

**AUTORIZA A LA PONTIFICIA UNIVERSIDAD
CATÓLICA PROYECTO ESPECIAL
EXPERIMENTAL DE INSTALACIÓN DE GAS
PARA MEZCLA DE HIDRÓGENO CON GAS
LICUADO/GAS NATURAL, SEGÚN SE INDICA.**

VISTOS:

Lo dispuesto en la Ley N°18.410, de 1985; Orgánica de esta Superintendencia, el DFL N°323, de 1931, Ley del Gas; el DFL N°1, de 1978; Decreto Supremo N°66, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprobó el Reglamento de Instalaciones Interiores y Medidores de Gas; 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 presentaciones ingresadas en esta Superintendencia con fechas 19.11.2021 (OP N°137066); 04.02.2022 (OP N°145948 y 145949); 27.05.2022 (OP N°160471), la Universidad Pontificia Universidad Católica de Chile, RUT 81.698.900-0, en conjunto con la empresa Abastible S.A., RUT 91.806.000-6, representada para estos efectos por el Sr. Tomás Alberto Dalla-Porta Fernández, RUT 7.398.074-7, se solicitó la autorización de la instalación interior de gas en donde se mezclará hidrógeno con gas licuado de petróleo y con gas natural, asociada al proyecto experimental denominado "Pruebas laboratorio Hidrógeno-Gas Licuado/Gas Natural" a ejecutarse en las instalaciones del laboratorio del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, campus San Joaquín, de la Universidad Católica de Chile, ubicado en Avda. Vicuña Mackenna N°4860, comuna de Macul, Región Metropolitana.

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 con lo dispuesto en el artículo 2° del DFL N°1, de 1978, del Ministerio de Minería, el proyecto especial denominado "Pruebas laboratorio Hidrógeno-Gas Licuado/Gas Natural" deberá contar con la autorización de este Organismo Fiscalizador.

3° Que el proyecto presentado contempla, en síntesis, la instalación de tuberías y equipos de prueba para mezclar y combustionar mezclas de hidrógeno con gas licuado de petróleo e hidrógeno con gas natural, y que consiste en la implementación de una red interior de acero inoxidable, un mezclador de gases, dos quemadores y una caldera. A dichos equipos de prueba se les suministraría hidrógeno mediante una red interior de acero inoxidable de ½ pulgada, el cual se mezclará en distintas proporciones con gas licuado de petróleo, en adelante GLP, que se abastecerá desde una central de GLP a través de una red interior de GLP, y además se contempla modificar una red interior de gas natural para el mismo fin. El hidrógeno será proporcionado por la empresa Linde S.A. mediante dos conjuntos de cilindros verticales de 9 cilindros cada uno. El objetivo del proyecto será someter a pruebas de operación los quemadores de gas con mezclas de hidrógeno con GLP y con gas natural, en un ambiente controlado dentro de un recinto del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalurgia. El proyecto tiene una finalidad experimental de índole académico y operará durante un período acotado de tiempo de 6 meses aprox.

Este proyecto permitirá generar conocimiento a nivel nacional y desarrollo de capacidades para implementar dichas soluciones en instalaciones industriales futuras. Entre los parámetros que se buscarán verificar en dichas pruebas se encuentra la concentración de O₂, CO₂, CO y NO_x en los gases de combustión, aumento de temperatura en la cámara de combustión y eficiencia, entre otros parámetros.



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537

V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

El objetivo de las pruebas es analizar experimentalmente distintos parámetros en mezclas de gas natural y GLP con hidrógeno (GN/GLP - H₂) en el proceso de combustión en una caldera, con la finalidad de extrapolar, soluciones escalables a clientes industriales. Para llevar a cabo dichas pruebas se propone diseñar e implementar un sistema de mezclado GLP/GN-H₂ que cumpla con todos los niveles de seguridad de la reglamentación vigente y las normas técnicas que aplican al diseño y operación de instalaciones y equipo que utilicen hidrógeno.

El sistema de mezclado está diseñado para operar a una presión de 1.5 bar, y posterior a efectuar la mezcla de gases, la presión se reduce mediante un regulador marca Medenus R101 a las condiciones requeridas por el quemador de 50 mbar aprox. Para probar distintos porcentajes de mezclas de gases, se utilizan dos quemadores:

- Ecoflam modelo Max Gas 250 PR, el cual se utilizará para hacer mezclas hasta un máximo de 30% de hidrógeno,
- Oilon, modelo GP- 50M WD33, el cual está especialmente diseñado desde fábrica para combustionar mezclas hasta un 60% de hidrógeno.

Dichos quemadores se instalarán en una caldera marca Paradies, de una potencia de 190 kW. Esta caldera cuenta con distintos tipos de sensores los que permitirán evaluar el comportamiento de las distintas mezclas de gases de combustión y su impacto en distintos parámetros de la combustión.

Para suministrar GLP al sistema de mezclado se instalará una central de GLP que constará de 3 tanques de 0,45 m³ c/u de capacidad, junto con la instrumentación necesaria para abastecer de GLP a una presión de 1.5 bar a la entrada del mezclador. El diseño de esta central y la seguridad asociada se encuentran reguladas por el Decreto Supremo N°108, de 2013, del Ministerio de Energía, que aprobó el Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento, Transporte y Distribución de Gas Licuado de Petróleo, y sus Operaciones Asociadas.

