

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA



**“DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA
EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN
EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI, HUARAZ,
2023”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO
MECÁNICO**

AUTOR: HANDY ROLLY LIRIO FRUCTUOSO

ASESOR: ESTEBAN ANTONIO GUTIÉRREZ HERVÍAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Handy Rolly Lirio Fructuoso".

Callao, 2023

PERÚ

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Esteban Antonio Gutiérrez Hervías".

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD:

Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía.

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN:

Unidad de investigación de la facultad de ingeniería Mecánica y de Energía

TÍTULO:

Diseño de una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la institución educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

AUTOR / CÓDIGO ORCID / DNI:

Handy Rolly Lirio Fructuoso / 0009-0004-8962-1969 / 46675479

ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI:

Mg. Esteban Antonio Gutiérrez Hervías / 0009-0000-7186-1551 / 25669150

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Paltay, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.

UNIDAD DE ANÁLISIS:

Consumo de Gas Licuado de Petróleo de la Institución Educativa.

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Tipo de Investigación Aplicada / Enfoque Cuantitativo / Diseño no Experimental.

TEMA OCDE:

Ingeniería Mecánica

ACTA N° 128 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

LIBRO N° 001, FOLIO N° 154, ACTA N° 128 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 15 días del mes setiembre del año 2023, siendo las 4.30 horas, se reunieron, en el Auditorio AUSBERTO ROJAS SALDAÑA el **JURADO DE SUSTENTACION DE TESIS** para la obtención del **TÍTULO** profesional de **Ingeniero Mecánico** de la **Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía**, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

- | | | |
|---|---|------------|
| ▪ Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan | : | Presidente |
| ▪ Dr. Gustavo Ordoñez Cárdenas | : | Secretario |
| ▪ Mg. Carlos Zacarías Díaz Cabrera | : | Miembro |
| ▪ Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias | : | Asesor |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller **LIRIO FRUCTUOSO, HANDY ROLLY**, quien habiendo cumplido con los requisitos exigidos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta la tesis titulada **"DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI, HUARAZ, 2023"**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera presencial.

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la sustentación de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la exposición, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó: Dar por APROBADO con la escala de calificación cualitativa BUENO y calificación cuantitativa 14 (CATORCE), la presente Tesis, conforme a lo dispuesto en el Art. 27 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 099-2021- CU del 30 de Junio del 2021.

Se dio por cerrada la sesión a las 5.45 horas del día 15 del mes y año en curso.

Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan
Presidente de Jurado

Dr. Gustavo Cárdenas Ordoñez
Secretario de Jurado

Mg. Carlos Zacarías Díaz Cabrera
Vocal de Jurado

Mg. Esteban Antonio Gutierrez Hervias
Asesor

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA y DE ENERGÍA
TITULACIÓN PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE TESIS CON CICLO TALLER
II CICLO TALLER DE TESIS FIME 2022
JURADO EVALUADOR

INFORME N° 004-2023-JEV-CTT

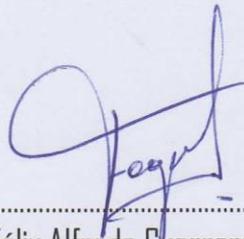
Visto el Informe Final de la Tesis Titulada: **"DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI, HUARAZ, 2023"** presentado por el Bachiller en Ingeniería Mecánica **LIRIO FRUCTUOSO, HANDY ROLLY**.

A QUIEN CORRESPONDA:

El Presidente del Jurado de Sustentación de Tesis del II Ciclo Taller de Tesis 2022, manifiesta que la Sustentación de Tesis se realizó el día 15 de septiembre 2023 en el horario de 16:30 pm. en forma presencial, encontrándose algunas observaciones en la Tesis; luego de la revisión respectiva, se da por aprobado el levantamiento de las observaciones para que continúe con su trámite correspondiente.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Callao, 29 de Setiembre 2023



Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan
Presidente de Jurado

Document Information

Analyzed document	Lirio Fructuoso Handy Rolly.docx (D171219275)
Submitted	2023-06-23 19:45:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	3%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	Tesis Casanova Flores, Carlos Jesús.pdf Document Tesis Casanova Flores, Carlos Jesús.pdf (D134857674)		1
W	URL: https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1566?locale-attribute=enELISAVA , Fetched: 2023-06-23 19:45:00		2
SA	chancatuma_hj_.pdf Document chancatuma_hj_.pdf (D30446194)		6
W	URL: https://cybertesis.unmsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12672/14023/Huarcaya_cd.pdf?sequence=3... Fetched: 2023-06-23 19:45:00		2
SA	16338--Reategui Pizarro,.pdf Document 16338--Reategui Pizarro,.pdf (D50784782)		4
SA	13470-Solórzano Mauricio, José William.pdf Document 13470-Solórzano Mauricio, José William.pdf (D41274121)		1
SA	Tesis final correccion Srta. Diana Guerron.pdf Document Tesis final correccion Srta. Diana Guerron.pdf (D25266233)		11
SA	13406-Torres Arbieto, Rigoberto Michel.pdf Document 13406-Torres Arbieto, Rigoberto Michel.pdf (D41202857)		1
SA	pardo_rj memoria_.pdf Document pardo_rj memoria_.pdf (D31048547)		1
SA	18067--Pallarozo Díaz, Fredy Anthony.pdf Document 18067--Pallarozo Díaz, Fredy Anthony.pdf (D60199145)		1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA - ENERGÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA

“DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIÁTEGUI, HUARAZ, 2023”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

AUTOR: HANDY ROLLY LIRIO FRUCTUOSO

ASESOR: ESTEBAN ANTONIO GUTIERREZ HERVIAS

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2023 PERÚ PÁGINA DE RESPETO

INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía.

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: Unidad de investigación de la facultad de ingeniería Mecánica y de Energía

TÍTULO: Diseño de una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la institución educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

AUTOR / CÓDIGO ORCID / DNI: Handy Rolly Lirio Fructuoso / 0009-0004-8962-1969 / 46675479

ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI: Mg. Esteban Antonio Gutiérrez Hervías / 0009-0000-7186-1551 / 25669150

LUGAR DE EJECUCIÓN: Paltay, Distrito de Taricá, Provincia de Huaraz, Departamento de Ancash.

UNIDAD DE ANÁLISIS: Consumo de Gas Licuado de Petróleo de la Institución Educativa.

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Tipo de Investigación Aplicada / Enfoque Cuantitativo / Diseño no Experimental.

TEMA OCDE: Ingeniería Mecánica

HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

MIEMBROS DEL JURADO Presidente del jurado de Tesis: Secretario: Vocal: Suplente: Asesor: N° de Libro: N° de Folio: N° de Acta: Fecha de Aprobación de tesis: Resolución de Consejo de Facultad:

DEDICATORIA

A mis padres y a mi abuelita por su paciencia, dedicación y esfuerzo hacia mi desde pequeño, porque gracias a ello me hicieron un hombre perseverante, empeñoso y dedicado, en mi vida y en mi profesión.

AGRADECIMIENTO

A Dios por que es el eje de mi vida, por cuidarme y guiarme en mi camino, a mi universidad, porque me permitió ser un profesional competente en el mundo ingenieril la cual aplico con orgullo en el campo laboral.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO 1 ÍNDICE DE TABLAS 3 ÍNDICE DE FIGURAS 4 ÍNDICE DE ABREVIATURAS 6 RESUMEN 7 ABSTRAC 8 INTRODUCCIÓN 9 I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 11 1.1. Descripción de la realidad

92%

MATCHING BLOCK 1/30

SA

Tesis Casanova Flores, Carlos Jesús.pdf (D134857674)

problemática 11 1.2. Formulación del problema 13 1.2.1. Problema general 13 1.2.2. Problemas específicos 13 1.3. Objetivos 13 1.3.1. Objetivo general 13 1.3.2. Objetivos específicos 13 1.4. Justificación 14 1.4.1.

DEDICATORIA

A mis padres y a mi abuelita por su paciencia, dedicación y esfuerzo hacia mi desde pequeño, porque gracias a ello me hicieron un hombre perseverante, empeñoso y dedicado, en mi vida y en mi profesión.

AGRADECIMIENTO

A Dios porque es el eje de mi vida, por cuidarme y guiarme en mi camino, a mi universidad, porque me permitió ser un profesional competente en el mundo ingenieril la cual aplico con orgullo en el campo laboral.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	1
ÍNDICE DE TABLAS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	5
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	8
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
INTRODUCCIÓN	11
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
1.1. Descripción de la realidad problemática	13
1.2. Formulación del problema	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación	16
1.4.1. Justificación teórica	16
1.4.2. Justificación práctica	16
1.4.3. Justificación Social	16
1.5. Delimitantes de la investigación	17
1.5.1. Delimitación teórica	17
1.5.2. Delimitación temporal	17
1.5.3. Delimitación espacial	17
II. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Antecedentes	18
2.1.1. Antecedentes internacionales	18
2.1.2. Antecedentes nacionales	20
2.2. Bases teóricas	22
2.3. Marco conceptual.	37
2.4. Definición de términos básicos.	39

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	42
3.1. Hipótesis	42
3.1.1. Hipótesis general	42
3.1.2. Hipótesis específicas	42
3.2. Operacionalización de variable	43
3.2.1. Operacionalización de la variable	43
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	44
4.1. Diseño metodológico	44
4.2. Método de investigación	44
4.3. Población y muestra	45
4.4. Lugar de estudio	45
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	46
4.6. Análisis y procesamiento de datos	46
4.7. Aspectos éticos en investigación	47
V. RESULTADOS	48
5.1. Resultados descriptivos	48
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	110
6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados	110
6.1.1. Contrastación de la hipótesis general	110
6.1.2. Contrastación de la hipótesis específicas	110
6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares	111
6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes	113
VII. CONCLUSIONES	114
VIII. RECOMENDACIONES	115
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	116
ANEXOS	123
ANEXO N° 1: Matriz de consistencia	124
ANEXO N° 2: Planos del tanque de almacenamiento GLP	125
ANEXO N° 3: Plano de ubicación	132
ANEXO N° 4: Plano de distribución	134
ANEXO N° 5: Plano mecánico	136
ANEXO N° 6: Plano instalaciones eléctricas	138
ANEXO N° 7: Plano isométrico	140

ANEXO N° 8: Plano de estructura del cerco metálico	142
ANEXO N° 9: Ficha técnica de la válvula de seguridad	144
ANEXO N° 10: Ficha técnica de la válvula de drenaje	145
ANEXO N° 11: Ficha técnica del medidor volumétrico	148
ANEXO N° 12: Ficha técnica de la válvula múltiple	151
ANEXO N° 13: Ficha técnica de la válvula de llenado	153
ANEXO N° 14: Ficha técnica de la válvula reguladora	155
ANEXO N° 15: Ficha técnica de la válvula de alivio	157
ANEXO N° 16: Ficha técnica del vaporizador	159

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3.1. Tabla de operacionalización de variables	43
TABLA 5.1. Presión máxima de vapor y máxima presión permitida de trabajo del GLP	51
TABLA 5.2. Presión del recipiente y factor de seguridad/margen de varias ediciones del código ASME	52
TABLA 5.3. Longitud del pase de soldadura	64
TABLA 5.4. Información para el requerimiento de la válvula de seguridad	70
TABLA 5.5. Especificación técnica de las válvulas reguladoras REGO 597	72
TABLA 5.6. Especificación técnica de las válvulas de alivio 3139	73
TABLA 5.7. Especificación técnica de los vaporizadores DF series	74
TABLA 5.8. Dimensionamiento y material de partes del tanque	80
TABLA 5.9. Especificación técnica de tubería rígida de cobre tipo M	96
TABLA 5.10. Especificación técnica de tubería rígida de cobre tipo L	96
TABLA 5.11. Especificación técnica de tubería rígida de cobre tipo K	97
TABLA 5.12. Materiales y costos de la red	99

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. Locación del tipo de juntas	33
FIGURA 2.2. Junta de soldadura a filete	33
FIGURA 2.3. Junta de soldadura a tope	34
FIGURA 4.1. Lugar de estudio.	45
FIGURA 5.1. Dimensiones principales de cabezales típicos.	55
FIGURA 5.2. Dimensiones de oreja de izaje	59
FIGURA 5.3. Oreja de izaje	59
FIGURA 5.4. Categoría de la junta.	60
FIGURA 5.5. Junta a tope del cilindro.	61
FIGURA 5.6. Soldadura de filete coupling.	63
FIGURA 5.7. Soldadura de filete coupling y oreja de izaje.	63
FIGURA 5.8. Pase de soldadura en el tanque	65
FIGURA 5.9. Esquema de pozo a tierra.	68
FIGURA 5.10. Esquema base de concreto.	69
FIGURA 5.11. Válvula de seguridad REGO 8685G.	70
FIGURA 5.12. Válvula de drenaje REGO 7590.	71
FIGURA 5.13. Medidor de volumen ROCHESTER 6200.	71
FIGURA 5.14. Válvula múltiple REGO 7556.	71
FIGURA 5.15. Válvula de llenado REGO 7579.	72
FIGURA 5.16. Válvula reguladora REGO 597.	73
FIGURA 5.17. Válvula de alivio REGO 3139.	73
FIGURA 5.18. Vaporizador modelo 40/40.	75
FIGURA 5.19. Codo 90° de cobre tipo L DE 1”.	75
FIGURA 5.20. Tee de cobre tipo L de 1” A 1”.	76
FIGURA 5.21. Válvula de bola de 1”.	76
FIGURA 5.22. Unión universal de 1”.	77
FIGURA 5.23. Dimensional de piernas de soporte.	78
FIGURA 5.24. Esquema de piernas de soporte.	78
FIGURA 5.25. Vista lateral de piernas de soporte.	79
FIGURA 5.26. Esquema de ubicación de partes del tanque.	79

FIGURA 5.27. Esquema dimensional de coplas en el cuerpo.	80
FIGURA 5.28. Vista de coplas 1, 2 y 3 en el cuerpo.	81
FIGURA 5.29. Simulación del tanque bajo carga interna de 325 PSI - análisis por estrés nodal estático (análisis de elementos finitos).	82
FIGURA 5.30. Simulación del recipiente bajo carga interna de 325 psi - análisis por desplazamiento estático (análisis de elementos finitos).	83
FIGURA 5.31. Simulación del recipiente bajo carga interna de 325 psi - análisis por tensión estática (análisis de elementos finitos).	84
FIGURA 5.32. Simulaciones en las cinco coplas instaladas en el cuerpo.	85
FIGURA 5.33. Simulación de pierna del soporte, que sostiene al tanque bajo carga interna de 325 psi - análisis por estrés nodal.	88
FIGURA 5.34. Vista inferior de simulación de pierna del soporte, que sostiene al tanque bajo carga interna de 325 psi - análisis por estrés nodal.	89
FIGURA 5.35. Simulación de pierna del soporte, que sostiene al tanque bajo carga interna de 325 psi - análisis por desplazamiento estático.	89
FIGURA 5.36. Simulación de pierna del soporte, que sostiene al tanque bajo carga interna de 325 psi - análisis por tensión estática.	90
FIGURA 5.37. Simulación de la fuerza que afecta a la oreja de izaje (1085N) - análisis por estrés nodal.	91
FIGURA 5.38. Simulación de la fuerza que afecta a la oreja de izaje (1085N) - análisis por desplazamiento estático.	91
FIGURA 5.39. Simulación de la fuerza que afecta a la oreja de izaje (1085N) - análisis por tensión estática.	92
FIGURA 5.40. Plano general del tanque de almacenamiento.	93
FIGURA 5.41. Ubicación de la red de gas licuado de petróleo.	94
FIGURA 5.42. Vista satelital de la ubicación de la institución educativa y la ubicación del tanque.	101
FIGURA 5.43. Diagrama de la red de GLP, simulado por el programa ASPEN HYSYS.	103
FIGURA 5.44. Resultados del tanque de GLP de 1000 galones.	104
FIGURA 5.45. Resultados de la tubería principal de GLP.	105
FIGURA 5.46. Resultado de la cocina 1.	105

