

ACC 2680810 / DOC 2425805 /

**AUTORIZA A ECOMBUSTIBLE PRODUCTS LLC  
PROYECTO ESPECIAL DE GENERACIÓN Y  
CONSUMO DE HIDRÓGENO, SEGÚN SE INDICA.**

RESOLUCIÓN EXENTA N° 33216 /

SANTIAGO,

26 AGO 2020

**VISTOS:**

Lo dispuesto en la Ley N° 18.410, de 1985; Orgánica de esta Superintendencia, el DFL N°1, de 1978; y las Resoluciones N°6, N°7 y N°8, todas de 2019, de la Contraloría General de la República, y

**CONSIDERANDO:**

1° Que mediante presentación ingresada en esta Superintendencia con fecha 20.12.2019 (OP N°23333), la empresa ECOMBUSTIBLES PRODUCTS LLC RUT 59.289.500-5, representada para efectos de la presentación por Gonzalo Molina Ariztía, RUT 6.554.775-9, solicitó la autorización de la instalación de hidrógeno, asociada el proyecto especial denominado "Integración de Módulo de Generación de Hidrógeno para suministro a calderas pertenecientes a la minera Spence BHP" a ejecutarse en las instalaciones de la empresa Minera Spence S.A., RUT 86.542.100-1, ubicadas en las cercanías de la localidad de Sierra Gorda, comuna de Antofagasta, Región de Antofagasta.

2° Que los reglamentos de seguridad de combustibles gaseosos vigentes no contemplan requisitos de seguridad para el diseño, construcción y operación de instalaciones que produzcan, almacenen, distribuyan y/o consuman hidrógeno, sin embargo, para el registro ante esta Superintendencia, de acuerdo a lo dispuesto en el artículo 2° del DFL N°1, de 1978, el proyecto especial denominado Integración de Módulo de Generación de Hidrógeno para suministro a calderas pertenecientes a minera Spence BHP", deberá contar con la autorización de este Organismo Fiscalizador.

3° Que el proyecto presentado contempla en síntesis, la instalación de equipos para generar, almacenar y suministrar hidrógeno para su combustión, y que consiste en cuatro módulos electrolizadores de agua de 120 celdas en total que permitirán generar 266 m³/h aprox. de hidrógeno, un reactor magnético, un tanque de almacenamiento de 137 m³ de capacidad volumétrica, un tanque pulmón de 62 m³ de capacidad volumétrica, una red de acero inoxidable para la conducción del hidrógeno, que suministrará el hidrógeno en principio a dos calderas pertenecientes a la minera Spence BHP, una de 10.550 kW y otra de 3.000 kW de capacidad, las que actualmente pueden operar en forma dual, utilizando gas natural y Diesel. También el proyecto contempla la instalación de un compresor, un secador, un equipo de enfriamiento del gas hidrógeno, como equipos auxiliares.

4° Que la presentación ingresada en esta Superintendencia incluye los siguientes antecedentes:

- Antecedentes que señalan la representación legal, que incluye un contrato comodatario entre Minera Spence S.A. y Ecombustibles Products LLC, y mandato al Sr. Gonzalo Juan Molina Ariztía y otros, como representante legal.
- Proyecto de ingeniería de diseño, que considera memoria de las bases de diseño (T3314-1-PR-REP-001, Octubre 2019) y diseño seguro (T3314-1-GE-REP-005, Diciembre 2019) basado en normativas técnicas internacionales que aplican para uso de hidrógeno, memoria descriptiva respecto del cálculo de la capacidad volumétrica de tanque de almacenamiento y de la red de suministro a calderas (T3314-1-PR-REP-009, Octubre 2019), planos de lay – out, (T3314-1-M-1001 rD (ES) Arreglo General, Oct. 2019 en Rev. D; T3314-1-M-1005 rA (ES) Vista de planta y elevación, Nov. 2019, en Rev. A; T3314-1-M-1006 rA (ES) Vista de elevación, Nov. 2019 en Rev. A), de procesos y de instrumentación (T3314-1-J-0001 rA (ES) Diagrama de tuberías e instrumentación – Leyenda, Julio 2019 en Rev. A; T3314-1-J-0002 rD (ES) Diagrama de tuberías e instrumentación - Generación de H2 plataforma 1A, Oct. 2019 en Rev. D; T3314-1-J-0003 rB (ES) Diagrama de tuberías e instrumentación - Purificación de agua, Oct. 2019 en Rev. B; T3314-1-J-0004 rA (ES) Diagrama de tuberías e instrumentación - Compresión y almacenamiento de H2, Oct. 2019 en Rev. B; T3314-1-J-0005 rB (ES) Diagrama de tuberías e instrumentación - Recirculación de agua, Oct. 2019 en Rev. B; T3314-1-J-0101 rC (ES) Diagrama de tuberías e instrumentación - Operación del quemador y tren de gas, Oct. 2019 en Rev. C.
- Informe del taller HAZOP de análisis de riesgos de la instalación y las medidas de mitigación de los riesgos resultantes mediante sistemas de protección y/o aplicación de procedimientos (T3314-1-GE-REP-004 r0 IFI (ES) Metodología de taller HAZOP, Julio 2019)
- Normas técnicas nacionales o internacionales en las que se basa el diseño, construcción y operación de la planta de producción de hidrógeno, tanque de almacenamiento, tren de tuberías de gas.
- Informe de análisis comparado respecto del cumplimiento del proyecto en función de los requisitos de seguridad de las normas técnicas que se mencionan en el proyecto especial (T3314-1-GE-LST-005, Oct. 2019 en Rev. A).
- Manual de operación e inspección de la instalación (T3314-1-ME-IOM-007 eCombustible Manual de Base de Operación y Mantenimiento, Oct. 2019 en Rev. A).
- Información de dos plantas de producción y uso de hidrógeno que operan en la República del Perú, que incluye algunos parámetros de operación y de diseño.