El suministro de gas natural se efectuará desde la actual red de gas natural de la instalación, la cual se modificará para conducir el gas natural al mezclador. El diseño de la red interior de gas y su operación asociada se encuentran reguladas por el Decreto Supremo N°66, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprobó el Reglamento de las Instalaciones Interiores y medidores de Gas. dichos cambios de igual forma seguirán los pasos actuales de la normativa nacional.

El suministro de hidrógeno se efectuará desde el conjunto de cilindros verticales intercambiables, de 9 cilindros cada uno, cuyo emplazamiento será implementado por la empresa Linde cumpliendo con los requisitos del Decreto Supremo N°43, del Ministerio de Salud. El hidrógeno se conducirá mediante una red interior de acero inoxidable de ½ pulgada, la cual cumplirá con los requisitos de diseño de la norma extranjera ASME B31.12-2014 "Hydrogen Piping and Pipelines".

4° Que la presentación ingresada con fecha 19.11.2021 en esta Superintendencia incluyen los antecedentes siguientes:

Carta de presentación Proyecto Pruebas Piloto H₂-GL/GN, de fecha 19.11.2021, versión 0, del proyecto especial de hidrógeno en el Departamento de Ingeniería Mecánica de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

- a) Documento Descriptivo "Pruebas laboratorio Hidrógeno- Gas Licuado/ Gas Natural
- b) Diagrama de tuberías e instrumentación o P&ID IP-607-21-DWG-PIP-001 "Mezclador de gases y quemador OILON modelo GP-50M", de fecha 09.11.2021. en Rev.0.
- c) Ficha técnica Quemador OILON;
- d) Fotografías de la caldera Paradise.



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

5° Que mediante Oficio ORD. SEC N°103430, de fecha 28.01.2022, esta Superintendencia informó a la empresa Abastible S.A., respecto de la pertinencia o no de solicitar la autorización temporal para implementar un proyecto piloto que consistiría en la implementación y operación de equipos de prueba con el fin de analizar experimentalmente distintos parámetros con mezclas de gas natural e hidrógeno y de gas licuado de petróleo e hidrógeno, en el proceso de combustión en una caldera, en respuesta a la carta presentada por Abastible S.A. con fecha 19.11.2021 (OP N°137066), señalando lo siguiente:

- 5.1 Evaluado los antecedentes presentados, esta Superintendencia señala que el proyecto experimental antes referido deberá ser presentado bajo el marco de proyecto especial, según el artículo 7°, del Decreto Supremo N°66, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprobó el Reglamento de Instalaciones Interiores y Medidores de Gas, considerando que la instalación interior de gas referida en el punto anterior del presente oficio ORD. corresponde a nueva tecnología, la que utilizaría diferentes tipos de mezcla de gases que son diferentes a las comprendidas en el cuerpo del reglamento antes mencionado.
- 5.2 Por el motivo antes señalado, el titular de la instalación deberá presentar los antecedentes técnicos, los cuales deberán estar técnicamente respaldados en normativa nacional o extranjera internacionalmente reconocidas o por estudios técnicos específicos que permitan mantener el mismo nivel de seguridad del reglamento establecido mediante el DS N°66, de 2007. Entre los antecedentes a presentar, se deberá incluir los antecedentes de conformidad de los quemadores de gas avalados con los correspondientes ensayos que respalden dichos documentos, un análisis de la ventilación del recinto, y una evaluación de riesgos de la instalación de gas que incluya las condiciones del entorno en donde se instalará la caldera y sus equipos anexos, y las medidas de mitigación de los riesgos que se hayan evaluado.
- 5.3 Podrá utilizar como base para efectuar la presentación del proyecto especial, la Guía de Hidrógeno publicada por esta Superintendencia. El documento de la Guía de Hidrógeno puede ser obtenida desde el siguiente enlace electrónico: <https://www.sec.cl/ingreso-proyectos-de-hidrogeno-verde/>.

6° Que posteriormente, con fecha 04.02.2022, modifica y complementa su presentación con los antecedentes siguientes:

- a) Carta de presentación Proyecto Especial en respuesta, de fecha 04.02.2022, del proyecto especial de hidrógeno en Pontificia Universidad Católica de Chile.
- b) Informe Proyecto Especial "Pruebas laboratorio Hidrógeno- Gas Licuado/ Gas Natural indicando descripción del proyecto, normativa aplicable, equipos principales, memoria de cálculo y seguridad en instalaciones.
- c) Memoria de Cálculo: Dimensionamiento de Líneas de GN/GLP y H2 (IP-607-21-MC-MEC-001-A), de fecha 22.11.2021, en Rev. B.
- d) Planos de Ingeniería siguientes:
 - i) Plano isométrico de tuberías del mezclador de gases y quemador, IP-607-21-DWG-PIP-001 "ISOMÉTRICO PIPING MEZCLADOR DE GASES Y QUEMADOR OILON MODELO GP-50M", de fecha 23.12.2021, en Rev. 1.
 - ii) Plano de tuberías e instrumentación IP-607-21-DWG-PRO-002 "P&ID MEZCLADOR DE GASES Y QUEMADOR ECOFLAM MODELO MAX GAS 250 E PR TL", de fecha 09.11.2021, en Rev. 0.
 - iii) Diagrama de tuberías e instrumentación IP-607-21-DWG-PRO-001 "P&ID MEZCLADOR DE GASES Y QUEMADOR OILON MODELO GP-50M", de fecha 09.11.2021, en Rev. 0.
 - iv) Plano de Layout IP-607-21-DWG-GEN-001 "DISPOSICION GENERAL MEZCLADOR DE GASES Y QUEMADOR OILON MODELO GP-50M", de fecha 23.12.2021, en Rev. 2.
 - v) Plano de Layout IP-607-21-DWG-GEN-001 "DISPOSICIÓN GENERAL MEZCLADOR DE GASES Y QUEMADOR ECOFLAM MODELO 250 MAX E PR TL", de fecha 23.12.2021, en Rev. 1.