FIGURA 5.47. Resultado de la cocina 2.	106
FIGURA 5.48. Resultado de la cocina 3.	106
FIGURA 5.49. Resultado de la cocina 4.	107
FIGURA 5.50. Resultado de la cocina 5.	107
FIGURA 5.51. Resultados de la simulación de la red de GLP.	109

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ASME: AMERICAN SOCIETY OF MECHANICAL ENGINEERS

A.S.T.M: AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS

BTU: BRITISH THERMAL UNIT

DS: DECRETO SUPREMO

GLP: GAS LICUADO DE PETRÓLEO

KCAL: KILO CALORÍA

KG: KILOGRAMO

KW: KILOVATIO

NFPA: NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION

NTP: NORMAS TÉCNICAS PERUANAS

OSINERGMIN: ORGANISMO SUPERVISOR DE LA INVERSIÓN EN ENERGÍA
Y MINERÍA

PSI: POUND PER SQUARE INCH

UNE: ASOCIACIÓN ESPAÑOLA DE NORMALIZACIÓN

RESUMEN

La presente tesis titulado “Diseño de una Red de Gas Licuado de Petróleo para el Abastecimiento del Comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023”, Tuvo como propósito diseñar un sistema de abastecimiento de GLP para satisfacer la demanda de combustible en la institución educativa ubicado en una zona rural en donde es difícil el abastecimiento de GLP, para la preparación de desayunos y almuerzos de los estudiantes de primaria y de secundaria así como del personal administrativo, costado por cuota comunal de 60 soles anuales en primaria y 20 soles mensuales en secundaria por estudiante, para el diseño de la red fue necesario calcular el dimensionamiento y seleccionar los componentes del sistema de tuberías, así como la selección de la línea de combustible en cumplimiento de la normativa ASTM D1835 – 20 y en concordancia con el reglamento de registros de hidrocarburos N° 191 – 2011 – OS/GD del Organismo supervisor de la inversión en Energía y Minería, además para el diseño del tanque se realizó bajo la normativa internacional ASME Sección VIII División I.

El tipo de investigación es de tipo aplicada con un diseño no experimental, el método utilizado es sistémico. Los resultados indicaron que para abastecer al comedor con GLP es necesario contar con un tanque de 1000 galones, esto en cumplimiento con lo requerido por el decreto supremo N° 027-94-EM, además los resultados arrojaron que el tanque debe tener un espesor de 8 mm en acero ASTM A 612 y una tubería de cobre tipo L con Numero de catálogo TLC0006 de 1 pulgada y espesor de 1.270 mm. concluyendo finalmente que el diseño de la red propuesto abastece con GLP a cada cocina con flujo de 1.013 m³/h corroborado por medio de simulación por medio del software ASPEN HYSYS.

Palabras Clave: Diseño, Red de GLP, Abastecimiento.

ABSTRACT

The present thesis entitled "Design of a Liquefied Petroleum Gas Network for Supplying the Cafeteria of Educational Institution No. 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023" aimed to design an LPG supply system to meet the fuel demand at the educational institution located in a rural area where LPG supply is challenging. The system is intended for the preparation of breakfasts and lunches for elementary and high school students, as well as administrative staff. The system is funded through an annual community fee of 60 soles for primary students and a monthly fee of 20 soles for secondary students. For the network design, it was necessary to calculate the sizing and select the components of the pipeline system, as well as the fuel line selection in compliance with ASTM D1835 – 20 standards and in accordance with Hydrocarbons Registry Regulation No. 191 – 2011 – OS/GD from the Supervisory Body for Investment in Energy and Mining. Additionally, the tank design was carried out following the international ASME Section VIII Division I standard.

The research type is applied research with a non-experimental design, and the method used is systemic. The results indicated that a 1000-gallon tank is necessary to supply the cafeteria with LPG, in compliance with the requirements of Supreme Decree No. 027-94-EM. Furthermore, the results showed that the tank should have an 8mm thickness in ASTM A 612 steel, and a type L copper pipe with Catalog Number TLC0006 of 1 inch and a thickness of 1.270mm. In conclusion, the proposed network design supplies each kitchen with LPG at a flow rate of 1.013 m³/h, confirmed through simulation using ASPEN HYSYS software.

Keywords: Design, LPG Network, Supply.

INTRODUCCIÓN

Las razones por las que las organizaciones en general buscan mejorar sus procesos son la reducción del gasto, la seguridad del personal y la protección ambiental, por ello, es que en todo momento están implementando alternativas de optimización que posibilite la maximización de la productividad, la minimización de costes, la modernización y por encima de todo, una rentabilidad más significativa (Bellomo y Oszlak, 2020). Dentro de esta perspectiva, se tiene que muchas entidades ya sean estatales o privadas, cuentan con espacios en donde prestan diversos servicios complementarios a sus integrantes, entre estas se tienen enfermería, gimnasio, transporte, y comedor, todo esto a fin de cumplir de mejor forma con sus objetivos organizacionales; respecto a la integración de comedores en las instalaciones estas pretenden proporcionar alimentación nutritiva y equilibrada para mejorar el rendimiento en la jornada laboral o escolar, aunque específicamente en el caso de los centros educativos este sirve de ayuda a estudiantes en condiciones económicas difíciles o que viven demasiado lejos pues es inconcebible que estos coman fuera de sus horas (Soares y Davó, 2019).

Frente a esta situación, es posible mencionar a la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui de Paltay, que se encuentra afiliada al Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, la cual cuenta con un comedor que atiende a los estudiantes en donde se empleaban tanto los habituales balones de gas, así como otros combustibles en los tiempos de desabastecimiento como la leña y el carbón, esto debido a la geografía del lugar la cual no contaba con un abastecimiento regular, representando no solo gastos excesivos a largo plazo que son asumidos por la comunidad estudiantil sino también que generan riesgos para las instalaciones, la salud y la vida. Por tal motivo, esta investigación busco atender dicha problemática por lo que fue desarrollado de la siguiente manera:

Se inicio con el planteamiento del problema, en el cual describió la realidad problemática para después realizar la formulación del problema y posteriormente

los objetivos, así mismo desarrollo la justificación y la delimitación de la investigación del presente proyecto de investigación.

Seguidamente se elaboró el marco teórico, buscando antecedentes que aporten al presente proyecto de investigación, para después plantear las bases teóricas, el marco conceptual y culminando con la definición de términos básicos. Luego se establecieron las hipótesis y la operacionalización de variables.

De igual forma se desarrolló la metodología del proyecto, comenzando con el diseño metodológico, para luego plantear el método de investigación y hallar la población y muestra, así mismo se planteó el lugar de estudio, las técnicas e instrumentos para la recolección de la información, el análisis y procesamiento de datos y los aspectos éticos en la investigación.

Finalmente se realiza los resultados en base a los cálculos obtenidos y su simulación respectiva, discusión de resultados para la contrastación y demostración de hipótesis, conclusiones en base a los hallazgos encontrados, recomendaciones basado en las conclusiones obtenidas, referencias bibliográficas y los anexos empleados en el informe final.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

Dentro del ámbito internacional, de acuerdo a la Banco Mundial (2021) en su informe “el acceso universal a la energía sostenible seguirá siendo inalcanzable, a menos que se aborden las desigualdades”, menciona que en el año 2019, aproximadamente 2600 millones de personas carecen del acceso a fuentes de energía modernas, seguras o limpias para cocinar, sobre todo en países que se encuentran en desarrollo en las que existe una presencia notable de comunidades marginadas en las que las familias no pueden cubrir las necesidades básicas, incluyendo la alimentación de los niños; debido a esto es que existen comedores que asumen dicha labor.

Esto principalmente en América Latina, viéndose obligados a cocinar con combustibles tradicionales como la leña o el carbón, lo que representa un riesgo para la salud debido a la inhalación de humo y la exposición a partículas finas, pues causa que alrededor de 4,3 millones de personas fallecidas cada año; por otra parte, cabe destacar que el uso de estos combustibles también tiene un impacto significativo en el medio ambiente, ya que contribuyen a la degradación de los suelos, la deforestación y la emisión de gases de efecto invernadero (Soares y Davó, 2019).

En el contexto nacional, son numerosas las escuelas peruanas, sobre todo las que se hallan en las zonas altoandinas del país, las que reciben diversos alimentos a través del Programa Nacional de Alimentación Qali Warma, con estos, los padres de familia de manera voluntaria preparan todos los días comidas para los estudiantes; no obstante, la tendencia que se puede ver en estos casos es que se carece de equipamiento mínimo necesario e infraestructura por lo que generalmente lo poco con lo que disponen intenta emular un comedor, en los casos en los que no se cuenta con una cocina se emplea leña para cocción de los alimentos o se realiza esta labor en las viviendas, siendo posteriormente transportada diariamente a la institución educativa lo que genera mayores gastos que a corto plazo pueden parecer irrelevantes (Asociación Global Humanitaria, 2015). Por otra parte, es importante

destacar la importancia del gas licuado de petróleo (GLP) pues hoy en día se establece como la fuente de energía principal de las viviendas peruanas, en las que mayormente se utilizan para cocinar, aunque cabe indicar su relevancia en los vehículos motorizados como combustible, ello debido a que su característica gaseosa lo que permite una mejor combustión, reduciendo significativamente su impacto ambiental por un lado, mientras que evita la tala de árboles para la obtención de leña (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería , 2020).

En cuanto al escenario local, es posible mencionar el caso de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui de Paltay, la cual se encuentra ubicada en el distrito de Taricá en la Provincia de Huaraz en Ancash, este se cuenta con un comedor en donde las madres de familia y demás personas encargadas utilizan principalmente leña y carbón para cocinar los alimentos proporcionados por el Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, lo que en conjunto con la precariedad de las instalaciones es un problema que afecta la calidad de la comida que se sirve a los estudiantes. Así mismo, el uso de leña como combustible no solo aumenta el tiempo que se toma en la preparación, sino que también tiene un impacto ambiental negativo, es de peligrosa manipulación y compromete la salud de quienes se encuentran cerca. Con base en lo anterior se establece que, para abordar dicha situación se requiere de una red de GLP para abastecer de combustible en el proceso de preparación de alimentos de forma segura y proporcionar una alternativa más ecológica y saludable que el uso de leña o carbón, pues el uso de GLP como combustible llega a ser más seguro y de fácil manejo. Además, su uso también tiene como beneficios: la mejora de la calidad del aire en la cocina, la reducción de riesgos, es más sostenible a largo plazo, por tales razones es que se plantea el siguiente problema de investigación.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cómo dimensionar el tanque de una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023?
- ¿Cómo dimensionar las líneas de tubería una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023?
- ¿Cómo Simular la red de GLP afín de corroborar el flujo calculado de la red de GLP capas de abastecer las cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

1.3.2. Objetivos específicos

- Dimensionar el tanque de una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

- Dimensionar las líneas de tubería una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.
- Simular la red de GLP afín de corroborar el flujo calculado de la red de GLP capaz de abastecer las cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

Se debe porque el desarrollo de la presente investigación se sustenta en la bibliografía existente y suficiente sobre el abastecimiento de gas licuado de petróleo y comedores escolares en Perú de diversos actores, lo que fue de utilidad para compararlo con el contexto del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, siendo de utilidad para generar una solución que cumpla con las recomendaciones y estándares técnicos.

1.4.2. Justificación práctica

Se debe porque se basa en los objetivos de estudios, los cuales permiten encontrar soluciones concretas y permite verificar la relación de consumo de gas licuado de petróleo con la capacidad de la red de gas licuado de petróleo.

1.4.3. Justificación Social

Esto se debe a que el abordaje que se hace en esta investigación responde a la necesidad de tratar la problemática del servicio de comedor escolar de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, por lo que en esta se tiene la finalidad de ofrecer una posible solución que mejore esta situación.

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitación teórica

La investigación se sustenta en la bibliografía relacionada sobre el abastecimiento de gas licuado de petróleo basados en las teorías de la mecánica de fluidos, así como las normativas peruanas NTP 321.123 “Gas Licuado del Petróleo. Instalaciones para consumidores directos y redes de distribución”, así como el reglamento del Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN, 2011) N° 191-2011-OS/CD y sus modificatorias.

1.5.2. Delimitación temporal

La investigación se delimita de forma temporal, debido a que se desarrolló aproximadamente en 3 meses. En cuyo lapso de tiempo se realizaron reuniones con los encargados del colegio y de esta manera conocer los requerimientos reales de su necesidad, a fin de plantear correctamente el diseño de la red de Gas Licuado de Petróleo.

1.5.3. Delimitación espacial

La investigación se desarrolló en la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui de Paltay, que se halla en el distrito de Taricá en la Provincia de Huaraz dentro del departamento de Ancash.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

- Rea (2019) en su tesis titulada “Estudio y diseño de una estación centralizada de gas licuado de petróleo "GLP" para el Laboratorio de Fundición de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur”, tuvo el objetivo de diseñar una estación central de gas licuado de petróleo (GLP) del lugar de estudio. La investigación fue mixta descriptiva propositiva, con un diseño de investigación no experimental. La muestra fue conformada por el sistema de fundición donde se hizo uso de la técnica de observación tomando como instrumento a la lista de cotejo. Se obtuvo los siguientes resultados; el horno está constituido de quemador G1/1-E, generando una potencia de 375 kW producto de la combustión de GLP abastecido por 4 tanques de 45 kg. El sistema de la estación central de GLP existente proporciona una presión de 5 psi necesarios para el accionamiento eléctrico y de esta manera encender el horno. Finalmente, el autor concluye gracias a la simulación se puede confirmar que el sistema cuenta con un buen funcionamiento al utilizar tuberías y accesorios de diámetro 1 ¼” de acero con cédula 40, alcanzando pérdidas de hasta 0,3% de la presión inicial a una velocidad entre 8 a 15 m/s que son normados en UNE 60670-4.

La tesis apporto a la investigación ya que con la simulación se ayuda a proyectar como es el comportamiento del GLP para así poder determinar el tipo de acero a utilizar que en este caso sería en cedula 40.

