectados, de alta calidad y completos

2.4.6 Finalmente, el numeral 11 del LCHS señala que existen políticas y esquemas gubernamentales que aplican el estándar, como el Fondo de Hidrógeno Neto Cero (FHNC) y el Modelo de Negocio de Producción de Hidrógeno (MNPH). El propósito es que los productores que reciban apoyo de estos esquemas demuestren el cumplimiento de los estándares a lo largo del periodo acordado en el contrato de financiamiento.

2.5 UK | Guía de cumplimiento: obligaciones de transporte renovables y orientación de la OCTR para CRONB

La Guía de Cumplimiento: obligaciones de transporte renovables y orientación de la OCTR para CRONB (“Guía de Cumplimiento”) contiene dos subguías: la Guía 1 sobre Obligaciones de Transporte Renovables y la Guía 2 sobre Orientación de las Obligaciones de Combustibles de Transporte Renovable para combustibles de origen no biológico, CRONB. Estas, tienen como objetivo reducir las emisiones de GEI derivadas del combustible utilizado con fines de transporte, fomentando el suministro de combustibles renovables y proporcionar orientaciones sobre cómo cumplir con la Orden OCTR, así como instrucciones prácticas sobre cómo presentar la información requerida al Administrador.

La Guía 1 se dirige a parte de los proveedores obligados de combustibles fósiles, proveedores de combustibles renovables, verificadores que actúan en nombre de los proveedores, asociaciones comerciales pertinentes y otras partes interesadas.

Señala que el biocombustible, los CRONB y la porción renovable de cualquier combustible parcialmente renovable están cubiertos con la Orden OCTR y son elegibles para recibir Certificados de Combustibles de Transporte Renovable (“CCTR”) cuando se utilizan en un modo de transporte relevante y, para ello se deben cumplir diferentes criterios de sostenibilidad.

Así entonces, la Guía 1, una vez define en el apartado 1.2 el concepto de CRONB, pasa a señalar que el hidrógeno renovable es el ejemplo más simple de CRONB, el cual también puede ser utilizado en diferentes aplicaciones de transporte (Departamento de Transporte, 2023).

Estas guías diferencian los CRONB que son un tipo de combustible renovable en el que toda la energía del combustible proviene del proceso de entrada de energía renovable, de un combustible parcialmente renovable en el cual parte del contenido de energía del combustible proviene de fuentes renovables y parte proviene de fuentes no renovables. Para este último caso, la guía 1 establece una fórmula para determinar el porcentaje de combustible que puede considerarse renovable.

Cuando un proveedor produce tanto combustible renovable como no renovable en la misma planta, deben mantener registros adecuados que demuestren que han seguido los principios del balance de masa en la contabilidad y el seguimiento de la porción de CRONB. En el caso de los combustibles parcialmente renovables, la porción renovable del combustible es elegible para recibir el CCTR, por su parte, la porción no renovable de un combustible parcialmente renovable no es elegible para el certificado y aumenta la obligación del proveedor.

La proporción del combustible que se considera renovable depende de la electricidad de la que proviene y de si cumple con los criterios de adicionalidad o regionalización descritos a continuación.

2.5.1 Criterio de regionalización

La Guía 1, en su punto 2.14, introduce el concepto de regionalización y señala que, si se puede considerar que la red eléctrica a la que está conectado un sitio de producción es distinta de la red nacional relevante, los proveedores pueden utilizar datos de esa red eléctrica en lugar de la red nacional para determinar la porción de su combustible que se define como CRONB. Una red eléctrica cumple con los criterios de regionalización si cumple una de las siguientes condiciones:

- (a) La autoridad competente relevante considera y gestiona la red en cuestión como una red eléctrica físicamente separada que no refleja directamente las fronteras nacionales.
- (b) Se puede demostrar que no hay una conexión física entre la red eléctrica a la que está conectado el sitio de producción y la red nacional del país en el que se encuentra el sitio de producción.
- (c) Se puede demostrar que existe una congestión sistemática de la red que impide que la energía renovable generada y suministrada a una subred se suministre a la red nacional más amplia.

2.5.2 Criterio de adicionalidad

Se establece en el punto 2,6 de la Guía 1, como un criterio según el cual la electricidad renovable utilizada en la producción de CRONB se considera "energía renovable adicional" si la electricidad no se habría producido o se habría desperdiciado si no fuera consumida por el sitio de producción. Los proveedores pueden demostrar que su proceso consume energía renovable adicional si pueden proporcionar evidencia de que cumplen algunos de los siguientes criterios:

- (a) Conexión directa, sin conexión a la red eléctrica: El sitio de producción de electricidad está directamente conectado al sitio de producción de CRONB sin conexión a una red eléctrica.
- (b) Conexión directa, con conexión a la red eléctrica: El sitio de producción de electricidad está conectado directamente a la planta de producción de combustible y a la red eléctrica, y la planta de producción de combustible puede demostrar que su consumo ha sido proporcionado por el sitio de producción de electricidad sin importar electricidad desde la red eléctrica más amplia.
- (c) Capacidad adicional a través de una red eléctrica: El sitio de producción de electricidad es nuevo, se ha mejorado o reacondicionado, y/o fue construido específicamente, mejorado, ampliado en su vida útil o puesto nuevamente en servicio con el propósito de proporcionar electricidad a

través de una red eléctrica a un determinado sitio de producción de CRONB.

- (d) Reducción y desperdicio: La electricidad renovable utilizada es electricidad que habría dado lugar a una reducción o se habría desperdiciado si no hubiera sido consumida por el sitio de producción de la CRONB.
- (e) Otros: El proveedor puede aportar evidencia relativa a un caso no especificado anteriormente que satisfaga al Administrador que la electricidad renovable es adicional.

2.5.3 La Guía 1 en su punto 3 establece una metodología para el cálculo de emisiones de GEI derivados de la producción y utilización de CRONB y señala que las emisiones provenientes de la fabricación de maquinaria y equipo necesarios para la producción de CRONB no deben tenerse en cuenta, así entonces se tendrán en cuenta:

- (a) Emisiones de la extracción o recolección de materias primas,
- (b) Emisiones de la producción y el procesamiento
- (c) Emisiones de transporte y distribución

Así mismo, establece una fórmula para calcular los GEI cuando en el proceso de producción de CRONB se producen, además del combustible, otros productos (co-productos) y señala que en estos casos se dividen las emisiones de GEI entre el combustible y los coproductos.

Por otra parte, la Guía 2, contiene el procedimiento para adquirir CCTR ante el administrador siempre que el CRONB o la parte renovable del combustible parcialmente renovable cumplan con criterios de sostenibilidad.

Para el proceso para adquirir el CCTR, la Guía 2 propone un sistema informático llamado Sistema Operativo de las Obligación de Combustibles de Transporte Renovables (“Sistema”), en el cual se registrarán diferentes acciones como informar sobre las cantidades de combustible y solicitar el CCTR.

En primera medida señala los requisitos para aplicar al CCTR, como presentar ante el Sistema suficiente información que demuestre que el interesado cumple con los criterios de sostenibilidad, un informe de aseguramiento del verificador que lo confirme y cumplir con otras estipulaciones contenidas en la Orden OCTR, esto, con el fin de que esta información se evalúe por el administrador.

Todo el flujo de información entre el proveedor, el verificador y el administrador durante el proceso se hace a través del Sistema, el cual realiza comprobaciones lógicas para señalar cualquier dato que sugiera que un combustible renovable no ha cumplido con los criterios de sostenibilidad.

Una vez allegada la información, el administrador procede a evaluar la solicitud y termina otorgando o no el CCTR, sin embargo, señala que el CCTR puede ser revocado por el administrador, surtido un procedimiento, si por ejemplo encuentra

que la información proporcionada era falsa o inexacta de conformidad con el punto 6.3 de la Guía 2.

Por último, vale la pena señalar que la Guía 2 dedica un capítulo a establecer los requisitos de GEI de las OCTR y cómo los proveedores pueden demostrar el cumplimiento de esos requisitos.

2.6 Reino de España | RD 376 de 2022

El Real Decreto 376 del 17 mayo de 2022 es un esquema obligatorio que regula los criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de los biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa, así como el sistema de garantías de origen de los gases renovables. En este se define el “gas renovable” como *“gas combustible procedente de fuentes renovables, aplicable al hidrógeno renovable, al biogás y a cualquier otro gas de origen renovable que se determine por resolución de la persona titular de la secretaría de Estado de Energía.”*¹¹

La normativa contiene disposiciones clave respecto a la regulación de criterios de sostenibilidad y de reducción de las emisiones de GEI a fin de (i) evaluar el cumplimiento de los objetivos obligatorios mínimos de venta o consumo de biocarburantes y biogás con fines de transporte; (ii) evaluar el cumplimiento de las obligaciones y objetivos en materia de energías renovables en la normativa nacional y comunitaria; y (iii) optar a ayudas financieras al consumo de biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa.

Contiene requisitos de eficiencia energética, así como la forma de acreditación de su cumplimiento, exigidos a las instalaciones de generación de energía eléctrica para poder optar a las ayudas económicas al consumo de combustibles de biomasa y ser incluidas en el cómputo de los objetivos de la UE y nacionales en materia de energías renovables.

Configura, además, el doble valor de determinados biocarburantes y biogás con fines de transporte para demostrar el cumplimiento de las obligaciones de venta o consumo de biocarburantes y otros combustibles renovables con fines de transporte y el objetivo establecido para el uso de energía procedente de fuentes renovables en todas las formas de transporte.

Así mismo, regula los objetivos de venta o consumo de biocarburantes y biogás con fines de transporte para el periodo 2023-2026, los objetivos de biocarburantes avanzados y biogás con fines de transporte a partir de determinadas materias primas, y el límite de la contribución de los biocarburantes producidos a partir de cultivos alimentarios y forrajeros al cumplimiento de los objetivos establecidos a partir del año 2023.

Este esquema contempla la creación un sistema de Garantías de Origen aplicable a los gases renovables, define dichas garantías, su contenido, las condiciones para su emisión, así como la autorización para la designación de una entidad responsable de su gestión y el procedimiento de funcionamiento del citado sistema. Además, este sistema contará con Registro de instalaciones de producción de gas a partir de fuentes renovables, que incluirá información

¹¹ Numeral 22. Artículo 2. RD 376 DE 2022.

sobre la titularidad, ubicación, tipo, capacidad y fechas de puesta en marcha de las instalaciones, así como una relación de sus titulares.

Cada Garantía de Origen corresponderá a un volumen estándar de 1 MWh y será válida para todo el gas renovable producido, incluido el gas renovable no inyectado a la red vendido a terceros y el gas auto consumido. Las emitidas para el gas renovable auto consumido serán auto cancelables e intransferibles. Cada MWh de gas 100% renovable dará lugar a la emisión de una garantía de origen de gas renovable con información sobre cuándo, dónde y cómo se produjo el gas.

El sistema de Garantías de Origen permitirá la emisión, transferencia, exportación, importación y cancelación de las garantías y será gestionado por Enagás GTS hasta que el Ministerio pueda asumir dicha competencia.

2.7 UE | CertifHy

2.7.1 Características del Hidrógeno: Para que el hidrógeno cumpla con los estándares de CertifHy, la producción de este debe tener una intensidad de gases de efecto invernadero por debajo del punto de referencia (prácticas industriales actuales) en al menos un 60%. A partir de lo anterior, CertifHy clasifica el hidrógeno que certifica en dos:

- (a) Hidrógeno bajo en carbono: Es aquel producido por fuentes de energía no renovables con bajas emisiones de carbono (por ejemplo, nuclear, fósil con captura y almacenamiento de carbono).
- (b) Hidrógeno verde: Aquel que proviene de energías renovables. (biogás, hidroeléctrica, eólica, solar, etc.). Así las cosas, el esquema CertifHy tiene en cuenta tanto el origen del hidrógeno como su intensidad de GEI.

2.7.2 Órganos de gobernanza: El esquema CertifHy, para su funcionamiento, cuenta con los siguientes órganos de gobernanza:

- (a) Plataforma de interesados
- (b) Grupo de dirección: A cargo de la toma de decisiones junto con aquellas dificultades y resolución de conflictos de la Plataforma.
- (c) 4 grupos de trabajo: Lideran el desarrollo técnico, económico y regulatorio para la elaboración de los esquemas de garantías de origen de hidrógeno.
- (d) Secretaría: lleva a cabo las actividades de coordinación, comunicación y logística (CertifHy, 2019).

2.7.3 Actores importantes:

- (a) Autoridad competente: Decide sobre la aprobación de Organismos de Certificación y sobre la designación de Organismos Emisores.
- (b) Un organismo de certificación: Se encarga de verificar la elegibilidad de los Dispositivos de Producción a través de una Auditoría de Dispositivos de Producción y verifica los atributos de los lotes de producción a través de una Auditoría de Lotes de Producción.

- (c) Un Organismo Emisor: Supervisa la emisión, transferencia y cancelación del certificado de garantía, incluida la supervisión de la operación del registro CertifHy.
- (d) El Registro CertifHy: que realiza un seguimiento de las garantías de origen de CertifHy emitidos, negociados y cancelados.
- (e) Titulares de cuentas o usuarios del Esquema: Tienen en sus cuentas Dispositivos de Producción y/o garantías de origen de CertifHy (CertifHy, 2019).

2.7.4 Certificado de garantía de origen CertifHy:

Los Certificados de Origen tienen como propósito garantizar al usuario final el origen y las características ambientales del producto, CertifHy, como garantía de origen, proporcionan información sobre la planta de producción del hidrógeno, la fuente de energía, la intensidad de GEI, entre otros, con miras a demostrar al usuario final que el hidrógeno que consume es verde o de bajo carbono.

Así entonces, tal y como fue advertido, el esquema CertifHy tiene en cuenta tanto el origen del hidrógeno como su intensidad de GEI.

El esquema, además, contempla la posibilidad de que una garantía de origen pueda ser transferida de un titular a otro, sin embargo, al ser utilizada, la garantía de origen se cancela, es decir, el certificado de origen solo puede ser utilizado una vez (CertifHy, 2019).

Actualmente, la Comisión se encuentra evaluando la solicitud de reconocimiento de CertifHy como esquema voluntario de certificación para CNBOR.

2.8 Suiza | GH2 Standard Green H2 Organization (GH2)

La versión más reciente de este esquema fue publicada en enero de 2023. Este esquema se caracteriza por certificar y acreditar proyectos de producción de hidrógeno, así como aquellos de producción de amoníaco, y para ello ha establecido una serie de principios y requerimientos para la acreditación de dichos proyectos.

2.8.1 Principios:

- (a) Soberanía y subsidiariedad, para evitar duplicidad en el cumplimiento normativo local;
- (b) Proporcionalidad, para enfatizar los impactos y aspectos relevantes del proyecto y minimizar brechas o desvíos en el cumplimiento de requisitos de acreditación;
- (c) Armonización, para alinear estándares o prácticas internacionales;
- (d) Consulta, para asegurar una consulta proactiva y amplia con las partes interesadas, en promoción del principio del consentimiento libre, previo y informado;
- (e) Transparencia;

- (f) Verificación independiente; y
- (g) Continuo desarrollo del esquema.

2.8.2 Requerimientos para acreditar los proyectos por GH2:

- (a) Una publicación transparente de la descripción del proyecto;
- (b) Aprobación del proyecto por el gobierno nacional donde este se desarrolle;
- (c) Evaluación de lugar y diseño del proyecto, teniendo en cuenta variables técnicas, económicas, ambientales, sociales y financieras;
- (d) Los impactos sociales, dentro de los que se encuentran acercamientos y concertaciones con comunidades indígenas a lo largo de todo el proceso del proyecto, y el respeto de condiciones laborales justas;
- (e) Impactos medioambientales, como una evaluación del uso del agua en el proyecto, afectación a biodiversidad, entre otros;
- (f) Seguridad y salud de la calidad de vida de aquellas comunidades que se pueda afectar por el proyecto y la mitigación de la misma; y
- (g) Gobernanza, transparencia y responsabilidad respecto del desarrollador del proyecto, su estructura corporativa, estándares de negocio y políticas, entre otras en materia de anti-corrupción, así como estándares éticos respecto de beneficiarios finales, vínculos contractuales y aspectos tributarios.

Bajo este esquema, la Organización de Hidrógeno Verde define el hidrógeno verde como hidrógeno producido mediante electrólisis con energía renovable, es decir, que provenga de energía hidroeléctrica, eólica, solar (solar térmica y solar fotovoltaica), geotérmica, de las mareas y otras fuentes de energía oceánica. A su vez, tiene un umbral máximo de emisiones de gases de efecto invernadero de un kilogramo de dióxido de carbono equivalente (CO₂e) por kilogramo de hidrógeno y aplica la metodología IPHE para la producción por electrólisis con algunas modificaciones (el IPHE no aborda actualmente el almacenamiento, la conversión y el suministro de hidrógeno y sus derivados, ni establece un umbral de emisión).

Finalmente, los proyectos se revisarán anualmente por la Organización de Hidrógeno Verde y, en caso de que se produzcan cambios sustanciales en un proyecto, será necesaria una nueva acreditación (GH2, 2023).

2.9 *AUS | Guarantee of origin scheme (GO Scheme) - Australian clean energy regulator*

El esquema propuesto consiste en crear un mecanismo de certificados para las energías renovables basado en el esquema existente de certificados de objetivos de energías renovables (“RET”). Partiendo de ello, el esquema GO incluirá dos tipos de certificados: (i) “Producto GO” y (ii) “GO de energías renovables (“REGO”)”.

Los certificados Producto GO buscarán verificar la intensidad de carbono de un producto a lo largo de su ciclo de vida, así como las emisiones asociadas al suministro de materias primas para la producción, transporte y almacenamiento de hidrógeno hasta el punto de consumo o salida internacional. Esta metodología se denomina “*well-to-grave*”.

No habrá umbrales de intensidad de emisiones para los Productos GO, por lo que todas las empresas pueden optar por acogerse al esquema, siempre que cuenten con una metodología de medición de emisión para su producto. Al respecto, la norma en debate no particulariza en ninguna metodología.

Por su parte, los REGO se asocian al seguimiento de la generación de electricidad renovable. Los REGO incluirán información sobre la hora de generación, el lugar de generación, la fecha de puesta en servicio de la central y el consumo final. Cada REGO representará un megavatio hora de electricidad renovable. Su funcionamiento será similar al de los certificados “*Large-scale Generation*” del RET, cuya vigencia finaliza en 2030. Los certificados REGO pueden negociarse independientemente de la electricidad que los que los generaron

El esquema es de tipo voluntario. Los certificados emitidos tendrán duración de un año y será monitoreado bajo un sistema de base de datos administrado por el Regulador de Energía Limpia (“CER”), autoridad federal independiente. Los certificados se conservarán en registros públicos electrónicos mantenidos por el CER, lo que permitirán a los participantes compartir información adicional de carácter privado con otros participantes en el esquema (Australian Government, 2022).

2.10 AUS | Zero Carbon Certification Scheme

El Sistema de Certificación Carbono Cero busca fomentar la adopción y distribución de proyectos de hidrógeno renovable y sus derivados en Australia y en el extranjero. El sistema evaluará el contenido de carbono integrado de los productos a certificar para garantizar que la producción se realice a partir de energía renovable y que esta se convierta en la principal forma de producción.

Este esquema solo tendrá en cuenta los productos creados con energía renovable¹² o procesos renovables, a pesar de que desconoce definición respecto de esos componentes, garantizando que el contenido de carbono se mantiene por debajo señalado por el ente certificador. Para los productos creados por medio electrolizadores conectados a la red será necesario garantizar carbono neutro o cero emisiones, será necesario utilizar un esquema diferente. No obstante, en las fases iniciales de este esquema, se permitirá el uso de certificaciones “*Large-scale Generation*”/ *Recognition of Renewable Electricity Certificates* (certificaciones existentes bajo la legislación australiana) para cumplir los criterios del mismo. Este permiso se revisará periódicamente para evaluar el impacto o no de “*greenwashing*”.

El sistema de certificación Carbono Cero se basa en los siguientes criterios que, de no cumplirse, el proyecto no podrá obtener la certificación:

- 2.10.1 Renovable;
- 2.10.2 Cero emisiones;
- 2.10.3 Único, no más de un certificado por kilogramo o tonelada;
- 2.10.4 Transparente;
- 2.10.5 Inmutable;
- 2.10.6 Titularidad exclusiva.

Esta iniciativa impulsada por la industria tendrá en cuenta el trabajo del Gobierno australiano en este ámbito como parte de la Estrategia Nacional del Hidrógeno y complementará el trabajo de certificación internacional. Es por ello que, más adelante, la división de hidrógeno de Australia que hace parte del “*Smart Energy Council*”, actual certificador, podría asociarse con otro organismo de certificación para garantizar lo que denominan como “patrón oro”, en el desarrollo de proyectos que asegure el respeto de las prácticas éticas, de tal forma que las comunidades indígenas y locales reciban algún beneficio.

Una vez que una instalación y/o proyecto ha sido evaluado, se inscribe en el registro de productores Cero Carbono. Acto seguido, se puede generar y adjuntar al producto la Garantía de Origen para volúmenes específicos de producto. El certificado se transfiere al punto de venta y se anula en el punto de uso, y utiliza la metodología “*well-to-gate*” para contabilizar emisiones de GEI (Smart Energy Council, 2020).