La presentación incluye un análisis comparativo de cumplimiento de la normativa técnica seleccionada por el proyecto, respecto de su contenido relevante y de sus aplicaciones en el diseño del proyecto.

La presentación también incluye un análisis de matriz de identificación de los riesgos operacionales (HAZOP y HAZID) que abarca el sistema de tratamiento del agua, las operaciones del electrolizador, el sistema de manejo y recolección del hidrógeno que incluye el almacenamiento del hidrógeno en los tanques, la actividad del reactor magnético, el procesamiento del eCombustible, que incluye el tren de gas y la combustión del eCombustible. Además, el análisis de riesgos también aborda la integridad de la instalación frente a peligros naturales o antrópicos. Entre las materias que aborda, se considera la principal preocupación que corresponde a la posible fuga de hidrógeno, desde los diferentes subsistemas, y las medidas de mitigación que se propone a dichos riesgos.

5° Que el diseño, construcción y operación del proyecto especial presentado se basa en las normas técnicas y códigos que se detallan en la siguiente Tabla:

Códigos y estándares	Contenido relevante	Aplicación en el proyecto
NFPA 2 Código de Tecnologías de Hidrógeno.	1. Requisitos de seguridad contra incendios en lo que respecta a posibles riesgos de hidrógeno. 2. Control de fuente de ignición y señales de identificación de peligro.	• Distancias de seguridad Tabla 7.3.2.3.1.1(a) "Distancias Mínimas de Sistemas al aire libre a Exposiciones".

Códigos y estándares	Contenido relevante	Aplicación en el proyecto
	<ol style="list-style-type: none"> <li>Protección contra daños vehiculares, distancia/separación, tamaños de bolardos.</li> <li>Criterios de rendimiento específicos y escenarios de diseño requeridos: incendio, explosión, exposición a materiales peligrosos.</li> <li>Distancia mínima de sistemas exteriores a exposiciones.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de materiales de construcción no inflamables.</li> <li>Instalación de bolardos como protección ante daño por vehículos y barreras de protección de concreto.</li> <li>Instalación de cerca para prevenir acceso al espacio de trabajo del sistema de hidrógeno.</li> <li>Instalación de detectores de hidrógeno</li> </ul>
ISO/TR 15916:2015 - Consideraciones básicas de tecnologías de hidrógeno.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Producción, almacenamiento, transporte y uso.</li> <li>Propiedades básicas de combustión, explosiones, deflagración, detonación.</li> <li>Mitigación de peligros y riesgos.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Selección de acero inoxidable 316L A106B para tuberías de hidrógeno.</li> <li>Selección de mangueras de PTFE para hidrógeno.</li> <li>Instalación de arrestallamas (flame arrestors) en las chimeneas de venteo.</li> <li>Instalación de alivio de presión.</li> <li>Diseño de sistema a sostener presiones de gas no mayores de 100 psi para eliminar el efecto de fragilidad de hidrógeno (Hydrogen Embrittlement)</li> <li>Diseño de sistema a sostener temperaturas menores de 200°C para eliminar el efecto de ataque de hidrógeno (Hydrogen Attack).</li> <li>Instalación de cerca para prevenir acceso al espacio de trabajo del sistema de hidrógeno.</li> <li>Instalación de detectores de incendio.</li> </ul>
NFPA 55 - Código de gases comprimidos y fluidos criogénicos.	<ol style="list-style-type: none"> <li>Permisos y planes.</li> <li>Edificio para sala de control y niveles de protección.</li> <li>En general: gases comprimidos (inflamables) y riesgos asociados.</li> <li>Sin instalaciones en el techo, tuberías según ASME 31.3 tuberías de proceso.</li> <li>Materiales de construcción, sistemas de oxígeno y riesgos de exposición.</li> <li>Sistema de hidrógeno: componentes involucrados, mantenimiento de distancia/separación.</li> <li>Sistemas típicos de almacenamiento/dibujos de compresores (vehículo de hidrógeno).</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Uso de materiales no inflamables o poco inflamables.</li> <li>Referencia a CGA 5.5 y ASME B31.</li> <li>Especificaciones del compresor.</li> <li>Distancias de seguridad. Tabla G.2(a).</li> <li>"Distancias mínimas de exposición contra sistemas de hidrógeno gaseoso".</li> </ul>