Sandoval (2020) en su tesis titulado “Optimización de la red de distribución de gas licuado de petróleo (GLP) en cilindros del segmento doméstico en la parroquia Calderón, cantón Quito, Ecuador”, tuvo el objetivo de optimizar la red de distribución de gas licuado para la parroquia de Calderón a fin que permita una correcta focalización del

subsidio, así como de un eficiente abastecimiento. La investigación fue de enfoque cuantitativo con un alcance descriptivo correlacional, con diseño de investigación no experimental, donde la población y muestra fue la parroquia calderón y sus redes de distribución de GLP, los datos se obtuvieron aplicando la técnica del análisis documental y la observación. El análisis de los resultados se centró en tres objetivos vinculados a los datos obtenidos, que son potencia, eficiencia térmica y emisiones. La potencia está asociada con la duración de operación del dispositivo, la eficiencia térmica se refleja en ahorros y las emisiones están relacionadas con la preservación de la salud del usuario y del entorno ambiental. Finalmente, el autor concluye la red logrará un desempeño óptimo en términos de tiempo, economía y bienestar si posee una capacidad en el rango de 2 kW a 1.4 kW, una eficiencia térmica superior al 50 % y emisiones menores al 0.15 % de dióxido de carbono (CO) por encima de los 2200 metros sobre el nivel del mar.

La tesis aportó a la investigación por medio de la técnica de análisis documental debido a que ayuda a la optimización del diseño de la red en el tanque y las tuberías de GLP, cumpliendo con los reglamentos emitidos por la entidad supervisora.

- Echeverry (2021) en su investigación titulada “Diseño de redes internas para suministro de gas combustible en edificaciones de uso residencial, con base en la norma técnica colombiana”, tuvo como objetivo la elaboración de una guía técnica que permita diseñar redes internas de combustible en estado gaseoso de uso residencial alineado al cumplimiento de la norma técnica colombiana. La metodología fue cuantitativa descriptiva con un diseño no experimental, para la población estuvo compuesto por empresas reguladoras y prestadoras en Colombia, la muestra fue la empresa Vanti Gas Natural S.A. E.S.P., se aplicó la técnica de la observación con la lista de cotejo como instrumento. Se obtuvo los siguientes resultados; el poder calorífico del

gas suministrado, potencia nominal de los gasodomésticos, gravedad específica, la longitud de los tramos de la tubería, el diámetro interno, el control de las presiones entrantes y salientes en la red son los principales parámetros para el diseño de una red interna de gas para uso domiciliario. Finalmente, el autor concluye que la guía técnica está basada en las normas vigentes, obteniendo una metodología para diseñar redes internas de gas de uso domiciliario en Colombia.

La tesis apporto a la investigación ya que establece que el diseño debe guiarse de las normas vigentes para la instalación de las tuberías de gas, en los centros de abastecimiento.

2.1.2. Antecedentes nacionales

- Chalco y Acuña (2021) en su estudio titulado “Propuesta de implementación de red de gas para optimizar costos del comedor de una fábrica, ATE – 2021”, tuvo como objetivo general optimizar los costos en el comedor de una fábrica en Ate, proponiendo la implementación de una red de gas. La investigación fue de enfoque cuantitativo del tipo no experimental, con un diseño de investigación longitudinal y de nivel correlacional, donde la población y muestra estuvo conformada por el comedor del lugar de estudio donde se aplicó la técnica de la observación y análisis documental. Se obtuvo los siguientes resultados; se encontró que la red de Gas logra una reducción de costos del 17.55% comparándolo con el combustible actual. representando un ahorro de S/ 83,883 proyectados en 05 años. Finalmente, los autores concluyen que; la propuesta de implementación permite la optimización de los costos del comedor de la fábrica, por lo que es altamente viable ya que, mejora la seguridad de los trabajadores, reduce el riesgo de desabastecimiento y contribuye de manera positiva con el medio ambiente.

La tesis aporte a la investigación se centra a la implementación aplicando el uso gas para ayudar a la economía de varias industrias, pero no solo para los procesos industriales, sino también para temas de alimentación dentro de los comedores, para la alimentación de los trabajadores

- Chancatuma (2019) en su estudio titulado “Diseño del suministro de gas licuado de petróleo para un comedor universitario en la ciudad del Cusco”, tuvo como objetivo general de diseñar las instalaciones de GLP en un comedor universitario. La investigación fue de enfoque cuantitativo descriptivo con un diseño de investigación no experimental, para la población y muestra se tuvo a la universidad en la ciudad de cusco y su comedor, aplicando la técnica de la observación y guía de observación. Obtuvo los siguientes resultados; primero se hace una descripción de las instalaciones de GLP requeridas de acuerdo al consumo nominal requerido, a partir de ahí se determina la necesidad en galones de GLP, posteriormente se fijan las distancias mínimas de seguridad y se calcula la capacidad de extinción requerida, el diseño estuvo alineado a la normativa nacional vigente, a continuación se realiza el diseño mecánico del tanque de almacenamiento así como sus respectivas instalaciones basado en la norma ASME Sección VIII D1, así como de catálogos industriales de gas licuado de petróleo. Finalmente, el autor concluye que la implementación de la red de GLP en el comedor genera una optimización de costos del 17.55% en comparación, este ahorro representa un total de S/ 83,883 durante un periodo de cinco años proyectado. La tasa interna de retorno (TIR) del proyecto es del 55.55%, lo que indica la rentabilidad esperada de la inversión. Además, el valor actual neto (VAN) se estima en S/ 41,229.93. Estos indicadores económicos demuestran que la propuesta es altamente viable y rentable.

La tesis apporto a la investigación ya que determino el consumo del GLP de acuerdo a los puntos requeridos para el GLP. Las cuales están ligadas a las distancias requeridas para la distribución de las mismas.

Gómez y Tomayquispe (2021) en su estudio titulado “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo para su Comercialización en una Planta Envasadora – Padre Abad – Ucayali”, tuvo el objetivo de diseñar un sistema de abastecimiento de GLP para satisfacer la demanda en Padre Abad - Ucayali y zonas aledañas, La investigación fue del tipo tecnológica con un diseño descriptivo simple ya se recoge información actualizada sobre el objeto de investigación. El método utilizado es el analítico – lógico deductivo con enfoque sistémico, la técnica utilizada para la recolección de información fue la documental, pudiendo recabar información por diferentes instrumentos como, fichas bibliográficas, técnicas, electrónicas y tesis donde pueda existir antecedentes del problema objeto de estudio. Se obtuvo como resultado que en base a la demanda fue necesario un tanque de almacenamiento de 12000 galones, con un espesor mínimo requerido de 1 pulgada para el casco y cabezales utilizando la norma UL – 142 y ASME Sección VIII, Div. 1. Finalmente, el autor concluye que, al realizar el diseño del Sistema de Abastecimiento de GLP para una planta envasadora, se determinó la capacidad del tanque de almacenamiento es de 12,000 galones, con lo cual se tiene que el costo de inversión es de \$. 276,112.37 y una vida útil 10 años.

2.2. Bases teóricas

Gas licuado de petróleo (GLP)

El Gas Licuado de Petróleo conocido comúnmente por sus siglas (GLP), se obtiene mediante el procesamiento del petróleo crudo y/o del gas natural durante su etapa de refinamiento. (PETROPERÚ, 2019).

El GLP es una combinación de propano y butano que se encuentra naturalmente en el petróleo crudo y el gas natural, y también se obtiene como subproducto durante el proceso de refinamiento del petróleo, particularmente en la destilación fraccionada catalítica. El propano es un compuesto orgánico con una fórmula química de C_3H_8 , compuesto por tres átomos de carbono y ocho de hidrógeno, mientras que el butano tiene una fórmula química de C_4H_{10} , con cuatro átomos de carbono y diez de hidrógeno. Ambos gases tienen un alto poder calorífico, con el propano proporcionando 22,000 Kcal/m³ y el butano 28,300 Kcal/m³, lo que los hace convenientes y prácticos para el transporte y uso (PETROPERÚ, 2019).

Los hidrocarburos, compuestos por átomos de hidrógeno y carbono, se encuentran en el subsuelo en forma tanto líquida como gaseosa. Estos se formaron a lo largo de millones de años, cuando grandes cantidades de materiales orgánicos quedaron atrapados bajo tierra y, debido a la acción de altas presiones y temperaturas, se transformaron en petróleo crudo que es el hidrocarburo en estado líquido y gas natural que es el hidrocarburo en estado gaseoso. (Bautista, 2020).

El gas natural se puede encontrar disuelto en el petróleo crudo, conocido como gas asociado, en pozos donde el petróleo es el producto principal. También se encuentra como gas libre no asociado en pozos donde el gas es el producto dominante, y en mezclas de hidrocarburos, tanto gaseosos como líquidos, en los pozos de condensados (Bautista, 2020).

El gas natural se encuentra presente en el petróleo crudo como gas asociado en pozos donde el petróleo es el producto principal. También se puede encontrar como gas libre no asociado en pozos donde el gas es el producto dominante, y en mezclas de hidrocarburos, tanto gaseosos como líquidos, en los pozos de condensados. Estas son algunas de las formas en las que se puede hallar el gas natural en yacimientos petroleros (Unidad de planeación minero energética de Colombia, 2017).

De acuerdo a Bautista (2020). Las características primordiales de este producto para su comercialización son:

- Tiene una densidad mayor que el aire.
- No presenta toxicidad ni veneno.
- Es inodoro y no tiene color, por lo que se le añade un agente odorizante como el Mercaptano o el Tetrahidrotiofeno para facilitar su detección.
- Es altamente inflamable cuando se mezcla con aire en proporciones de 2-10%.
- Bajo condiciones normales, se encuentra en estado gaseoso, pero se puede licuar fácilmente mediante el aumento de la presión.
- Tiene combustión completa sin dejar residuos.

En cuanto a los riesgos del uso del GLP Venegas et al. (2018) indica que se tienen:

- La presencia de fugas de gas puede generar una mezcla explosiva en el entorno, lo cual conlleva riesgos significativos. Esto es especialmente crítico en el caso del GLP, dado que al ser más denso que el aire tiende a acumularse a nivel del suelo, donde existen posibles fuentes de ignición como chispas, cigarrillos u otros elementos inflamables.
- La liberación de GLP en un espacio confinado o con una ventilación insuficiente puede provocar la acumulación y desplazamiento del aire, lo que representa un riesgo de asfixia debido a la falta de oxígeno para las personas presentes en el lugar.
- El objetivo del agregado del mercaptano es alertar de manera temprana sobre este riesgo. Además, la combustión del GLP puede consumir el oxígeno del aire, lo cual puede ocasionar una deficiencia de este gas vital y dificultar la respiración adecuada.

Según la Unidad de Planeación Minero Energética de Colombia (2017). El sector de los hidrocarburos se divide en tres etapas:

- En la fase de "Upstream" se llevan a cabo actividades de exploración y explotación de los recursos.
- La etapa de "Midstream" se encarga del transporte de los hidrocarburos.
- Por último, en la fase de "Downstream" se realiza el refino, procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización de los productos derivados.

De acuerdo a las fases descritas la presente investigación se centra en la tercera fase (Downstream) la cual se considera el transporte, almacenamiento y distribución.

Trasiego

Algunas compañías adquieren gas licuado de petróleo (GLP) a granel y lo transportan en vehículos, para luego almacenarlo en tanques que no cumplen con los requisitos de seguridad establecidos. Posteriormente, de manera ilegal, este GLP es envasado en cilindros y vendido como GLP envasado a un precio más elevado. También es posible que adquieran cilindros de cierta capacidad para realizar una transferencia indebida, es decir, extraer el GLP de un cilindro de mayor capacidad y transferirlo a un cilindro de menor capacidad, lo cual está prohibido y representa un grave riesgo para la seguridad (Sánchez et al., 2022).

Almacenamiento

Según el Artículo 13 de Decreto Supremo 027-94-EM, en relación a la ubicación de los tanques de almacenamiento en las plantas envasadoras, se establece que deben estar ubicados dentro de una zona de protección delimitada por elementos de seguridad como cercas, barreras o topes. Estos elementos deben ser diseñados y construidos con materiales adecuados para proteger los tanques, accesorios, maquinaria y tuberías de posibles daños mecánicos causados por vehículos (Ministerio de Energía y Minas, 1994). Además, de acuerdo al Decreto Artículo 14 del Supremo 027-94-EM, los tanques estacionarios utilizados para el almacenamiento de GLP deben ser instalados sobre dos bases de concreto armado o mampostería.

Adicionalmente, esta regulación establece que los tanques de GLP deben ser ubicados en áreas de fácil acceso para facilitar el suministro a granel desde los camiones cisterna de manera segura y eficiente. Estos lugares de almacenamiento deben estar alejados de zonas de tráfico vehicular y de salidas de emergencia. Además, se requiere que los tanques sean instalados sobre superficies planas, impermeables y exclusivas para garantizar su estabilidad y prevenir posibles filtraciones de líquido (Ministerio de Energía y Minas, 1994).

- **Tanques enterrados:** Estos recipientes se encuentran completamente ubicados bajo el nivel del suelo circundante, con la parte superior a una profundidad de entre 0.3 y 0.5 metros por debajo de dicho nivel. Para evitar su flotación, es necesario que los tanques sean instalados sobre una base sólida y debidamente anclada. Asimismo, se recomienda revestir o proteger los tanques para minimizar la corrosión, ya sea mediante el uso de revestimientos especiales o mediante el recubrimiento con tierra o arena fina que esté libre de rocas u otros materiales abrasivos.
- **Tanques semienterrados:** Se refiere a aquellos recipientes que no se encuentran completamente enterrados, sino que pueden estar ubicados en pendientes o terrenos inclinados, donde solo una parte del tanque está cubierta por el terreno circundante.
- **Tanque sobre el nivel del terreno:** Se requiere colocar el tanque sobre bases de hormigón o acero, asegurándose de que esté ubicado en un área bien ventilada. Es esencial que la parte inferior del tanque esté completamente por encima del nivel del terreno, impidiendo el acceso de personal no autorizado mediante el uso de un cerramiento metálico.

Red de Gas Licuado de Petróleo

Una red de Gas Licuado de Petróleo es un conjunto de elementos diseñados y dispuestos de manera integrada para permitir el almacenamiento, transporte y distribución del GLP en una instalación. Estos sistemas son utilizados

comúnmente en aplicaciones comerciales e industriales donde se requiere el uso de grandes cantidades de gas para operar equipos y maquinarias (Sandoval ,2020).

La red de gas licuado de petróleo está compuesta por varios elementos clave, como el tanque de almacenamiento, las tuberías, los reguladores de presión, las válvulas de seguridad, entre otros. Todos estos componentes deben ser seleccionados y diseñados cuidadosamente para asegurar la eficiencia y seguridad de la red (Sandoval ,2020).

La eficiencia del sistema se refiere a su capacidad para abastecer el gas a la demanda requerida en la instalación, mientras que la seguridad se relaciona con la prevención de posibles accidentes o fugas que puedan poner en riesgo la vida de las personas y causar daños al medio ambiente (Adaniya y Rodríguez, 2022).

Una red de GLP bien diseñado y operado adecuadamente puede proporcionar una fuente de energía confiable y eficiente, lo que permite el funcionamiento de equipos y maquinarias importantes en diversas industrias. Además, la utilización de GLP como combustible puede contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero y mejorar la eficiencia energética de las instalaciones (Adaniya y Rodríguez, 2022).