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

- vi) Plano Flange Quemador Ecoflam max250 E PR TL IP-607-21-DWG-MEC-001 “FLANGES DE CONEXIÓN CALDERA PARADIES PARA QUEMADOR OILON y ECOFLAM”, de fecha 22.11.2021, en Rev. B.
- vii) Planos eléctricos del quemador OILON:
- Plano EL001485_101, “SHEET LIST 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 1
 - Plano EL001485_101, “GUIDE SHEET 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 9
 - Plano EL001485_101, “GROUNDING DIAGRAM 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 10.
 - Planos EL001485_101, “WIRING DIAGRAM 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheets 11, 12, 13 & 14.
 - Plano EL001485_101, “LAYOUT 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 20.
 - Planos EL001485_101, “MOTOR DATA 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheets 98 & 99.
 - Planos EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM POWER SUPPLY 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheets 100, 101, 102 & 103.
 - Plano EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM START CONTROL CIRCUIT 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 104.
 - Plano EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM BURNER SAFETY LOOP 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 105.
 - Plano EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM OPERATOR PANEL, SERVOMOTOR 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 106.
 - Plano EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM BUS CABLING 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 107.
 - Plano EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM FLAME DETECTOR 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 110.
 - Plano EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM FUEL VALVES 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 111.
 - Planos EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheets 113 & 114.
 - Planos EL001485_101, “CIRCUIT DIAGRAM EXTERNAL FIRING-RATE 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheets 115 & 116.
 - Plano EL001485_101, “WIRE LIST 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 400.
 - Plano EL001485_101, “CABLE W1 A1/A200 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 598.
 - Plano EL001485_101, “CABLE MANUFACTURING GUIDE 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 599.
 - Planos EL001485_101, “CABLE CONNECTION LIST 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheets 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611 & 6012.
 - Plano EL001485_101, “PART LIST 50 .. 90 M/MH WD3x”, de fecha 20.11.2020. en Rev. A., Sheet 900.
- e) Normas internacionales:
- i) NFPA2 Hydrogen Technologies Code 2020.
 - ii) ASME B31.12-2011 “Hydrogen Piping and Pipelines”.



7° Que mediante Oficio ORD. SEC N°107816, de fecha 07.03.2022, esta Superintendencia informó a la PUC Universidad Católica de Chile, las observaciones encontradas a las presentaciones realizadas con fechas 04.02.2022 (OP N°145948 y 145949); respecto de los antecedentes que debían ser aclarados y/o complementados, y que a continuación se indican:

7.1 Antecedentes Generales. En el punto 2 del proyecto. Introducción del Proyecto, se debe individualizar:

- Solicitante: Nombre o razón social, RUT, domicilio, correo electrónico y número telefónico.
- Representante legal de la solicitante: Nombre, RUT, domicilio, correo electrónico y número telefónico.
- Responsable ante la tramitación en SEC: Nombre, RUT, domicilio, correo electrónico y número telefónico.

Asimismo, se debe presentar documentación legal, en particular:

- Copia legalizada de Constitución legal de la persona jurídica.
- Copia legalizada RUT de la persona jurídica.
- Certificado de vigencia de persona jurídica (Con antigüedad no mayor a 6 meses).
- Copia autorizada de los estatutos y de los instrumentos en que conste la personería del representante legal.
- Copia legalizada de la cédula de identidad del representante legal de la persona jurídica.

En el punto 2.2 del proyecto, indica Ubicación Referencial del Proyecto. Se debe complementar, indicando coordenadas referenciadas, altura y datos de dirección, comuna y región

7.2 En el punto 3.1 del proyecto, indica Referencia a Otros Proyectos de Hidrógeno, y describe un proyecto de la empresa ENGIE Gas Chile, “instalación de una planta de producción de hidrógeno gaseoso (GH2) para suministro de grúas horquilla” y el proyecto “Integración de módulo de generación de Hidrogeno para suministro a calderas pertenecientes a la minera Spence BHP”, en circunstancias que en dicho punto se debe describir proyectos similares al que se está presentando, lo que en la especie no ocurre, atendido que dichos proyectos son distintos tanto en la normativa a aplicar como en el sistema a utilizar.

7.3 En el punto 4 del proyecto, Normativa Aplicable al Proyecto, para la evaluación del informe de análisis normativo se recurrió a los puntos 4 y el anexo 8.3. Al respecto, se recomienda consolidar su presentación, utilizando el formato de matriz de comparación normativa, dispuesta en la guía de apoyo para la solicitud de autorización de proyectos especiales de hidrógeno.