Códigos y estándares	Contenido relevante	Aplicación en el proyecto
NFPA 70 - Código Nacional Eléctrico.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. NFPA 70: todos los requisitos eléctricos de conexión a tierra, bandejas de cables, cableado, iluminación, circuito de control del motor, etc. Ch # 5 Ubicaciones peligrosas (clasificadas) Hidrógeno: Clase 1, División 2.</li> <li>2. Requisitos para equipos eléctricos y electrónicos y cableado para todos los voltajes en Clase I, II y III, División 1 y 2.</li> </ol>	Definición de zonas peligrosas y remover equipos mecánicos/eléctricos por fuera de las zonas peligrosas de hidrogeno.
NFPA 70E - Seguridad eléctrica en lugares de trabajo.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Área de trabajo segura y práctica para los empleados en relación con los riesgos derivados del uso de la electricidad.</li> <li>2. Prácticas de trabajo relacionadas con la seguridad, mantenimiento, y requisitos de seguridad para equipos especiales.</li> </ol>	Definición de zonas peligrosas y remover equipos mecánicos/eléctricos por fuera de las zonas peligrosas de hidrogeno.
NFPA 77 - Práctica Recomendada en electricidad estática.	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Identificación, evaluación y control de la electricidad estática con el fin de prevenir los riesgos asociados (por ejemplo, incendios y explosiones).</li> <li>2. Carga por inducción (aislante, conductor).</li> <li>3. Aditivos antiestáticos, puesta a tierra de conductores aislados o ionizando el aire cerca de material aislante o conductores aislados.</li> <li>4. Energía de ignición y determinación del peligro asociado.</li> <li>5. Control de la electricidad estática y sus peligros mediante.</li> <li>6. modificación del proceso y conexión a tierra; eliminadores estáticos y factores de personal.</li> <li>7. Flujo de fluido en tuberías, mangueras, tubos y filtros (resistencia).</li> <li>8. Peligros de electricidad estática de líquidos en tanques de almacenamiento a granel, contenedores y recipientes de proceso.</li> </ol>	Selección de mangueras de PTFE para aislar eléctricamente la plataforma de celdas electrolíticas y aislar las celdas electrolíticas del resto del sistema.
CGA 5.5 - Sistema de ventilación de hidrógeno	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Propiedades del hidrógeno.</li> <li>2. Montaje y puesta a tierra de la chimenea.</li> <li>3. Relación longitud / diámetro de la chimenea con respecto a la posible deflagración y detonación.</li> <li>4. Interconexión de múltiples fuentes de hidrógeno a una chimenea común.</li> <li>5. Materiales de construcción y componentes.</li> </ol>	Consideraciones para el diseño de la chimenea de venteo de hidrógeno.