De acuerdo a Montero y Galindo (2020) las características de una red de Gas Licuado de Petróleo pueden variar dependiendo de las necesidades específicas de la instalación donde se implementará, pero en general, incluyen:

- a) Almacenamiento seguro: Una red de GLP debe contar con un tanque de almacenamiento diseñado específicamente para la cantidad de gas que se utilizará en la instalación. Este tanque debe estar construido con materiales resistentes y contar con dispositivos de seguridad, como válvulas de alivio de presión y sistemas de detección de fugas, para prevenir accidentes y proteger a las personas y el medio ambiente.

- b) Eficiencia energética: la red de GLP debe ser diseñado para abastecer la cantidad de gas necesaria para la demanda de la instalación, sin desperdiciar energía en el proceso. Esto puede lograrse mediante la selección adecuada de los equipos y materiales, y la implementación de sistemas de control y monitoreo.
- c) Diseño de tuberías adecuado: La tubería de la red debe ser diseñada para transportar el gas de manera segura y eficiente, evitando fugas y pérdidas de presión. Además, la tubería debe ser construida con materiales adecuados para resistir las condiciones ambientales y la corrosión.
- d) Seguridad y medio ambiente: La red de GLP debe cumplir con las normas de seguridad y medio ambiente establecidas por las autoridades reguladoras. Esto incluye la implementación de sistemas de detección y extinción de incendios, así como la capacitación del personal en medidas de seguridad y prevención de accidentes.
- e) Flexibilidad: La red de GLP debe ser diseñado con la flexibilidad suficiente para adaptarse a cambios en la demanda de gas en la instalación, ya sea mediante la implementación de sistemas de almacenamiento adicional o la modificación de las tuberías de la red.

Diseño de la red de Gas Licuado de Petróleo:

El diseño de la red de gas licuado de petróleo para un comedor en una institución educativa requiere de un proceso de planificación y diseño cuidadoso y detallado. A continuación, se presentan las etapas y consideraciones que deben ser tomadas en cuenta durante este proceso.

En primer lugar, se debe realizar una evaluación de la demanda y consumo de GLP. Esta etapa implica determinar la cantidad de GLP que se requerirá para satisfacer las necesidades del usuario final, considerando variables como el número de personas que utilizarán el GLP, la época del año, el clima y otras variables que pueden afectar el consumo. Es importante realizar un análisis

exhaustivo de la demanda y consumo de GLP para poder determinar la capacidad de almacenamiento necesaria y la frecuencia de abastecimiento.

Una vez que se ha evaluado la demanda y consumo de GLP, se procede a la selección de equipos y materiales adecuados. Es esencial seleccionar equipos y materiales que cumplan con los estándares de seguridad, rendimiento y calidad necesarios para garantizar el buen funcionamiento del sistema. Es importante considerar la capacidad de los equipos y materiales, así como su compatibilidad y eficiencia energética. La selección adecuada de los equipos y materiales puede contribuir a la eficiencia del sistema, reducir los costos de operación y prolongar la vida útil del sistema.

El siguiente paso es el diseño y ubicación del tanque de almacenamiento de GLP. El tanque de almacenamiento es una parte fundamental de la red de GLP y su diseño y ubicación deben cumplir con los requisitos de seguridad y normativas establecidos para su operación segura. Es importante considerar la capacidad de abastecimiento de GLP requerida, el consumo del usuario final y otros factores relevantes al momento de diseñar el tanque de almacenamiento. Asimismo, se deben tener en cuenta las condiciones ambientales de la ubicación del tanque para garantizar su seguridad y durabilidad.

El diseño de la tubería y accesorios es otra consideración importante en el diseño de la red de GLP. La tubería y los accesorios deben ser seleccionados en función del tamaño y presión del sistema, las características de los equipos de consumo y el tipo de fluido a transportar. Es esencial considerar las normas y estándares aplicables a la selección de tubería y accesorios para garantizar la seguridad y la calidad del abastecimiento de GLP.

Por último, se deben considerar los aspectos de seguridad y medio ambiente. La seguridad y la protección del medio ambiente son aspectos clave a tener en cuenta en el diseño de la red de GLP. Es importante identificar los riesgos y peligros asociados al manejo, almacenamiento y abastecimiento de GLP, y adoptar medidas de seguridad para prevenir accidentes. Se deben tener en

cuenta las normas y reglamentaciones que regulan la seguridad y protección ambiental en el diseño de la red de GLP.

Diseño y ubicación del tanque de almacenamiento

El diseño y ubicación del tanque de almacenamiento es un aspecto crítico en el diseño de la red de gas licuado de petróleo. El tanque de almacenamiento es un componente importante del sistema, ya que es responsable de almacenar y abastecer el GLP a los equipos de consumo. (Amir y Al-Obaidi, 2022).

A continuación, se presentan algunas consideraciones importantes a tener en cuenta durante el diseño del tanque de almacenamiento

- **Tipo de tapas en recipientes a presión**

Para recipientes a presión, existen varios tipos de tapas, que serían las siguientes:

Tapa Plana: Se utiliza para recipientes que están sometidos a presiones atmosféricas, se usan también como fondo de tanque de grandes dimensiones. Su costo es el más bajo entre las tapas a mencionar.

Tapa Plana con ceja: Se utiliza también para recipientes bajo presiones atmosféricas. Tiene un límite dimensional de diámetro de 6 metros como máximo.

Tapa abombada: Son empleadas en recipientes que están sometidas a bajas presiones.

Tapa toriesferica: Se usan en recipientes que están sometidas a presiones altas, su radio de abombado es aproximadamente al diámetro, sus límites dimensionales van desde 0.3 a 6 metros de diámetro. Su costo de fabricación es bajo.

Tapa Semi-elíptica: Son empleadas en los recipientes a presión cuando el espesor es relativamente alto, ya que son tapas que soportan mayores presiones que las mencionadas anteriormente.

- **Cálculo del espesor del cuerpo del recipiente**

Para la calcular del espesor del cuerpo del recipiente es necesario hacer uso de la ecuación brindada por la ASME en la sección VIII, Div. 1 parte UG-27 (2021), como se observa en la siguiente ecuación:

$$t = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} \dots\dots\dots(2.1)$$

Donde:

- t : espesor mínimo del cuerpo(in)
- P : presión interna de diseño (PSI)
- R : Radio interno del tanque (in)
- S : Esfuerzo máximo admisible (PSI)
- E : Eficiencia de la junta para recipiente cilíndrico (%)

- **Máxima presión admisible de trabajo en el cuerpo (MAWP)**

Para determinar la presión máxima permitida a lo largo del casco del tanque se hará uso de la ecuación 2.2 tomada del ASME sección VIII (2021).

$$P_{m1} = \frac{S \cdot E \cdot t}{R + (0.6 \cdot t)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Donde:

- t : Espesor mínimo del cuerpo (in).
- P_{m1} : Presión máxima permitida (MAWP) (psi).
- R :Radio interno del tanque (in).
- S :Esfuerzo máximo admisible (psi).
- E :Eficiencia de la junta para recipiente cilíndrico (%).

- **Espesor del cabezal semieliptico**

Para el cálculo del espesor de la cabeza semieliptica del tanque se aplica la ecuación dada por la ASME en la sección VIII, Div. 1 parte UG-27 (2021).

$$t_h = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P} \dots\dots\dots(2.3)$$

- **Máxima presión admisible de trabajo en el cabezal (MAWP)**

Para determinar la presión interna en los cabezales del tanque se hará uso de la ecuación 2.4 tomada del ASME sección VIII, Div. 1, UG-32 (2021).

$$P_{m2} = \frac{2 \cdot S \cdot E \cdot t}{D + (0.2 \cdot t)} \dots\dots\dots(2.4)$$

Donde:

- t : Espesor mínimo del cabezal (in)
- P_{m2} : Presión máxima permitida del cabezal (psi)
- D : Diámetro interno del tanque (in)
- S : Esfuerzo máximo admisible (psi)
- E : Eficiencia de la junta para recipiente cilíndrico (%)

- **Volumen del cuerpo**

El volumen del cuerpo del tanque esta dado por la siguiente ecuación:

$$V_{c1} = \pi \cdot R^2 \cdot L \dots\dots\dots(2.5)$$

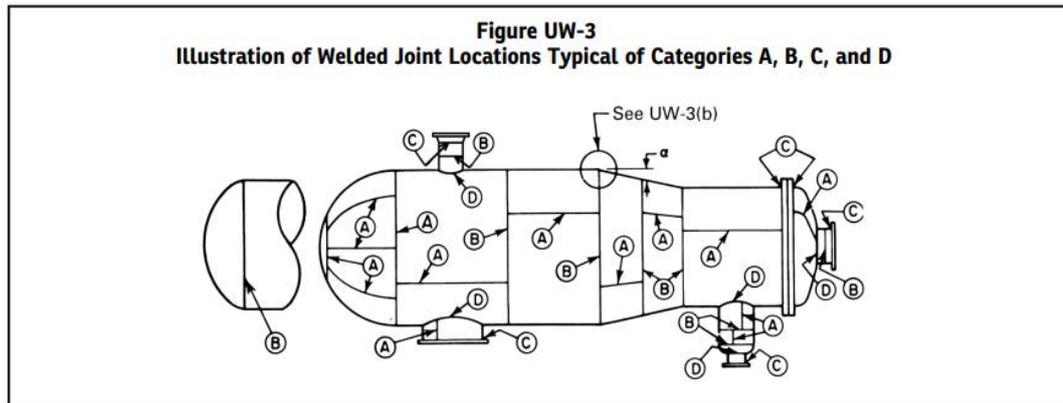
- **Volumen del cabezal**

$$V_{c2} = \frac{4 \cdot \pi \cdot r \cdot R^2}{3} \dots\dots\dots(2.6)$$

- **Categoría de juntas de soldadura**

Para ver qué tipo de juntas que hay en un tanque a presión, se hará uso de la figura UW-3 tomada de ASME sección VIII Div.1 (2021).

Figura 2.1: Locación del tipo de juntas

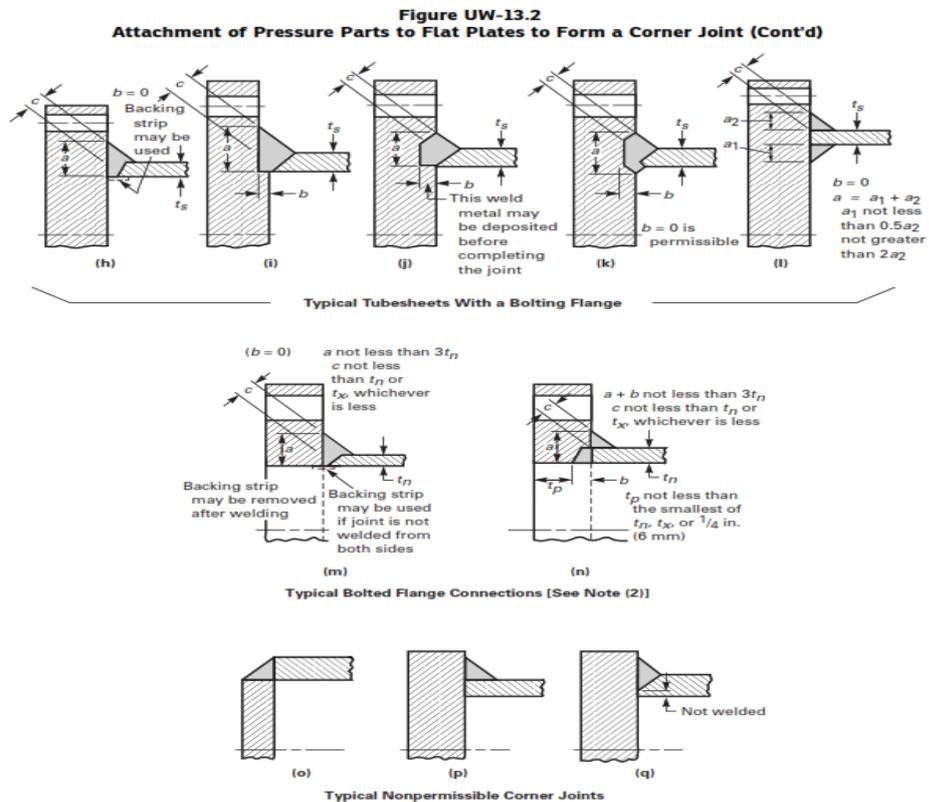


Fuente: Asme VIII Div.1 (2021)

- **Juntas de soldadura**

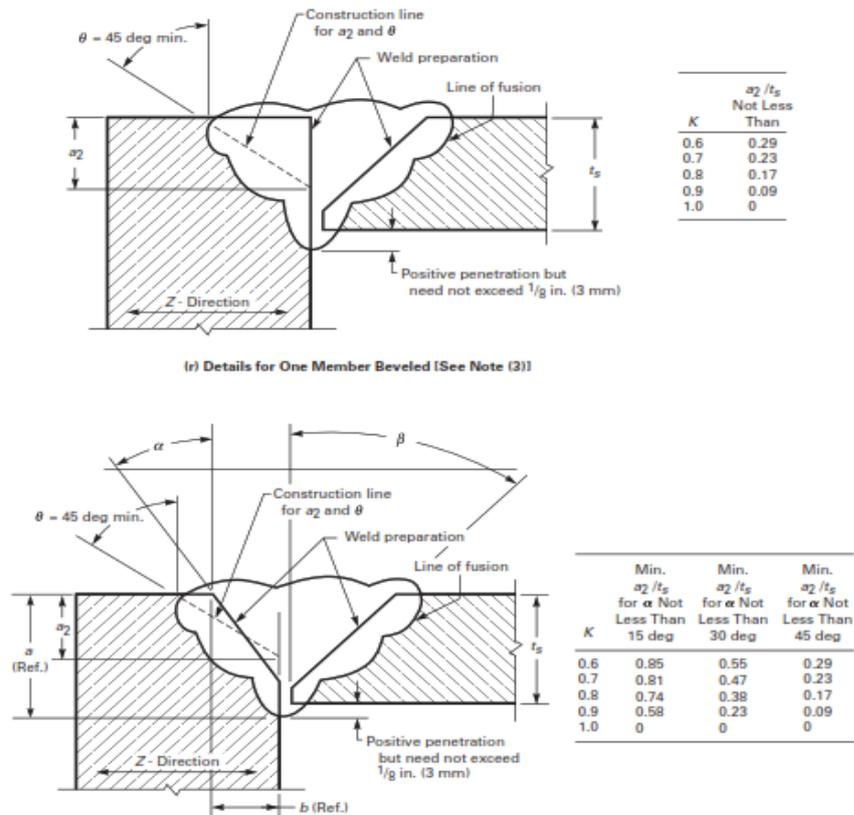
Para la soldadura tanto en Filete como Tope, se hace uso de la figura UW-13.2 tomada de ASME sección VIII Div.1 (2021).

Figura 2.2: Junta de soldadura a filete



Fuente: Asme VIII Div.1 (2021)

Figura 2.3: Junta de soldadura a tope



Fuente: Asme VIII Div.1 (2021)

Para la soldadura a filete, según la Figure UW-13.2 nota (a), el espesor de la garganta debe ser mayor al 0.7 del espesor de la plancha y debe ser menor a 1.4 del espesor de la plancha.

Para la soldadura a tope, según la Figure UW-13.2, el espesor de soldadura debe tener un aproximado superior al espesor de la plancha a soldar.