2.11 US – CA | Estándar de combustible de bajo carbono, California

En 2021, Estados Unidos se convirtió en el exportador número 3 de Hidrógeno en el mundo. En el mismo año, Hidrógeno fue el producto número 167 más exportado en Estados Unidos y

¹² De acuerdo con la información disponible, el esquema no establece una definición de energías renovables.

sus exportaciones se concentraron principalmente a Japón, Alemania y Corea del Sur. Sin embargo, también se catalogó como el 6 país importador de hidrógeno en el mundo, principalmente desde Canadá, Brasil y Alemania (OEC, 2023).

De conformidad con la RECBC, esta normativa aplica a cualquier combustible de transporte que se venda, suministre u ofrezca a la venta en California, y a cualquier persona que sea responsable de un combustible de transporte en un año calendario. Dentro de los tipos de combustible de transporte, entre otros, encontramos: (i) el Hidrógeno comprimido o licuado y (ii) Una mezcla de combustible que contiene hidrógeno ("mezcla de hidrógeno").

La normativa presume que los combustibles alternativos, como el hidrógeno comprimido o licuado y la mezcla de hidrógeno ("Hidrógenos"), emiten una intensidad de carbono en su producción.

Así mismo habla de partes reguladas para cada uno de los combustibles, para efectos de los Hidrógenos, señala que la parte regulada es *"inicialmente la persona que es dueña del combustible de hidrógeno terminado en el momento en que los componentes de la mezcla se mezclan para crear el combustible de hidrógeno terminado"* y que esta parte solo deja de ser regulada en el momento en que transfiere la propiedad de los combustibles y acuerda con el receptor que este último acepta la obligación de cumplimiento de la RECBC.

La regulación establece año a año un estándar de Intensidad de Carbono IC para cada tipo de combustible y funciona a través de un sistema de saldo de créditos de valores de IC, en donde los combustibles de bajo carbono por debajo del punto de referencia de IC generan créditos, mientras que los combustibles por encima del punto de referencia de IC generan déficits. Los proveedores de combustibles de transporte deben demostrar que la mezcla de combustibles que suministran para su uso en California cumple con los estándares de IC de la RECBC, o puntos de referencia, para cada período de cumplimiento anual.

Así entonces, los productores que obtengan créditos negativos se ven obligados a participar en proyectos de combustibles limpios u otro proyecto de compensación de emisiones de GEI. La regulación incluye programas de incentivos para fomentar el uso de combustibles de bajo carbono y tecnologías más limpias, como vehículos eléctricos y biogás.

Para 2030, para que un combustible bajo esta normativa sea clasificado como limpio, deberá tener una intensidad de carbono a lo largo de su ciclo de vida inferior a 60 gCO₂e/MJ.

Los proveedores de combustible deben informar regularmente sobre el IC de los combustibles que suministran y demostrar que cumplen con los estándares. Esto se hace a través de informes y auditorías.

2.12 JPN | Aichi

Japón está a la vanguardia tecnológica en el desarrollo de una economía del hidrógeno, con especial atención a su uso en la industria, producción de electricidad y la movilidad. Es importante destacar que el hidrógeno también desempeñará un papel central en la transición de Japón hacia su meta o compromiso para 2050, tal como se indica en su 6º Plan Estratégico de Energía.

La importancia del hidrógeno bajo en carbono también se resalta por la versión revisada de la hoja de ruta estratégica para el hidrógeno y las pilas de combustible de 2019, que menciona la necesidad de reducir las emisiones de CO₂ a lo largo de toda la cadena de suministro de hidrógeno. En la actualidad, Japón sigue un enfoque amplio, en el que el hidrógeno producido con bajas emisiones suele denominarse hidrógeno limpio, independientemente de la tecnología de producción. Por lo tanto, el enfoque japonés del hidrógeno limpio incluye el hidrógeno producido a partir de fuentes fósiles con CCUS, así como el hidrógeno producido mediante electrólisis utilizando electricidad renovable.

Bajo este escenario, Japón está debatiendo tanto el establecimiento de una definición precisa de hidrógeno limpio como la introducción de un sistema de certificación y supervisión. Aunque no se conocen detalles sobre el estado actual de estos debates, los registros públicos de las reuniones del Subcomité de Política del Hidrógeno de Japón muestran que el Ministerio japonés de Economía, Comercio e Industria (“METI”) es consciente de la necesidad de un sistema de este tipo, en particular en el contexto de las cadenas de valor internacionales (Energy Partner, 2022).

A pesar del panorama descrito, actualmente la Asociación de Promoción de la Cadena de Suministro de Hidrógeno Bajo en Carbono de Aichi (*Aichi Low-carbon Hydrogen Supply Chain Promotion Association* en inglés), un organismo que incluye al gobierno de la prefectura de Aichi, empresas que operan dentro de la prefectura, autoridades municipales y expertos, desarrolló la Visión 2030 de la Cadena de Suministro de Hidrógeno Bajo en Carbono de Aichi y su hoja de ruta en el 2018. El objetivo de la Visión es promover una sociedad basada en el hidrógeno que abarque toda la región a través de la coordinación mutua y los esfuerzos inclusivos.

La prefectura de Aichi desde abril de 2018 ha buscado poner en marcha un esquema de certificación regional para el hidrógeno bajo en carbono. El esquema se centra en las emisiones directas durante el proceso de producción, siendo elegible el hidrógeno producido a partir de la electrólisis del agua utilizando fuentes de electricidad renovables, del reformado con vapor utilizando biomasa o el hidrógeno derivado del hidróxido de sodio.

La estrategia del sistema se basa en tres pilares: (i) desarrollo continuo de una cadena regional de suministro de hidrógeno con bajas emisiones de carbono; (ii) reducción de carbono en distintos campos, como la electricidad, el transporte, la calefacción y procesos industriales; y (iii) eliminación de la dependencia de los combustibles fósiles a través de la expansión de los volúmenes de distribución de hidrógeno (Konrad, 2021).

2.13 DEU | TÜV SÜD

Alemania se estima que sea un país importador del 70% a 80% de sus objetivos para el 2030. Actualmente, consume alrededor 1,4 millones de toneladas de hidrógeno principalmente en las refinerías y el sector de los fertilizantes. A 2023, según Hydrogen Compass la capacidad instalada de electrolisis en el país es de 79.8 MW.

Los recientes acuerdos entre Colombia y Alemania como “*Acuerdo alianza climática y transición energética justa*” (Ministerio del Exterior, 2023), sumado a la Hoja de Ruta de Transición Energética Justa donde Colombia incorpora el escenario del 1% del suministro de

la demanda de Alemania para el 2030 (60.000 t/a) más la Actualización de la Hoja de Ruta de Alemania con ambiciosos objetivos para el 2030:

- (p) 10 GW capacidad instalada de electrolizadores.
- (q) 95 a 130 TWh.
- (r) 2,4 a 3,3 Millones de toneladas (Good New Energy, 2023.).

Donde se hacen para Colombia estratégico conocer las políticas del Ministerio Federal de Economía y Acción Climática (BMWK) y estándares socio ambientales alemanas.

Actualmente, Alemania no cuenta esquemas obligatorios, pero sí con esquemas voluntarios.

La certificación (TÜV SÜD, 2021) puede ser aplicada a nivel mundial, sus requerimientos son, en principio, la regulación existente en cada país o a nivel regional, sin embargo, introduce otros requerimientos que serán explicados más adelante.

Respecto a la tecnología utilizada para la producción del hidrógeno señala que los procedimientos comunes son: (i) Electrólisis, (ii) Reformado de vapor de biometano sostenible, (iii) Pirólisis y (iii) Electrólisis, todos ellos basados en fuentes de energía renovable.

La certificación se aplica al consumo de hidrógeno en las siguientes aplicaciones y sectores: hidrógeno como materia prima (química), transporte o almacenamiento de electricidad (incluida la inyección de hidrógeno en la red de gas natural).

Ofrece certificados tanto bajo el esquema Book and Claim, como bajo el esquema de balance de masa, exigiendo intensidades de carbono más bajas en el caso del primero.

La normativa TÜV SÜD define el hidrógeno verde, como aquel producido a partir de energía renovable y que cumple el criterio de reducción de emisiones de GEI. El estándar puede certificar dos tipos de hidrógeno (BID, 2022):

- (s) Hidrógeno verde no electrolítico: se emite si el hidrógeno producido tiene un potencial de reducción de GEI de al menos 60% en comparación con la producción de hidrógeno convencional por reformado de gas natural para la certificación de balance de masa, y de al menos 80% para la certificación Book and Claim.
- (t) Hidrógeno verde electrolítico: para el cual el hidrógeno debe tener un potencial de reducción de GEI de al menos 75% en comparación con la producción de hidrógeno convencional por reformado de gas natural para la certificación de balance de masa, y de al menos 90% para la certificación Book and Claim.

Los interesados en obtener el certificado deben demostrar que la producción del hidrógeno fue realizada con energías renovables, en caso de que para la producción de hidrógeno se utilicen recursos renovables y no renovables, solo se tendrá en cuenta la parte de hidrógeno producido a partir energía renovable en el cálculo de la cantidad de hidrógeno certificado.

Para determinar la emisión de GEI del hidrógeno producido, se deben incluir todas las etapas del ciclo de vida, desde la extracción y procesamiento de materias primas hasta la producción y entrega de un producto comercializable en la puerta de la fábrica o su alimentación en la red de hidrógeno o gas natural (de pozo a puerta). Aquellas emisiones de GEI provenientes de la

electricidad eólica, fotovoltaica e hidroeléctrica para la producción de hidrógeno, se consideran nulas.

Además, ofrece alternativas para cumplir con requisitos de adicionalidad. Esto es, para garantizar que el hidrógeno verde se produzca con nuevas instalaciones de producción de energía y no compita con el consumo de electricidad tradicional

El esquema de certificación cuenta con un organismo de certificación y otro de supervisión, una vez obtenido el certificado, el titular del certificado debe haber establecido un sistema de monitoreo adecuado para registrar y documentar todos los flujos de energía y materiales entrantes y salientes, así mismo, tiene el derecho exclusivo de comercializar el hidrógeno verde producido.

El ciclo de certificación se resume en el siguiente esquema:

Ilustración 5 – Aspectos relevantes de TÜV SÜD



Fuente: Elaboración propia

2.14 Corea del Sur

De acuerdo con la información pública disponible, Corea del Sur será un país netamente importador de hidrógeno.

El Ministerio de Industria y Comercio de este país asiático emitió en junio de 2021 los “Estándares Portafolio de energía del Hidrógeno limpio”, y espera lanzar un esquema de certificación de hidrógeno en 2024.

De acuerdo con la información disponible, este esquema buscará determinar si el hidrógeno puede clasificarse como “bajo en carbono” contabilizando la cantidad de carbono generado durante el proceso de producción, lo que podría dar a entender que se utilizará la metodología “well-to-gate”. En este entendido, cuanto menores sean las emisiones, mayores podrán ser los incentivos para las empresas.

Por su parte, las diferentes industrias esperan que el esquema considere la infraestructura existente (v.g., gasolineras y estaciones de gas licuado de petróleo) para la carga de hidrógeno, de tal forma que se mejore la accesibilidad a los consumidores (South Korean Herald , 2022).

2.15 UE | Mecanismo de Ajuste en Frontera por Carbono - MAFC

La Comisión Europea aprobó el Mecanismo de Ajuste de Frontera de Carbono (“MAFC”) a través del Reglamento 2023/956, de 10 de mayo de 2023, el cual se encuentra destinado a establecer condiciones de competencia equitativas entre los productores pertenecientes a la UE y terceros de otros países, busca igualar el precio del carbono para productos importados y productos básicos cubiertos por el Régimen de Comercio de Derechos de Emisión (“RCDE”) UE. Esta medida es obligatoria y limitaría la fuga de carbono, además de fomentar la reducción de las emisiones, incluye a los siguientes sectores: siderurgia, refinerías, cemento, aluminio, productos químicos orgánicos de base, hidrógeno y fertilizantes.

Los criterios pertinentes para limitar la selección de productos son:

- (a) Pertinencia del sector en términos de emisiones,
- (b) Exposición del sector a un riesgo significativo de fuga de carbono
- (c) Necesidad de equilibrio entre lograr un amplio abanico de productos en términos de emisiones de gases de efecto invernadero y limitar la complejidad y la carga administrativa.

Como excepción, el MAFC no se aplicará a las mercancías originarias de los terceros países y territorios incluidos en el anexo III del reglamento, pues los terceros países podrán ser incluidos a la lista, si cumplen con las condiciones establecidas, que incluyen la aplicación del RCDE de la UE o la existencia de un acuerdo que vincule dicho país o territorio con el régimen de comercio de derechos de emisión de la UE, así como la aplicación efectiva del precio del carbono en las emisiones de gases de efecto invernadero de las mercancías sin descuentos adicionales más allá de los establecidos por el RCDE de la UE.

Antes de importar mercancías en la Unión Europea, el importador debe solicitar la condición de declarante autorizado para el MAFC, esta solicitud puede ser presentada por el importador o su representante aduanero indirecto el cálculo realizado será sobre las emisiones directas e indirectas, y la obligación del declarante autorizado a efectos del MAFC de llevar registros detallados para permitir la verificación y revisión de la declaración.

2.16 Países Bajos | HYXCHANGE GO

HyXchange y Vertogas entregaron la primera versión piloto de una Garantía de Origen (“GO”) para hidrógeno al Ministro de Clima y Energía Holandés el 11 de abril del 2022, el proyecto piloto operativo buscaba estudiar cómo emitir y comercializar GO en la cadena de suministro de H2 permitiendo a las empresas neerlandesas demostrar el origen renovable y de baja huella de carbono de su H2, lo que facilita la separación administrativa del consumo de hidrógeno renovable y su cadena de suministro físico.

El piloto dio varios resultados de aprendizaje, resumidos en tres puntos clave así:

- (d) Se determinó que se necesita una aclaración adicional sobre la definición de los campos de datos de GO para garantizar su correcta interpretación.
- (e) Para la emisión real de GO, sólo se puede aceptar la producción a partir de activos existentes, es decir productos que hubieren sido verificados por un tercero.

- (f) Se necesita orientación adicional sobre la acreditación de empresas o actividades y la dosificación del H2 antes de la implementación de la ruta GO.

No obstante, el estudio considera que estos resultados imponen barreras para la implementación de GO en los Países Bajos. A partir de este proyecto, en junio de 2023, HYXCHANGE publicó el primer indicador de horario del mercado spot HYCLICK para hidrógeno, el cual muestra el costo variable de producción de hidrógeno renovable generado a partir de electrólisis en los Países Bajos. El indicador se proporciona en €/MWh y tiene en cuenta el poder calorífico superior del hidrógeno, el consumo de electricidad (incluyendo pérdidas y tarifas), el costo de la electricidad renovable a través de GO, y el componente de costo variable que refleja el costo fijo operativo.

2.17 UE | Combustibles Líquidos Usados Para Aviación– CORSIA

El ISCC CORSIA/CORSIA PLUS es un esquema voluntario global de compensación de CO2 para la aviación internacional desarrollado por la Organización de Aviación Civil Internacional (“OACI”) en el año 2013.

Actualmente, los combustibles de aviación sostenibles (“SAF”, por sus siglas en inglés) desempeñan un papel importante en la consecución de mitigar las emisiones del transporte aéreo, por lo que es crucial verificar su producción sostenible para evitar repercusiones negativas en el medio ambiente y en la sociedad, en este sentido, el sistema de certificación de sostenibilidad ISCC responde a esta necesidad al mejorar la trazabilidad mediante auditorías específicas.

El sistema ISCC garantiza la sostenibilidad de las materias primas y productos destinados a diversos mercados, entre ellos los biocombustibles líquidos y gaseosos. Este sistema considera dos principios de sostenibilidad primordiales que han sido determinados por la OACI para los combustibles elegibles CORSIA: primero sería la necesidad de verificar la emisión de los GEI, en virtud de que todo combustible apto para el CORSIA debe generar menos emisiones de carbono a lo largo de su ciclo de vida, y el segundo radica en la existencia de carbón, debido a que el combustible admisible para el CORSIA no debe fabricarse a partir de biomasa obtenida de tierras con elevadas reservas de carbono.

Además, los sistemas de certificación ISCC CORSIA tienen tres categorías de criterios: (i) sostenibilidad de las materias primas, (ii) trazabilidad y cadena de custodia, y (iii) reducción de emisiones. Estas categorías son requisitos básicos para rastrear los combustibles de aviación sostenibles a lo largo de la cadena de suministro y asignar información específica del producto a lotes de materiales sostenibles y combustibles de aviación. La trazabilidad implica la documentación de cantidades y propiedades relevantes de los materiales sostenibles, como la materia prima, el país de origen y las emisiones del ciclo de vida. Es así que para poder desarrollar este sistema, ISCC CORSIA establece dos métodos de cadena de custodia: el balance de masas o la segregación física.

ISCC CORSIA contempla una metodología para calcular las emisiones del ciclo de vida de todos los elementos de la cadena de suministro, los cuales son aplicados a todos los elementos desde la producción de materias primas hasta la distribución del producto final, dentro de estos tiene en cuenta la producción de materias primas (extracción o cultivo), las unidades de

transformación que se entienden como las empresas que procesan materias primas, de entrada y, por lo tanto, modifican las propiedades físicas o químicas relevantes, y el transporte y distribución. Cabe resaltar que la certificación de ISCC CORSIA es realizada por una organización de certificación independiente, la cual expide el certificado basado en la auditoría realizada.

Es así, como con la implementación de este sistema, se busca la reducción de las emisiones de carbono en el sector de la aviación, y la compensación de estos gases a través un sistema sostenible de producción.

2.18 UE | ISCC PLUS

ISCC PLUS es un esquema voluntario de certificación derivado del sistema ISCC “Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono” regulado por la (RED II) adoptado desde el año 2006 por la UE, actualmente ISCC PLUS es reconocido como un esquema que busca garantizar el cumplimiento de requisitos de sostenibilidad ecológica, el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero y la trazabilidad a lo largo de toda la cadena de suministro.

La estrategia del ISCC PLUS se divide en tres pilares (i) materias primas biológicas, como productos procedentes de la agricultura la silvicultura y las industrias conexas; (ii) materias primas circulares, como residuos de transformación que no se depositan en vertederos; (iii) materias primas renovables, derivado de un proceso proveniente de fuentes de energía renovable

Además, este esquema cubre los requisitos para la cadena de custodia aplicables a todos los elementos de la cadena de suministro de materiales sostenibles, la certificación evalúa 2 opciones, (i) la segregación física y (ii) el balance de masa; sin embargo, el esquema permite el “*Blending*”, el cual consiste en la mezcla controlada de sustancias que den como resultado un contenido verificable de materias primas biológicas, circulares y renovables en el producto final. Esta metodología permite a ISCC PLUS verificar todas las materias primas utilizadas dentro de la cadena de custodia deben quedar certificadas.

En ISCC PLUS, los factores de emisión de los materiales de entrada pueden calcularse individualmente o proceder de fuentes oficiales, como la Directiva sobre energías renovables, también se pueden obtener de la Directiva de Energías Renovables o del Anexo I del *ISCC EU System Document 205 GHG Emissions*, no obstante, la aplicación de este requerimiento es voluntario.

Conforme a lo anterior, y a título enunciativo ISCC PLUS contiene dentro de sus procesos de certificación:

- (a) Derivados de energías renovables como el hidrógeno- CO₂.
- (b) Procesos derivados del uso de electricidad renovable como parte integral del proceso de producción.
- (c) Derivado de energías renovables hidrógeno-N₂ del aire, utilizado para los casos en que los átomos de nitrógeno, que procedían de aire ambiente y que reaccionaron con hidrógeno formen parte sostenible del amoníaco.

De esta manera con ISCC PLUS, se busca sumar a los objetivos de la UE en materia de energías renovables, y garantizar la transparencia y credibilidad en la economía basada en la trazabilidad de las materias primas "bio" y su circularidad, promoviendo la producción y uso sostenible en la cadena de suministro global.

2.19 Ammonia Energy Association (“AEA”)

AEA propone un sistema de certificación global que permita la contabilización, notificación y verificación de la intensidad de carbono del amoníaco a nivel mundial, con el objetivo de certificar las reducciones de emisiones asociadas a proyectos de amoníaco con bajas emisiones de carbono registrados en este sistema. Este sistema cuantificará las emisiones de gases de efecto invernadero relacionadas con la producción del amoníaco, factor que será determinante para la producción y comercialización del producto.

AEA calculará la intensidad de carbono del amoníaco producido en un emplazamiento específico y mantendrá un control sobre el origen, insumos, coproductos, vía tecnológica y fecha de fabricación del amoníaco. Esta certificación, permitiría implementar su uso directo como combustible para la generación de energía eléctrica o el transporte marítimo, y el uso indirecto como portador de hidrógeno, lo que permitiría generar un nuevo comercio mundial de productos con bajas o nulas emisiones de carbono.

2.20 Reino de Dinamarca

Dinamarca produce el 89% de su electricidad con fuentes renovables. Cerca del 90% exigido por las normativas Europas, por lo que actualmente, el país considera que el hidrógeno verde es la solución más prometedora para descarbonizar sectores de la economía, ya que es un combustible ejemplar que libera energía sin emitir gases contaminantes; sin embargo, la producción y distribución del hidrógeno verde presenta retos para el país en cuanto a su eficiencia energética, almacenamiento y transporte. A pesar de ser un combustible limpio, su viabilidad y sostenibilidad como fuente de energía eficiente son cuestionables debido a la energía necesaria para producirlo inicialmente y a su baja densidad y carácter corrosivo e inflamable.

Actualmente, el Reino de Dinamarca planea asegurar el 100% de su energía a las renovables, ya que su energía proviene de turbinas eólicas, con una capacidad instalada de 6.235MW al 2021. Para el año 2023, Dinamarca subastó seis proyectos de energía renovable para la producción de hidrógeno verde y sus derivados. La financiación total de la primera licitación es de 1.250 millones de coronas danesas (177 millones USD) y la capacidad combinada de los proyectos es de casi 280 MW.