Códigos y estándares	Contenido relevante	Aplicación en el proyecto
CGA 5.6 - Sistemas de tuberías de hidrógeno	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Materiales de tuberías (aceros al carbono, aceros inoxidable, no ferrosos, aleaciones).</li> <li>2. Tuberías subterráneas, tuberías por encima del suelo y protección contra la corrosión.</li> <li>3. Análisis de riesgos y evaluación de riesgos.</li> <li>4. Válvulas y su tipo por función.</li> <li>5. Limpieza de tuberías.</li> <li>6. Estaciones de control de procesos.</li> <li>7. Fragilidad, agrietamiento por estrés.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de uniones mediante bridas (flanges) preferentemente sobre las roscadas.</li> <li>• Selección de acero inoxidable 316L y acero A106B para tuberías de hidrógeno.</li> <li>• Selección de mangueras de PTFE para hidrógeno.</li> <li>• Inclusión de "flame arrestors".</li> <li>• Inclusión de sistema de purga con nitrógeno.</li> <li>• Confirmación de tipo de válvulas que se pueden emplear.</li> <li>• Distancias de seguridad. Apéndice E</li> <li>• Tabla "Distancias típicas de seguridad para estaciones de control, aislamiento y medición".</li> </ul>
ASME B31.12 Tubos y tuberías de hidrógeno	Diseño de tuberías y códigos de instalación que también cubre selección de materiales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Selección de acero inoxidable 316L y acero A106B para tuberías de hidrógeno.</li> <li>• Especificaciones de instalaciones mecánicas.</li> </ul>
ISO 22734-1:2008: Generadores de hidrógeno usando proceso de electrólisis de agua - Parte 1: Aplicaciones industriales y comerciales	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Incluye todos los componentes del módulo de generación de hidrógeno.</li> <li>2. Seguridad en la construcción y rendimiento de generadores de hidrógeno industrial.</li> <li>3. Materiales, encerramiento, componentes involucrados (compresor, válvulas, bombas), eléctricos (protección), sistemas de control, electrolitos/membrana.</li> <li>4. Protección del personal de servicio, métodos de prueba (presión, temperatura, suministro de energía).</li> <li>5. Requisitos de separación de almacenamiento de hidrógeno-oxígeno.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones técnicas del compresor y bombas.</li> <li>• Especificaciones técnicas de las válvulas.</li> <li>• Especificaciones técnicas del sistema eléctrico.</li> <li>• Consideraciones para el diseño de la estructura que albergará el sistema de generación (Requerimientos de ventilación).</li> </ul>
ISO 14687-1:1999(en) Combustible hidrógeno - Especificaciones - Parte 1	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Clasificación de Hidrógeno: Tipo I. Grado B.</li> <li>2. Combustible industrial para generación de energía y generación de calor, excepto la aplicación de celda de combustible PEM.</li> <li>3. Tabla de requisito de calidad de hidrógeno.</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajo contenido de humedad del hidrógeno a la entrega de la caldera.</li> <li>• Requerimientos para los equipos de enfriamiento y secado del hidrógeno.</li> </ul>

6° Que mediante Oficio ORD. SEC N°2755, de fecha 03.04.2020, esta Superintendencia informó las observaciones a la empresa Ecombustibles Products LLC, respecto de los antecedentes que debían ser aclarados y/o complementados, que a continuación se indican:

- a) Respecto del conjunto electrolizador, no se aportaban antecedentes tales como certificado de conformidad o antecedente del fabricante de las celdas que conforman cada electrolizador, que acreditara el diseño para uso seguro de dicho equipo con hidrógeno.

- b) En relación con los equipos de recolección del hidrógeno ( $H_2$ ) y del oxígeno ( $O_2$ ) producido, para las tuberías que interconectan dichos equipos no se indicaba el tipo de tubería, en cuanto a sus diámetros ni la materialidad de éstas y su compatibilidad con el uso de  $H_2$ . Faltaba la memoria de cálculo de las tuberías que establezca resistencias y diámetros mínimos. Asimismo, se solicitó la respectiva memoria de cálculo de los tanques recolectores que diese cuenta del material seleccionado, sus diámetros y parámetros de diseño y el fundamento de su correspondiente selección en función con la compatibilidad con el  $H_2$  y  $O_2$ , respectivamente.
- c) Respecto de los equipos de tratamiento del  $H_2$ , tales como el compresor, secador, enfriador y reactor magnético, la presentación no indicaba las características de estos equipos, ni su aptitud o compatibilidad para el uso con  $H_2$ .
- d) En lo relativo a las memorias de cálculo de los tanques de almacenamiento y pulmón, y del tren de gas que conducirá el hidrógeno, se señaló que era necesario incorporar el análisis de los diferentes esfuerzos o sollicitaciones en condiciones estáticas y dinámicas a los que se estima que estarán sometidos los tanques y el tren de gas y las estructuras que los soporten, en especial, a las sollicitaciones sísmicas que las pudiesen afectar. También se solicitó complementar la memoria de los tanques respecto de los espesores y del material seleccionado y aptitud o compatibilidad para el uso con  $H_2$ .
- e) Respecto del sistema de purga a base de uso de nitrógeno, se debía complementar lo referido en documento T3314-1-PR-REP-001 rE "Bases de Diseño del proyecto", respecto del origen del nitrógeno, ya que en plano T3314-1-M-1005 rA no figuraba un módulo generador de nitrógeno. Además, no se explicaba en los diagramas de proceso y/o instrumentación donde se inyectaría el nitrógeno.
- f) En relación con los equipos de quemadores de las calderas, se solicitó complementar sobre la conversión que se efectuará y los procedimientos para verificar la combustión del eCombustible de manera segura.
- g) Finalmente, se requería complementar los antecedentes presentados con los procedimientos de verificación de tanques y redes de gases que se aplicarán, tales como hermeticidad, entre otros, que acrediten el diseño y construcción conforme a las normas técnicas y sus parámetros de diseño en los cuales se basó el proyecto.