En general las técnicas de soldadura y en su caso, los materiales de aportación para su ejecución, deben cumplir con características mínimas de temperaturas y tiempo de aplicación, diámetro del electrodo, espesor del material, resistencia a la tracción, resistencia a la presión y al gas distribuido y deben ser adecuadas a los materiales a unir, etc.

El material de aporte de la soldadura debe ser compatible con el material base a soldar, los electrodos más comúnmente utilizados para soldar recipientes a presión de acero al carbón son el 6010 y el 7018.

Por otro lado el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN, 2011) indica que en primer lugar, es importante determinar la capacidad de almacenamiento del tanque en función de las necesidades del sistema y los equipos de consumo. La capacidad del tanque debe ser suficiente para satisfacer la demanda del sistema sin interrupciones en la red de GLP.

Otro aspecto importante para considerar es la ubicación del tanque de almacenamiento. El tanque debe estar ubicado en un lugar que permita un fácil acceso para su carga y descarga, pero que también esté alejado de fuentes de calor, chispas o llamas abiertas. Además, el tanque debe estar ubicado en un lugar que proporcione una buena ventilación y que permita una inspección y mantenimiento adecuados.

El tipo de tanque de almacenamiento también es un factor importante en el diseño de un sistema de la red de GLP. Los tanques de almacenamiento pueden ser horizontales o verticales, y pueden ser de acero o de materiales compuestos. Es importante seleccionar un tanque de almacenamiento que cumpla con las normas y reglamentaciones aplicables, y que sea adecuado para las características del sistema y del sitio de ubicación (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería , 2011).

Para las pruebas que se deben realizar de ensayos, según el D.S. 031.2014-EM, en el artículo 18, indica que el porcentaje de radiografiado para un tanque en una planta envasadora debe ser del 100%, en el D.S. 065.2008-EM, en el artículo 109, indica también el porcentaje de radiografiado debe ser del 100% pero en tanques de los camiones, para este estudio, vamos a considerar 100% por motivos de seguridad en el diseño del tanque de GLP. Además, es importante seleccionar los dispositivos de seguridad adecuados para el tanque de

almacenamiento. Estos dispositivos pueden incluir válvulas de alivio de presión, válvulas de cierre de emergencia y sistemas de detección de fugas. Es importante seleccionar dispositivos de seguridad que cumplan con las normas y reglamentaciones aplicables, y que sean adecuados para las características del sistema y del sitio de ubicación (Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería, 2011).

Diseño de la tubería y accesorios

El diseño de la tubería y accesorios es otro aspecto crítico en el diseño de un sistema de la red de gas licuado de petróleo (GLP). La tubería y accesorios son responsables de transportar el GLP desde el tanque de almacenamiento hasta los equipos de consumo (Rea, 2019).

En primer lugar, es importante seleccionar el material adecuado para la tubería de la red. El material seleccionado debe ser compatible con el GLP y debe tener una resistencia adecuada a la presión y la temperatura del sistema. Además, la tubería debe ser capaz de resistir la corrosión y la abrasión (Rea, 2019).

Otro aspecto importante a considerar es el diámetro de la tubería. El diámetro de la tubería debe ser seleccionado de manera que proporcione un flujo adecuado de GLP para satisfacer la demanda del sistema. Un diámetro inadecuado puede resultar en una caída de presión en la tubería, lo que puede afectar el rendimiento de los equipos de consumo (Rea, 2019). El cálculo de la línea se determina aplicando la fórmula de Renouard Cuadrática

$$D^{4.82} = \frac{48.6 * d_s * L_e}{(P_{iabs}^2 - P_{fabs}^2) * Q^{1.82}} \dots\dots\dots(2.7)$$

Donde:

D = Diámetro interior

Q = caudal (m³/hora)

ds = Densidad

Le = Longitud real + la longitud equivalente por accesorios

Piabs = Presión inicial.

Pfabs : Presión final.

Para el cálculo del espesor se hará uso de acuerdo a la ecuación expresada de Mariotte:

$$e = \frac{p * D}{2 * \sigma} \dots \dots \dots (2.8)$$

Dónde:

e = Espesor interna (mm).

p = Presión actuante (Kg/cm²).

D = Diámetro externo (mm).

σ = Esfuerzo de trabajo del acero (Kg/cm²).

Es importante también seleccionar los accesorios adecuados para la red de tuberías. Los accesorios pueden incluir válvulas, reguladores de presión, medidores de flujo y otros dispositivos. Estos accesorios deben ser seleccionados de manera que sean compatibles con la tubería y que cumplan con las normas y reglamentaciones aplicables (Echeverry, 2021).

La ubicación de las tuberías también es un aspecto importante en el diseño de la red de GLP. La tubería debe estar ubicada de manera que permita un fácil acceso para su inspección y mantenimiento, pero también debe estar protegida contra daños mecánicos y exposición a fuentes de calor. Además, es importante considerar la seguridad en el diseño de la red de tuberías. Es necesario incluir dispositivos de seguridad, como válvulas de cierre de emergencia y sistemas de detección de fugas, para garantizar la seguridad del sistema (Echeverry, 2021).

2.3. Marco conceptual.

Diseño:

Según Villeta (2000), el diseño se define como un procedimiento utilizado para resolver problemas, el cual combina tres elementos: principios teóricos o experiencias, recursos disponibles en la localidad o lugar, y productos del mercado. En el campo de la ingeniería, el diseño se aplica para desarrollar

procesos o sistemas con características y propiedades específicas, con el objetivo de ofrecer soluciones a problemáticas particulares.

Así mismo Elisava (2023) menciona al diseño como una práctica profesional que permite crear productos y servicios para el beneficio de las personas, en las distintas áreas como en lo cultural, arte y tecnología. Por tanto se considera como un proceso creativo que tiene como fin la proyección o propuesta de productos útiles y estéticos, pudiendo ser artesanales o industriales.

Tanque de almacenamiento a presión

De acuerdo a Leon (2001) es un depósito diseñado para el almacenamiento de fluidos a presión manométrica, independiente de su dimensión y forma, se utilizan como depósitos a fin de contener la suficiente reserva de algún producto y poder usarlo en el futuro para uso personal o para la comercialización.

Megyesy. (1992), define a los tanques de almacenamiento a presión como recipientes sometidos a cargas que originan esfuerzos de diferente intensidad, estando estos esfuerzos en función de la presión interna y externa, la geometría del recipiente.

Líneas de tuberías

Saldarriaga. (2016), define a las líneas de tubería como el conjunto de tuberías que constituyen un sistema único para transportar fluidos de forma confinada de un equipo a otro, afín de que opere bajo las mismas condiciones hidráulicas, el estado de cada tubería es de suma importancia ya que de falla una de ellas el flujo dejaría de ser continuo.

Simulación

Según Shannon (1988) menciona que la simulación es el proceso que permite desarrollar un modelo computarizado de un proceso o sistema a fin de realizar experimentos a partir de este modelo con el propósito de comprender el comportamiento del proceso o sistema y de esta forma evaluar diversas estrategias con las cuales se puede operar el sistema

Abastecimiento

De acuerdo a Martínez. (2010), indica que el abastecimiento es la actividad de obtener del exterior aquellos productos, materiales o servicios que se requiera para su funcionamiento, este abastecimiento debe darse en plazos y cantidad específica, bajo ciertos niveles de calidad y a un precio competitivo en el mercado.

Así mismo Monterroso. (2002), indica que el abastecimiento es la actividad que se encarga de suministrar aquellos recursos que requieren los usuarios, volviéndose en una actividad fundamental en el desempeño de la empresa u organización, encontrándose estipulado a los costos productivos, así como de la capacidad de respuesta de los consumidores.

De igual manera Salazar (2014) menciona que el abastecimiento es la encargada de la provisión de recursos, por ello requiere que su flujo sea constante, eficaz y eficiente, a fin de atender a la demanda de forma continua.

Por lo tanto, podemos definir que el diseño de las líneas de GLP para el abastecimiento de un comedor es la práctica profesional para la solución de un problema realizando un proceso de planificación y desarrollo de un sistema capas de provisionar y distribuir el gas licuado de petróleo de forma eficaz y eficiente, atendiendo la demanda de forma continua hacia los puntos de consumo, esta práctica incluye la selección del tanques de almacenamiento, cálculo de tuberías y reguladores de presión y corroborar los cálculos por medio de un modelo computarizado afín de observar el comportamiento del flujo hacia los puntos de consumo.

2.4. Definición de términos básicos.

- **BLEVE:** Se refiere a la liberación abrupta de un gas licuado a presión, que se encuentra por encima de su punto de ebullición normal a presión

atmosférica en el momento de la falla, lo que provoca una rápida expansión intermitente de vapor y líquido.

- **NFPA:** Es una organización establecida en Estados Unidos en 1896, cuyas siglas en inglés significan "National Fire Protection Association" (Asociación Nacional de Protección contra Incendios). Su función principal es desarrollar y mantener estándares y requisitos mínimos para la prevención de incendios.
- **ASME:** Es una organización establecida en 1880, cuyas siglas en inglés significan "American Society of Mechanical Engineers" (Sociedad Estadounidense de Ingenieros Mecánicos). Esta asociación reúne a profesionales del campo de la ingeniería y ha desarrollado un código que abarca el diseño, construcción, inspección y pruebas de equipos como calderas y recipientes sujetos a presión, entre otros.
- **Tanques de almacenamiento de GLP:** son estructuras diseñadas para contener las altas presiones generadas por el gas licuado de petróleo (GLP), garantizando así la seguridad del producto almacenado.
- **GLP:** El gas licuado de petróleo se obtiene a través de un proceso de refinación del petróleo y puede consistir en propano, butano o una mezcla de ambos (C₃H₈ para propano, C₄H₁₀ para butano).
- **Peso tara:** Se refiere al peso del contenedor o envase sin incluir el peso del producto neto. Se calcula restando el peso neto del peso bruto.
- **Vástago:** El vástago es una parte de la válvula que debe ser construida con un material de igual o mejor calidad que el cuerpo de la válvula. Tiene un diseño que evita su separación durante el funcionamiento y permite el adecuado flujo del gas sin inclinarse ni atascarse.
- **Rotulado:** Las cajas para válvulas deben tener impresa en al menos dos caras laterales la siguiente información: a) nombre o marca del fabricante,

b) indicación de fabricación en Ecuador o país de origen, c) tipo de válvula, d) referencia a la norma NTE INEN 116.

- **Abolladuras:** Una abolladura es una depresión permanente en la superficie de un cilindro, causada por un golpe que no afecta el espesor del cuerpo del cilindro.
- **Cilindro aprobado:** Un cilindro que ha pasado satisfactoriamente una revisión y se encuentra en condiciones de seguir en servicio.
- **Cilindro rechazado:** Un cilindro que, luego de una revisión, no cumple con los estándares y se retira del servicio. Puede ser sometido a una revisión o control adicional para determinar si es reparable.
- **Cilindro condenado:** Un cilindro que no cumple con los parámetros establecidos en la norma y que, por lo tanto, debe ser destruido por completo. En la destrucción, la marcación original del cilindro no debe ser eliminada para llevar un registro.
- **Corrosión:** Es el deterioro del material y sus propiedades como resultado de reacciones químicas o electroquímicas entre el material y su entorno.
- **Daño por fuego:** Se refiere al calentamiento excesivo, ya sea generalizado o localizado, de un cilindro. Esto suele manifestarse mediante la ampolla de la pintura, la deformación del cilindro, el daño del metal base y la fusión de partes de la válvula.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El diseño de una red de gas licuado de petróleo posibilita los planos de construcción para el abastecimiento en el comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

3.1.2. Hipótesis específicas

- El dimensionamiento del tanque de la red de gas licuado de petróleo proporciona la capacidad necesaria para el abastecimiento por un tiempo prolongado en el comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.
- El dimensionamiento de las líneas de tubería de la red de gas licuado de petróleo hace posible el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.
- La simulación la red de GLP permite corroborar el flujo calculado de la red de GLP capaz de abastecer las cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

3.2. Operacionalización de variable

3.2.1. Operacionalización de la variable

Tabla 3.1: Tabla de operacionalización de variables

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices	Método	Técnica
Variable independiente Diseño de una Red de Gas Licuado de Petróleo	Planificación y creación de un sistema seguro y eficiente para transportar y distribuir el GLP desde los puntos de almacenamiento hasta los lugares de consumo, considerando la selección de componentes, rutas de transporte y medidas de seguridad necesarias (Sandoval, 2022)	depósito que se utiliza para manipular y almacenar diferentes sustancias	Tanque de la red de tubería	<ul style="list-style-type: none"> • Volumen • Normas 	<ul style="list-style-type: none"> • m3 • ISO, ASME 	Sistémico	Documental: Investigaciones, libros y Normas.
		Tuberías interconectadas para el transporte o tratamiento del petróleo y sus derivados.	Líneas de tuberías	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo • Normas 	<ul style="list-style-type: none"> • m3/h • ISO, ASME 		
		aquellos que es secundario, que depende de lo principal o que se le une por accidente.	Simulación	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo • Presión 	<ul style="list-style-type: none"> • m3/h • PSI, Bar 		
Variable dependiente Abastecimiento del comedor	Abastecimiento es obtener del exterior, materiales, productos y/o servicios que necesite para su funcionamiento, en las cantidades necesarias y plazos establecidos, con el nivel de calidad necesario y al menor precio del mercado (Martínez, 2010)	Acción o actividad consistente en suministrar a alguien o a algo bienes necesarios	Abastecimiento	Consumo	Galones/Semana		

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

La presente investigación es del tipo aplicada dado que se utilizó conocimiento científico para el diseño de la red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui en Huaraz. Esto es avalado por Espinoza (2014) ya que indica que una investigación aplicada tiene como objetivo utilizar los hallazgos de investigaciones para desarrollar tecnologías que puedan ser aplicadas de manera inmediata, con el fin de resolver problemas de la sociedad de manera eficiente y productiva.

De igual manera Zapatero (2010) también señala que la investigación aplicada se centra en la resolución de problemas específicos, aprovechando la teoría existente para generar nuevos conocimientos relacionados con una nueva realidad en estudio.

Por otro lado, la presente investigación tiene un diseño no experimental dado que no hubo manipulación de variables, utilizando la simulación por software para validar el diseño de la red de gas licuado de petróleo y poder así confirmar nuestra hipótesis. Valderrama (2015) explica que en un diseño no experimental, no se realiza una manipulación deliberada de variables, sino que se observan los fenómenos en su entorno natural para luego analizarlos.

4.2. Método de investigación

La presente investigación utilizo el método sistémico ya que para poder realizar el diseño de la red se tuvo que determinar cada uno de sus elementos afín de estudiar su funcionamiento sin dejar de observar las entradas y salidas de la red de GLP y de esta manera estudiarlas de forma integral como un todo. Esto es avalado por Espinoza (2014), quien manifiesta que el método sistémico estudia al objeto por medio de la determinación de sus partes, pudiendo observar su funcionamiento de forma dinámica, a través de un pensamiento basado en la totalidad.