El país, lanzó esquema de Garantía de Origen para hidrógeno verde y derivados como amoníaco y metanol las cuales no contemplan en su totalidad normas europeas en cuanto a adicionalidad y correlación temporal para entrar en vigor en 2027 y 2029 (Hydrogen Insight, 2023). Usando un esquema existente para los productores de electricidad, gas y calor renovable hecho a través de una orden ejecutiva del gobierno el 1 de julio de 2023.

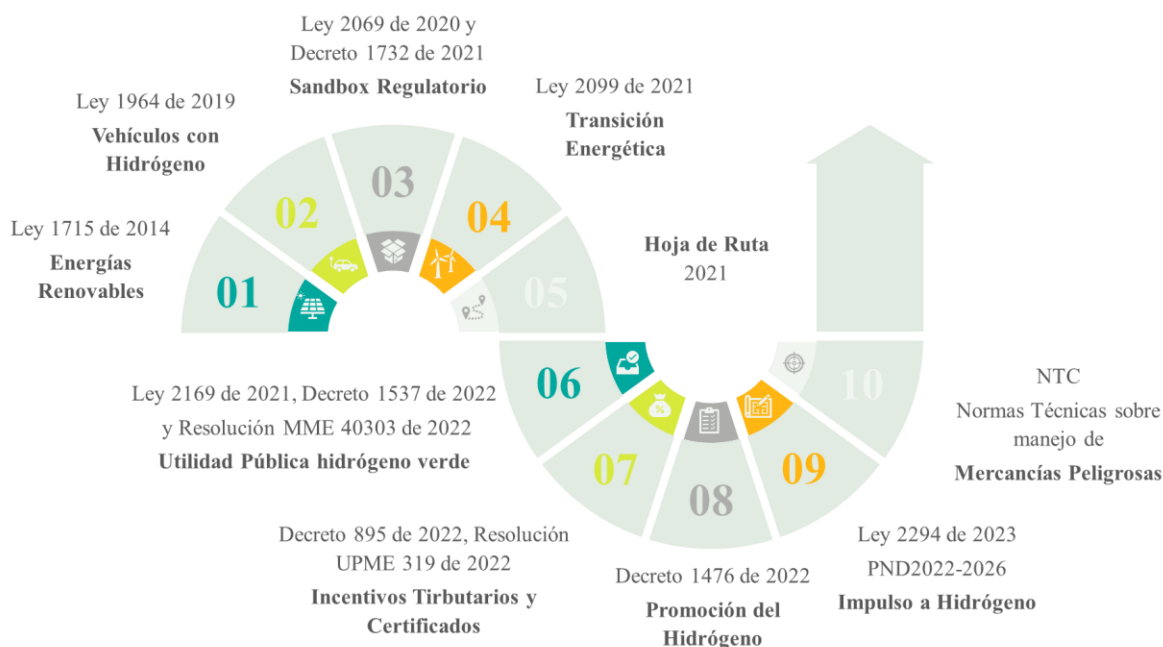
3. ANÁLISIS RELEVANTES EN COLOMBIA

A continuación, haremos una mención breve a algunas características que hacen a Colombia un país de gran interés del mercado internacional para ser exportador de Hidrógeno, con el fin de identificar algunos aspectos de mercado y normativos internos que resultarán relevantes a la hora de seleccionar los atributos que podrían acogerse a través de la política pública que el Estado colombiano emita para efectos de promover inversiones que permitan el desarrollo de un mercado líquido y competitivo para atender tanto la demanda interna de hidrógeno como las exportaciones.

3.1 Características Colombia

Colombia cuenta con incalculables recursos naturales, renovables y no renovables, y por eso se ha posicionado como uno de los potenciales líderes en LATAM en temas energéticos. Particularmente, en los últimos 10 años Colombia se ha destacado por tomar importantes decisiones de política pública que han tendido a emitir un marco normativo que busca promover el desarrollo de las actividades que componen la Cadena de Valor del Hidrógeno, así como la innovación, investigación e inversión para promover e impulsar el desarrollo de la economía del Hidrógeno en el país.

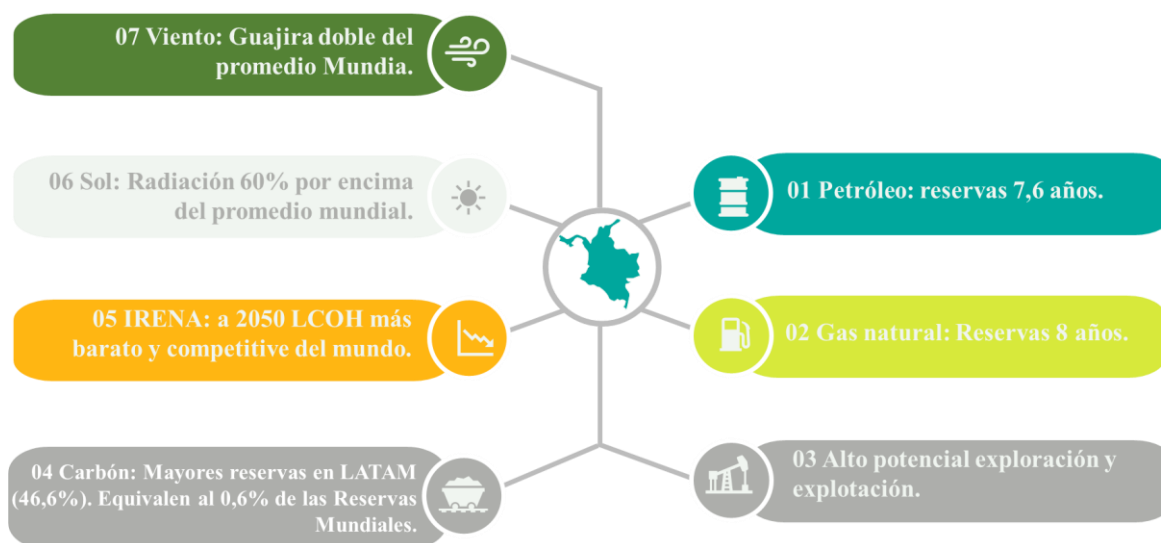
Ilustración 6 – Política Pública que incentiva Cadena de Valor Hidrógeno



Fuente: Elaboración propia

Ahora bien, Colombia tendrá para el año 2050 el cuarto Costo Nivelado del Hidrógeno verde (“LCOH”) más barato y competitivo del globo, por debajo de China, Chile y Marruecos (IRENA, 2022). Esto gracias a la disponibilidad y calidad de los recursos renovables. Al respecto, La Guajira tiene vientos con velocidad medida del viento de 9 m/s a 80m de altura, lo que equivale al doble del promedio mundial. Y Colombia cuenta con irradiación constante durante todo el año de 6 Kw/m², lo que corresponde a un 60% del promedio mundial. En cualquier caso, Colombia también cuenta con importantes recursos hidrocarbúricos.

Ilustración 7 – Colombia en recursos naturales



Fuente: Elaboración Propia

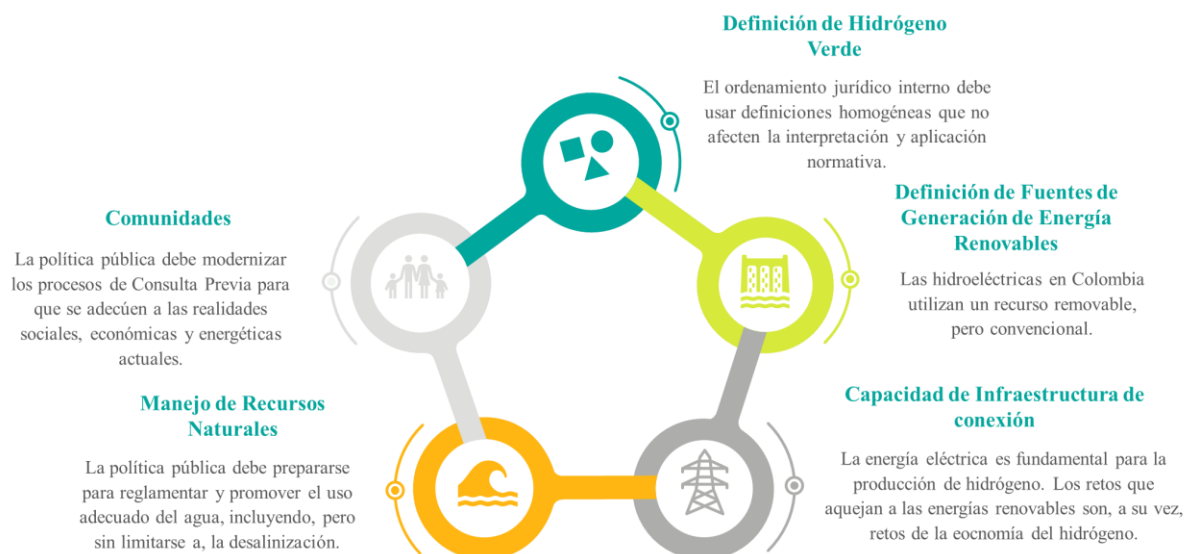
Ahora bien, Colombia enfrenta algunos retos para materializar los objetivos de la transición energética y, por lo tanto, para desarrollar el potencial de producción de Hidrógeno, los cuales describimos a continuación.

3.2 Retos en Colombia

El potencial regional e internacional de Colombia en el desarrollo de la economía del hidrógeno para atender la demanda local y participar en el mercado internacional requiere de la atención de algunos retos internos que, de no conjurarse, podrían afectar el logro de las expectativas en el desarrollo de la industria del hidrógeno en el país.



Ilustración 8 – Retos del Hidrógeno en Colombia



Fuente: Elaboración Propia

Particularmente, en relación con la definición de hidrógeno en el régimen legal colombiano, es importante resaltar que la Ley 2099 de 2021 conocida como la “Ley de Transición Energética” hizo varias modificaciones a la Ley 1715 de 2014 que reguló la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional. La Ley de Transición Energética se expidió para modernizar el marco normativo existente, definir los lineamientos de la transición energética, dinamizar el mercado a través del uso de las Fuentes No Convencionales de Energía (“FNCE”), reactivar económicamente al país y fortalecer la prestación de los servicios públicos de energía eléctrica y gas combustible.

Entre otras modificaciones, la Ley de Transición Energética incluyó dentro de la definición y clasificación de FNCE al Hidrógeno Azul¹³ y dentro de la definición de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (“FNCE”) incluyó al Hidrógeno Verde. Este último fue definido como “*el hidrógeno producido a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, tales como la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, el calor geotérmico, la solar, los mareomotriz, entre otros; y se considera FNCE*”¹⁴ Dicha inclusión implicó la extensión a favor del hidrógeno verde y azul todos los beneficios y exenciones de tipo tributario que fueron introducidos con la Ley 1715 para todas las FNCE, así como otros efectos y beneficios.

La Ley de Transición Energética estableció, entre otras cosas, que el Gobierno nacional debía definir “*los mecanismos, condiciones e incentivos para promover la innovación, investigación, producción, almacenamiento, distribución y uso de hidrógeno destinado a la prestación del servicio público de energía eléctrica, almacenamiento de energía, y descarbonización de sectores como transporte, industria, hidrocarburos, entre otros.*”¹⁵

¹³ La Ley de Transición Energética definió al hidrógeno azul como “*el hidrógeno que se produce a partir de combustibles fósiles, especialmente por la descomposición del metano (CH₄) y que cuenta con un sistema de Captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS), como parte de su proceso de producción y se considera FNCE*”, Artículo 5, L. 2099 de 2021.

¹⁴ Artículo 5, Ley. 2099 de 2021.

¹⁵ Artículo 21, Ley. 2099 de 2021.

En desarrollo de la política pública, para la reglamentación de lo anterior, a través de este Decreto 1476 de 2022, el Ministerio de Minas y Energía (“MME”) definió los mecanismos, condiciones e incentivos para promover el desarrollo local, la innovación, la investigación, la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y el uso del hidrógeno que se destine al (i) servicio público de energía eléctrica, (ii) almacenamiento de energía, y (iii) la descarbonización de los sectores de transporte, hidrocarburos, industria, minería y gas. Según el Decreto, el hidrógeno debe considerarse como un vector energético usado para: (a) combustible, (b) insumo industrial y (c) almacenamiento energético.

Este decreto definió a los Proyectos de Hidrógeno Verde como el conjunto de actividades que se desarrollan para producir, almacenar, acondicionar, distribuir, reelectrificar, investigar o usar el Hidrógeno Verde, de acuerdo con la definición de Ley 2099 de 2021, según se vio con anterioridad. Además, estableció que, los *“proyectos de producción de Hidrógeno Verde podrán utilizar energía eléctrica autogenerada o tomada de la red. La totalidad de la energía proveniente de la red debe ser respaldada con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), para lo cual se deberá suscribir un contrato bilateral de suministro de energía a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), además de contar con certificados de energía renovable expedidos por un tercero bajo estándares internacionales reconocidos y verificables a través de una plataforma de consulta pública de registro.”*¹⁶

En ese sentido, ese mismo Decreto estableció que el MME y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible podrían adoptar un mecanismo público de certificación de origen del hidrógeno que fuera producido en el país, de tal manera que se pueda asegurar la *“unicidad y la trazabilidad de los insumos utilizados para la producción del hidrógeno y su intensidad de emisiones asociadas, así como cualquier otro atributo que se considere relevante monitorear.”*¹⁷

Ahora bien, la Ley 2294 de 2023 por la cual se expidió el Plan Nacional de Desarrollo 2022-2026 “Colombia potencia mundial de la vida”, en relación con el hidrógeno incluyó al Hidrógeno Blanco como una nueva fuente no convencional de energía renovable (“FNCER”). Y, además, modificó expresamente la definición de Hidrógeno Verde contenida en la Ley de Transición Energética. Al respecto, la nueva definición es la siguiente:

“Hidrógeno Verde: Aquel producido a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable, tales como la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, el calor geotérmico, la solar, los mareomotriz, entre otros; y se considera fuentes no convencionales de energía renovable -FNCER-. También se considerará hidrógeno verde el producido con energía eléctrica autogenerada a partir de FNCER y energía eléctrica tomada del sistema interconectado nacional -SIN-, siempre y cuando la energía autogenerada con FNCER entregada al SIN sea igual o superior a la energía tomada del SIN; para este último caso, el Ministerio de Minas y Energía establecerá el procedimiento para certificar este balance a partir de los sistemas de medida ya establecidos en la regulación.”¹⁸

¹⁶ Artículo 2.2.7.1.2.

¹⁷ Artículo 2.2.7.1.5.

¹⁸ Artículo 235, L. 2294 de 2023.

De acuerdo con la normatividad vigente, en Colombia el hidrógeno verde es aquel producido con FNCER. Y puede producirse con energía eléctrica autogenerada con FNCER o con energía eléctrica tomada de la red. La normatividad analizada anteriormente no presenta dudas de ningún tipo. Ahora bien, en tratándose de hidrógeno verde producido con energía tomada de la red, existen algunos elementos normativos a considerar.

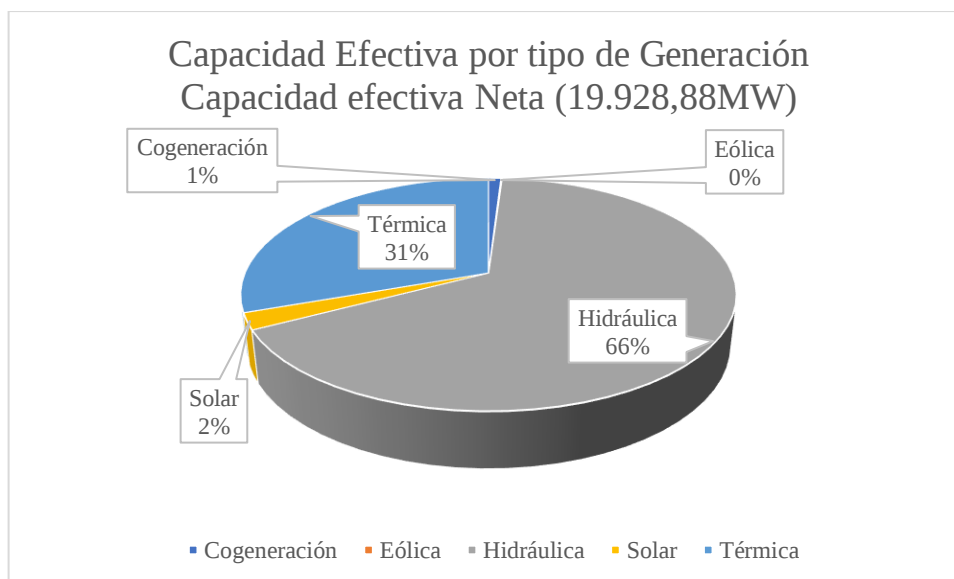
El Decreto 1476 al definir Proyectos de Hidrógeno Verde estableció que estos proyectos “*podrán utilizar energía eléctrica autogenerada o tomada de la red*” (negrilla y subraya fuera de texto original). Y para su producción de hidrógeno con energía tomada de la red esta última debe ser respaldada en su “totalidad” con FNCER. Para que dicho respaldo se dé la misma norma establece que deben cumplirse dos requisitos a saber: (i) debe suscribirse un contrato bilateral de suministro de energía a partir de FNCER y (ii) debe contar con certificados de energía renovable expedidos por un tercero conforme a estándares internacionales reconocidos y verificables a través de una plataforma de consulta pública de registro.

Sin embargo, la Ley 2294 al definir Hidrógeno Verde estableció que se consideraría verde el hidrógeno producido con “*energía eléctrica autogenerada a partir de FNCER y energía eléctrica tomada del sistema interconectado nacional*” -SIN- (negrilla y subraya fuera de texto original). Y, condicionó dicha característica, a que la energía autogenerada con FNCER entregada al SIN “*sea igual o superior a la energía tomada del SIN*”, para lo cual el MME debe establecer el procedimiento para certificar el balance a partir de sistemas de medida ya establecidos en la regulación.

De acuerdo con lo anterior, la modificación introducida por el PND a la definición de Hidrógeno Verde establecida en la Ley de Transición Energética conlleva, a su vez, a una incompatibilidad con la reglamentación establecida en el Decreto 1476 relacionada con el origen de la energía eléctrica con la que se produce el hidrógeno para que este sea verde. Y, en cualquier caso, el alcance de la definición de hidrógeno verde no se relaciona directamente con el concepto de Certificación de Origen mencionado en el Decreto 1476 relacionado con la trazabilidad de una pluralidad de insumos que se utilizan para producir hidrógeno y de la intensidad de emisiones asociadas, sino al origen de la energía eléctrica con la que se produce el hidrógeno.

Este aspecto resulta ser relevante, particularmente en lo que tiene que ver con la energía eléctrica tomada de la red para producir hidrógeno. Al respecto, recuérdese que de los Esquemas de Certificación analizados en el Capítulo 2, particularmente los aplicables en la UE, establecen reglas relacionadas con el Hidrógeno producido con energía de la red, particularmente en lo que tiene que ver con el denominado “Criterio de Adicionalidad”. Al respecto, es bien conocido que la matriz eléctrica colombiana está compuesta en un 66% Colombia por una capacidad instalada de generación hidráulica.

Figura 1 - Capacidad de Generación Colombia



Fuente: Elaboración propia, con base en XM

Sin embargo, dicha capacidad está compuesta en su mayoría por centrales hidroeléctricas a gran escala, las cuales, pese a usar un recurso renovable como el agua, no han sido incluidas dentro de la clasificación de energías renovables en Colombia. En cualquier caso, la producción de Hidrógeno a través de energía tomada de la red en el país no está prohibida. Sin embargo, si el Hidrógeno producido con energía eléctrica tomada de la red tendrá como destino el mercado internacional, dependiendo del país importador del que se trate, el productor de hidrógeno deberá tomar en consideración las reglas relacionadas con el denominado Criterio de Adicionalidad.

Por último, resulta relevante mencionar que, actualmente, se discute un proyecto de ley que tiene por objeto promover incentivar el desarrollo del ecosistema del hidrógeno en Colombia. Este Proyecto de Ley introduce una nueva definición: “*Hidrógeno de bajas emisiones*”, esto es hidrógeno “*generado a partir del uso de hidrocarburos extraídos del suelo o Fuentes de Energía Renovable (FER) la cual abarca las fuentes no convencionales de energía renovables (FNCR), como el biogás, biomasa, pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, eólica, solar, entre otras. Los procesos de producción incluyen la gasificación, oxidación parcial, pirólisis, reformado de metano y electrólisis, pudiendo aplicarse tecnologías de captura, uso y almacenamiento de carbono (CCUS) en caso de carbón o hidrocarburos. De igual forma, es el hidrógeno que se produce sin superar el umbral máximo de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) definido por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Minas y Energía. El concepto es extensivo más no exclusivo a la definición de hidrógeno verde y de hidrógeno azul.*”

4. ANÁLISIS DE BRECHAS

En este capítulo procederemos a identificar las Brechas a las que se enfrenta Colombia en materia de certificación de origen del Hidrógeno y sus Derivados, de acuerdo con los rasgos individuales, comunes, y aspectos diferenciadores de los Esquemas de Certificación analizados en la Consultoría. Además, se tienen en cuenta las características del mercado del hidrógeno en Colombia y el ordenamiento jurídico existente analizado con anterioridad.