7° Que mediante carta de fecha 01.06.2020, el Sr. Gonzalo Juan Molina Ariztía, en representación de la empresa Ecombustibles Products LLC, responde al Oficio ORD. SEC N°2755, de fecha 03.04.2020, acompañando los antecedentes siguientes:

- a) Certificado de conformidad del fabricante de las celdas electrolíticas ECOMBUSTIBLE PRODUCTS, LLC, en respuesta a lo indicado en la letra a) del Considerando anterior, y carta de compromiso que señala que un ente independiente especializado en certificaciones de aseguramiento y control de calidad verificará el producto terminado antes de su retiro de fábrica y/o como un paso final durante la instalación en el destino final previo a la puesta en marcha.
- b) Documento Memoria de cálculo T3314-1-PR-REP-010 rA (ES) para los tanques de recolección de hidrógeno y oxígeno y cañerías que interconectan dichos equipos, respondiendo a lo indicado en la letra b) del Considerando anterior.
- c) Catálogos del compresor, separador, enfriador, y reactor magnético, cuyas características se indican a continuación:
  - El compresor que considera el proyecto corresponde a un equipo de compresión de 3 etapas refrigerado por agua. La unidad de compresor de hidrógeno de enfriamiento de agua de la serie tipo D es un equipo especial para comprimir hidrógeno. Los equipos principales incluidos en la unidad del compresor de hidrógeno son: unidad principal del compresor de hidrógeno, motor a prueba de explosión, sistema de enfriamiento, sistema de lubricación, separador de gas/líquido, válvula y filtro de entrada de salida, y filtro de precisión de salida, sistema de sellado de nitrógeno, sistema de visualización de instrumentos, sistema de liberación de seguridad, sistema de control de ejecución de PLC, entre otros accesorios.

El compresor se utilizará principalmente para aumentar la presión y el proceso de conducción del hidrógeno. El sello está hecho de PTFE de fibra de carbono con características autolubricantes de alta resistencia. La salida está equipada con un filtro de precisión para proporcionar una presión de 0,7 MPa de suministro de gas de hidrógeno de alta pureza y alta calidad para cumplir con los requisitos del proyecto y una capacidad de flujo 320 Nm<sup>3</sup>.

- El separador se incorpora al diseño del proyecto y reemplaza al equipo secador originalmente considerado.
- El enfriador tendrá una capacidad de enfriamiento, operando a temperatura ambiente, de 35 °C para la temperatura del agua de entrada y de 12 °C para la temperatura de salida del agua.
- El reactor magnético RCS2001 que se menciona en la presentación corresponde a un equipo que modifica la estructura molecular del gas de hidrógeno que es generado dentro de las celdas de electrólisis y atraviesa el interior del reactor magnético para formar una mezcla "patentada" de combustible a base de hidrógeno de mayor valor calorífico, denominado como gas eCombustible. Los materiales utilizados para la fabricación de este equipo corresponden a Polipropileno/PVC, para el cuerpo del equipo, y Acero inoxidable 316L, para las bridas (flanges) que permiten unir este equipo a la tubería de hidrógeno.

- d) Memoria de cálculo del análisis de flexibilidad que demuestra los diferentes esfuerzos o sollicitaciones en condiciones estáticas y dinámicas a los que se estima que estarán sometidos los tanques y el tren de gas y las estructuras que los soporten, en especial, a las sollicitaciones sísmicas que las pudiesen afectar, en respuesta a la letra d) del Considerando anterior.

En estos antecedentes se incluyen: memorias de cálculo de los tanques de almacenamiento y pulmón, memoria de cálculo actualizada para el dimensionamiento del tren de gases y tanque de almacenamiento, informe de la elección de materiales de construcción para los tanques pulmón y de almacenamiento de hidrógeno.