4.3. Población y muestra

Según Namkforoosh (2002, p. 77), es fundamental establecer claramente la población objetivo del estudio, es decir, a quiénes se va a investigar. En el caso de una población reducida, se recomienda analizar a todos sus miembros, mientras que en el caso de una población extensa, resulta más conveniente seleccionar una muestra representativa.

Según Alan y Cortes (2018), se entiende por población al conjunto completo de individuos u objetos que se desea investigar, siendo seleccionados en función de características específicas que permitan obtener información relevante para el estudio del problema de investigación.

En base a lo escrito, la presente investigación tuvo como población los componentes del diseño de la red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui en Huaraz, por tanto su muestra serán los mismo componentes de la red de GLP.

4.4. Lugar de estudio

El presente trabajo se encuentra ubicado en la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui del distrito de Tarica de la Provincia de Huaraz.

Figura 4.1: Lugar de estudio



Fuente: Google Maps

4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.

La presente investigación empleo la técnica de recolección documental, el cual consiste en buscar información de diferentes fuentes: Normas de diseño, tesis, libros donde puedan existir antecedentes de la problemática el cual es objeto de estudio y otros trabajos de investigaciones escritas.

De acuerdo con Espinoza (2014), la técnica documental se utiliza para recopilar pruebas que respalden las hipótesis de investigación. Esta técnica involucra la utilización de diversos tipos de documentos, como revistas, memorias, actas, registros, datos estadísticos e información proveniente de instituciones y empresas que documentan su funcionamiento.

Los instrumentos utilizados para la técnica documental fueron:

- Norma ASME Sección VII, División 1, 2021. Reglas para la construcción de recipientes a presión.
- Norma Técnica Peruana. NTP 321.123. gas licuado de petróleo. instalaciones para consumidores directos y redes de distribución.

Así mismo se hizo uso de la técnica empírica, ya que para la recolección de datos preliminares del diseño se usó la observación y se recopilará información de los encargados de la institución educativa de la institución educativa.

Espinoza (2014) explica que la técnica empírica consiste en la observación directa del objeto de estudio y la recolección de testimonios, con el objetivo de contrastar la teoría con la práctica y buscar la verdad. Esta técnica implica estar en contacto directo con la realidad para obtener evidencia empírica que respalde o refuta las suposiciones teóricas.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

En la presente investigación el análisis y procesamiento de los datos para desarrollar el diseño de la red de gas licuado de petróleo afin de abastecer el comedor de la institución educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui en Huaraz se establecieron las siguientes etapas:

ETAPA I: Dimensionamiento del tanque de gas licuado de petróleo.

- Calcular la capacidad del tanque de gas licuado de petróleo.
- Ubicar el tanque de gas licuado de petróleo

ETAPA II: Dimensionamiento de las líneas de tuberías.

- Calcular el flujo del gas licuado de petróleo
- Seleccionar el tipo de tubería a usar
- Ubicar los tramos de tubería hasta los ambientes de uso.

ETAPA III: Selección de accesorios.

- Seleccionar los accesorios del tanque de gas licuado de petróleo
- Seleccionar los accesorios de las líneas de tubería de gas licuado de petróleo.

4.7. Aspectos éticos en investigación

El presente estudio ha cumplido con los aspectos éticos inherentes a la investigación, siguiendo los principios éticos mencionados a continuación.

Beneficencia: El propósito de la investigación fue generar beneficios tanto para la comunidad científica como para la sociedad, en este caso, la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui.

No maleficencia: La investigación se orienta hacia la búsqueda de soluciones para abordar la problemática descrita, sin ninguna intención de causar daño en dicho contexto.

Justicia: Durante todo el estudio se ha respetado la normativa técnica y se han tenido en cuenta las ideas de diversos autores, asegurándose de referenciar adecuadamente cada teoría o definición presentada.

Autonomía: El desarrollo del estudio siguió un enfoque científico, cumpliendo con los pasos y etapas necesarios para abordar el tema de estudio, garantizando así la objetividad en el proceso.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Etapa I: Dimensionamiento del tanque de gas licuado de petróleo.

- **Información preliminar.**

Tipo de fluido

Al diseñar la red de distribución de GLP, se consideraron las características del fluido, que consiste en una mezcla de gases presentes tanto en el gas natural como disueltos en el petróleo. Los componentes del GLP se encuentran en estado gaseoso a temperatura y presión ambiente, y tienen una alta propensión a condensarse. En este contexto, se puede afirmar que el GLP es una combinación de propano y butano, y posee las siguientes propiedades:

Butano: Es un hidrocarburo saturado, parafínico o alifático, inflamable, gaseoso.

- Fórmula química : C₄H₁₀
- Masa molar : 58 g/mol
- Aspecto : Gas incoloro
- Densidad relativa (agua = 1) : 0.6
- Punto de fusión : -138 ° C
- Punto de ebullición : -5 ° C
- Presión de vapor, a 21.1°C : 213.7 kPa
- Clasificación : Altamente Inflamable

Propano: Es un hidrocarburo alcano compuesto por tres átomos de carbono en su estructura. Se obtiene como derivado de otros productos del petróleo durante el procesamiento de aceite o gas natural.

- Fórmula química : C₃H₈
- Masa molar : 44.1 g mol⁻¹
- Aspecto : gas incoloro
- Densidad : 2,01 g/l (estado gaseoso, 0 ° C, 1013 hPa);

0,58 g/cm³ (líq. en punto de ebullición)

- Punto de fusión : - 188 ° C
- Punto de ebullición : - 42 ° C
- Solubilidad en agua : prácticamente insoluble (75 mg/l a 20 ° C)
- Presión (20 ° C) : 830 kPa
- Clasificación : altamente Inflamable

El poder Calorífico del GLP en una mezcla del 30% butano y 70% propano es de 94,448.80 Btu/gal.

Ubicación del proyecto

El diseño fue realizado para la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui cuya información de acuerdo a la geografía es la siguiente:

- Distrito : Tarica
- Provincia : Huaraz
- Región : Ancash
- Ubigeo : 20112
- Latitud Sur : 9° 24' 35.6" S (-9.40988161000)
- Longitud Oeste : 77° 34' 1.7" W (-77.56713361000)
- Altitud : 2,871 m s. n. m.
- Temperatura promedio: 15°C
- Sensación térmica : 13°C
- Huso horario : UTC-5

Datos de los puntos de consumo

Para realizar el diseño de una red capaz de abastecer de Gas Licuado de Petróleo hacia los puntos de consumo, es importante conocer la necesidad requerida por la institución educativa José Carlos Mariátegui, el cual cuenta con 5 cocinas industriales para la preparación de desayunos y almuerzos de su alumnado con productos provenientes del Programa Nacional de Alimentación Escolar Qali Warma, sin embargo al encontrarse la institución en

una zona alejada de puntos de abastecimiento de gas, es que requieren de un abastecimiento continuo con independencia de al menos 34 días útiles, por ello se obtienen la siguiente información:

- Potencia de consumo por cada cocina : 90,000.00 BTU/h.
- Presión inicial : 20 Psi.
- Presión de trabajo requerido : 20 psi.
- Poder calorífico del GLP : 94,448.80 Btu/gal.
- Horas de uso al día : 6 horas/día.

• **Capacidad del tanque de gas licuado de petróleo.**

El gas licuado del petróleo se encuentra almacenado en el tanque a presión, el cual abastece a los puntos de servicio por medio de la red de GLP, la capacidad del tanque se encuentra en función del consumo diario y la capacidad de días útiles requeridos para un reabastecimiento como se observa en la siguiente ecuación:

$$V_m = \frac{W*H*d}{P_c} \dots\dots\dots(5.1)$$

Donde:

- V_m : Capacidad mínima
- W : Potencia de consumo en BTU/h
- H : # de horas por día
- d : # de días hábiles para el reabastecimiento
- P_c : Poder calorífico del GLP

$$V_m = \frac{450,000.00*6*34}{94,448.8} = 971.95 \text{ galones}$$

A partir de esta información se realizaron los cálculos para el diseño de un tanque de 1000 galones basado en la norma ASME (2021) sección VIII, División 1.

- **Cálculo del tanque de gas licuado de petróleo**

El diseño del tanque de almacenamiento es un aspecto crítico por ello esta investigación basa este cálculo en base a la norma ASME VIII división 1, así mismo la NTP 321.123 en su numeral 5.1.4 indica que la máxima presión permisible (MAWP) en los tanques de almacenamiento de GLP será de 1.7 Mpa lo que es igual a 250 Psig, de igual manera la norma NFPA 58 la presión máxima del gas licuado de petróleo de 215 psi como se observa en la tabla 5.1, por tanto para los cálculos de espesor se tomara una presión de diseño de 250 psi, que sobrepasa lo máximo establecido en el NFPA 58, además se elegirá el acero ASTM A 612 debido a que es un acero apto para presión usado comúnmente en tanque de GLP y calderas debido a que resiste altas presiones y temperaturas, teniendo un esfuerzo de tensión igual a 23700 Psi, valor el cual se selecciona de ASME Sección II, parte D (metric), subparte 1, tabla 1-A para espesores menores a ½ in.

Tabla 5.1: Presión Máxima de Vapor y Máxima Presión Permitida de Trabajo del GLP

Presión de vapor máxima en psig (MPag)		Máxima presión de trabajo permitida en psig (Mpa)					
		Códigos anteriores					
A 100°F	A 37,8°C	Código ASME actual(psi, MPa)		API-ASME (Psi, MPa)		ASME(b)	
80	0,6	100	0,7	100	0,7	80	0,6
100	0,7	125	0,9	125	0,9	100	0,7
125	0,9	156	1,1	156	1,1	125	0,9
150	1	187	1,3	187	1,3	150	1
175	1,2	219	1,5	219	1,5	175	1,2
215	1,5	250	1,7	250	1,7	200	1,4
215	1,5	312	2	312	2,2		

Fuente: Norma NFPA 58, Manual del código del GLP

Tabla 5.2: Presión del recipiente y factor de seguridad/Margen de varias ediciones del código ASME

Año de Publicación de la Edición del Código ASME	Presión de Diseño				Factor de Seguridad/ Margen de Diseño
	Butano		Propano		
	psig	Mpa	psig	Mpa	
1931 hasta 1946	100	0,7	200	1,4	5
1946 párrafo U-68 y U-69	100	0,7	200	1,4	5
1949, párrafo U-200 y U-201	125	0,9	250	1,7	4
1952 hasta 1998	125	0,9	250	1,7	4
1998 hasta el presente					3,5

Fuente: Norma NFPA 58, Manual del código del GLP

● **Espesor de corrosión**

Para la estipulación del margen de corrosión es necesario tener en cuenta lo siguiente:

Según Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (Osinergmin, 2022), la velocidad de corrosión de un recipiente es conocida y menor a 0.005 pulgadas por año, además el tiempo de vida de un recipiente tiene que ser mayor a 10 años.

Por tanto se consideró un espesor de 1/16 pulgadas por corrosión equivalente a 12.7años.

● **Principio de diseño**

- Fluido : GLP.
- Presión de Diseño – MAWP (P) : 250 PSI.
- Presión de Operación : 100 PSI.
- Radiografía de Soldadura (E) : 100%.
(Circunferencial y Longitudinal)
- Esfuerzo del Material (S) : 23700 PSI (ASTM 612).
- Margen de Corrosión (C) : 0.0625 in
- Radio Interior (R) : 20.472 in (520 mm).
- Diámetro Interior (D) : 40.945 in (1040 mm).
- Altura (H) : 10.787 in (274 mm).
- Longitud total del cuerpo : 162.204 in (4120 mm).

- **Cálculo del espesor del cuerpo del recipiente**

De acuerdo al código de construcción ASME Sección VIII. Div. 1, parte UG-27 (2021), el espesor del cuerpo del recipiente puede determinarse de acuerdo a la ecuación 5.3.

$$t_c = \frac{P \cdot R}{S \cdot E - 0.6 \cdot P} \dots\dots\dots(5.2)$$

$$t_d = t_c + C \dots\dots\dots(5.3)$$

Donde:

- t_c : Espesor mínimo requerido del cuerpo (in).
- t_d : Espesor mínimo de diseño del cuerpo (in).
- TD : Espesor usado para fabricación (in).
- P : Presión interna de diseño (PSI).
- R : Radio interno del tanque (in).
- S : Esfuerzo máximo admisible (PSI).
- E : Eficiencia de la junta para recipiente cilíndrico (%).
- C : Margen de corrosión (in).

$$t_c = \frac{250 \cdot 20.472}{23700 \cdot 1 - 0.6 \cdot 250} = 0.217 \text{ in}$$

$$t_d = 0.217 \text{ in} + 0.0625 \text{ in} = 0.2795 \text{ in} \approx 7.1 \text{ mm}$$

$$\mathbf{TD = 8.00 \text{ mm}}$$

De lo obtenido se seleccionará un espesor de plancha comercial que es de espesor 8 mm equivalente en pulgadas a 0.31496 in, así mismo se usara un formato comercial de plancha de acero en ASTM 612, correspondiente a 1200 x 2400 x 8 mm.

- **Máxima presión interna admisible del cuerpo**

Calculado el espesor de la plancha del cuerpo de acero, se procede a realizar el cálculo de la presión máxima permitida de trabajo a lo largo del casco cilíndrico del tanque, haciendo uso de la ecuación 5.5 tomada del código de construcción ASME Sección VIII. Div. 1, parte UG-27 (2021).

$$P_{m1} = \frac{S \cdot E \cdot t_c}{R + (0.6 \cdot t_c)} \dots\dots\dots(5.4)$$

Donde:

t_c : Espesor comercial del cuerpo (in)

P_{m1} : Presión máxima permitida en el cuerpo (PSI)

R : Radio interno del tanque (in)

S : Esfuerzo máximo admisible (PSI)

E : Eficiencia de la junta para recipiente cilíndrico (%)

$$P_{m1} = \frac{23700 \cdot 1 \cdot 0.31496}{20.472 + (0.6 \cdot 0.31496)}$$

$$P_{m1} = 361.28 \text{ PSI}$$

• **Espesor del cabezal semielíptico**

Se selecciono cabezales semielíptico debido a que estas son capaces de soportar grandes presiones grandes presiones en comparación a las tapas planas o abombadas.

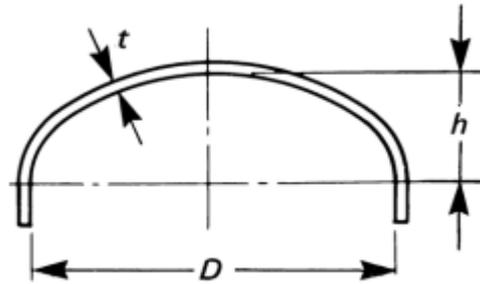
Por otro lado y de acuerdo al código de construcción ASME Sección VIII. Div. 1, apéndice mandatorio 1, 1-4 (c) (2021), el espesor de la cabeza semielíptica del recipiente puede determinarse de acuerdo a la ecuación 5.6 y 5.7.

$$t_{cab} = \frac{P \cdot D \cdot K}{2 \cdot S \cdot E - 0.2 \cdot P} + C \dots\dots\dots(5.5)$$

$$k = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{D}{2h} \right)^2 \right] \dots\dots\dots(5.6)$$

$$t_d = t_{cab} + C \dots\dots\dots(5.7)$$

Figura 5.1: Dimensiones principales de cabezales típicos



(a) Elipsoidal

Fuente: ASME Sección VIII, Div. 1 (2021)

Donde:

t_{cab} : Espesor mínimo requerido del cabezal semielíptico(in).

t_d : Espesor mínimo de diseño del cuerpo (in).