Las Brechas que aquí se describen son el punto de partida para realizar las recomendaciones objeto del Producto 2 de esta Consultoría. En consecuencia, a continuación, presentamos una descripción del alcance de cada Brecha, sin que esto involucre para este Producto 1 una revisión detallada de su resolución para el caso colombiano.

Ilustración 9 – Brechas en Colombia



Fuente: Elaboración propia

Tabla 2 - Brechas de los Esquemas de Certificación

BRECHA	DESCRIPCIÓN
Definición de Hidrógeno	La definición de hidrógeno resulta relevante para determinar el producto objeto de certificación. Sin embargo, como lo ha advertido la AIE, existen innumerables denominaciones y definiciones de hidrógeno tales como verde, renovable, limpio, sostenible, bajo en carbono, entre otros, que no permiten identificar con claridad las características específicas e individuales del hidrógeno y los Derivados que el mercado está interesado en usar. Colombia, como lo vimos en el capítulo 3, y los Esquemas de Certificación analizados en el capítulo 2 no son ajenos a esta realidad. Además, en Colombia también se han presentado cambios normativos que tienden a adaptarse a las realidades del mercado como se explica en la sección 3.2. La definición de hidrógeno es, en opinión de la Firma, la Brecha de mayor relevancia, debido a que, pese a que algunos de los Esquemas de Certificación objeto de análisis incluyen definiciones de hidrógeno, estas no son uniformes. Y, en otros, resulta necesario acudir a otras normas (como el esquema de la UE RED II) para realizar una interpretación integral sobre el alcance del esquema, así como si el mismo aplica o no al hidrógeno. Ahora bien, aunque en algunos de los esquemas analizados encontramos una definición o una referencia de hidrógeno producido con fuentes renovables a través de electrólisis (como TÜV SÜD, GO Scheme, CertifHy, Aichi, o GH2), los múltiples adjetivos que lo acompañan podrían tender a confundir al interesado o usuario del Esquema de Certificación o, en últimas, a quien por sus funciones esté encargado de aplicarlo. En ese sentido, la referencia a denominaciones tales como hidrógeno verde, hidrógeno electrolítico, bajo en carbono, renovable, de bajas emisiones, limpio, implica que entre los Esquemas de Certificación exista un lenguaje que contiene elementos individuales, que no son comunes. Ahora, sí puede afirmarse que, en relación con lo que hoy se conoce como hidrógeno verde, dichos esquemas hacen referencia común a la fuente de energía eléctrica para su producción, así como a la tecnología utilizada para el efecto: energías renovables y electrólisis. En cualquier caso, resulta relevante mencionar que en los esquemas en los que se incluyen definiciones o se hace referencia a denominaciones como hidrógeno bajo en carbono o de bajas emisiones (como TÜV SÜD, GO Scheme, LCHS, o RECBC), se incluye aquel producido con fuentes fósiles y otro tipo de tecnología como el reformado de vapor con captura de carbono. Incluso, algunos Esquemas de Certificación no se refieren específicamente al hidrógeno, sino que hacen referencia a “combustibles renovables de origen no biológico” como ocurre con Red II y III y la mayoría de los esquemas aplicables en la Unión Europea, o a “biocarburantes, biolíquidos y combustibles de biomasa” como ocurre en el RD 376 aplicable en España, u otros que se refieren a “gases renovables” o, incluso, otros que

BRECHA	DESCRIPCIÓN
	por encontrarse en una etapa de desarrollo no incluyen, todavía, una definición específica como el esquema que está en desarrollo en Corea del Sur. Lo anterior, resulta natural, toda vez que las definiciones que generalmente se encuentran en legislaciones locales obedecen a las realidades de los mercados internos, sus necesidades y objetivos individuales, y a la disponibilidad de recursos renovables y fósiles. Por ejemplo, en países como Colombia, Reino Unido y Australia se incluye la definición de hidrógeno azul o aquel producido con gas metano con captura de carbono dentro del alcance de la definición de hidrógeno bajo en carbono, debido a la disponibilidad de recursos hidrocarbúricos en dichos países. En Asia, particularmente en países como Corea del Sur o Japón, si bien cuentan con metas de descarbonización, el requerimiento de amplias cantidades de hidrógeno para atender la demanda local implica que haya una flexibilización mayor sobre el origen del hidrógeno exportado. En cambio, en otros países como España el hidrógeno verde o producido con energías renovables constituye la regla general. En conclusión, la falta de estandarización en la definición de hidrógeno o de la caracterización del producto final (hidrógeno) impide a los productores de hidrógeno ubicados en Colombia el cumplimiento de cada uno de los requisitos exigidos por cada Esquema de Certificación individualmente considerado. Por último, resulta relevante mencionar que esta problemática afecta, en general, al mercado global del Hidrógeno, razón por la cual, actualmente se está trabajando en un estándar ISO cuyo objetivo es el de establecer una metodología marco para determinar las emisiones relacionadas con una unidad de hidrógeno producida hasta el punto de consumo. Se proyecta que en diciembre de 2023 se haga una publicación del borrador inicial, pero su emisión definitiva solo será hasta el año 2026. (ISO, 2023)

Metodología para el cálculo de emisiones de GEI

La metodología para el cálculo de emisiones de GEI o la definición de un límite de la contabilización de emisiones hasta el punto de producción es un atributo que se encuentra presente en la mayoría de los Esquemas de Certificación (Red II, LCHS, ZCCS, o Aichi) que fueron objeto de análisis. Esta metodología contiene diferentes fórmulas cuyo objeto es permitir al interesado estimar las emisiones de GEI asociadas a la cadena de producción de hidrógeno y, con ello, determinar si cumple con los estándares del Esquema de Certificación en cuestión. Sin embargo, la implementación de estas metodologías constituye una Brecha debido a la asimetría de tales mecanismos, en la medida que, por ejemplo, el porcentaje de emisiones no es simétrico.

Así, por ejemplo, Red II establece un ahorro de emisiones mínimo el 70%. CertfHy establece como punto de referencia de las prácticas industriales equivalente a 60%. RECBC establece un estándar de intensidad de carbono durante el ciclo de vida equivalente a 60 gCO₂E/MJ o menos. TÜV SÜD establece cuatro porcentajes diferentes dependiendo del tipo de hidrógeno -electrolítico o no electrolítico- y del sistema de

BRECHA	DESCRIPCIÓN
	Cadena de Custodia -Book and Claim o Balance de Masa-. LCHS establece un máximo de emisiones de 20 gCO₂E/MJHV. Los esquemas que aplican la metodología IPHE – “<i>well-to-gate</i>” incluye un de cálculo y análisis de la intensidad de las emisiones desde la obtención de materia prima hasta la producción del hidrógeno. Atendiendo a lo anterior, los Esquemas de Certificación estudiados omiten etapas de la cadena de producción para el cálculo de emisiones de GEI, pues solo incluyen el cálculo hasta el punto de producción de hidrógeno, más no hasta el punto de consumo. Adicionalmente, tal y como ocurre con la definición de hidrógeno, las metodologías para el cálculo de GEI varían en los diferentes Esquemas de Certificación, lo que podría conllevar a contradicciones en la aplicación de estos, por ejemplo, en el caso de que un país acoja una certificación regional y una local. Dichas contradicciones y dificultades para la aplicación de la metodología del cálculo de GEI, constituyen una dificultad para que los productores en Colombia estimen las emisiones de GEI derivadas del Hidrógeno que producen.
Diversidad de esquemas no armonizados	La diversidad de los Esquemas de Certificación involucra la incompatibilidad entre los atributos incluidos en cada uno de estos. Teniendo en cuenta lo anterior, se hizo un ejercicio para identificar, sin éxito, atributos completamente armonizados de los Esquemas de Certificación que facilitarían la adopción de uno u otro. Como se indicó en la Ilustración 1 si bien existen elementos caracterizadores de estos esquemas, cada uno de ellos contempla diferencias sustanciales en su contenido y metodología. Así, no existe, todavía, un esquema estandarizado o mecanismo a nivel global que uniforme y regularice los atributos de sostenibilidad y ambientales del Hidrógeno. La falta de armonización implica la incompatibilidad de los distintos Esquemas de Certificación, pues unos tienen elementos del mercado eléctrico, otros de comercio del lugar en el que se creó, y otros contemplan una pluralidad de productos a certificar (hidrógeno, biocombustibles, Derivados). Pero, además, acoger un esquema u otro, o una pluralidad de ellos, implica un aumento en el valor de la molécula de hidrógeno, lo que, a su vez, afecta la toma de decisiones de inversión en proyectos para la producción de hidrógeno, así como la competitividad del mismo en el mercado internacional. Ahora, en relación con la armonización de esquemas, resulta relevante mencionar que en el caso de la UE la Comisión es la encargada de hacer el reconocimiento de los esquemas voluntarios existentes, con el propósito de que la certificación con cualquiera de dichos esquemas al interior de los países que conforman la UE acepten dicha certificación sin que puedan exigir requisitos adicionales. Hasta la fecha de este Producto 1 solo Certifhy, REDcert y ISCC han solicitado su reconocimiento como esquemas voluntarios europeos para Combustibles Renovable de Origen No Biológico (CRONB), particularmente con interés en gases renovables como el biogás y biometano, pero no han sido todavía reconocidos.

BRECHA	DESCRIPCIÓN
	En consecuencia, la ausencia de un sistema de homologación para armonizar los atributos entre Esquemas de Certificación conlleva a la fragmentación del mercado internacional, lo que afecta el dinamismo necesario para la creación de un verdadero mercado internacional del Hidrógeno. A su vez, afecta la toma de decisiones de inversión y de política pública al interior del mercado nacional para la promoción e incentivo del desarrollo de actividades para la exportación de hidrógeno.
Límites transfronterizos	La importancia del Hidrógeno para la descarbonización y para cumplir con los compromisos del Acuerdo de París ha creado la necesidad de viabilizar un mercado internacional del Hidrógeno que permita la comercialización entre países de diferentes regiones. Como se observa a lo largo del documento, los Esquemas de Certificación analizados, en su mayoría, son de aplicación nacional o local, es por ello que sus atributos obedecen a necesidades particulares del país que lo adopta. Lo anterior constituye una barrera para viabilizar transacciones a nivel global para el comercio transfronterizo de Hidrógeno y sus Derivados entre países y continentes, en la medida que afecta la comercialización del producto en los términos de cada uno de los Esquemas de Certificación. Pocos Esquemas de Certificación, como es el caso de TÜV SÜD, ZCCS y GH2 permiten su aplicación global al basar sus requerimientos en el principio de voluntariedad, y su aplicación no depende de una jurisdicción en específico; su interés es la certificación del producto que se transa. En contraposición, al analizar los sistemas que involucran a un grupo de países (como el de la UE), se concluye que estos cuentan con ventaja en cuanto a sus posibilidades de ser aceptados, acogidos o cumplidos por terceros. Teniendo en cuenta lo anterior, una incógnita que surge a raíz de esta problemática y bajo la hipótesis de crear un Esquema de Certificación propio e interno es ¿cómo hacer vinculante el Certificado de Origen local o nacional en otras jurisdicciones? Lo cierto es que actualmente no se cuenta con un mecanismo claro que permita hacer vinculante un Certificado de Origen adoptado en otra jurisdicción, salvo que se adopte a través de una legislación interna, lo cual implicaría un esfuerzo político y legislativo para el país. Incluso, contar con un esquema obligatorio podría restringir el desarrollo de la actividad de producción de Hidrógeno destinado a exportación. En ese sentido, los límites transfronterizos constituyen una brecha para quienes quieran hacer valer un Certificado de Origen local en otras jurisdicciones. Por ello, debe contemplarse la posibilidad de implementar un sistema de certificación regional para algunos países de América Latina o, incluso, la posibilidad de adoptar un esquema a nivel regional que permita el cumplimiento de atributos de un esquema de un país o región importadores.
Momento y vigencia de la certificación	La Certificación de Origen le permite al usuario final tomar decisiones informadas sobre el tipo de hidrógeno que compra y utiliza, de tal manera que puede medir su contribución

BRECHA	DESCRIPCIÓN
	a mitigar el cambio climático, al cumplimiento de metas de descarbonización y sus indicadores ambientales, sociales, y de gobierno corporativo, así como, le permite obtener subvenciones o apoyos financieros. Estas decisiones de los usuarios finales estarán inevitablemente afectadas por el desarrollo de la normatividad, la cual, naturalmente presenta variaciones de tiempo en tiempo. En ese sentido, las certificaciones tienen también un marco temporal ligado al estándar que una determinada normatividad haya acogido en un momento dado o ligado al consumo o transformación de la molécula que se certifica. Teniendo en cuenta lo anterior, la vigencia de una Certificación de Origen es una Brecha que debe ser tomada en cuenta a la hora de adoptar un Esquema de Certificación en Colombia. En tratándose del cambio de normas aplicables, una de las soluciones que propone, por ejemplo, CertifHy es otorgar al propietario de una Certificación de Origen un tiempo de transición para que el interesado cumpla con los nuevos estándares y, con posterioridad, realice una nueva verificación del cumplimiento de los requisitos correspondientes para la validez del certificado. Y tratándose del consumo de la molécula o de su transformación, ese mismo esquema contempla que, con posterioridad al consumo o su conversión a otro vector energético, surge la obligación de cancelar el certificado. Lo anterior, debe acompañarse de un sistema o una herramienta tecnológica para el control de vigencia de certificaciones, so pena de que circulen en los mercados Certificaciones de Origen que no se ajustan a los actuales estándares de certificación. Así mismo, se deberá revisar el término de la vigencia de certificación, independientemente de la variación de los estándares. Al respecto, deberá tenerse en consideración si debe tener un término de vigencia la Certificación de Origen. O, por el contrario, si debe tener una vigencia indefinida. Todas estas problemáticas deberán ser objeto de análisis a la hora de adoptar un Esquema de Certificación en Colombia.

Autoridades o Agentes involucrados en el proceso de implementación de la Certificación

En un Esquema de Certificación las autoridades o agentes involucrados en el proceso de implementación de la Certificación de Origen juegan un papel protagonista, es por ello que quienes conforman el órgano de gobernanza del Esquema de Certificación deben cumplir con cualidades y aptitudes suficientes para lograr el funcionamiento y los objetivos de un Esquema de Certificación, así como requieren de un presupuesto robusto que permita el desarrollo y ejecución del esquema.

Con base en lo anterior, otra dificultad a la hora de adoptar un Esquema de Certificación es la idoneidad, la pluralidad y el rol que deben ejercer los actores que pueden estar involucrados en el proceso de certificación.

Nos preguntamos entonces si debería el gobierno, el legislador, autoridades reguladoras o, incluso, agentes internacionales tener un rol en el proceso de certificación. O, por el

BRECHA	DESCRIPCIÓN
	contrario, si deberíamos acudir a particulares para que se encarguen del esquema de certificación (como es el caso de CertifHy, o Ecogox en Colombia). Independientemente de la respuesta a dichos interrogantes y de quiénes sean los agentes que conformarán el órgano de gobernanza, la idoneidad de cada uno de ellos es fundamental para que el esquema de certificación sea eficiente y cumpla su propósito, esto es, el de otorgar al consumidor final la garantía de cumplimiento de los estándares y atributos correspondientes. Es por ello que, con razón, algunos de los Esquemas de Certificación analizados proponen capacitaciones para quienes certifican y auditan los procesos de certificación. En conclusión, la idoneidad y el rol que cumplan quienes constituyan el órgano de gobernanza de un Esquema de Certificación es decisivo para que este funcione y cumpla sus objetivos. El equivocarse en la elección de estos agentes y autoridades puede constituir una Brecha difícil de superar que, en vez de impulsar el desarrollo de un mercado del Hidrógeno competitivo y líquido, pudiera afectar decisiones de inversión en proyectos para la producción de Hidrógeno para su posterior exportación.
Actores involucrados en el proceso de creación, estandarización y regulación de Esquemas de Certificación	Una redacción adecuada de las normas que guían los Esquemas de Certificación es fundamental para evitar las tantas Brechas que hemos identificado. Desde las definiciones hasta la vigencia de la norma deben estar redactadas con tal precisión que permita su fácil aplicación. Así, entonces, la tarea de creación, estandarización y regulación de un Esquema de Certificación debe ser asignada a quien tenga competencias suficientes para cumplir con dichos objetivos. En atención a lo anterior, una incógnita que surge en este punto es quién o quiénes serían idóneos para participar en el proceso de regulación y estandarización de los esquemas de certificación. O si el Esquema de Certificación debe ser de naturaleza obligatoria o voluntaria. Dentro de nuestro abanico de posibilidades tenemos al gobierno, el legislador, las autoridades reguladoras, agentes internacionales o particulares. Lo ideal es que el agente que se encargue de regular tome las falencias encontradas en otras normativas y evite incurrir en ellas. El regulador, entendido como la autoridad competente para emitir la política pública alrededor de los Esquemas de Certificación, debe identificar la pertinencia de adoptar un Esquema de Certificación propio y local, o adaptar los atributos comunes de los esquemas existentes. Atendiendo a lo anterior, se puede concluir que el Agente que tenga a su cargo la producción normativa de un Esquema de Certificación, tiene una gran responsabilidad. Y, en cualquier caso, la decisión de política pública debe tender a simplificar los procedimientos regulatorios y procurar la estandarización del esquema adoptado.

BRECHA	DESCRIPCIÓN
Necesidad de otros certificados	Las Certificaciones de Origen permiten garantizar al consumidor el origen del Hidrógeno, sus bajas emisiones, y el cumplimiento de atributos ambientales y de sostenibilidad. Sin embargo, los Esquemas de Certificación analizados se limitan a la cadena de producción del Hidrógeno, e incluso, en algunos casos omite algunas de sus etapas como ya se vio. Nos preguntamos entonces si la Certificación de Origen del Hidrógeno resulta suficiente para garantizar el cumplimiento de estándares o, por el contrario, siendo que el hidrógeno requiere de altas cantidades de energía eléctrica para su producción, la trazabilidad de la energía eléctrica en todo momento resulta fundamental para determinar el nivel de emisiones de GEI. En algunos de los Esquemas de Certificación analizados (como en RED II y RED III, Guía de Cumplimiento UK, y GO Scheme) se plantea la posibilidad de tomar energía de la red para la producción de hidrógeno renovable siempre que se cumplan con los parámetros descritos para cada uno de estos esquemas, entre ellos, certificar que la energía utilizada a partir de la red es renovable. Lo anterior quiere decir que, posiblemente, un solo certificado no sea suficiente para garantizar al usuario final el origen del hidrógeno que está consumiendo, sino que se debe acudir de manera articulada a otros certificados ya existentes (si es el caso) o crear aquellos que sean necesarios para cumplir con los objetivos de la certificación. Esto, además, podría aumentar el valor de la molécula de hidrógeno, afectando su competitividad.
Alcance de los Esquemas de Certificación para toda la Cadena de Valor	Uno de los aspectos relevantes a tener en cuenta para adoptar un Esquema de Certificación es su confiabilidad. Al respecto, resulta relevante determinar si el alcance de “confiabilidad” abarca las emisiones de toda la Cadena de Valor del Hidrógeno. Pretender garantizar al usuario final el origen y la cantidad de emisiones de GEI a lo largo de toda esa Cadena de Valor, podría llevarnos dificultar el desarrollo de las actividades relacionadas con dicha cadena, en la medida que cualquier actividad humana y económica genera algún grado de emisiones. Ya ha sido señalado en este documento que algunos de los Esquemas de Certificación no contemplan la totalidad de etapas de la cadena de valor del Hidrógeno y otros, ni siquiera, hacen referencia a sus productos Derivados. Teniendo en cuenta lo anterior, es importante que, a la hora de adoptar un Esquema de Certificación, este incluya de manera razonable solo aquellas actividades de la cadena de valor del Hidrógeno y sus Derivados que, potencialmente, pueden generar en mayor medida emisiones GEI.
Greenwashing	Con el propósito de evitar prácticas tendientes al denominado Greenwashing los Esquemas de Certificación deben prever (i) un registro de Certificados y numeración de los mismos; (ii) una metodología de monitorio respecto de (a) el titular del Certificado,

BRECHA	DESCRIPCIÓN
	(b) el cumplimiento de los requisitos para mantener vigente el certificado, y (c) canal de validación del estatus del Certificado. Todo lo anterior para evitar que, por medio de la emisión de Certificados de Origen, se propenda por duplicar la certificación de una misma molécula o viabilizar de manera ilimitada su circulación entre partes vinculadas o terceros, para acreditar un proyecto o producto que ya ha surtido proceso bajo otro Esquema de Certificación y/o lucrarse a partir del Certificado a través de la obtención de beneficios de cualquier tipo o financiación. Este constituye un reto que, indudablemente, afectará la estructura de los Esquemas de Certificación. Pocos esquemas contemplan prohibiciones relacionadas con la doble certificación (como RED II), esto es, se prohíbe el uso de más de un Esquema de Certificación para efectos de certificar la misma molécula de Hidrógeno o el mismo Kw producido, con el propósito de evitar doble beneficio o contabilidad. Asimismo, puede contemplarse plazos claros para la vigencia de los certificados, así como la obligación de informar la trazabilidad de las transacciones de los certificados.
Atributos particulares según la región	Hemos visto que los Esquemas de Certificación tienen elementos comunes. Sin embargo, hay aspectos sociales, medioambientales y de gobernanza que, según la región o país de que se trate, constituyen características individuales y únicas. Por ejemplo, hay Esquemas de Certificación (como GH2) que no solo tienen en cuenta aspectos medioambientales, sino también aspectos sociales relacionados con la protección de comunidades originarias, así como contemplan reglas específicas relacionadas con el uso responsable y sostenible del agua. Así, entonces, la adopción de un Esquema de Certificación o la adaptación de sus atributos debe tener en cuenta las características individuales de la región en cuestión. Particularmente, en un país como Colombia, deberá analizarse el impacto que las actividades de la Cadena de Valor tienen sobre terceros, de tal manera que se pueda tomar medidas de mitigación para que la adopción de un Esquema de Certificación sea una herramienta para garantizar la calidad de vida de las poblaciones y/o comunidades ubicadas en la zona de impacto de un proyecto en particular. Lo anterior, constituye un reto para quien quiera acceder al certificado pues implica observar y cumplir con requisitos que, dependiendo del Esquema de Certificación o la región, harán o no más difícil el cumplimiento de los estándares. Por el otro lado, hay Esquemas de Certificación (como RED II y Guía de Cumplimiento UE) que contemplan criterios que tienden a proteger la demanda eléctrica, como el Criterio de Adicionalidad, según el cual la producción de hidrógeno no podrá realizarse con plantas de generación que haya entrado en operación en los últimos 36 meses. Esto resulta relevante, por ejemplo, para Colombia debido a la posibilidad de que deba cumplirse con este cuando entre su aplicación en 2026, así como en relación con la

BRECHA	DESCRIPCIÓN
	conversación alrededor de la repotenciación de las Centrales Hidroeléctricas a gran escala y su no inclusión dentro de la clasificación de las FNCER.
Cumplimiento de mejores prácticas internacionales en materia social, ambiental y desarrollo sostenible (v.g., IFC, ODS, ONU, IPHE)	Algunos de los Esquemas de Certificación (como GH2, ZCCS, o GO Scheme) recomiendan el cumplimiento de mejores prácticas internacionales en materia social, ambiental, desarrollo sostenible, entre otros aspectos. Por ejemplo, una de las críticas a los Actos Delegados (RED II) está relacionada con el gran volumen de requisitos para considerar como renovable la energía y el alto grado de exigencia de los mismos. No puede perderse de vista que el impulso a la industria del Hidrógeno, particularmente al Hidrógeno renovable, se debe a la necesidad de combatir el cambio climático, y a descarbonizar la matriz energética global. Así, sin desconocer esta realidad, y sin desvirtuar el fin principal, la adopción de requisitos excesivamente estrictos, complejos u onerosos terminaría eventualmente desincentivando a los potenciales promotores de los proyectos, generando el efecto opuesto al deseado. Así, como, se afectaría la toma de decisiones de inversión relacionados con la producción y comercialización de hidrógeno producido con fuentes fósiles. En ese sentido, los sistemas de certificación deben guardar un balance entre un ideal y un escenario deseable técnica y económicamente viable, alineado con una política pública integral que, por ejemplo, no excluya el desarrollo de actividades económicas tendientes a explotar los recursos de gran relevancia para el país.