Además, se requiere indicar la versión de la norma ASME B31.12 que se utilizará; incluir cita textual del párrafo de la norma en original y con su debida traducción; e indicar como se da cumplimiento a los elementos identificados de la norma ASME B31.12 aplicados al proyecto.

Asimismo, se debe complementar su presentación, analizando exhaustivamente como se aplicará a elementos de seguridad como distancias mínimas de seguridad, rotulación de equipos, válvulas, venteo.

Por último, se adjunta NFPA-2 (2020), pero no se indica su aplicación en el proyecto

7.4 En el punto 6 del proyecto, Memoria de Cálculo y Planos, se debe presentar: plano de planta (lay-out) de toda la instalación, el cual debe incluir elementos desde el almacenamiento hasta el consumo. Además, se requiere presentar: planos con distancias mínimas de seguridad; planos de obras civiles y fundaciones; y memoria de cálculo sísmica.

7.5 En el punto 7 del proyecto, Seguridad en Instalaciones, se debe presentar planos que muestran clasificación de zonas de riesgo y estudio de cálculo de áreas clasificadas.



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

8° Que mediante respuesta al Oficio ORD.

SEC N°107816, de fecha 07.03.2022, el interesado con fecha 27.05.2022 presenta los antecedentes siguientes:

- a) Carta de presentación del proyecto especial "Pruebas laboratorio Hidrógeno- Gas Licuado/ Gas Natural.
- b) Carpeta con antecedentes PUC, que contiene lo siguiente:
 - i) Copia legalizada del Rol Único Tributario, de fecha 26.05.2022, otorgado por el SII a Pontificia Universidad Católica de Chile, en el cual se individualiza el número de RUT y la dirección de la empresa.
 - ii) Copia simple de la cédula de identidad del representante legal.
 - iii) Copia legalizada de Poder Especial Pontificia Universidad Católica de Chile. Repertorio N°1.040-2022, de fecha 27 de enero 2022, en el cual consta la personería del representante legal a Tomas Dalla Porta Fernández y Otra.
 - iv) Copia legalizada de Protocolización Antecedentes Pontificia Universidad Católica de Chile otorgado el 10 de septiembre de 2021 ante notario Valeria Ronchera Flores, repertorio N° 10.009-2021.
 - v) Certificado de Vigencia, de fecha 05 de mayo de 2022, N°06/05341 de la Subsecretaría de Educación Superior a Pontificia Universidad Católica de Chile, firmado por Katherine Schiaffo Pauzoca, Jefa de la Unidad de Registro Institucional.
- c) Informe del proyecto especial "Pruebas laboratorio Hidrógeno- Gas Licuado/ Gas Natural, de mayo 2022 que incorpora el estudio de evaluación de riesgos del sistema y la matriz con medidas de mitigación "Informe de PHA Blending H2-GLP/GN 001, Enero 2022, en Rev. 1; y el Informe de Áreas Clasificadas.
- d) Memoria de cálculo IP-607-21-MC-MEC-001-A, DIMENSIONAMIENTO DE LÍNEAS DE GN/GLP/H2, de fecha 22.11.2021, en Rev. B.
- e) Informe de clasificación de áreas peligrosas según NFPA 497 IP-160-22-INF-GEN-001, "INSTALACIÓN SISTEMA DE BLENDING GLP/GN + H2", Abril 2022, en Rev. C.
- f) Planos de Ingeniería siguientes ya individualizados en el literal d), del Considerando 6° de la presente Resolución.
- g) Declaración del fabricante OILON 211126_Statement_FP007292, de fecha 26.11.2021, respecto del diseño, fabricación y ensayo del quemador OILON GP-50M WD33 para operar con gas licuado de petróleo (GLP) o gas natural (GN) hasta un 60% con H₂.
- h) Manual del quemador ECOFLAM y manual y data sheet del quemador OILON.
- i) Especificaciones técnicas de los equipos siguientes:
 - i) IP-607-21-ET-MEC-002 Quemador ECOFLAM 1 Max Gas 170 PR – 250 E PR Lt.
 - ii) IP-607-21-MN-MEC-002 Quemador ECOFLAM 2 Max Gas 170 PR – 250 E
 - iii) Caldera de ensayos PARADIES tipo S.
 - iv) IP-607-21-MN-MEC-004 Regulador de presión de gas MEDENUS R101.
 - v) IP-607-21-DS-INC-003 Válvulas de aguja NB, ND, NDH, NF, NFH, NG, NGH, NR, NRG, NT, UN, NUH y NY.
 - vi) IP-607-21-MEC-001 Quemador OILON GP-50M WD33.
 - vii) IP-607-21-MN-MEC-001 Quemador OILON GP-90M WD33.
 - viii) IP-607-21-DS-INC-001 Medidor de flujo Coriolis Proline Promass K 10.
 - ix) IP-607-21-DS-INC-002 Medidor de flujo por dispersión térmica Proline t-mass F 300.
 - x) Válvula de bloqueo de gas VGD20.4011.
- j) Memorias de cálculo siguientes:
 - i) Memoria de cálculo estructural IP-160-22-MC-CIH-001-B "Memoria Losa GLP", de fecha 03.05.2022, en Rev. B.