El detalle de los antecedentes antes referidos se encuentran contenidos en los siguientes documentos:

- Memorias de cálculo de análisis de flexibilidad de las redes de tuberías, que se indican a continuación:
  - MyM-T3314-1000-P-GEN.AFLEX-001 - Condiciones Generales para desarrollar las memorias de cálculo de flexibilidad de cada una de las tuberías que conducirán el hidrógeno, basados en la Norma Extranjera ASME B31.12 "Hydrogen Piping and Pipelines ASME Code for Pressure Piping, B31".
  - MyM-T3314-1000-P-MCAFLEX-001 - Línea 1A-EH-2pulg-BJ-190A.
  - MyM-T3314-1000-P-MCAFLEX-005 - Línea 4-EH-2pulg-BD-196.
  - MyM-T3314-1000-P-MCAFLEX-006 - Línea EH-2pulg-BD-197.
  - MyM-T3314-1000-P-MCAFLEX-004 - Línea EH-4pulg-BD-195.
  - MyM-T3314-1000-P-MCAFLEX-002 - Línea EH-4pulg-BJ-190.
  - MyM-T3314-1000-P-MCAFLEX-003 - Línea EH-4pulg-BJ-194.
- Planos isométricos de las redes de tuberías de hidrógeno siguientes:
  - MYM-3314-1000-P-PL-001-REV-B-Layout de Líneas 1A-EH-2pulg-BJ-190A, EH-4pulg-BJ-190 y EH-4pulg-BJ-194.
  - MYM-3314-1000-P-PL-002 REV-B-Layout Línea EH-4pulg-BD-195.
  - MYM-3314-1000-P-PL-003-REV-B-Layout Línea 4-EH-2pulg-BD-196.
  - MYM-3314-1000-P-PL-004-REV-B-Layout Línea EH-2pulg-BD-197.
- T3314-1-PR-REP-009- rB (ES) - Memoria de cálculo de capacidad de almacenamiento de eCombustible y de tren de alimentación de gas.



- T3314-1-PR-REP-011- rA – Selección de materiales de construcción de tanques pulmón y almacenamiento de gas eCombustible.
  - ING-SOCO-ECO-DOC-001 en Rev. B - Memoria de cálculo estructural estanque de almacenamiento de hidrógeno (TAG TK07).
  - ING-SOCO-ECO-DOC-002 en Rev. B - Memoria de cálculo estructural estanque amortiguador de hidrógeno (TAG TK06).
- e) Diagramas de tuberías e instrumentación:
- T3314-1-J-0002 rG
  - T3314-1-J-0003 rE
  - T3314-1-J-0004 rE
  - T3314-1-J-0005 rE
  - T3314-1-J-0006 rC
  - T3314-1-J-0007 rA
  - T3314-1-J-0101 rE
- f) Antecedentes sobre la conversión que se efectuará y los procedimientos para verificar la combustión del eCombustible de manera segura. Etapas de desarrollo técnico para la Conversión de la Caldera Piloto rB.
- g) Especificaciones técnicas de fabricación de tanques que demuestran los requerimientos de verificación de tanques y redes de gas:
- T3314-1-FA-SPC-004 Hydrogen Buffer Tank Package rE (ES)
- T3314-1-FA-SPC-006 Hydrogen Storage Tank Skid Package rE (ES)
- T3314-1-CO-RFP-003 Mechanical and Piping Installation rE (ES)

7° Que analizados los antecedentes presentados es posible concluir que el proyecto especial cumple con las normativas de seguridad invocadas e incorpora elementos de seguridad que mitigan los riesgos en el manejo y el uso del hidrógeno, en particular respecto de los siguientes aspectos:

- La ubicación de las instalaciones de hidrógeno se encontrará dentro de otras instalaciones de la minera Spence BHP, a 1.700 m sobre el nivel del mar, distante a 150 km de la ciudad de Antofagasta, a 70 km de la ciudad de Calama y a 11 km de la localidad de Sierra Gorda.
- Las presiones de operación que considera el proyecto de planta de hidrógeno, corresponden a presiones relativamente bajas (0,7 MPa) respecto de las presiones que se presentan en instalaciones industriales de gas de otros tipos de gas.
- Instalación de instrumentación específica para áreas clasificadas Clase 1, División 2 en sectores de almacenamiento y manipulación de electrolizadores y gases
- Materiales utilizados en componentes del proyecto, tales como aceros inoxidables 316L y A106B, aptos para el uso con hidrógeno.
- Sistema de tuberías conectadas principalmente mediante uniones soldadas, por sobre uniones mediante bridas o roscadas, considerando que las moléculas de hidrógeno son más livianas y pequeñas en comparación con el aire.
- Análisis de esfuerzos que pueden afectar a las estructuras que soportarán los tanques de almacenamiento, equipos de proceso y las redes de gas que conducirán el hidrógeno, que se refleja en el diseño mecánico y estructural, basado en las condiciones sísmicas del sitio, según NCh2369.Of2003.
- Elementos de seguridad que se incorporarán para determinar eventuales fugas de hidrógeno desde redes o componentes de la instalación, tales como sensores de gases de hidrógeno y oxígeno en tanques de retención, sistemas contra incendios en los sistemas de generación y recolección de gases mediante un sistema de aspersores contra incendios diseñado según NFPA 13, entre otras medidas.
- Elementos de seguridad para precaver en caso de componentes energizados, tales como barra colectora aislada, materiales no conductores para tuberías y mangueras, protección para