Fuente: Elaboración Propia

5. CONCLUSIONES ANÁLISIS DE BRECHAS Y OPORTUNIDADES

El análisis objeto del presente Producto 1 se puede sintetizar de la siguiente manera: (i) conocer el “estado del arte” internacional en materia de calificaciones y certificaciones para la producción de hidrógeno “renovable” -ya se explicará el sentido de las comillas en este contexto-; (ii) comparar, en la medida de lo posible, dicho estado del arte internacional con la realidad de la industria del hidrógeno a nivel nacional para determinar las dificultades, trabas o retos (brechas) que tendría el proceso de certificación de origen en Colombia; y (iii) detectar las oportunidades o ventajas que eventualmente puedan identificarse en dicha industria del hidrógeno en Colombia.

Aterrizando al pedido específico de detección de brechas, encontramos un primer grupo que se refiere a las dificultades propias derivadas de la existencia de numerosos y disímiles Esquemas de Certificación y clasificación del hidrógeno, esquemas que responden, igualmente, a miradas, matices, y puntos de vista diferentes (a veces sutilmente, a veces sustancialmente) dependiendo del país o la autoridad que los emita. Basta una mirada al resumen de los elementos esenciales de los distintos sistemas para detectar que existe un espectro bastante amplio en el que se mueven los sistemas y las regulaciones en los distintos países y regiones, empezando por la misma nomenclatura o identificación de lo que podría ser un hidrógeno “verde”, “renovable” o de “bajas emisiones” (de ahí las comillas en nuestro párrafo anterior). Incluso a nivel nacional, como se pudo observar, las distintas piezas normativas han caído en el error de no ser completamente congruentes y uniformes en el lenguaje empleado. Pero más allá del término con el que se designe al producto, y corresponda este o no a una escala de colores, lo cierto es que se necesita una claridad sobre la equivalencia de las categorías, partiendo para ello de los criterios objetivos que den certeza a los intervinientes de los requisitos con los que debe cumplir el hidrógeno, y los sistemas y estándares de medición a aplicar.

Por otra parte, es patente que no todas las jurisdicciones tienen el mismo grado de severidad al momento de determinar el estándar, pero tampoco se encuentra uniformidad en la manera en que ese estándar se debe verificar o medir. En ese sentido, una de las primeras brechas detectadas es la dificultad de encontrar una fórmula capaz de satisfacer a los distintos estándares de calificación existentes en el mercado mundial. Una primera, pero quizás apresurada solución indicaría que, si se acoge el estándar más exigente, este debería satisfacer aquellos requerimientos de los sistemas más laxos, sin embargo, adoptar tal posición podría llevar a un mecanismo que termine agregando importantes barreras de entrada (o de salida) al hidrógeno nacional. Así las cosas, el esquema de certificación de origen que se proponga deberá decantarse por una alternativa que, en la medida de lo posible satisfaga los requerimientos del mayor número de destinos posible, evitando acoger siempre los estándares más estrictos.

Otro grupo de brechas puede referirse a temas procedimentales de las certificaciones (vigencia, actores, agentes involucrados, riesgo de *greenwashing*, validez transfronteriza de los certificados). En ese sentido, el reto se centraría en el diseño de un mecanismo claro y ágil, que permita el dinamismo necesario que requiere el mercado del hidrógeno, o, dicho en el sentido contrario, que no se convierta en un desestímulo y una traba para el desarrollo de proyectos de producción de hidrógeno renovable. Para ello, habrá de prestarse especial

atención a que el mecanismo no se sobrecargue de trámites e instancias burocráticas, y que los encargados de su aplicación cuenten con los medios físicos, financieros y humanos y la experiencia técnica necesaria para que el resultado de su trabajo se produzca en los tiempos esperados, con la calidad y los estándares requeridos.

Finalmente, en lo que toca con las oportunidades, aunque nuestro país cuenta con las ventajas reseñadas en este documento en relación con la disponibilidad de recursos para la producción de energías renovables, al menos en este punto de la consultoría se cree que una visión aislada de Colombia dificultaría la implementación de un mecanismo eficiente e internacionalmente aplicable. Por eso, se observa que una de las grandes oportunidades de este proceso sería la adopción a nivel regional de un mecanismo único de certificación, que aproveche las sinergias de los distintos países latinoamericanos interesados en la promoción y desarrollo de proyectos de producción de hidrógeno renovable. Ya se mencionó en un capítulo de este Producto 1 que Colombia se encuentran dentro de los primeros lugares mundiales en cuanto a la posibilidad de ofrecer un Costo Nivelado del Hidrógeno muy competitivo. Si esa circunstancia se aprovecha para, junto con otros países de la región, crear un bloque que adopte un esquema de certificación de origen estandarizado, las probabilidades de lograr que dicho esquema sea aceptado o incluso acogido por terceros países aumentarían de manera significativa.

En ese sentido, las ventajas y oportunidades competitivas de Colombia en cuanto a su potencial de producción de hidrógeno renovable pueden verse reforzadas y mejoradas de manera exponencial si se trata de un esfuerzo coordinado y conjunto con otros países de la región.



6. BIBLIOGRAFÍA

- Australian Government. (2022). *Australia's Guarantee of Origin*.
- BID. (2022). *Estándares de Sostenibilidad para la Regulación del Mercado del Hidrógeno*.
- BID. (2023). *Unlocking Green and Just Hydrogen in Latin America and the Caribbean*.
- CertifHy. (2019). *Towards a Dual Hydrogen Certification System for Guarantees of Origin and for the Certification of Renewable Hydrogen in Transport and for Heating & Cooling Final Report of Phase 2*.
- CertifHy. (s.f.). *The first European Guarantee of Origin for Green & Low Carbon Hydrogen*. Obtenido de https://www.waterstofnet.eu/_asset/_public/CertifHy/CertifHy_Leaflet_final-compressed.pdf
- Comisión Europea. (2020). *Una estrategia del hidrógeno para una Europa climáticamente neutra*.
- Comisión Europea. (2023). *Comunicado de prensa: La Comisión establece normas para el hidrógeno renovable*.
- Comisión Europea. (2023). *Preguntas y respuestas acerca de los actos delegados de la UE sobre el hidrógeno renovable*.
- Comisión Europea. (2023). *Reglamentos Delegados por los que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo un umbral mínimo para el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero del material reciclado combustibles de carbono (segund*.
- Comisión Europea. (2023). *Reglamentos Delegados por los que se completa la Directiva (UE) 2018/2001 del Parlamento Europeo y del Consejo estableciendo una metodología común de la Unión en la que se definen normas detalladas para la producción de carburantes líquidos y gaseosos ren*.
- DENA y otros. (2022). *Global Harmonisation of Hydrogen Certification. Overview of global regulations and standards*. Berlín: Deutsche Energie-Agentur. Obtenido de <https://www.dena.de/newsroom/publikationsdetailansicht/pub/report-global-harmonisation-of-hydrogen-certification/>
- Departamento de Transporte. (2023). *RTFO Guidance for Renewable Fuels of Non-Biological Origin*.
- Department for Transport, Great Minster House. (2023). *Renewable Transport Fuel Obligation: Compliance Guidance*. Londres. Obtenido de https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/1137149/RTFO_Compliance_Guidance_2023_Final.pdf
- Energy Partner. (2022). *Certification of green and low-carbon hydrogen*.
- Eric Sieler, R., & Dörr, H. (2023). *Certification of green and low-carbon hydrogen. An overview of international and national initiatives*. Berlín: adelphi. Obtenido de https://www.energypartnership.jp/fileadmin/user_upload/japan/media_elements/adelphi_-_International_Overview_-_Certification_of_Clean_and_Green_Hydrogen.pdf
- Fuel Cells and Hydrogen 2 Joint Undertaking. (2019). *Towards a Dual Hydrogen Certification System for Guarantees of Origin and for the Certification of Renewable Hydrogen in Transport and for Heating & Cooling - Final Report of Phase 2*. Publications Office. Obtenido de <https://data.europa.eu/doi/10.2843/46282>
- GH2. (2023). *The Global Standard for Green Hydrogen and Green Hydrogen Derivatives including Green Ammonia*.
- GIZ y otros. (2022). *Guía para la adopción de garantías de origen para el hidrógeno verde en México*.

Good New Energy. (2023.). *"La estrategia de hidrógeno de Alemania de cara al 2023"*.

Hinicio. (2022). *Entregable 3 "Reporte Final de Recomendaciones"*.

Hydrogen Council y otros. (2023). *Hydrogen Certification 101*.

Hydrogen Insight. (2023). <https://www.hydrogeninsight.com/production/denmark-launches-green-hydrogen-guarantee-of-origin-scheme-but-where-is-the-eus-2-1-1481667>.

IEA. (2023). *Global Hydrogen Review*. Paris. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2023>

IEA. (2023). *Towards hydrogen definitions based on their emissions intensity*. Paris. Obtenido de <https://www.iea.org/reports/towards-hydrogen-definitions-based-on-their-emissions-intensity>

IRENA. (2022). *Global hydrogen trade to meet the 1.5°C climate goal: Part III – Green hydrogen cost and*. Abu Dabi. Obtenido de <https://www.irena.org/publications/2022/May/Global-hydrogen-trade-Cost>

ISO. (2023). <https://www.iso.org/standard/65628.html>. Obtenido de <https://www.iso.org/standard/65628.html>

Konrad. (2021). *Hydrogen Certification in Australia, Germany and Japan*.

Ministerio del Exterior. (2023). *"Comunicado de prensa conjunto: Alemania y Colombia acuerdan una alianza para el clima y una transición energética justa"*.

OECD. (2023). *Hidrógeno en Estados Unidos*.

Parlamento Europeo. (2019). *Reglamento (UE) 2019/943 relativo al mercado interior de la electricidad*.

Parlamento Europeo. (2023). *Directiva sobre fuentes de energía renovables*.

Parlamento Europeo. (2023). *La Energía Renovable"* Obtenido en <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/es/sheet/70/la-energia-renovable#:~:text=En%20mayo%20de%202022%2C%20en,de%20hidr%C3%B3geno%20renovable%20para%202030>.

PwC - Strategy&. (2022). *Guía para la adopción de garantías de origen para el hidrógeno verde en México*. GIZ. Obtenido de https://www.energypartnership.mx/fileadmin/user_upload/mexico/media_elements/reports/Gu%C3%ADa_para_la_adopci%C3%B3n_de_garant%C3%ADas_de_origen_para_el_hidr%C3%B3geno_verde_en_M%C3%A9xico.pdf

Smart Energy Council. (2020). *Zero Carbon Certification Scheme*. Obtenido de <https://smartenergy.org.au/articles/breaking-news-smart-energy-council-launches-zero-carbon-certification-scheme/>

South Korean Herald . (2022). *S. Korea to introduce new hydrogen rating scheme in 2024*.

The California Air Resources Board. (s.f.). *The California Air Resources Board*. Obtenido de <https://ww2.arb.ca.gov/es/our-work/programs/low-carbon-fuel-standard>

TÜV SÜD. (2021). *TÜV SÜD Standard CMS 70 production of green hydrogen (GreenHydrogen)*.

U.S. Department of Energy. (2023). *Clean Hydrogen Production Standard (CHPS) Guidance*. Obtenido de <https://www.hydrogen.energy.gov/library/policies-acts/clean-hydrogen-production-standard#:~:text=This%20updated%20guidance%20establishes%20a,requirements%20within%20the%20BIL%20provision>.

ANEXOS

ANEXO 1 HOJA DE RUTA



0

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Hoja de Ruta para el desarrollo del diagnóstico y recomendaciones para la certificación de garantía de origen de hidrógeno producido en Colombia.

Resumen ejecutivo en español e inglés con las recomendaciones y presentar el posible funcionamiento de la ventanilla única desde la perspectiva de un desarrollador de proyectos de hidrógeno y sus derivados en Colombia (En Español e Inglés).		17 de noviembre	
Documento compilatorio con análisis de brechas y oportunidades certificación de garantía de origen del hidrógeno producido en el país.	Análisis de las brechas y oportunidades en materia de certificados de garantía de origen del hidrógeno a nivel regional	6 semanas después de la fecha de firma del contrato.	18 - 29 de septiembre
	Análisis de las brechas y oportunidades en materia de certificados de garantía de origen del hidrógeno a nivel Internacional		18 - 29 de septiembre
	Documento con análisis de avances de derivados del hidrógeno. (amoníaco verde, metanol verde, blending y combustibles sintéticos)		18 de septiembre - 6 de octubre
Producto 2: Documento compilatorio con la identificación de brechas y oportunidades de las certificaciones de garantías de origen existentes	Recomendaciones para la certificación colombiana cumpliendo la normativa de la Unión Europea del hidrógeno	10 semanas después de la fecha de firma del contrato.	10 de noviembre
	Análisis de las capacidades técnicas, competencias, alcances y las brechas de los distintos actores públicos y privados		3 de noviembre
	Análisis de brechas y oportunidades para establecer un procedimiento de la certificación con una ventanilla única dentro de las autoridades competentes		3 de noviembre
	Documento con las entrevistas realizadas		27 de octubre
	Resumen ejecutivo en español e inglés		10 de noviembre
Producto 3. Documento de requerimientos normativos y de capacidades nacionales públicas y privadas.	Documento de requerimientos de políticas públicas y de capacidades nacionales públicas y privadas	11 semanas después de la fecha de firma del contrato.	17 de noviembre
	Resumen ejecutivo en español e inglés con las recomendaciones y presentar el posible funcionamiento de la ventanilla única desde la perspectiva de un desarrollador de proyectos de hidrógeno y sus derivados en Colombia (En Español e Inglés).		17 de noviembre

INDICE

1. Antecedentes
2. Resumen productos y cronograma
3. Hoja de Ruta para el desarrollo de la consultoría
 - 3.1 Plan de trabajo
 - a) *Kickoff Meeting*
 - b) *Desarrollo Plan de Trabajo*
 - 3.2 Avances internacionales sobre esquemas de certificación de hidrógeno verde y sus derivados PtX. Oportunidades para ser implementado en Colombia.
 - a) *Identificación internacional y regional de certificaciones de garantía de origen (GO). Tanto de hidrógeno como derivados (amoníaco, metanol, Blending, combustibles sintéticos y gas natural sintético).*
 - b) *Mapeo de actores relevantes del ecosistema.*
 - c) *Análisis de brechas y oportunidades de las certificaciones identificadas para el desarrollo de un sistema de certificación de hidrógeno y sus derivados en Colombia.*
 - 3.3 Recomendaciones para elaboración de un sistema de certificación de hidrógeno y sus en Colombia.
 - a) *Análisis de recomendaciones para la certificación colombiana cumpliendo la normativa existente en la Unión Europea.*
 - b) *Recopilación y estandarización de los resultados de las entrevistas.*
 - 3.4 Requerimientos de política pública y de capacidades para certificación de hidrógeno y derivados en Colombia
 - a) *Esquema de ventanilla única para la certificación de hidrógeno y sus derivados en Colombia.*
 - b) *Resumen de los principales resultados, hallazgos y recomendaciones.*
 - 3.5 Actividades transversales
 - 3.6 Productos.
 - 3.7 Plan de Trabajo

1. Antecedentes.
2. Resumen productos y cronograma
3. Hoja de Ruta para el desarrollo de la consultoría



3.8 Plan de trabajo

En este *Plan de Trabajo*, CMS y GIZ coordinarán el Plan de Trabajo de la consultoría, incluyendo: el plan de ejecución detallado de la consultoría, el cronograma de ejecución considerando como **día 1 la reunión de inicio de la consultoría o Kickoff Meeting (KoM)**, la estructura y composición del equipo del proyecto y los productos claves a ser presentados.

4. Objetivos:

- Incorporación del equipo al proyecto (CMS, GIZ, MinEnergía y MinAmbiente)
- Alinear canales de comunicación para la gestión del proyecto.
- Establecer cronograma de ejecución del proyecto.
- Alinear el alcance de los paquetes de trabajo y sus respectivas actividades.
- Identificar las actividades críticas y sus respectivas medidas de mitigación.

5. Entregables:

- Plan de trabajo (metodología, equipo).
- Coordinación con MinEnergía y MinAmbiente.
- Minuta y presentación de *Kickoff Meeting (KoM)* septiembre 11 a 15.

a) *Kickoff Meeting*

Se coordinará en conjunto con la contraparte la fecha para el desarrollo KoM de manera

virtual, con el fin de revisar las distintas actividades del proyecto y recoger eventuales observaciones operacionales por su parte. En esta instancia se aspira a:

- Presentar el equipo de profesionales.
- Repasar las tareas y metodología propuesta por la firma consultora y de esta manera recoger eventuales observaciones del cliente en cuanto a esta, y atender eventuales ajustes y modificaciones menores.
- Identificar antecedentes (documentos, bases de datos e informes) claves ya existentes que maneje la contraparte, entre otros.
- Proponer actores nacionales que puedan ser parte del órgano consultivo para validar resultados y fomentar la participación.
- Proponer y validar los hitos de resultados intermedios y entregables.

b) Desarrollo Plan de Trabajo

El equipo consultor y GLZ coordinarán el **Plan de Trabajo** actualizado en base a la Reunión de Inicio incluyendo un **Diagrama de Gantt** con todas las tareas del proyecto, sus plazos de ejecución, **considerando como día 1 el día de la KoM**.

El Plan de Trabajo incluirá las observaciones que hayan sido señaladas por el cliente en la KoM, fechas de entregables y presentaciones de resultados. **Este Plan de Trabajo es el principal insumo para el manejo administrativo del proyecto**, junto con la coordinación de tareas necesarias para la ejecución del contrato sin ningún tipo de contratiempo.

El Plan de Trabajo detallado contendrá los siguientes puntos:

- La metodología de trabajo detallada (incluyendo los aspectos/eventuales menores modificaciones conversadas en la reunión inicial).
- Cronograma ajustado con plazos para la ejecución de las actividades y fechas de entrega de productos y presentación de resultados.
- Roles detallados que se asignarán a cada miembro del equipo consultor.
- Propuesta de reuniones intermedias con la contraparte para la información sobre avances y aclaración de eventuales dudas (si se requiere).

5.1 Avances internacionales sobre esquemas de certificación de hidrógeno verde y sus derivados PtX. Oportunidades para ser implementado en Colombia.

En este se estructurará en cuatro principales tareas las cuales presentarán:

- Identificación internacional y regional de sistemas de certificación.
- Actores relevantes del ecosistema.
- Brechas y oportunidades para la implementación de un sistema de certificación.

6. Objetivos:

- Revisar avances en sistemas de certificación de hidrógeno y derivados a nivel internacional y regional.
- Identificar y entrevistar actores relevantes (nacional e internacional) para el entendimiento de su rol dentro de un esquema de certificación, considerando requerimientos de capacidades y competencias para actores nacionales en materias de certificación de hidrógeno en Colombia.
- Analizar brechas y oportunidades en materias de certificación de Hidrógeno para Colombia.