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

- ii) Memoria de cálculo estructural IP-160-22-MC-CIH-002-B “Memoria Losa H2”, de fecha 03.05.2022, en Rev. B.
- iii) Memoria de cálculo estructural IP-160-22-MC-CIH-003-B, “Memoria Losa Caldera y cañerías”, de fecha 09.05.2022, en Rev. C.
- k) Planos de obras civiles siguientes:
 - i) Plano IP-160-22-DW-CIH-001, “LOSA DE FUNDACIÓN ESTANQUES GL”, de fecha 18.04.2022, en Rev. B.
 - ii) Plano IP-160-22-DW-CIH-002, “LOSA RACK CILINDROS H2”, de fecha 18.04.2022, en Rev. B.
 - iii) Plano IP-160-22-DW-CIH-003, “PLANTA/ LOSA CALDERA DETALLES VIGAS 01-02”, de fecha 18.04.2022, Rev. B.
 - iv) Plano de detalle losa caldera IP-160-22-DW-CIH-004, “DETALLES 01-02-03”, de fecha 18.04.2022, Rev. B.
- l) Normas internacionales:
 - i) NFPA2 Hydrogen Technologies Code 2020.
 - ii) ASME B31.12-2011 Hydrogen Piping and Pipelines, ambas en idioma original (inglés).

9° Que el diseño, construcción y operación del proyecto especial presentado se basa en las normas técnicas y códigos que se detallan en la tabla siguiente:

	Código/Estándar	Contenido Relevante
1	ASME B31.12-2014 - “Hydrogen Piping and Pipelines”	Requerimientos generales (Part GR): Materiales
		Tuberías industriales (Part IP): Tubería industrial
		Capítulo IP-2: Criterios de diseño (Páginas 73-74)
		Capítulo IP-3 Presión y espesor de cañería (Página 81)
		Apéndice mandatorio I – Diseño de tuberías de gas en instalaciones de superficie. Velocidad de erosión (Página 158).
2	NFPA 497 - "Práctica Recomendada para la Clasificación de Líquidos Inflamables, Gases o Vapores Inflamables y de Áreas Peligrosas (Clasificadas) para Instalaciones Eléctricas en Áreas de Procesamiento Químico"	Estudio de áreas clasificadas. Zona 0, 1 y 2
3	Pliego Técnico Normativo RCI N°12 “Instalaciones en ambientes explosivos”	Estudio de áreas clasificadas Grupo II - Zona 0
4	NCh170Of.85 “Hormigón – Requisitos generales”	Cálculo de la resistencia estructural de losas
5	NCh433.Of2011 “Diseño sísmico de edificios”	Zonas sísmicas.
6	NCh1537.Of2009 “Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso”.	Cálculo de la resistencia estructural de edificios
7	NCh2369.Of2003 - “Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales	Cálculo sísmico de estructuras
8	NCh3171.Of2010 “Diseño estructural – Disposiciones generales y combinaciones de cargas”	Criterios para el cálculo de cargas combinadas.
9	Código ACI 318 “Building Code Requirements for Structural Concrete”	Interacción, corte y diseño de anclajes (Capítulo 17).

El detalle de los aspectos que aplican de las normas de referencia al proyecto proyecto experimental denominado “Pruebas laboratorio Hidrógeno-Gas Licuado/Gas Natural”, se muestra a continuación:



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

9.1 ASME B31.12-2014 - “Hydrogen Piping and Pipelines”

	Contenido relevante		Aplicación en el proyecto
	Capítulo	Subcapítulo	
1	GR-1 Alcance y definiciones	GR-1.1 Alcance	Se operará con hidrogeno en estado gaseoso con una aplicación del tipo tubería industrial (IP), y el proyecto está diseñado para cumplir con lo estipulado en las partes GR, IP y los apéndices mandatorios pertinentes.
2	GR-2 Materiales	GR-2.1.1 Materiales y especificaciones	Las tuberías seleccionadas son de acero inoxidable ASTM A312 TP316L, compuestas por material contemplado en la Tabla GR 2.1.1-1, es decir, el material cumple con los requerimientos de la parte IP del código.
3	IP-3 Diseño a presión de componentes del sistema de tubería	IP-3.2 Tubería recta.	Para efectos del proyecto se utiliza esta fórmula para calcular el espesor mínimo que debe tener la tubería a utilizar, en este caso, se debe considerar una presión interna y utilizar el punto IP-3.2.1.
		IP-3.2.1 Tubería recta bajo presión interna	Considerando los parámetros de operación del sistema de tuberías y las propiedades del material elegido se determina que una tubería con SCH 40 cumple con superar el espesor mínimo de diseño a presión.
4	Apéndice mandatorio I. Diseño de instalaciones sobre tierra para gas hidrógeno.	I-3.4.5 velocidades del hidrógeno gaseoso.	La selección de diámetros internos de las tuberías debe ser tal que la velocidad máxima de operación sea menor a la velocidad de erosión del hidrogeno en las condiciones de operación.