cada pila para evitar la exposición directa a componentes energizados y el control de acceso al módulo energizado.

- Purgas automáticas y arrestallamas en la ventilación de los tanques de retención de hidrógeno y oxígeno, en caso de eventual combustión del contenido de dichos tanques.
- Protección de elementos a sobrecarga de tensión y sistemas de control redundante para la operación de elementos tales como el reactor magnético.
- Elementos para controlar las presiones y el flujo de hidrógeno en los diversos sistemas tales como Transmisor de presión en tanque de almacenamiento y en el tren de gas, desde la descarga del tanque de almacenamiento y aguas abajo del regulador de presión. Medidores y Controladores de flujo. Interruptor de presión elevada con alarma y válvula de alivio de presión aguas abajo del regulador de presión.
- El diseño de la instalación de hidrógeno incorpora elementos de protección (bolardos) para proteger los componentes principales de la instalación, tales como el tanque de almacenamiento de hidrógeno, para evitar que vehículos puedan impactar dichos equipos.
- La ubicación de la instalación de hidrógeno se ubicará a mayor altura respecto del nivel del terreno circundante, a objeto de prevenir inundaciones por aluviones ocasionales.

8° Que analizados los antecedentes tenidos a la vista y habiendo dado cumplimiento a las observaciones de esta Superintendencia, y dado que el artículo 2°, del DFL N°1, de 1978, del Ministerio de Minería, establece la necesidad de inscribir las instalaciones de combustibles en el registro que mantiene esta Superintendencia, corresponderá autorizar el proyecto especial denominado "Integración de Módulo de Generación de Hidrógeno para suministro a calderas pertenecientes a minera Spence BHP", a ser implementado dentro de otras instalaciones de la minera Spence BHP, a 1700 m sobre el nivel del mar, distante a 150 km de la ciudad de Antofagasta, a 70 km de la ciudad de Calama y a 11 km de la localidad de Sierra Gorda, el cual deberá cumplir con todas las disposiciones señaladas en el citado proyecto.

#### RESUELVO:

1° Autorízase el proyecto especial denominado "Integración de Módulo de Generación de Hidrógeno para suministro a calderas pertenecientes a la minera Spence BHP", en conformidad a lo dispuesto en el artículo 2°, del DFL N°1, de 1978, de Minería, a la empresa ECOMBUSTIBLES PRODUCTS LLC, RUT 59.289.500-5, representada para estos efectos por Gonzalo Molina Ariztía, RUT 6.554.775-9, a ser implementado dentro de otras instalaciones de la minera Spence BHP, a 1700 m sobre el nivel del mar, distante a 150 km de la ciudad de Antofagasta, a 70 km de la ciudad de Calama y a 11 km de la localidad de Sierra Gorda, de acuerdo con las especificaciones técnicas presentadas en el proyecto aludido, antecedentes que pasan a ser parte integrante de la presente Resolución, sin perjuicio de las normas técnicas que se dicten en lo sucesivo sobre la materia, y del cumplimiento de otras autorizaciones y permisos sectoriales.

2° La responsabilidad por el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de la instalación objeto de autorización, quedará radicada exclusivamente en la empresa ECOMBUSTIBLES PRODUCTS LLC, RUT 59.289.500-5. De igual manera, será responsable de mantener los requisitos de seguridad bajo los cuales se otorga esta autorización, durante todo el periodo de operación de la instalación.

3° Previo a la puesta en servicio, y a efecto de dar cumplimiento a lo dispuesto en el Considerando 8° de la presente Resolución, la instalación de gas hidrógeno en comento, deberá ser inscrita en esta Superintendencia, de acuerdo con lo señalado en el Artículo 2°, del DFL N°1, de 1978, del Ministerio de Minería, utilizando para ello el formulario que se adjunta en la presente Resolución, y acompañando los siguientes antecedentes:

- 3.1 Formulario de declaración, en tres copias, según formato que se adjunta a la presente Resolución.