7. Entregables:

- Documento que contenga la revisión internacional de sistemas de certificación de H₂ y derivados, el análisis de brechas y oportunidades para la certificación de garantías de origen del hidrógeno producido en Colombia (formato Word).
- Mapeo de Actores (formato Excel).
- Formulario de Entrevista Semi-Estructurada (formato Word).

a) Identificación internacional y regional de certificaciones de garantía de origen (GO). Tanto de hidrógeno como derivados (amoníaco, metanol, Blending, combustibles sintéticos y gas natural sintético).

Para el desarrollo de esta actividad se contará con el apoyo de Juan Manuel Salazar Gómez, asesor PtX-Hub de GIZ Colombia.

Actualización y sistematización de información sobre esquemas de certificación de hidrógeno teniendo en cuenta los siguientes parámetros:

- Esquemas voluntarios y/o obligatorios.
- País exportador (establece estándares) y/o importador (acoge estándares).
- Operativo o en desarrollo.
- Análisis y descripción de elementos clave para los sistemas de certificación mapeados (abajo se explica)
- Sistema de gobernanza del certificado (abajo se explica)
- Identificación de puntos de interés para Colombia.

Se han de tener en cuenta como **mínimo los siguientes esquemas:**

- Esquemas voluntarios **CertifHy**; **Green Hydrogen Organisation**; TUV SUD CMS 70; H2Global y otros que se puedan considerar relevantes como HyXchange en los Países Bajos, Aichi Prefecture **Low Carbon Hydrogen Certification**; Australian Clean Energy Regulator y Smart Energy Council Zero Carbon Certification Scheme.
- Esquemas obligatorios como los actos delegados de **RED II** y otros que se puedan considerar relevantes como **California Air Resources Board Low Carbon Fuel Standard**; Clean Hydrogen Production Standard de Estados Unidos; **Low Carbon Hydrogen Standard** y **Renewable Transport Fuel Obligation** del Reino Unido.

- En materia de derivados se han de identificar si los hubiere: amoniaco verde (Ammonia Energy Association, ISCC entre otros), metanol verde, blending y combustibles sintéticos.
- Se deben tener en cuenta los documentos citados en los TdR de PtX-Hub; DENA, IRENA, IPHE, BID, Banco Mundial, Hinicio, GIZ Chile, la ISO 19870 en la elaboración y otros informes que pueden ser relevantes como Green Hydrogen Characterisation Initiative de Energy Policy (2020), Global Harmonisation of Hydrogen Certification de DENA (2022), entre otras fuentes que pueden incluir estadísticas oficiales, páginas web de los respectivos Sistemas y/o sus Gestores (ejemplo CertifHy.com o gh2.org), bases de datos internas e información de propiedad de CMS a nivel internacional.

Respecto a los análisis y descripción de elementos clave para los sistemas de certificación mapeados. Se debe especificar en los esquemas identificados como más relevantes dado su estado de madurez y su interés para Colombia teniendo en cuenta los siguientes parámetros.

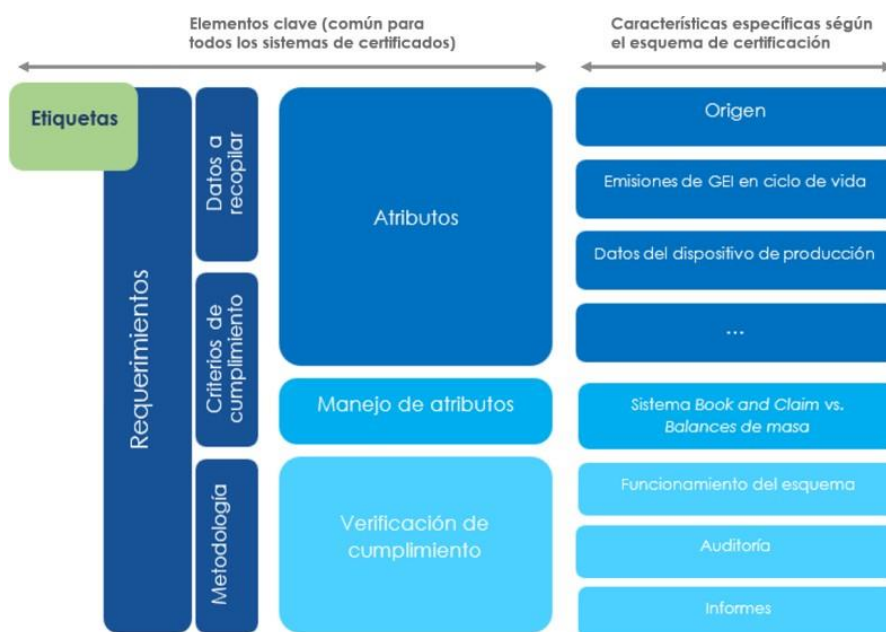


Figura Principales componentes de un sistema de certificación de hidrógeno. Fuente: Hinicio (2023).

Posteriormente, en la segunda parte, se elaborará una **descripción más detallada de los principales tipos de actores y recursos institucionales involucrados en los sistemas de certificación mapeados**, para obtener claridad acerca de qué tipo de instituciones los gestionan, promueven y apoyan. En este ejercicio también se determinará la interacción que existe entre estos y su papel en la gobernanza de cada esquema. Esto más adelante servirá como insumo a la definición de los recursos y actores requeridos para un futuro esquema de certificación en Colombia.

La mayoría de los esquemas de hidrógeno, principalmente aquellos ya en operación, presentan un informe asociado que detalla su metodología y esquema de

funcionamiento, existiendo al mismo tiempo diversos estudios que han realizado análisis sobre estas certificaciones y su funcionamiento. En este sentido, para la ejecución de esta subtarea se recolectarán los datos e información enfocándonos en estos informes y otros estudios ya realizados previamente, donde se busca identificar los elementos clave en los esquemas de certificación.

Para finalizar esta actividad se deberá estandarizar la información destacando los elementos claves (arriba señalados) que consideren relevantes a lo largo de los distintos sistemas, identificando características repetidas o en común entre los esquemas.

Por ejemplo

1) Esquemas Obligatorios

REGULATORY MECHANISMS				GHG emissions	Electricity supply	Water	Biodiversity & land-use	Other
COUNTRY/REGION	REGULATORY MECHANISM	STATUS	EMISSION THRESHOLD [gCO ₂ eq/MJ]	QUALIFICATION CRITERIA				
EUROPEAN UNION	Renewable Energy Directive II (RED II) European Commission	Active New Delegated Acts on Renewable Hydrogen adopted in Feb 2023	28.2	●	●			
	EU Taxonomy European Commission	Active	28.2	●		●	●	
UNITED KINGDOM	Low Carbon Hydrogen Standard Department for Business, Energy & Industrial Strategy (BEIS)	Active Version 2 published in April 2023	20	●	●		●*	●
	Renewable Transport Fuel Obligation (RTFO) UK Department for Transport	Active	32.9	●	●			
SOUTH KOREA	Renewable Portfolio Standards (RPS) KOR Ministry of Trade, Industry and Economy (MOTIE)	In discussion A draft for the extension of the RPS scheme on hydrogen supply is aimed to be released in 2023			●			
UNITED STATES	Clean Hydrogen Production Standard (CHPS) US Department of Energy (DoE)	Proposed (in draft) Not yet finalized, currently undergoing a review process	37.04	●				
	Low Carbon Fuel Standard (LCFS) California Air Resources Board	Active Only valid in US Federal State of California	No threshold Certificate issued based on reduction from annual target	●	●		●**	

* Only in case of hydrogen production pathway: biomass/waste conversion to hydrogen (with/without CCS).

** Mechanism only indirectly addresses land use changes through its assessment scope & criteria.

Table 1. Source: Own illustrationbased on IRENA & RMI (2023), World Energy Council (2022), Oeko Institute (2022)

Fuente: International PtX-Hub Berlin (2023).

2) Esquemas voluntarios

Table 1 Summary of voluntary market mechanisms with published technical criteria

TITLE	LABEL	EMISSIONS THRESHOLD (kgCO ₂ eq/kgH ₂)	BOUNDARY	POWER SUPPLY REQUIREMENT FOR ELECTROLYSIS	HYDROGEN PRODUCTION PATHWAY	CHAIN OF CUSTODY MODEL
Australia Smart Energy Council Zero Carbon Certification Scheme	Renewable H ₂	No threshold				Unclear
China China Hydrogen Alliance Standard and Assessment for Low-carbon Hydrogen, Clean Hydrogen, and Renewable Hydrogen Energy	Renewable H ₂	4.9				Not specified
	Clean H ₂	4.9				Not specified
	Low-carbon H ₂	14.5		n/a		Not specified
European Union CertifHy Green and Low-Carbon Hydrogen Certification	Green H ₂	4.4				B&C
	Low-carbon H ₂	4.4				B&C
Germany TÜV SÜD CMS 70	Green H ₂ (non-transport)	2.7				B&C
	Green H ₂ (transport)	2.8				Mass
Japan Aichi Prefecture Low-Carbon Hydrogen Certification	Low-carbon H ₂	No threshold				B&C
International Green Hydrogen Organisation Green Hydrogen Standard	Green H ₂	1.0				Not specified

*Aligned with REDII methodology and may be updated once EU delegated act is finalised.



Notes: ATR = autothermal reforming; B&C = book and claim; GO = guarantee of origin; SMR = steam methane reforming.

Fuente: IRENA(2023).

b) Mapeo de actores relevantes del ecosistema.

Identificación de actores para enviarles los cuestionarios y posteriormente ser entrevistados. El numero de entrevistas se pactarán entre GIZ y equipo consultor. El objetivo de la **identificación de actores es identificar su rol en el marco de esquema colombiano de certificación**. Los roles y tipos de actores: administrador, auditor, certificador, emisor, entidades ya certificadas en la producción de H₂, entidades publicas que habilitan y/o cumplimiento y/o que pudieran estar relacionadas con la ventanilla única (UPME, ANLA entre otros), asociaciones gremiales (Cámara Hidrógeno ANDI-Naturgas, Asociación Hidrógeno Colombia, Acolgen, SER...) y los usuarios de los esquemas. Como ejemplo se debería tomar CertifHy (información pública disponible).

Una vez mapeados actores nacionales e internacionales se hará un análisis que roles hay disponibilidad potencial de actores en Colombia y cuales no:

- **Roles donde hay ausencia de actores potenciales en el contexto colombiano:** describiendo, con ejemplos internacionales, qué tipo de actores se necesitan para suplir ese rol y porque ninguno de los actores nacionales mapeados lo cumplen.
- **Roles donde hay presencia de actores potenciales en el contexto colombiano:** describiendo, con ejemplos internacionales, qué tipo de actores se necesitan para suplir ese rol y porque uno o más de los actores nacionales mapeados lo cumplen.

c) Análisis de brechas y oportunidades de las certificaciones identificadas para el desarrollo de un sistema de certificación de hidrógeno y sus derivados en Colombia.

Para el desarrollo de esta actividad se contará con el apoyo de Juan Manuel Salazar Gómez, asesor PtX-Hub de GIZ Colombia.

El resultado del análisis será el principal insumo para recomendar acciones concretas al Ministerio de Minas y Energía y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible para un futuro mecanismo pública de certificación de garantía de origen del hidrógeno producido en Colombia. **Para que este sea claro, sencillo práctico, eficiente y armonizado del ordenamiento jurídico colombiano que permitan el cumplimiento de la normativa nacional, internacional cuando sea necesario garantizando el cumplimiento de la normativa ambiental colombiana** y las salvaguardas ambientales y sociales que se consideren oportunas fomentando su adopción a través de las buenas practicas identificadas a nivel internacional y fortalezas locales.

Por tanto, se analizaran las brechas y oportunidades considerando aspectos regulatorios, de mercado, gobernanza y roles de los actores. Algunos ejemplos de brechas y oportunidades pueden incluir:

- Presencia/ausencia de entidades con capacidades relevantes para el desarrollo/ejecución esquemas de certificación.
- Temores de los productores/consumidores ante iniciativas que eleven las barreras de entrada al mercado.
- Poca experiencia nacional con sistemas de certificación en general.
- Marco regulatorio incipiente y poco claro.
- Altos costos de implementación del sistema.
- Altos estándares ambientales/objetivos de reducción de emisiones por parte de la demanda, entre otros.
- Necesidad de una certificación nacional o solo para las exportaciones.

3.10 Recomendaciones para elaboración de un sistema de certificación de hidrógeno y sus en Colombia.

c) Análisis de recomendaciones para la certificación colombiana cumpliendo la normativa existente en la Unión Europea.

Para el desarrollo de esta actividad se contará con el apoyo de Juan Manuel Salazar Gómez, asesor PtX-Hub de GIZ Colombia.

Analizar y realizar recomendaciones para generar armonización entre la normativa y certificación colombiana y la de la Unión Europea para garantizar un marco institucional y jurídico claro, coherente y sencillo. Las normativas por analizar son:

- RED III, RED II y actos delegados,
- ReFuelEU Aviation
- FuelUE Maritime,
- Régimen de Comercio de Emisiones (ETS)
- Mecanismo de Ajuste de Carbono en Frontera (CBAM)

Para esta actividad se ha de tener en cuenta las exportaciones colombianas al mercado comunitario y como el desarrollo del hidrógeno y las tecnologías PtX podría contribuir a mitigar dichos riesgos normativos.

d) Análisis de brechas y oportunidades para un procedimiento de ventanilla única para la certificación del hidrógeno y sus derivados en Colombia.

Dentro del análisis de brechas y oportunidades, se incluirá un análisis detallado del posible rol que podría tener una herramienta digital tipo “ventanilla única” como punto crítico de tramitación para acceder al esquema de certificación por parte de los usuarios de este. También se analizará su potencial utilización en el marco del procedimiento para acceder a los “Incentivos Tributarios Proyectos de Hidrógeno” de la UPME, y la interacción que podría (o no) existir en ambos procesos. Para ello debe tenerse en cuenta los lineamientos y procesos de CertifHy.

e) Recopilación y estandarización de los resultados de las entrevistas.

3.11 Requerimientos de política pública y de capacidades para certificación de hidrógeno y derivados en Colombia

- c) Esquema de ventanilla única para la certificación de hidrógeno y sus derivados en Colombia.
- d) Resumen de los principales resultados, hallazgos y recomendaciones.

ANEXO 2 CRONOGRAMA

DESCRIPCIÓN		18-sep-23	19-sep-23	20-sep-23	21-sep-23	22-sep-23	25-sep-23	26-sep-23	27-sep-23	28-sep-23	29-sep-23	2-oct-23	3-oct-23	4-oct-23	5-oct-23	6-oct-23	9-oct-23	10-oct-23	11-oct-23	12-oct-23	13-oct-23	16-oct-23	17-oct-23	18-oct-23	19-oct-23	20-oct-23	23-oct-23	24-oct-23	25-oct-23	26-oct-23	27-oct-23	30-oct-23	31-oct-23	1-nov-23	2-nov-23	3-nov-23	6-nov-23	7-nov-23	8-nov-23	9-nov-23	10-nov-23	13-nov-23	14-nov-23	15-nov-23	16-nov-23	17-nov-23			
Producto 1: Documento compilatorio con análisis de brechas y oportunidades certificación de garantía de origen del hidrógeno producido en el país.	Hoja de ruta para el desarrollo del estudio concertada con la supervisión del contrato																																																
	Cuestionario para las entrevistas virtuales.																																																
	Análisis de las brechas y oportunidades en materia de certificados garantía origen del hidrógeno a nivel regional																																																
	Análisis de las brechas y oportunidades en materia de certificados garantía origen del hidrógeno a nivel Internacional																																																
	Documento con análisis de avances de derivados del hidrógeno. (amoniaco verde, metanol verde, blending y combustibles sintéticos)																																																
Producto 2: Documento compilatorio con la identificación de brechas y oportunidades de las certificaciones de garantías de origen existentes	Recomendaciones para la certificación colombiana cumpliendo la normativa de la Unión Europea del hidrógeno																																																
	Análisis de las capacidades técnicas, competencias, alcances y las brechas de los distintos actores públicos y privados																																																
	Análisis de brechas y oportunidades para establecer un procedimiento de la certificación con una ventanilla única dentro de las autoridades competentes																																																
	Documento con las entrevistas realizadas																																																
	Resumen ejecutivo en español e ingles																																																
Producto 3. Documento de requerimientos normativos y de capacidades nacionales públicas y privadas.	Documento de requerimientos de políticas públicas y de capacidades nacionales públicas y privadas																																																
	Resumen ejecutivo en español e inglés con las recomendaciones y presentar el posible funcionamiento de la ventanilla única desde la perspectiva de un desarrollador de proyectos de hidrógeno y sus derivados en Colombia (En Español e Inglés).																																																

ANEXO 3

MODELO CUESTIONARIOS

Cuestionarios actores “recomendaciones y diagnósticos para la certificación de garantía de origen del hidrógeno producido en Colombia”

Enfoque

Conocer las perspectivas públicas y privadas respecto a un posible mecanismo público de certificación de garantía de origen del hidrógeno producido

Objetivo principal

Insumos para el diagnóstico y recomendaciones para la certificación colombiana, teniendo en cuenta las brechas y oportunidades en la materia, a nivel internacional, regional y nacional; así como las capacidades técnicas y operativas de los actores públicos y privados para participar en dicho proceso de certificación.

Público objetivo

Actores públicos y privados nacionales e internacionales del ecosistema del hidrógeno y Power to X, preferentemente, con interés local en el país. Además, de todos aquellos que puedan contribuir a entender los requerimientos normativos de los mercados objetivos de la Unión Europea, Alemania, Japón y Corea del Sur.

Contexto nacional, regional e internacional respecto a la certificación de garantía de origen del hidrógeno en Colombia

- Actualmente, en Colombia distintas industrias producen y/o consumen hidrógeno (aprox 130.000 kg/año refinerías), amoníaco (aprox. 180.000 kg/años fertilizantes) y metanol (aprox 110.000 kg/año distintos usos) con fuentes de producción de contaminantes.
- Colombia tiene una **matriz eléctrica descarbonizada en un 89,5%** (XM, Abril 2023) principalmente gracias a la generación de energía hidroeléctrica.
- En septiembre de 2021, de acuerdo con las políticas de descarbonización internacionales y nacionales, Colombia con cooperación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) publicó una **Hoja de Ruta del Hidrógeno** cuyos pilares son la **reducción de emisiones, crecimiento económico, Transición Energética Justa, comunidades locales y con objetivos país** para el hidrógeno verde en el 2030:
 1. Coste nivelado del hidrógeno (LCOH) 1,7 USD/KG (dato similar que Chile y Australia).
 2. Capacidad instalada 1-3 GW de electrólisis,
 3. Inversiones de 2,5 a 5,5 billones de dólares.
 4. Creación entre 7.000 a 15.000 empleos directos e indirectos.
 5. Reducción de emisiones de 2.5 a 3 millones de toneladas de CO2.
- Para la implementación de la Hoja de Ruta del Hidrógeno, el gobierno nacional, con el Ministerio de Minas y Energía a la cabeza, ha realizado importantes avances en

políticas públicas y normativas que han contribuido, entre otras, a que el país adopte un liderazgo regional desarrollando importantes avances en la definición de lo que se considera “hidrógeno verde” en Colombia en los siguientes términos:

1. Ley 2099/2021 para la Transición Energética “**ARTÍCULO 5.** Adiciónense los siguientes numerales al Artículo [5](#) de la Ley 1715 de 2014:23. **Hidrógeno Verde:** Es el **hidrógeno producido a partir de Fuentes No Convencionales de energía Renovable**, tales como la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, el calor geotérmico, la solar, los mareomotriz, entre otros; y se considera FNCER.”
2. Decreto 1476/2022 de promoción del hidrógeno “**ARTÍCULO 2.2.7.1.2. Proyectos de Hidrógeno Verde.** Un proyecto de Hidrógeno Verde es el conjunto de actividades que se desarrollan para la producción, almacenamiento, acondicionamiento, distribución, reelectrificación, investigación o uso final del Hidrógeno Verde, en los términos definidos en la Ley [2099](#) de 2021.

Los proyectos de producción de Hidrógeno Verde podrán utilizar energía eléctrica autogenerada o tomada de la red. La totalidad de la energía proveniente de la red debe ser respaldada con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), para lo cual se deberá suscribir un contrato bilateral de suministro de energía a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), además de contar con certificados de energía renovable expedidos por un tercero bajo estándares internacionales reconocidos y verificables a través de una plataforma de consulta pública de registro.

Las anteriores definiciones y alcances resultan fundamentales para el desarrollo del cuestionario que se plantea más adelante.

- Estudios de actores internacionales como los financiados por el Ministerio Federal de Economía y Acción Climática de Alemania (BMWK) con H2Global y Fraunhofer ISE posicionan a Colombia como uno de países más competitivos para la producción y suministro de hidrógeno líquido, amoníaco y metanol (junto con Brasil y Australia). Incluso, IRENA ha posicionado a Colombia como el cuarto país con el LCOH para el 2050 bajo un escenario optimista, precedido solo por China, Chile y Marruecos.
- Actualmente, a nivel internacional con apoyo de actores como el *International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy* (IPHE) se está trabajando una norma de estándar internacional (ISO/DTS 19879) para determinar la metodología de determinación de gases de efecto invernadero (GEI) asociados a la producción, acondicionamiento y transporte de hidrógeno buscando estandarizar las certificaciones.
- La Unión Europea, a través de la Comisión Europea y las partes interesadas han contribuido a que CertifHy se convierta en un actor relevante para los esquemas obligatorios a nivel comunitario e internacional. Para ello la Unión Europea ha desplegado normativas como la directiva de energía renovable (RED II) y actos delegados donde se introducen importantes atributos que ha de tener la energía renovable como son la adicionalidad, correlación temporal y geográfica.