9.2 NFPA 497 "Práctica Recomendada para la Clasificación de Líquidos Inflamables, Gases o Vapores Inflamables y de Áreas Peligrosas (Clasificadas) para Instalaciones Eléctricas en Áreas de Procesamiento Químico"

	Contenido relevante		Aplicación en el proyecto
	Capítulo	Subcapítulo	
1	4. Clasificación de materiales combustibles	4.4.2 Productos químicos seleccionados	Características de los gases gas licuado de petróleo, gas natural (ambos Grupo D) e hidrógeno (Grupo B).
2	5. Clasificación de áreas Clase I (Materiales combustibles)	5.8.4 Determinación de la extensión del área clasificada	Determinación del área clasificada de la instalación de hidrógeno. Caldera: Clase I – Zona 0.

9.3 Código ACI 318 “Building Code Requirements for Structural Concrete”

	Contenido relevante		Aplicación en el proyecto
	Capítulo	Subcapítulo	
1	17. Anclaje al concreto	-	Parámetros de la propiedad de los materiales utilizado en el cálculo de la resistencia del anclaje de Caldera a la losa de hormigón.

9.4 Normas Chilenas

	Norma Chilena	Contenido relevante	Aplicación en el proyecto
1	NCh170Of.85 “Hormigón – Requisitos generales”	Cálculo de la resistencia estructural.	Cálculo de la resistencia estructural de losas cilindros H2 y Caldera.
2	NCh433Of.2011 “Diseño sísmico de edificios”	Zonas sísmicas.	Determinación de la zona sísmica en la que se construirá la instalación de hidrógeno.
3	NCh1537.Of2009 “Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso”.	Cálculo de la resistencia estructural de edificios.	Cálculo de la resistencia estructural de losas cilindros H2 y Caldera.



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

	Norma Chilena	Contenido relevante	Aplicación en el proyecto
4	NCh2369.Of2003 - "Diseño sísmico de estructuras e instalaciones industriales"	Cálculo sísmico de estructuras	Cálculo de resistencia sísmica para las losas que soportan la caldera y la sujeción de la tubería. Memoria de cálculo IP-160-22-CIH-003.
5	NCh3171.Of2010 "Diseño estructural - Disposiciones generales y combinaciones de cargas"	Criterios para el cálculo de cargas combinadas.	Cálculo de la resistencia de la losa ante cargas combinadas dadas por la carga permanente de la losa, sobrecargas, carga de la caldera y cargas sísmicas horizontal y vertical

9.5 Otros Reglamentos.

	Reglamento		Contenido relevante	Aplicación en el proyecto
1	DS N°66, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción “Reglamento de Instalaciones Interiores y Medidores de Gas”.	Disposiciones de la red de media presión GLP/GN.	Art. 45.2.9 Dimensiones de las tuberías. Letra d) caída de presión permitida.	Sistema de mezclado y red de tuberías. Velocidad de diseño de cañerías
			Art. 46.2.2 Protección contra daños por acción mecánica.	Disposiciones respecto a la profundidad y sistema de recubrimiento.
			Art. 46.2.3 Protección contra la Corrosión.	Sistema de protección de corrosión por contacto de tubería con otros metales.
			Art. 46.5.4 Ubicaciones prohibidas.	Consideraciones respecto a la ubicación de las redes de media presión.
			Art. 78.3.3 Montaje.	Disposiciones de soldadura para uniones de cañerías.
		Disposiciones de la red de media presión GLP	Art. 10.38.2 Suministro intermitente	Afianzado de tuberías.
			Art. 45.2. Tuberías Metálicas, Uniones y Accesorios. 45.2.2, letra c) Usos generales en baja y media presión.	Tipo de acero Schedule 40.
2	DS N°108, de 2013, del Ministerio de Energía, Reglamento de Seguridad para el Almacenamiento y Distribución de Gas Licuado de Petróleo y sus Operaciones Asociadas.	Capítulo 6. Montaje de los Sistemas de GLP. Art. 39. La ubicación y el montaje de los Sistemas de GLP deberán cumplir con lo establecido en la NFPA 58 - 2004	6.3 Distancias de separación entre recipientes. (NFPA 58)	Distancias de seguridad para la ubicación del tanque de GLP.
			6.6. Instalación de recipientes. 6.6.1. Requisitos Generales.	Anclaje de recipientes (6.6.1.6).
			6.6.3 Instalación de recipientes ASME Horizontales sobre superficie.	Disposiciones respecto de la base del tanque (6.6.3.1).
3	DS N°43, de 2016, del Ministerio de Salud, que aprobó el “Reglamento de Almacenamiento de Sustancias Peligrosas”.	Título IV Almacenamiento de Gases Envasados.	Art. 65 Sustancias peligrosas, Clase 2, según NCh382:2013	Clasificación de los gases.
			Art. 68 Almacenamiento de gases según clasificación y división de riesgo y señalizados según NCh219Of.2003	Área de almacenamiento menor a 3 m². Almacenamiento no exclusivo.
		Párrafo I Gases Inflamables	Art.70 Las instalaciones eléctricas en áreas de almacenamiento de gases inflamables deberán ser a prueba de explosión o intrínsecamente seguras.	Distanciamiento de zonas eléctricas.