- 3.2 Fotocopia de la cédula de identidad del representante legal y del propietario.
- 3.3 Plano de Layout general de la instalación "As Built"
- 3.4 Plano de redes de gas "As Built".
- 3.5 Memoria técnica general del proyecto.
- 3.6 Informe de pruebas y ensayos de fuga conformes de los subsistemas y equipos a la presión máxima de operación.
- 3.7 Informe de verificación del montaje de la instalación en conformidad con las exigencias del proyecto autorizado, con las firmas del profesional proyectista responsable, según lo efectivamente instalado en terreno ("As Built").
- 3.8 Copia de la Resolución que autoriza el presente proyecto especial.

4° La presente resolución sólo es válida con los antecedentes tenidos a la vista por esta Superintendencia, cualquier modificación sobre el particular, deberá ser informada oportunamente por el solicitante, para su evaluación.

**ANÓTESE, NOTIFÍQUESE Y ARCHÍVESE**

  
**LUIS ÁVILA BRAVO**  
Superintendente de Electricidad y Combustibles



SLP/ALM/PLS/HCM/JAMS

**Distribución:**

- Destinatario.
- hvidal@ivm.cl

Archivo (RE Autoriza Proyecto Especial Proyecto de Hidrógeno ECombustible – Minera Spence BHP)

- Dirección Regional SEC Región de Antofagasta.

Caso Times N° **1391049** /

## FORMULARIO DE INSCRIPCIÓN DE INSTALACIÓN DE HIDRÓGENO

### I Descripción del Tipo de Inscripción

☐ Instalación Nueva

☐ Actualización de la Instalación

☐ Por modificación

☐ Por cambio de propietario

☐ Instalación para distribución

☐ Instalación para consumo

☐ Instalación para central de  
generación eléctrica

### II Ubicación de la Instalación

Calle/Ruta \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_

Comuna \_\_\_\_\_

Región \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_

e-mail \_\_\_\_\_

### III Identificación del Propietario de la Instalación

Nombre o Razón Social \_\_\_\_\_

RUT \_\_\_\_\_

Dirección Comercial \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_

Dpto. \_\_\_\_\_

Comuna \_\_\_\_\_

Región \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_

e-mail \_\_\_\_\_

### IV Identificación del Representante Legal

Nombre Representante Legal \_\_\_\_\_

RUT \_\_\_\_\_

Dirección Representante Legal \_\_\_\_\_

N° \_\_\_\_\_

Dpto. \_\_\_\_\_

Comuna \_\_\_\_\_

Región \_\_\_\_\_

Teléfono \_\_\_\_\_

e-mail \_\_\_\_\_

.....  
Firma del Representante Legal

El propietario y/o representante legal debidamente acreditado, declara cumplir con todas las disposiciones de la Resolución de Autorización Especial y la reglamentación vigente sobre la materia, en lo que corresponda.

(Este formulario continúa al reverso)

**V Identificación del Operador de la Instalación**  
(Completar sólo si es distinto al propietario)

Nombre o Razón Social \_\_\_\_\_ RUT \_\_\_\_\_  
Dirección Comercial \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Depto. \_\_\_\_\_  
Comuna: \_\_\_\_\_ Región: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

**VI Identificación del Representante Legal del Operador**

Nombre Representante Legal \_\_\_\_\_ RUT \_\_\_\_\_  
Dirección Rep. Legal \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Depto. \_\_\_\_\_  
Comuna: \_\_\_\_\_ Región: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

.....  
Firma del Representante Legal

El operador y/o el representante legal del operador, declara asumir la responsabilidad por la seguridad de la operación, mantenimiento e inspección de la instalación de hidrógeno, la Resolución especial que la autorizó y la reglamentación vigente sobre la materia, en lo que corresponda.

**VII Identificación del Profesional que Declara**

Nombre \_\_\_\_\_ RUT \_\_\_\_\_  
Dirección \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_ Dpto. \_\_\_\_\_  
Comuna: \_\_\_\_\_ Región: \_\_\_\_\_ Teléfono: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_

N° de Registro SEC \_\_\_\_\_

.....  
Firma del Profesional

**USO EXCLUSIVO DE SEC**

**INSCRIPCIÓN EN SEC**

1. La instalación de hidrógeno, anteriormente individualizada se inscribe en SEC con el N° \_\_\_\_\_ de fecha \_\_\_\_\_.
2. El presente documento es válido por un año para ser presentado en la Municipalidad correspondiente.

.....  
Nombre y firma del Funcionario