- A nivel internacional aún se discute sobre la conveniencia de estos atributos de la energía renovable. El 10 de septiembre de 2023 el G20 en la declaración de Nueva Delhi, se declaró la voluntad de avanzar en esa dirección *“mediante el desarrollo de normas de armonización voluntarias y mutuamente acordadas, así como mutuamente reconocidos e interoperables. Para lograrlo, afirmamos los Principios Voluntarios de Alto Nivel del G20 sobre el Hidrógeno”, para construir un ecosistema mundial del hidrógeno sostenible y equitativo que beneficie a los países en desarrollo, sostenible y equitativo que beneficie a todas las naciones. Tomamos nota de la iniciativa de la Presidencia de crear el Centro de Innovación del Hidrógeno Verde, dirigido - por la Alianza Solar Internacional (ASI).”*
- A nivel regional, el Banco Interamericano de Desarrollo junto con la consultora Hincio trabajan en una certificación regional. Mientras, que H2LAC en su mesa de certificación y sostenibilidad regional avanza en unas recomendaciones en la materia.
- El Ministerio de Minas y Energía ha avanzado en una consultoría previa con el Banco Mundial e Hincio donde se presentan tres propósitos para una certificación de hidrógeno en Colombia: exportación de hidrógeno a consumidores de otros países; comercializar hidrógeno en el mercado nacional para la divulgación al consumidor y para comercializar hidrógeno en el mercado nacional para el cumplimiento de diversas regulaciones.

Cuestionario para el diagnóstico

• **Introducción a la certificación de garantía de origen**

- 1.1. ¿Ha tenido experiencias en certificación de garantía de origen de energía renovable y/o hidrógeno? En caso afirmativo describa su experiencia.
- 1.2. ¿Considera actualmente importante tener una certificación en Colombia para el mercado nacional y/o exportación? Justifique su respuesta
- 1.3. La taxonomía verde establece que la “producción de hidrógeno debe tener emisiones directas de CO₂ iguales o inferiores a 3 tCO₂e/t de hidrógeno” (pendiente de reglamentar por MinEnergía). ¿Conocía esta cifra? ¿Qué le parece?
- 1.4. ¿Cuál es el valor agregado para que Colombia tenga un mecanismo público de certificación de garantía de origen? Justifique su respuesta.
- 1.5. ¿Qué atributos y factores a evaluar considera que debería contemplar el certificado de origen del hidrógeno en Colombia? ¿Origen, huella de carbono, Datos del dispositivo o tecnologías de producción? ¿Alguno adicional?
- 1.6. ¿Cuál considera debería ser la metodología de definición de huella de carbono en el certificado de origen?
- 1.7. ¿Cuál debería ser la definición de los límites de contabilidad emisiones del certificado de origen en Colombia? ¿Cradle-to-gate o Cradle-to-grave?

1.8. En el evento de conocer los distintos sistemas, ¿cuál considera que debería ser la cadena de custodia para el certificado de origen en Colombia? ¿Identidad preservada, Segregación, Balance de masa o Book and Claim?

- **Integración en la cadena de valor del hidrógeno**

1.9. ¿Usted o su organización tienen planes en la cadena de valor de hidrógeno en territorio colombiano? En caso afirmativo por favor especifique:

1.9.1. Si conoce la huella de CO2 asociada al tipo producción y de hidrógeno o derivados PtX a producir (verde, azul, gris etc) ¿Bajo qué criterios lo puede definir que no sean los normativos? Justifique su respuesta

1.9.2. Si el hidrógeno producido va a ser consumido en las propias operaciones de la empresa o va a ser vendido a terceros.

1.9.3. Si la venta se pretende hacer del hidrógeno o de sus derivados (p. ej. Amoníaco)

- **Mercado nacional e internacional para la certificación de garantía de origen. Por favor especifique:**

1.9.4. Si la venta se está proyectando para el mercado nacional o para exportación. Si el destino es exportación por favor especifique el destino o destinos previstos.

1.9.5. En caso de que la exportación sea al mercado de la Unión Europea ¿Conoce los requerimientos normativos de la Unión Europea para las exportaciones?

1.9.6. ¿Conoce cómo los atributos de la energía renovable de los actos delegado de la Unión Europea impactan en el modelo de negocio del hidrógeno? En caso afirmativo, justificar.

1.9.7. ¿Considera que en Colombia deben aplicarse estos criterios para la certificación igual que en la Unión Europea para el mercado nacional? O ¿Cómo considera que se deben flexibilizarse? Y en caso afirmativo ¿Cómo los flexibilizaría?

- **Viabilidad del mecanismo público de certificación de garantía de origen en Colombia**

1.10. ¿Considera importante la existencia de un mecanismo público de certificación de origen? ¿Porqué?

- 1.11. Grandes Exportadores como Australia no establecen límites de emisiones en sus esquemas voluntarios. ¿Consideraría esta una buena estrategia para el mercado nacional colombiano y/o actores internacionales que no hayan establecido límites aun como Japón y Corea del Sur? Justifique su respuesta.
- 1.12. Colombia tiene una matriz eléctrica descarbonizada (89 %, según XM, abril 2023) principalmente por la energía hidroeléctrica. Sin embargo, la normativa distingue entre energía renovable convencional y no convencional en energía hidroeléctrica por su capacidad instalada de 50 MW para que sea considerada como hidrógeno verde. Pero, para cumplir con el criterio de adicionalidad, aprovechamiento de infraestructura existente y ventaja competitiva del país en materia hídrica Colombia podría repotenciar las centrales hidroeléctricas existentes y aprovechar los excedentes en el fenómeno de la niña (almacenamiento H2 y aprovechamiento tecnologías PtX). ¿Considera que este hidrógeno, es decir, el proveniente de centrales hidroeléctricas a gran escala repotenciadas, podría certificarse como verde? ¿Qué le parece esta medida y qué actores vincularía para revisar estos aspectos normativos? Justifique su respuesta.
- 1.13. ¿Cómo se imagina el mecanismo público de certificación de garantía de origen de hidrógeno en Colombia para que sea eficiente y práctico?
- 1.14. Con base en su experiencia, ¿qué trámites, procedimientos, exigencias **evitaría** en el proceso de certificación para que éste sea eficiente?
- 1.15. Con base en su experiencia, ¿qué trámites, procedimientos, exigencias **incluiría o propondría** en el proceso de certificación para que éste sea eficiente?
- 1.16. ¿Qué entidades considera deberían ser las encargadas del trámite de certificación de origen de hidrógeno en Colombia? ¿Deberían ser entidades públicas, privadas o roles intermedios entre ambos? Explique su respuesta.
- 1.17. Identifique los roles del esquema de gobernanza de la certificación colombiana. (Entidades gubernamentales y actores privados pueden tener distintos roles y compartidos)

Entidad	Rol	Requerimientos de Colombia	Recomendaciones preliminares de potenciales actores
Autoridad nacional competente			
Organismo de acreditación			
Organismo de certificación			

Organismo emisor			
Administrador del registro			
Titulares de cuentas			

- 1.18. ¿Conoce sistemas de “ventanilla única”? En caso afirmativo, ¿Considera importante la presencia de una herramienta digital tipo ventanilla única como punto de tramitación para acceder al esquema de certificación por parte de los usuarios? ¿de origen público o privado? ¿Qué rol cumple la ventanilla?
- 1.19. ¿Qué tipo de etiquetado debería tener el certificado de origen? ¿Escala de clasificación, aprobado o reprobado?
- 1.20. ¿Considera que el registro en la ventanilla es un paso obligatorio para el desarrollo del proyecto?
- 1.21. Cuáles considera serían las adecuaciones o actualizaciones jurídicas e institucionales para la incorporación y puesta en marcha de un certificado local, tomando en cuenta que actualmente no existe una entidad reguladora del mercado del hidrógeno.
- 1.22. ¿Cuáles son las motivaciones para optar por la certificación de origen H2 en Colombia en lugar de utilizar un certificado internacional reconocido que esté disponible en el país?
- 1.23. ¿Cuál sería su expectativa del trámite de certificación de origen de hidrógeno en Colombia?
- 1.24. ¿en su organización han identificado alguna brecha considerando aspectos regulatorios, de mercado, gobernanza y roles de los actores para iniciar un trámite de certificación de origen?
- 1.25. ¿Ha contemplado la posibilidad de tramitar una certificación de garantía de origen de hidrógeno en Colombia?
- 1.26. ¿Qué brechas identifica para que Colombia tenga una certificación como esquema obligatorio?
- 1.27. En materia de sostenibilidad, vigilancia y cumplimiento de la normativa ambiental ¿Qué aspectos considera especialmente críticos?
- 1.28. Teniendo en cuenta que algunos productos PtX requieren CO2 ¿Cómo fomentar el uso del CO2 de origen biogénico o de emisiones inevitables?

Cuestionarios actores “recomendaciones y diagnósticos para la certificación de garantía de origen del hidrógeno producido en Colombia”

Enfoque

Conocer las perspectivas públicas y privadas respecto a un posible mecanismo público de certificación de garantía de origen del hidrógeno producido

Objetivo principal

Insumos para el diagnóstico y recomendaciones para la certificación colombiana, teniendo en cuenta las brechas y oportunidades en la materia, a nivel internacional, regional y nacional; así como las capacidades técnicas y operativas de los actores públicos y privados para participar en dicho proceso de certificación.

Público objetivo

Actores públicos y privados nacionales e internacionales del ecosistema del hidrógeno y Power to X, preferentemente, con interés local en el país. Además, de todos aquellos que puedan contribuir a entender los requerimientos normativos de los mercados objetivos de la Unión Europea, Alemania, Japón y Corea del Sur.

Contexto nacional, regional e internacional respecto a la certificación de garantía de origen del hidrógeno en Colombia

- Actualmente, en Colombia distintas industrias producen y/o consumen hidrógeno (aprox 130.000 kg/año refinerías), amoníaco (aprox. 180.000 kg/años fertilizantes) y metanol (aprox 110.000 kg/año distintos usos) con fuentes de producción de contaminantes.
- Colombia tiene una **matriz eléctrica descarbonizada en un 89,5%** (XM, Abril 2023) principalmente gracias a la generación de energía hidroeléctrica.
- En septiembre de 2021, de acuerdo con las políticas de descarbonización internacionales y nacionales, Colombia con cooperación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) publicó una **Hoja de Ruta del Hidrógeno** cuyos pilares son la **reducción de emisiones, crecimiento económico, Transición Energética Justa, comunidades locales y con objetivos país** para el hidrógeno verde en el 2030:
 1. Coste nivelado del hidrógeno (LCOH) 1,7 USD/KG (dato similar que Chile y Australia).
 2. Capacidad instalada 1-3 GW de electrólisis,
 3. Inversiones de 2,5 a 5,5 billones de dólares.
 4. Creación entre 7.000 a 15.000 empleos directos e indirectos.
 5. Reducción de emisiones de 2.5 a 3 millones de toneladas de CO2.
- Para la implementación de la Hoja de Ruta del Hidrógeno, el gobierno nacional, con el Ministerio de Minas y Energía a la cabeza, ha realizado importantes avances en políticas públicas y normativas que han contribuido, entre otras, a que el país adopte un liderazgo regional desarrollando importantes avances en la definición de lo que se considera “hidrógeno verde” en Colombia en los siguientes términos:

3. Ley 2099/2021 para la Transición Energética "**ARTÍCULO 5.** Adiciónense los siguientes numerales al Artículo [5](#) de la Ley 1715 de 2014:23. **Hidrógeno Verde:** Es el **hidrógeno producido a partir de Fuentes No Convencionales de energía Renovable**, tales como la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, el calor geotérmico, la solar, los mareomotriz, entre otros; y se considera FNCER."
4. Decreto 1476/2022 de promoción del hidrógeno "**ARTÍCULO 2.2.7.1.2. Proyectos de Hidrógeno Verde.** Un proyecto de Hidrógeno Verde es el conjunto de actividades que se desarrollan para la producción, almacenamiento, acondicionamiento, distribución, reelectrificación, investigación o uso final del Hidrógeno Verde, en los términos definidos en la Ley [2099](#) de 2021.

Los proyectos de producción de Hidrógeno Verde podrán utilizar energía eléctrica autogenerada o tomada de la red. La totalidad de la energía proveniente de la red debe ser respaldada con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), para lo cual se deberá suscribir un contrato bilateral de suministro de energía a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), además de contar con certificados de energía renovable expedidos por un tercero bajo estándares internacionales reconocidos y verificables a través de una plataforma de consulta pública de registro.

Las anteriores definiciones y alcances resultan fundamentales para el desarrollo del cuestionario que se plantea más adelante.

- Estudios de actores internacionales como los financiados por el Ministerio Federal de Economía y Acción Climática de Alemania (BMWK) con H2Global y Fraunhofer ISE posicionan a Colombia como uno de países más competitivos para la producción y suministro de hidrógeno líquido, amoníaco y metanol (junto con Brasil y Australia). Incluso, IRENA ha posicionado a Colombia como el cuarto país con el LCOH para el 2050 bajo un escenario optimista, precedido solo por China, Chile y Marruecos.
- Actualmente, a nivel internacional con apoyo de actores como el *International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy* (IPHE) se está trabajando una norma de estándar internacional (ISO/DTS 19879) para determinar la metodología de determinación de gases de efecto invernadero (GEI) asociados a la producción, acondicionamiento y transporte de hidrógeno buscando estandarizar las certificaciones.
- La Unión Europea, a través de la Comisión Europea y las partes interesadas han contribuido a que CertifHy se convierta en un actor relevante para los esquemas obligatorios a nivel comunitario e internacional. Para ello la Unión Europea ha desplegado normativas como la directiva de energía renovable (RED II) y actos delegados donde se introducen importantes atributos que ha de tener la energía renovable como son la adicionalidad, correlación temporal y geográfica.
- A nivel internacional aún se discute sobre la conveniencia de estos atributos de la energía renovable. El 10 de septiembre de 2023 el G20 en la declaración de Nueva Delhi, se declaró la voluntad de avanzar en esa dirección "mediante el desarrollo de

normas de armonización normas de armonización voluntarias y mutuamente acordadas, así como mutuamente reconocidos e interoperables. Para lograrlo, afirmamos los Principios Voluntarios de Alto Nivel del G20 sobre el Hidrógeno", para construir un ecosistema mundial del hidrógeno sostenible y equitativo que beneficie a los países en desarrollo, sostenible y equitativo que beneficie a todas las naciones. Tomamos nota de la iniciativa de la iniciativa de la Presidencia de crear el Centro de Innovación del Hidrógeno Verde, dirigido - por la Alianza Solar Internacional (ASI)."

- A nivel regional, el Banco Interamericano de Desarrollo junto con la consultora Hincio trabajan en una certificación regional. Mientras, que H2LAC en su mesa de certificación y sostenibilidad regional avanza en unas recomendaciones en la materia.

El Ministerio de Minas y Energía ha avanzado en una consultoría previa con el Banco Mundial e Hincio donde se presentan tres propósitos para una certificación de hidrógeno en Colombia: exportación de hidrógeno a consumidores de otros países; comercializar hidrógeno en el mercado nacional para la divulgación al consumidor y para comercializar hidrógeno en el mercado nacional para el cumplimiento de diversas regulaciones.

Cuestionario para el diagnóstico

- **Introducción a la certificación de garantía de origen**

- 1.1. ¿Ha tenido experiencias en certificación de garantía de origen de energía renovable y/o hidrógeno? En caso afirmativo describa su experiencia.
- 1.2. ¿Considera actualmente importante tener una certificación en Colombia para el mercado nacional y/o exportación? Justifique su respuesta
- 1.3. La taxonomía verde establece que la "producción de hidrógeno debe tener emisiones directas de CO₂ iguales o inferiores a 3 tCO₂e/t de hidrógeno" (pendiente de reglamentar por MinEnergía). ¿Conocía esta cifra? ¿Qué le parece?
- 1.4. ¿Cuál es el valor agregado para que Colombia tenga un mecanismo público de certificación de garantía de origen? Justifique su respuesta.
- 1.5. ¿Qué atributos y factores a evaluar considera que debería contemplar el certificado de origen del hidrógeno en Colombia? ¿Origen, huella de carbono, Datos del dispositivo o tecnologías de producción? ¿Alguno adicional?
- 1.6. ¿Cuál considera debería ser la metodología de definición de huella de carbono en el certificado de origen?
- 1.7. ¿Cuál debería ser la definición de los límites de contabilidad emisiones del certificado de origen en Colombia? ¿Cradle-to-gate o Cradle-to-grave?
- 1.8. En el evento de conocer los distintos sistemas, ¿cuál considera que debería ser la cadena de custodia para el certificado de origen en Colombia? ¿Identidad preservada, Segregación, Balance de masa o Book and Claim?

- **Integración en la cadena de valor del hidrógeno**

1.9. ¿Su institución tiene o podría llegar a tener competencias en la cadena de valor de hidrógeno en territorio colombiano? En caso afirmativo por favor especifique:

1.9.1. Si conoce la huella de CO2 asociado al tipo producción de hidrógeno o derivados PtX a producir (verde, azul, gris etc) Justifique su respuesta

- **Mercado internacional para la certificación de garantía de origen**

1.9.2. ¿Conoce los requerimientos normativos de la Unión Europea para las exportaciones de hidrógeno?

1.9.3. ¿Conoce cómo los atributos de la energía renovable de los actos delegado de la Unión Europea impactan en el modelo de negocio del hidrógeno? En caso afirmativo, justificar.

1.9.4. ¿Considera que en Colombia deben aplicarse estos criterios para la certificación igual que en la Unión Europea para el mercado nacional? O ¿Cómo considera que se deben flexibilizarse? Y en caso afirmativo ¿Como los flexibilizaría?

- **Competencias instituciones**

1.10. ¿Qué entidades considera deberían ser las encargadas del trámite de certificación de origen de hidrógeno en Colombia? Justifique su respuesta.

1.11. ¿Considera que estas entidades cuentan con las suficientes herramientas y capacidades para el desarrollo y ejecución de esquemas de certificación? Justifique su respuesta

1.12. ¿Cuál considera que debería ser el rol de la entidad a la que usted pertenece en el trámite de certificación de origen de hidrógeno en Colombia? ¿porqué?

1.13. En el evento en que haya considerado que su entidad debe cumplir un rol en el trámite de certificación de origen del hidrógeno en Colombia, ¿considera que la entidad cuenta con los recursos humanos, técnicos y financieros suficientes? Justifique su respuesta.

1.14. ¿Qué herramientas y capacidades, desde el punto de vista técnico, tecnológico, humano y físico debería tener la entidad encargada de la acreditación

de origen del hidrógeno? En línea con su respuesta, ¿qué entidades pueden actualmente contar con tales recursos?

- 1.15. ¿Considera importante la presencia de una herramienta digital tipo ventanilla única como punto de tramitación para acceder al esquema de certificación por parte de los usuarios? ¿de origen público o privado? ¿Qué rol cumple la ventanilla?
- 1.16. ¿Qué tipo de etiquetado debería tener el certificado de origen? ¿Escala de clasificación, aprobado o reprobado?
- 1.17. ¿Considera que el registro en la ventanilla es un paso obligatorio para el desarrollo del proyecto?
- 1.18. Cuáles considera serían las adecuaciones o actualizaciones jurídicas e institucionales para la incorporación y puesta en marcha de un certificado local, tomando en cuenta que actualmente no existe una entidad reguladora del mercado del hidrógeno.
- 1.19. ¿Cuáles son las motivaciones para optar por la certificación de origen H2 en Colombia en lugar de utilizar un certificado internacional reconocido que esté disponible en el país?
- 1.20. ¿Qué otro mecanismo considera más apropiado para que los interesados soliciten los Certificados de Origen del Hidrógeno?
- 1.21. ¿Cuál sería su expectativa del trámite de certificación de origen de hidrógeno en Colombia?
- 1.22. ¿Cuáles considera son las fortalezas locales para la implementación de un esquema de Certificados de Origen en Colombia?
- 1.23. ¿al interior de su entidad se ha identificado alguna brecha que se haya identificado considerando aspectos regulatorios, de mercado, gobernanza y roles de los actores para iniciar un trámite de certificación de origen?
- 1.24. ¿Ha detectado algún esquema internacional de certificación de origen que pueda ser implementado en Colombia? ¿Cuál?

- **Viabilidad del mecanismo público de certificación de garantía de origen en Colombia**

- 1.25. ¿Considera importante la existencia de un mecanismo público de certificación de origen? ¿Porqué?