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

10° Que mediante el antecedente indicado en la letra c) del Considerando 8°, se presentan los antecedentes relativos a la evaluación de los riesgos levantados, efectuada mediante la metodología “What If”, y la descripción de las medidas de mitigación en las fase de operación, como consecuencia de eventuales desviaciones en el diseño, construcción, modificación de la instalación, de los cuales se extraen aquellos relevantes y que se relacionan con los aspectos de seguridad asociados a la instalación de hidrógeno, según se indica a continuación:

Descripción del Riesgo (¿Qué pasa si?)	Tipo de riesgo	Causa	Consecuencia	Control (Safeguards)	Recomendaciones
Suministro GN/GLP					
El recipiente GLP tiene fuga o se rompe.	Alto	Recipiente defectuoso (Corrosión/fatiga de material)	Pérdida de contención en fase gaseosa (Inflamación)	Prueba de hermeticidad.	
	Alto	Choque o colisión.	No hay	Check list de verificación de la instalación por tripulación de camión Granel GLP.	Instalar señalética y barrera de contención en zona de almacenamiento.
					Difundir plan de emergencia de la instalación.
					Evaluar restringir ingreso de vehículos en estacionamiento cercano a la ubicación de los recipientes.
Sobrellenado de recipiente GLP.	Medio	Error operacional.	Pérdida de contención por apertura de la válvula de seguridad en fase gaseosa (Inflamación).	Indicador de nivel y válvula de máximo llenado.	Plan de capacitación a las tripulaciones de los camiones granel en eventos de carga y descarga de GLP.
		Falla en válvula de llenado de recipiente.		Atención inmediata personal de emergencia.	Difundir plan de emergencia de la instalación.
Suministro de H ₂					
Fuga de hidrógeno en la central.	Medio	Error en la conexión (flexible).	Posible generación de mezcla inflamable.	Atención inmediata personal de emergencia.	Instalar detector de gases de inflamabilidad multigas con alarma visual.
					Implementar prueba de hermeticidad antes de realizar el proceso de carga de H ₂ .
					Plan de capacitación del proceso de interconexión de rack de H ₂ .



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

Descripción del Riesgo (¿Qué pasa si?)	Tipo de riesgo	Causa	Consecuencia	Control (Safeguards)	Recomendaciones
Falla el regulador de presión.		Error operacional (Manipulación inadecuada del equipo)	Mayor presión de H ₂ en el sistema	Instalación de Manómetro para visualizar la presión en el equipo	Plan de capacitación del proceso de interconexión de rack de H ₂ .
Choque o colisión al equipo rack de H ₂ .	Medio	Error humano durante la conducción	Fuga de H ₂ (incendio)	Atención inmediata personal de emergencia.	Delimitar e instalar barrera de contención en zona de almacenamiento H ₂ .
Línea GLP/GN					
La presión de H ₂ es mayor a la presión de GN/GLP.	Medio	Falla de la válvula reguladora.	Falla en la caldera (Sobrecalentamiento).	Operador de la caldera in situ.	Plan de capacitación a operador de la caldera y al personal de pruebas en variables críticas del proceso.
				Instalación de manómetro de entrada/Flujómetros.	Procedimiento de protocolo de pruebas con especificaciones técnicas y de seguridad.
				Instalación de válvula de corte. Regulación de caudal automatizada (Por diferencia de presión).	Realizar mantenimiento a la caldera.
Falla de los accesorios en las líneas de H ₂	Alto	Anomalía de válvula y accesorios por uso. Cambio del quemador.	Fuga de H ₂	Protocolos de calidad (pruebas de hermeticidad)	Realizar la verificación de las líneas y accesorios antes de la puesta en servicio con informe acordado entre ambas partes.
				Atención inmediata personal de emergencia.	Realizar prueba de hermeticidad para verificar fugas en la línea producto del cambio del nuevo quemador.
Baja presión de GLP/GN	Medio	Recipiente vacío o corte de gas en campo	Falla en la caldera (Sobrecalentamiento).	Operador de la caldera in situ.	
				Presostato de alta y baja presión	
				Autoregulador por quemador modulante	



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

Descripción del Riesgo (¿Qué pasa si?)	Tipo de riesgo	Causa	Consecuencia	Control (Safeguards)	Recomendaciones
Fuga de H ₂ en el interior.	Medio	Rotura de línea o daño en accesorios	Incendio	Extintores RCI	Instalación de sensores de H ₂ móvil y fijo en la sala de la caldera.
				Protocolos de calidad (pruebas de hermeticidad)	Equipos sólo asociados a la actividad.
				Atención inmediata personal de emergencia.	Realizar pruebas de hermeticidad por parte del operador.
				Línea diseñada en acero inoxidable 316L.	Verificar correcta operación del extractor mediante inspección visual. Verificar recomendaciones de las líneas de H ₂ cuando no estén en operación.
Incendio en la dependencia	Alto	Incendio por vehículo	Riesgo de quemaduras personal	Activación de brigada de emergencia	Plan de capacitación al personal de prueba con relación a las actividades del proyecto.

La determinación del riesgo es directamente proporcional a la probabilidad de ocurrencia de un evento por la consecuencia de dicho evento, e inversamente proporcional a la efectividad del control que se aplica a dicho evento.