TD : Espesor usado para fabricación (in).

K : Factor en ecuaciones para cabeza elipsoidales dependen de la proporción $D/2h$.

P : Presión interna de diseño (PSI)

D : Diámetro interno del tanque (in)

h : Altura (in).

S : Esfuerzo máximo admisible (psi)

E : Eficiencia de la junta para recipiente cilíndrico (%)

C : Margen de corrosión (in)

$$k = \frac{1}{6} \left[2 + \left(\frac{40.945}{2 * 10.787} \right)^2 \right] = 0.930 \text{ in}$$

$$t_{cab} = \frac{250 * 40.945 * 0.93}{2 * 23700 * 1 - 0.2 * 250} = 0.201 \text{ in}$$

$$t_d = 0.201 \text{ in} + 0.0189 \text{ in} = 0.2635 \text{ in} \approx 6.7 \text{ mm}$$

$$TD = 8.00 \text{ mm}$$

De lo obtenido se seleccionará un espesor de plancha comercial que es de espesor 8 mm equivalente en pulgadas a 0.31496 in.

• **Máxima Presión Interna Admisible del Cabezal**

Para determinar la presión interna en los cabezales del tanque se hará uso de la ecuación 5.9 tomada del código de construcción ASME Sección VIII. Div. 1, parte UG-27 (2021).

$$P_{m2} = \frac{2 * S * E * t}{D * K + (0.2 * t)} \dots\dots\dots(5.8)$$

Donde:

- t : Espesor comercial del cabezal (in)
- P_{m2}: Presión máxima permitida en el cabezal (psi)
- K : Factor en ecuaciones para cabeza elipsoidales dependen de la proporción $D/2h$.
- D : Diámetro interno del tanque (in)
- S : Esfuerzo máximo admisible (psi)
- E : Eficiencia de la junta para recipiente cilíndrico (%)

$$P_{m2} = \frac{2 * 23700 * 1 * 0.31496}{(40.945 * 0.93) + (0.2 * 0.31496)}$$

$$P_{m2} = 391.42 \text{ PSI}$$

• **Prueba de Presión**

Para determinar la presión de prueba del tanque se hará uso de la ecuación 5.10 tomada del código de construcción ASME Sección VIII. Div. 1, parte UG-99 (2021).

$$\text{Presión de Prueba} = 1.3 * \text{MAWP} * \frac{S_{\text{Temp Prueba}}}{S_{\text{Temp diseño}}} \dots\dots\dots(5.9)$$

Donde:

- MAWP : Máxima Presión de Trabajo Admisible (PSI)
- S_{Temp Prueba}: Esfuerzo Permisible a temperatura de Prueba (KSI)
- S_{Temp Diseño}: Esfuerzo Permisible a temperatura de Diseño (KSI)

Los esfuerzos permisibles correspondientes a la temperatura de Prueba y de diseño serán seleccionados de las tablas de ASME Sección I, parte D (metric), subparte 1, tabla 1-A (2021) para espesores menores a ½ in.

$$\text{Presión de Prueba} = 1.3 * 250 * \frac{23700}{23700} = \mathbf{325 \text{ PSI}}$$

• **Volumen del Cuerpo**

El volumen del cuerpo del tanque está dado por la siguiente ecuación:

$$V_{c1} = \pi * R^2 * L \dots\dots\dots(5.10)$$

Donde:

V_{c1} : Volumen del cuerpo (in³)

R : radio del cuerpo (in)

L : longitud del casco (in)

$$V_{c1} = \pi * 20.472^2 * 162.204$$

$$V_{c1} = \mathbf{213\ 565.93 \text{ in}^3} = \mathbf{924.52 \text{ gal}}$$

• **Volumen del Cabezal Semi-elíptico**

El volumen de los cabezales semi-elípticos del tanque esta dado por la siguiente ecuación:

$$V_{c2} = \frac{4 * \pi * (H-L) * R^2}{3} + 2 * \pi * R^2 * L \dots\dots\dots(5.11)$$

Donde:

V_{c2} : Volumen de los cabezales semi-elípticos (in³)

H : Altura del cabezal semi-elíptico (in)

L : Longitud de la pestaña del cabezal semi-elíptico (in)

R : radio del cuerpo (in)

$$V_{c2} = \frac{4 * \pi * 10.63 * 20.472^2}{3} + 2 * \pi * 20.472^2 * 0.394$$

$$V_{c2} = 2 * (18\ 66.322 + 518.76) = 196983843 \text{ in}^3$$

$$V_{c2} = \mathbf{85.276 \text{ gal}}$$

$$\therefore V_{\text{Total}} = V_{c1} + V_{c2} = \mathbf{1009.796 \text{ gal} = 3822 \text{ litros}}$$

• **Peso Teórico del Tanque**

El peso del tanque esta dado por la siguiente ecuación:

$$W_{\text{TOTAL}} = W_{\text{TANQUE}} + W_{\text{GLP}} \dots\dots\dots (5.12)$$

Donde el peso del agua estaría dado por el volumen del tanque multiplicado por la densidad del GLP

$$W_{\text{GLP}} = 2140.32 \text{ Kg}$$

Por otra parte el peso del tanque estará dado por el peso de las planchas y accesorios

$$W_{\text{TANQUE}} = 1085.4 \text{ Kg}$$

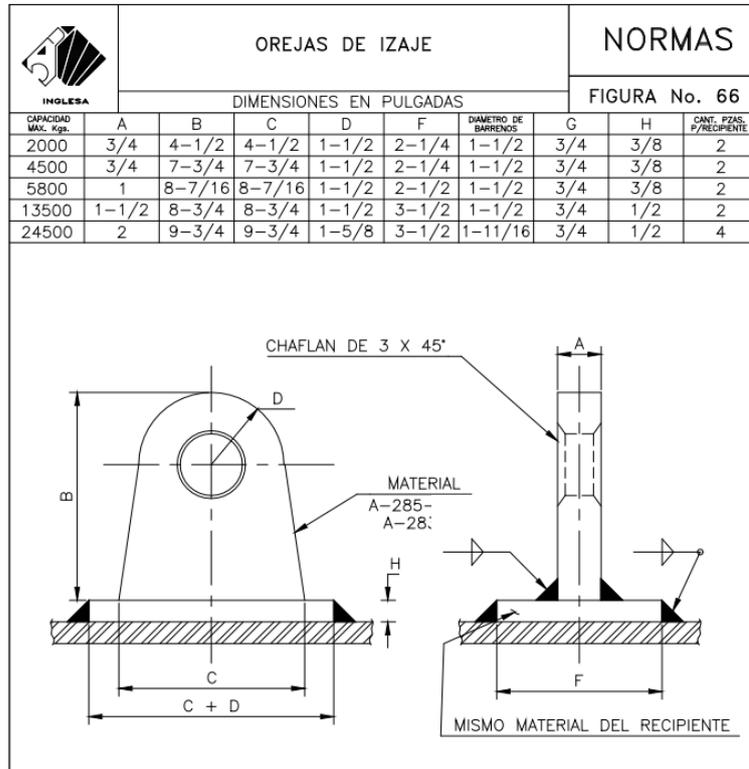
$$W_{\text{TOTAL}} = \mathbf{3225.72 \text{ kg}}$$

• **Cálculo del Diseño de las Orejas de Izaje**

Para realizar el cálculo de la oreja de izaje, se deben tener los siguientes parámetros de diseño:

- Peso muerto o carga axial (W) : 1085.4 Kg.

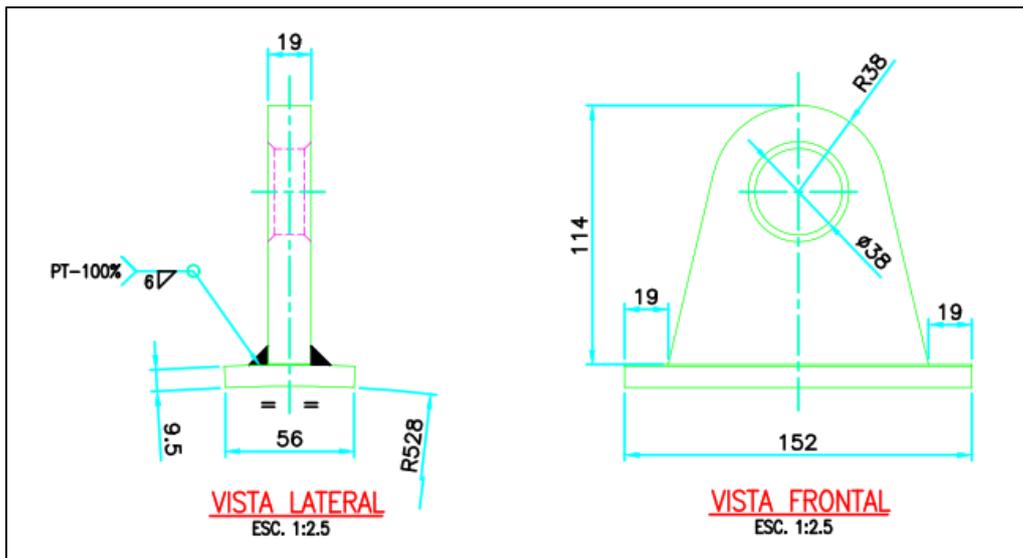
Figura 5.2: Dimensiones de orejas de izaje



Fuente: Leon, Juan (2001)

Seleccionamos la oreja de 2000kg con los siguientes datos:

Figura 5.3: Oreja de Izaje



Fuente: Elaboración Propia.

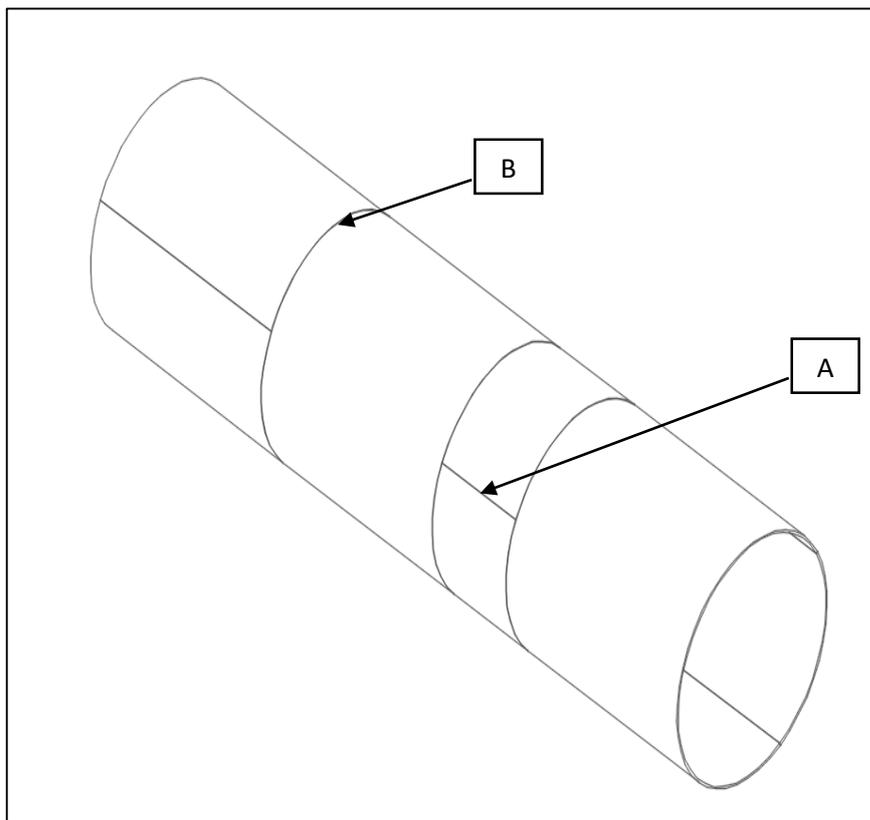
- **Juntas de uniones Soldadas del tanque**

Para establecer las juntas de uniones soldadas fue necesario la categoría, tipo y eficiencia de la junta soldada.

- **Categoría de la junta soldada.**

De acuerdo al ASME Sección VIII. Div. 1, parte UW - 3 (2021), indica que la categoría define la localización de la junta en un recipiente.

Figura 5.4: Categoría de la junta



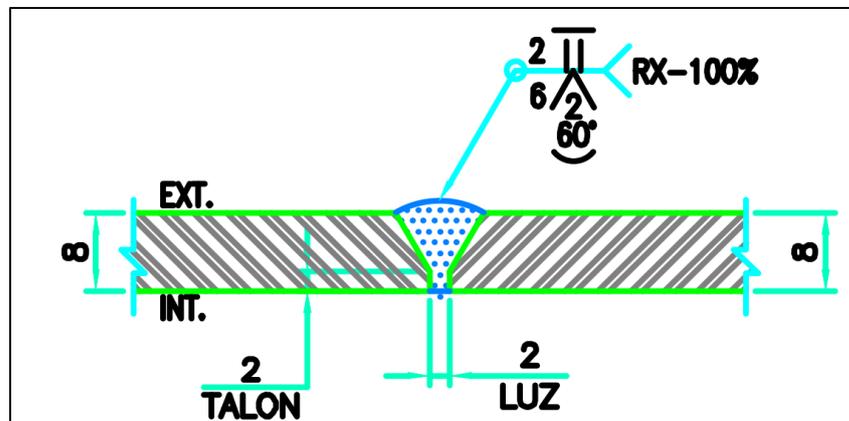
Fuente: Elaboración Propia.

- ✓ **Categoría A:** son juntas soldadas longitudinales en el cuerpo principal, transición en diámetro o en conexiones.
- ✓ **Categoría B:** son juntas soldadas circumferenciales en el cuerpo, transición en diámetro incluyendo juntas circumferenciales que se conectan.

➤ **Tipo de junta soldada.**

La conformación del cilindro fue realizada por medio de la unión de planchas de acero ASTM 612, unidas por medio de soldadura de arco eléctrico, de acuerdo a las características del recipiente corresponde el uso de juntas a tope tipo 1, esto en concordancia con el ASME Sección VIII. Div. 1, parte UW – 12 (2021), la cual indica que son aquellas juntas a tope en un ángulo no mayor a 30° por lado de plancha y sin uso de respaldo, como se observa en la siguiente figura.

Figura 5.5: Junta a tope del cilindro



Fuente: Elaboración Propia.

➤ **Eficiencia de la junta soldada.**

Para determinar la eficiencia de la junta es necesario saber el tipo de junta y la amplitud de la prueba radiográfica.

De acuerdo al ASME Sección VIII. Div. 1, parte UW – 11 (2021), todas las juntas a tope de cuerpos y cabezales de recipientes que contengan sustancias letales con presión de diseño mayor al 50 psi, deben radiografiarse al 100%, es decir por todo el largo de las líneas de soldadura a tope.

Por tanto se consideran pruebas radiográficas al 100% para las uniones soldadas a tope del tanque diseñado de la presente investigación.