- 1.26. Grandes Exportadores como Australia no establecen límites de emisiones en sus esquemas voluntarios. ¿Consideraría esta una buena estrategia para el mercado nacional colombiano y/o actores internacionales que no hayan establecido límites aun como Japón y Corea del Sur? Justifique su respuesta.
- 1.27. Colombia tiene una matriz eléctrica descarbonizada (89 %, abril XM) principalmente por la energía hidroeléctrica. Sin embargo, la normativa distingue entre energía renovable convencional y no convencional en energía hidroeléctrica por su capacidad instalada de 50 MW para que sea considerada como hidrógeno verde. Pero, para cumplir con el criterio de adicionalidad, aprovechamiento de infraestructura existente y ventaja competitiva del país en materia hídrica Colombia podría repotenciar las centrales hidroeléctricas existentes y aprovechar los excedentes en el fenómeno de la niña (almacenamiento H2 y aprovechamiento tecnologías PtX). ¿Considera que este hidrógeno podría certificarse como verde? ¿Qué le parece esta medida y que actores vincularía para revisar estos aspectos normativos? Justifique su respuesta.
- 1.28. ¿Cómo se imagina el mecanismo público de certificación de garantía de origen de hidrógeno en Colombia para que sea eficiente y practico?
- 1.29. Con base en su experiencia, ¿qué trámites, procedimientos, exigencias **evitaría** en el proceso de certificación para que éste sea eficiente?
- 1.30. Con base en su experiencia, ¿qué trámites, procedimientos, exigencias **incluiría o propondría** en el proceso de certificación para que éste sea eficiente?
- 1.31. ¿Qué entidades considera deberían ser las encargadas del trámite de certificación de origen de hidrógeno en Colombia? ¿Deberían ser entidades públicas, privadas o roles intermedios entre ambos? Explique su respuesta.
- 1.32. Identifique los roles del esquema de gobernanza de la certificación colombiana. (Entidades gubernamentales y actores privados pueden tener distintos roles y compartidos)

Entidad	Rol	Requerimientos de Colombia	Recomendaciones preliminar de potenciales actores
Autoridad nacional competente			
Organismo de acreditación			
Organismo de certificación			

Organismo emisor			
Administrador del registro			
Titulares de cuentas			

- 1.33. ¿Conoce sistemas de “ventanilla única”? En caso afirmativo, ¿Considera importante la presencia de una herramienta digital tipo ventanilla única como punto de tramitación para acceder al esquema de certificación por parte de los usuarios?
- 1.34. ¿Cuál sería su expectativa del trámite de certificación de origen de hidrógeno en Colombia?
- 1.35. ¿en su institución han identificado alguna brecha considerando aspectos regulatorios, de mercado, gobernanza y roles de los actores para iniciar un trámite de certificación de origen?
- 1.36. ¿Qué brechas identifica para que Colombia tenga una certificación como esquema obligatorio?
- 1.37. En materia de sostenibilidad, vigilancia y cumplimiento de la normativa ambiental ¿Qué aspectos considera especialmente críticos?
- 1.38. Teniendo en cuenta que algunos productos PtX requieren CO₂ ¿Cómo fomentar el uso del CO₂ de origen biogénico o de emisiones inevitables?

Cuestionarios actores “recomendaciones y diagnósticos para la certificación de garantía de origen del hidrógeno producido en Colombia”

Enfoque

Conocer las perspectivas públicas y privadas respecto a un posible mecanismo público de certificación de garantía de origen del hidrógeno producido

Objetivo principal

Insumos para el diagnóstico y recomendaciones para la certificación colombiana, teniendo en cuenta las brechas y oportunidades en la materia, a nivel internacional, regional y nacional; así como las capacidades técnicas y operativas de los actores públicos y privados para participar en dicho proceso de certificación.

Público objetivo

Actores públicos y privados nacionales e internacionales del ecosistema del hidrógeno y Power to X, preferentemente, con interés local en el país. Además, de todos aquellos que puedan contribuir a entender los requerimientos normativos de los mercados objetivos de la Unión Europea, Alemania, Japón y Corea del Sur.

Contexto nacional, regional e internacional respecto a la certificación de garantía de origen del hidrógeno en Colombia

- Actualmente, en Colombia distintas industrias producen y/o consumen hidrógeno (aprox 130.000 kg/año refinerías), amoníaco (aprox. 180.000 kg/años fertilizantes) y metanol (aprox 110.000 kg/año distintos usos) con fuentes de producción de contaminantes.
- Colombia tiene una **matriz eléctrica descarbonizada en un 89,5%** (XM, Abril 2023) principalmente gracias a la generación de energía hidroeléctrica.
- En septiembre de 2021, de acuerdo con las políticas de descarbonización internacionales y nacionales, Colombia con cooperación del Banco Interamericano de Desarrollo (BID) publicó una **Hoja de Ruta del Hidrógeno** cuyos pilares son la **reducción de emisiones, crecimiento económico, Transición Energética Justa, comunidades locales y con objetivos país** para el hidrógeno verde en el 2030:
 1. Coste nivelado del hidrógeno (LCOH) 1,7 USD/KG (dato similar que Chile y Australia).
 2. Capacidad instalada 1-3 GW de electrólisis,
 3. Inversiones de 2,5 a 5,5 billones de dólares.
 4. Creación entre 7.000 a 15.000 empleos directos e indirectos.
 5. Reducción de emisiones de 2.5 a 3 millones de toneladas de CO2.
- Para la implementación de la Hoja de Ruta del Hidrógeno, el gobierno nacional, con el Ministerio de Minas y Energía a la cabeza, ha realizado importantes avances en políticas públicas y normativas que han contribuido, entre otras, a que el país adopte un liderazgo regional desarrollando importantes avances en la definición de lo que se considera “hidrógeno verde” en Colombia en los siguientes términos:

5. Ley 2099/2021 para la Transición Energética "**ARTÍCULO 5.** Adiciónense los siguientes numerales al Artículo [5](#) de la Ley 1715 de 2014:23. **Hidrógeno Verde:** Es el **hidrógeno producido a partir de Fuentes No Convencionales de energía Renovable**, tales como la biomasa, los pequeños aprovechamientos hidroeléctricos, la eólica, el calor geotérmico, la solar, los mareomotriz, entre otros; y se considera FNCER."
6. Decreto 1476/2022 de promoción del hidrógeno "**ARTÍCULO 2.2.7.1.2. Proyectos de Hidrógeno Verde.** Un proyecto de Hidrógeno Verde es el conjunto de actividades que se desarrollan para la producción, almacenamiento, acondicionamiento, distribución, reelectrificación, investigación o uso final del Hidrógeno Verde, en los términos definidos en la Ley [2099](#) de 2021.

Los proyectos de producción de Hidrógeno Verde podrán utilizar energía eléctrica autogenerada o tomada de la red. La totalidad de la energía proveniente de la red debe ser respaldada con Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), para lo cual se deberá suscribir un contrato bilateral de suministro de energía a partir de Fuentes No Convencionales de Energía Renovable (FNCER), además de contar con certificados de energía renovable expedidos por un tercero bajo estándares internacionales reconocidos y verificables a través de una plataforma de consulta pública de registro.

Las anteriores definiciones y alcances resultan fundamentales para el desarrollo del cuestionario que se plantea más adelante.

- Estudios de actores internacionales como los financiados por el Ministerio Federal de Economía y Acción Climática de Alemania (BMWK) con H2Global y Fraunhofer ISE posicionan a Colombia como uno de países más competitivos para la producción y suministro de hidrógeno líquido, amoníaco y metanol (junto con Brasil y Australia). Incluso, IRENA ha posicionado a Colombia como el cuarto país con el LCOH para el 2050 bajo un escenario optimista, precedido solo por China, Chile y Marruecos.
- Actualmente, a nivel internacional con apoyo de actores como el *International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy* (IPHE) se está trabajando una norma de estándar internacional (ISO/DTS 19879) para determinar la metodología de determinación de gases de efecto invernadero (GEI) asociados a la producción, acondicionamiento y transporte de hidrógeno buscando estandarizar las certificaciones.
- La Unión Europea, a través de la Comisión Europea y las partes interesadas han contribuido a que CertifHy se convierta en un actor relevante para los esquemas obligatorios a nivel comunitario e internacional. Para ello la Unión Europea ha desplegado normativas como la directiva de energía renovable (RED II) y actos delegados donde se introducen importantes atributos que ha de tener la energía renovable como son la adicionalidad, correlación temporal y geográfica.
- A nivel internacional aún se discute sobre la conveniencia de estos atributos de la energía renovable. El 10 de septiembre de 2023 el G20 en la declaración de Nueva Delhi, se declaró la voluntad de avanzar en esa dirección "mediante el desarrollo de

normas de armonización normas de armonización voluntarias y mutuamente acordadas, así como mutuamente reconocidos e interoperables. Para lograrlo, afirmamos los Principios Voluntarios de Alto Nivel del G20 sobre el Hidrógeno", para construir un ecosistema mundial del hidrógeno sostenible y equitativo que beneficie a los países en desarrollo, sostenible y equitativo que beneficie a todas las naciones. Tomamos nota de la iniciativa de la iniciativa de la Presidencia de crear el Centro de Innovación del Hidrógeno Verde, dirigido - por la Alianza Solar Internacional (ASI)."

- A nivel regional, el Banco Interamericano de Desarrollo junto con la consultora Hincio trabajan en una certificación regional. Mientras, que H2LAC en su mesa de certificación y sostenibilidad regional avanza en unas recomendaciones en la materia.

El Ministerio de Minas y Energía ha avanzado en una consultoría previa con el Banco Mundial e Hincio donde se presentan tres propósitos para una certificación de hidrógeno en Colombia: exportación de hidrógeno a consumidores de otros países; comercializar hidrógeno en el mercado nacional para la divulgación al consumidor y para comercializar hidrógeno en el mercado nacional para el cumplimiento de diversas regulaciones.

Cuestionario para el diagnóstico

- **Introducción a la certificación de garantía de origen**

- 1.1. ¿Ha tenido experiencias en certificación de garantía de origen de energía renovable y/o hidrógeno? En caso afirmativo describa su experiencia.
- 1.2. ¿Considera actualmente importante tener una certificación en Colombia para el mercado nacional y/o exportación? Justifique su respuesta
- 1.3. ¿Cuál es el valor agregado para que Colombia tenga un mecanismo público de certificación de garantía de origen? Justifique su respuesta.

- **Integración en la cadena de valor del hidrógeno**

- 1.4. ¿Usted o su organización tienen planes de participar de alguna manera en la cadena de valor de hidrógeno en territorio colombiano? En caso afirmativo por favor especifique:
 - 1.4.1. Si conoce la huella de CO2 asociado el tipo producción de hidrógeno o derivados PtX a producir (verde, azul, gris etc) Justifique su respuesta

- **Mercado internacional para la certificación de garantía de origen**

- 1.4.2. ¿Conoce los requerimientos normativos de la Unión Europea para las exportaciones de hidrógeno?

- 1.4.3. ¿Cuál considera que las principales brechas y oportunidades para las exportaciones de empresas desde Colombia para el cumplimiento de la normativa y certificación europea?
- 1.4.4. ¿Conoce como los atributos de la energía renovable de los actos delegado de la Unión Europea impactan en el modelo de negocio del hidrógeno? En caso afirmativo, justificar.
- 1.4.5. ¿Considera que en Colombia deben aplicarse estos criterios para la certificación igual que en la Unión Europea para el mercado nacional? O ¿Cómo considera que se deben flexibilizarse? Y en caso afirmativo ¿Como los flexibilizaría?
- 1.4.6. ¿Considera relevante que haya una certificación regional para América Latina, o al menos para los países potencialmente exportadores de hidrógeno de esta región? Justifique su respuesta

- **Viabilidad del mecanismo público de certificación de garantía de origen en Colombia**

- 1.5. Grandes Exportadores como Australia no establecen límites de emisiones en sus esquemas voluntarios. ¿Consideraría esta una buena estrategia para el mercado nacional colombiano y/o actores internacionales que no hayan establecido límites aun como Japón y Corea del Sur? Justifique su respuesta.
- 1.6. Colombia tiene una matriz eléctrica descarbonizada (89 %, abril XM) principalmente por la energía hidroeléctrica. Sin embargo, la normativa distingue entre energía renovable convencional y no convencional en energía hidroeléctrica por su capacidad instalada de 50 MW para que sea considerada como hidrógeno verde. Pero, para cumplir con el criterio de adicionalidad, aprovechamiento de infraestructura existente y ventaja competitiva del país en materia hídrica Colombia podría repotenciar las centrales hidroeléctricas existentes y aprovechar los excedentes en el fenómeno de la niña (almacenamiento H₂ y aprovechamiento tecnologías PtX). ¿Considera que este hidrógeno podría certificarse como verde? ¿Qué le parece esta medida y considera que esto sería compatible con la normativa de los mercados objetivos (Unión Europea, Japón o Corea según el caso? Justifique su respuesta.
- 1.7. ¿Cómo se imagina el mecanismo público de certificación de garantía de origen de hidrógeno en Colombia para que sea eficiente y practico?

1.8. Identifique los roles del esquema de gobernanza de la certificación colombiana.
(Entidades gubernamentales y actores privados pueden tener distintos roles y compartidos)

Entidad	Rol	Requerimientos de Colombia	Recomendaciones preliminar de potenciales actores
Autoridad nacional competente			
Organismo de acreditación			
Organismo de certificación			
Organismo emisor			
Administrador del registro			
Titulares de cuentas			

1.9. ¿Conoce sistemas de “ventanilla única”? En caso afirmativo, ¿Considera importante la presencia de una herramienta digital tipo ventanilla única como punto de tramitación para acceder al esquema de certificación por parte de los usuarios?

1.10. ¿en su organización han identificado alguna brecha considerando aspectos regulatorios, de mercado, gobernanza y roles de los actores para iniciar un trámite de certificación de origen?

1.11. ¿Qué brechas identifica para que Colombia tenga una certificación como esquema obligatorio?

1.12. En materia de sostenibilidad, vigilancia y cumplimiento de la normativa ambiental ¿Qué aspectos considera especialmente críticos?

1.13. Teniendo en cuenta que algunos productos PtX requieren CO₂ ¿Cómo fomentar el uso del CO₂ de origen biogénico o de emisiones inevitables?

Questionnaire for Stakeholders: Recommendations and Diagnostics for the Certification of the Origin Guarantee of Hydrogen Produced in Colombia

Approach

Understanding public and private perspectives regarding a potential public certification mechanism for the origin guarantee of hydrogen production.

Main objective

Obtaining input for the diagnosis and recommendations for Colombian certification, considering gaps and opportunities at the international, regional, and national levels, as well as the technical and operational capacities of public and private actors to participate in the certification process.

Target audience

Nacional and international, public and private actors in the hydrogen and Power to X market with interest in the country. Also, anyone who can contribute to understand the regulatory requirements of target markets in the European Union (EU), Germany, Japan and South Korea.

National, regional, and international context regarding hydrogen origin guarantee certification in Colombia

- Currently, in Colombia diverse industries are producing and consuming hydrogen (approximately 130,000 kg/year in refineries), ammonia (approximately 180,000 kg/year in fertilizers) and methanol (approximately 110,000 kg/year for various uses) from pollutant producing sources.
- Colombia has a decarbonized electricity matrix at 89.5% (Source: XM, April 2023), mainly thanks to hydroelectric power generation.
- In September 2021, according with international and national decarbonization policies, Colombia, in cooperation with the Inter-American Development Bank (IDB), published a Hydrogen Roadmap whose pillars are **emissions reduction, economic growth, just energy transition, local communities, and country goals for green hydrogen by 2030:**
 1. Levelized cost of hydrogen (LCOH) \$1.7/kg (similar to Chile and Australia).
 2. Installed capacity of 1-3 GW of electrolysis.
 3. Investments of \$2.5 to \$5.5 billions of dollars
 4. Creation from 7,000 to 15,000 direct and indirect jobs.
 5. Reduction of emissions between 2.5 to 3 million tons of CO₂.
- To implement the hydrogen roadmap, the national government, led by the Ministry of Mines and Energy has made significant progress in public policies and regulations, contributing to the country, taking regional leadership by making significant advances in defining what is considered "green hydrogen" in Colombia in the following terms:

1. Law 2099/2021 for the energy transition:

Article 5. Add the following paragraphs to Article 5 of Law 1715 of 2014: **23. Green hydrogen:** hydrogen produced from non-conventional renewable energy sources, such as biomass, small hydroelectric power generation, wind, geothermal heat, solar, tidal energy, and others; and it is considered a Non-Conventional Renewable Energy Source.

2. Decree 1476/2022:

Article 2.2.7.1.2. Green hydrogen projects. A Green Hydrogen Project is the set of activities carried out for the production, storage, conditioning, distribution, re-electrification, research, or final use of Green Hydrogen, as defined in Law 2099 of 2021.

Green hydrogen production projects may use self-generated electrical energy or source it from the grid. All grid - sourced energy must be backed by Non-Conventional Renewable Energy Sources (NCRE), for which a bilateral energy supply contract from NCRE must be entered into and having renewable energy certificates issued by a third party under recognized and verifiable international standards through a public registration platform.

The previous definitions and scopes are essential for the development of the questionnaire presented below.

- International studies funded by Federal Ministry for Economic Affairs and Climate Action of Germany with H2Global and Fraunhofer ISE, position Colombia as one of the most competitive countries for the production and supply of liquid hydrogen, ammonia, and methanol (along Brazil and Australia). Even, IRENA, has ranked Colombia as the fourth country in terms of LCOH by 2050 under an optimistic scenario, preceded only by China, Chile, and Morocco.
- Currently, with the support of actors such as the International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy (IPHE), work is underway on an international standard (ISO/DTS 19879) to establish the methodology for determining greenhouse gas emissions associated with the production, conditioning, and transportation of hydrogen, looking for standardize certifications.
- The EU, through the European Commission and stakeholders, have contributed to make CertifHy a significant actor in mandatory schemes at the community and international levels. To achieve this, the EU has implemented regulations such as the Renewable Energy Directive (RED II) and delegated acts that introduce essential attributes for renewable energy, such as additionality and temporal and geographical correlation.
- Internationally, there is still a debate regarding the suitability of these renewable energy attributes. On September 10, 2023, the G20 in New Delhi declaration, there was an expressed willingness to move in this direction "developing voluntary and mutually agreed-upon harmonization standards, as well as mutually recognized and interoperable standards. To achieve this, we affirm the G20 High-Level Voluntary Principles about Hydrogen," to build a global,

sustainable and equitable ecosystem of hydrogen that benefits developing countries and all nations. We take note of the initiative by the Presidency to establish the Green Hydrogen Innovation Center, led by the International Solar Alliance (ISA)."

At the regional level, the IDB in collaboration with the consulting firm Hinicio, is working on a regional certification. Meanwhile, H2LAC, through its regional certification and sustainability working group, is making progress on recommendations in this regard.

The Ministry of Mines and Energy has made progress in a preliminary consultation with the World Bank and Hinicio, where three purposes for hydrogen certification in Colombia are presented: exporting hydrogen to consumers in other countries, marketing hydrogen in the domestic market for consumer awareness, and to comply with various regulations.

Questionnaire for Diagnosis

- **Introduction to origin guarantee certification**

1. Have you ever had any experiences with renewable energy and/or hydrogen origin guarantee certification? If your answer is affirmative, please describe your experience.
2. Do you consider important to have certification in Colombia for the domestic and/or export market? Please justify your answer.
3. What is the added value for Colombia to have a public mechanism for origin guarantee certification? Please justify your answer.

- **Integration in the Hydrogen Value Chain**

4. Do you or your organization have any plans to participate in any way in the hydrogen value chain in Colombian territory? If your answer is affirmative, please specify:
 - 4.1. Are you aware of the CO₂ footprint associated with the type of hydrogen production or PtX derivatives to be produced (green, blue, gray, etc...)? Please justify your answer.

- **International Market for Origin Guarantee Certification**

5. Are you familiar with the regulatory requirements of the EU for hydrogen exports?
3. What do you consider to be the main gaps and opportunities for Colombian companies in exporting to comply European regulatory and certification requirements?

4. Are you aware of how the renewable energy attributes in the European Union's delegated acts impact the hydrogen business model? Please justify your answer.
5. Do you consider if the certification criteria applied in the EU should be applied in Colombia in the same way for local market? Or ¿Do you believe they should be more flexible? If your answer is affirmative, please explain.
6. Do you consider it relevant to have a regional certification for Latin America, or at least for the potentially hydrogen-exporting countries in this region? Please justify your answer.

- **Viability of the public origin guarantee certification mechanism in Colombia**

7. Major exporters like Australia do not establish emissions limits in their voluntary schemes. ¿Would you consider this is a good strategy for the Colombian local market and/or international actors who have not yet established limits, such as Japan and South Korea? Please justify your answer.
8. Colombia has a decarbonized electricity matrix (89%, April XM) due to hydroelectric power. However, the regulations distinguish between conventional and non-conventional renewable energy in hydroelectric power based on its installed capacity of 50 MW to be considered as green hydrogen. Nevertheless, to meet the additionality criterion, utilize existing infrastructure, and capitalize on the country's competitive advantage in hydro resources, Colombia could upgrade existing hydroelectric plants and utilize surpluses during “fenómeno de la niña”¹⁹ (H2 storage and PtX technologies). Do you believe this hydrogen could be certified as green? What are your thoughts on this measure, and do you think it would be compatible with the regulations of the target markets (European Union, Japan, or South Korea)? Please justify your answer.
9. How do you visualize the public mechanism for hydrogen origin guarantee certification in Colombia to be efficient and practical?
10. Identify the roles within the Colombian certification governance framework. (Government entities and private actors may have different and shared roles.)

Authority	Rol	Colombia's requirements	Preliminary recommendations from potential actors
Competent National Authority			
Accreditation Body			
Certification Body			
Issuing Body			
Registry Administrator			
Account Holders			

¹⁹ “fenómeno de la niña” is a natural event that causes heavy rains.

9. Do you know the “ventanilla única”²⁰ system? If your answer is affirmative, do you consider it important to have a digital tool as point of processing for users to access to the certification scheme?
10. Has your organization identified any gaps considering regulatory, market, governance, and actor roles aspects to initiate an origin certification process?
11. What gaps do you identify for Colombia to have a mandatory certification scheme?
12. In terms of sustainability, monitoring and compliance with environmental regulations, what aspects do you consider particularly critical?
13. Considering that some PtX products require CO₂, how can the use of biogenic or unavoidable emissions-derived CO₂ be promoted?

²⁰ “Ventanilla única” is a digital tool as a point of processing for users to access to the certification scheme.