11° Que mediante el antecedente indicado en la letra e), del Considerando 8°, se indican antecedentes relativos a las condiciones de operación del laboratorio con la clasificación de área peligrosa según la norma extranjera NFPA 497, tales como:

- a) El emplazamiento de la caldera se encuentra en el segundo nivel del laboratorio. Los recipientes de GLP se encuentran ubicados en el exterior del edificio que alberga al laboratorio.
- b) Para la clasificación de las áreas potencialmente peligrosas en presencia de combustibles inflamables, se caracteriza el combustible, se evalúan las condiciones de fuga, de ventilación, frecuencia de uso y tamaño de la instalación.
- c) En base a la clasificación de zonas peligrosas según NFPA 497, los quemadores de la caldera en contacto con la mezcla de gases inflamables deben cumplir con las recomendaciones para el tipo de zona, según se muestra en la tabla siguiente:

Área específica	NFPA 497/NEC	Pliego Técnico Normativo RCI N°12
Recipientes de GLP	No clasificada	No clasificada
Tuberías y tren de válvulas	No clasificada	No clasificada
Caldera (Cámara de combustión)	Clase 1 – Zona 0	Grupo II - Zona 0
Sala de caldera (Laboratorio 2° nivel)	No clasificada	No clasificada



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

12° Que mediante el antecedente indicado en la letra g), del Considerando 8°, se indican antecedentes relativos a los aspectos de calidad de los quemadores.

13° 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 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 contempla una evaluación de riesgos y los controles para mitigar los riesgos levantados.
- La presentación contempla manuales de instalación y operación de los quemadores.
- Las pruebas de mezcla Hidrógeno-Gas Licuado/Gas Natural se efectuarán en un ambiente controlado, dentro de las dependencias de las instalaciones del Laboratorio del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, campus San Joaquín, de la Universidad Católica de Chile, ubicado en Avda. Vicuña Mackenna N°4860, comuna de Macul, Región Metropolitana,
- La instalación de hidrógeno contempla la determinación específica y alcance de las áreas clasificadas en el sector de operación y combustión de las mezclas de Hidrógeno-Gas Licuado/Gas Natural.
- Materiales utilizados en componentes del proyecto, tales como acero inoxidable ASTM A312 TP316L., apto para el uso con hidrógeno.
- Análisis de esfuerzos que pueden afectar a las estructuras que soportarán el tanque de almacenamiento, los racks de cilindros de hidrógeno, las redes de gas que conducirán el hidrógeno, los equipos de proceso, y la caldera, se refleja en el diseño mecánico y estructural, basado en las condiciones sísmicas del sitio, según la Norma Chilena NCh2369.Of2003.

14° Que analizados los antecedentes tenidos a la vista, 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 “Pruebas Laboratorio Hidrógeno-Gas Licuado/Gas Natural” a ser implementado dentro del recinto del Laboratorio del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica de la Pontificia Universidad Católica de Chile, ubicado en el campus San Joaquín, de la Universidad Católica de Chile, ubicado en Avda. Vicuña Mackenna N°4860, comuna de Macul, Región Metropolitana, el cual deberá cumplir con todas las disposiciones señaladas en el citado proyecto.

RESUELVO:

1° Autorízase el proyecto especial de instalación de gas denominado “Pruebas Laboratorio Hidrógeno-Gas Licuado/Gas Natural” en conformidad a lo dispuesto en el artículo 2°, del DFL N°1, de 1978, de Minería, y según a lo establecido en el artículo 7°, del Decreto Supremo N°66, de 2007, del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, que aprobó el Reglamento de Instalaciones Interiores y Medidores de Gas, a la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC), RUT 81.698.900-0, por representada para estos efectos por el Sr. Tomás Alberto Dalla-Porta Fernández, RUT 7.398.074-7, a ejecutarse en terrenos de la instalación del Laboratorio del Departamento de Ingeniería Mecánica y Metalúrgica, campus San Joaquín, de la Universidad Católica de Chile, ubicado en Avda. Vicuña Mackenna N°4860, comuna de Macul, Región Metropolitana, de acuerdo con las especificaciones técnicas presentadas y plazo estipulado en el proyecto antes señalado, 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.



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.

2° La responsabilidad por el diseño, construcción, operación, mantenimiento e inspección de la instalación objeto de autorización, quedará radicada exclusivamente en la Pontificia Universidad Católica de Chile RUT 81.698.900-0. 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 14° 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, 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".
- 3.4 Memoria técnica general del proyecto.
- 3.5 Informe de pruebas y ensayos de detección de fuga conformes de los subsistemas y equipos a la presión máxima de operación.
- 3.6 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").
- 3.7 Cronograma de operación de las pruebas de laboratorio.
- 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 otra modificación a lo ya señalado sobre el particular, deberá ser informado oportunamente por el solicitante, para su evaluación.

ANÓTESE, NOTIFÍQUESE Y ARCHÍVESE

MARIANO CORRAL GONZÁLEZ
Superintendente de Electricidad y Combustibles (S)

SLP/HCM/JAMS

Distribución:

- Destinatario. (Pontificia Universidad Católica de Chile)
Archivo (RE Autoriza Proyecto Especial)
- Transparencia Activa
- Caso Times N° **1663578** /



Caso:1663578 Acción:3154511 Documento:3278537
V°B° JMS/HCM/GQS/SL.