Por otro lado, de acuerdo al ASME Sección VIII. Div. 1, parte UW – 12 (2021), indica que para las juntas a tope tipo 1, categoría A, B, C, D, con radiografía al 100% le corresponde una eficiencia $E = 1$.

Así mismo, el material de aporte, de la soldadura, debe ser compatible con el material base a soldar. El material de aporte a utilizar para soldar recipientes a presión de acero al carbón son el ER70S-6 para el pase de raíz y para los cordones siguientes. De igual manera se debe de evitar los cruces de dos o más cordones de soldadura y La distancia mínima entre dos cordones paralelos será de 5 veces el espesor de la placa, sin embargo, cuando sea inevitable el cruce de dos cordones, el Código ASME., Sección VIII División 1, se recomienda radiografiar una distancia mínima de 102 milímetros a cada lado de la intersección.

➤ **Soldadura de filete.**

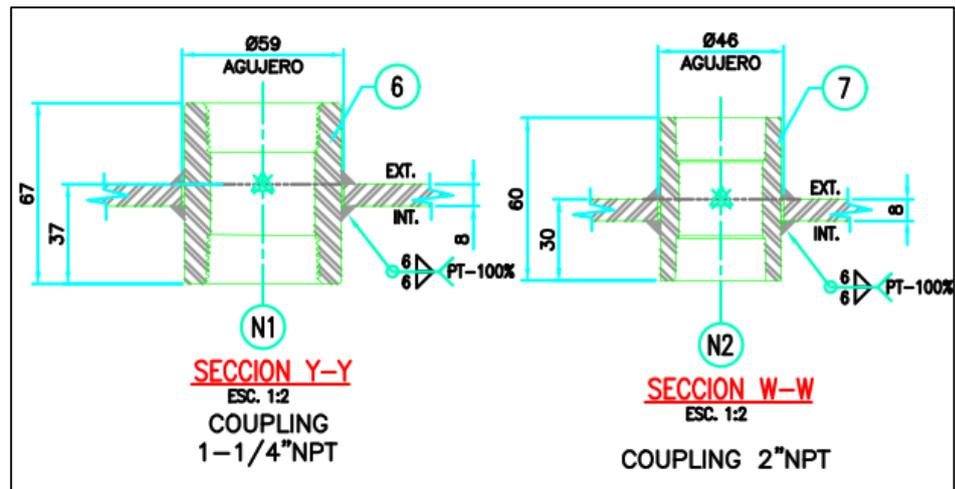
De acuerdo al ASME Sección VIII. Div. 1, parte UW – 18 (2021), indica son para juntas en Te de esquina, siempre que las planchas sean adecuadamente soportadas en forma independiente, además se debe asegurar la fusión completa en la raíz del filete.

Por otro lado el espesor de la garganta según ASME VIII Div. 1, debe estar entre 0.7 y 1.4 de relación con el espesor de la plancha, escogemos el espesor más económico para evitar el uso de demasía de cordón de soldadura, sabiendo que el ancho de la plancha de acero del tanque es igual a 8 mm, por tanto.

$$T_s = t * 0.7 = 8 * 0.7 \text{ mm} = 5.6\text{mm} \cong 6 \text{ mm}$$

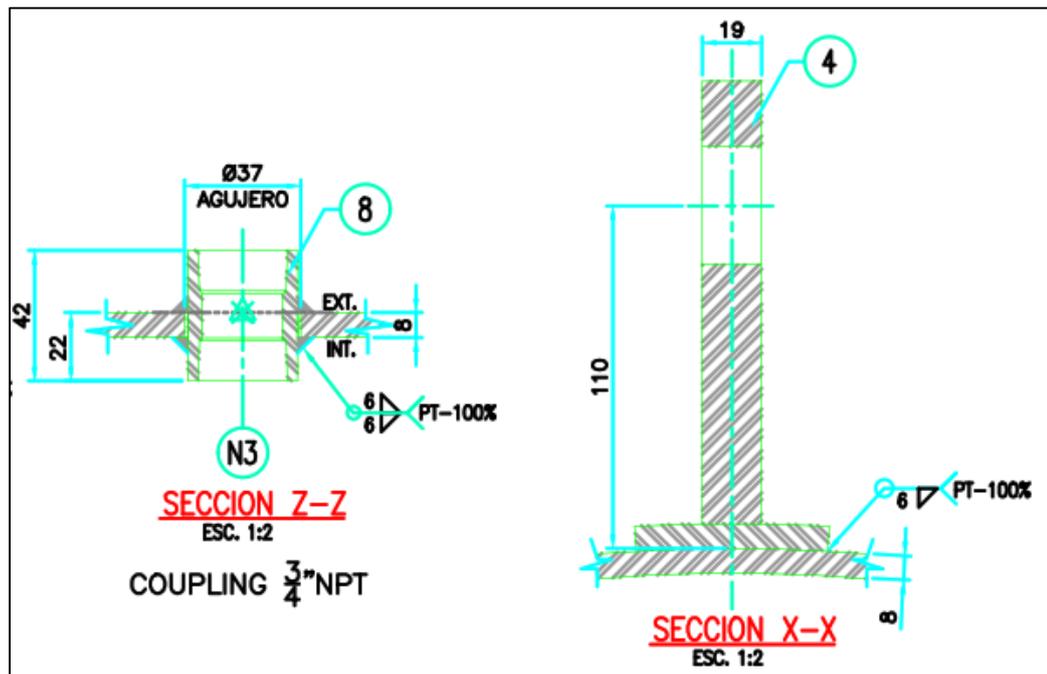
El ancho de garganta que se uso es de 6mm

Figura 5.6: Soldadura de filete coupling



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.7: Soldadura de filete coupling y oreja de izaje



Fuente: Elaboración Propia.

- **Cantidad de metro lineal de soldadura**

De acuerdo con la cantidad de planchas se puede estimar la cantidad de metro lineal de soldadura, pero también depende del tipo de soldadura a realizar.

Tomando en cuenta el formato de plancha de acero ASTM A 612 de 1200 x 2400 mm x 8 mm y de acuerdo con el plano T010002, ver anexo N°2, se realizó el cálculo de acuerdo al perímetro de cada una de las planchas a utilizar, de acuerdo al desarrollo de las planchas involucradas para la mejor optimización de las mismas.

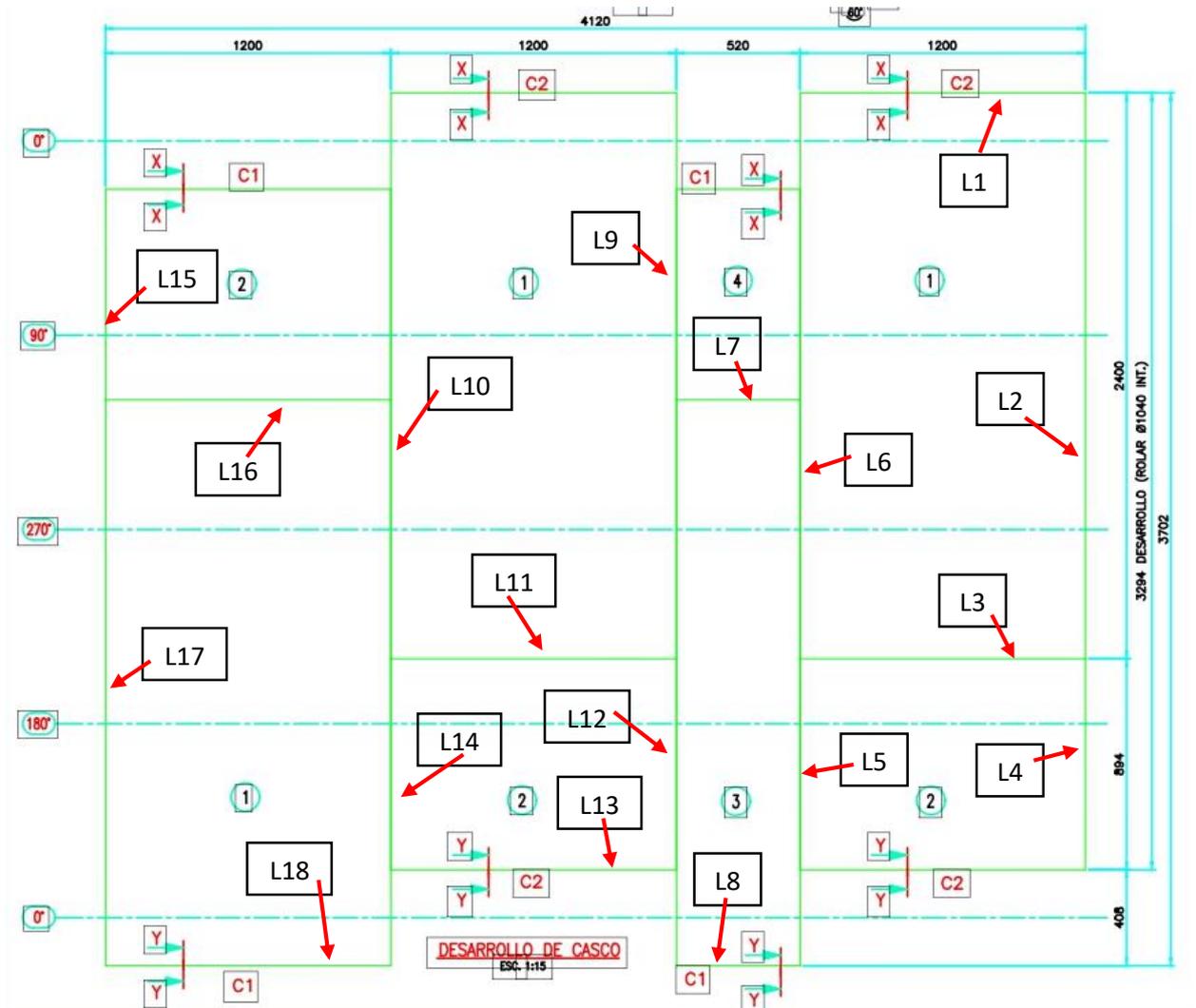
Tabla 5.3: Longitud del pase de soldadura

Lado	Cantidad	Longitud del lado de plancha (mm)
L1	1	1200
L2	1	2400
L3	1	1200
L4	1	894
L5	1	894
L6	1	2400
L7	1	520
L8	1	520
L9	1	2400
L10	1	2400
L11	1	1200
L12	1	894
L13	1	1200
L14	1	894
L15	1	894
L16	1	1200
L17	1	2400
L18	1	1200
Suma total		24710

Fuente: Elaboración Propia.

Pero se tiene que realizar 3 pases de soldadura por el espesor de la plancha que es de 8 milímetros, por tanto 3 pases, sería $24710 \times 3 = 74130$ milímetros, en metros sería aproximado 75 metros de longitud lineal

Figura 5.8: Pase de soldadura en el tanque



Fuente: Elaboración Propia.

- **Puesta a tierra del tanque**

Debido a la prevención de contra descargas atmosférica por impacto de algún posible impacto de rayo, el cual puede generar una corriente eléctrica peligrosa que debe ser canalizada de manera segura hacia la tierra a fin de evitar daños en el tanque y posibles riesgos para las personas cercanas, de igual manera ante una posible acumulación de corriente estática, etc, es que se proyecta un sistema de puesta a tierra para el diseño de la red de gas licuado de petróleo.

En Perú, según lo dispuesto el Código Nacional de Electricidad establece que el límite máximo de resistencia para una instalación convencional de puesta a tierra con un solo electrodo no puede exceder los 25Ω.

Así se sabe que la resistividad promedio del terreno del colegio es de 60 ohmios-metro, por tanto se hará uso de in sistema de pozo a tierra convencional con varilla vertical y de esta manera La corriente eléctrica elegirá el camino de menor resistencia para redirigir la corriente de fallo en cuestión.

El componente vital en la creación de un sistema de puesta a tierra es la varilla de cobre cuya función principal es de direccionar de manera segura a las corrientes defectuosas o descargas eléctricas desde la instalación, debido a su excelente conductividad y calidad se hará uso de una varilla de cobre 2,4 metros con un diámetro de 5/8". La resistencia del sistema será calculada por la siguiente ecuación.

$$R = \frac{\rho}{2\pi L_r} \left[\text{Ln} \left(\frac{4L_r}{b} \right) - 1 \right] \dots \dots \dots (5.13)$$

Donde:

- R : Resistencia del sistema puesta a tierra (Ω)
- ρ : Resistividad del terreno (Ω.m)
- L_r : Longitud de la varilla de cobre (m)
- b : radio de la varilla de cobre (m)

$$R = \frac{49}{2\pi * 2.4} \left[\text{Ln} \left(\frac{4 * 2.4}{0.008} \right) - 1 \right]$$

$$R = 19.814 \Omega$$

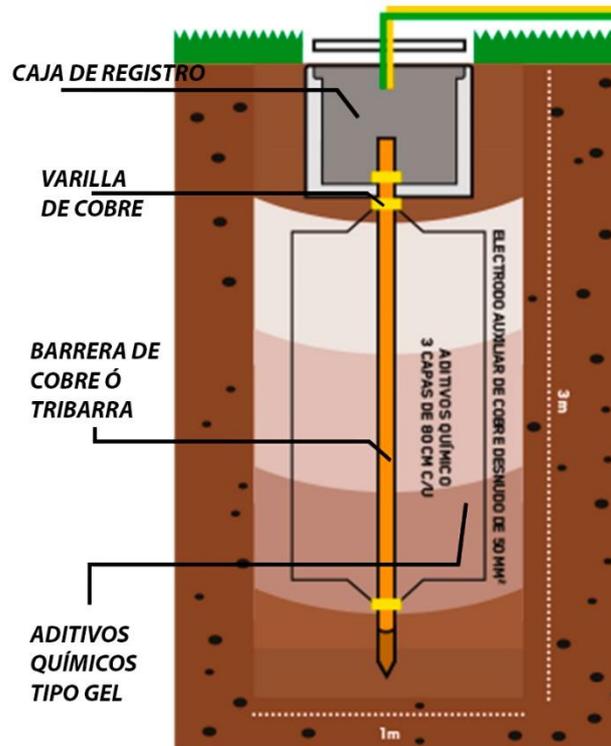
Para instalar la puesta a tierra es necesario:

- Excavar un pozo de 1 metro de diámetro hasta una profundidad de 3 metros y usar el electrodo de 2.40 metros x 5/8" de diámetro, de modo

que el electrodo quede 10 centímetros por debajo del nivel del piso terminado.

- A continuación, se procede a mezclar 3.5 m³ de tierra de cultivo con un saco de bentonita a fin de reducir la resistividad de la tierra, paralelamente se mezcla sal industrial en recipientes de agua de 20 litros
- Se procede a rellenar el pozo con 40 centímetros tierra de cultivo combinada con bentonita y 20 litros de agua con sal industrial y se deja reposar.
- A continuación, se introduce el electrodo o varilla de cobre, la cual al ser enterrada correctamente garantiza conducir y disipar la energía proveniente de sobretensiones eléctricas y descargas atmosféricas.
- Se continúa llenando con tierra y compactando cada 20 cm
- Luego se procede a colocar la primera dosis de THOR GEL disolviendo el contenido de la bolsa azul en un recipiente de 20 litros de agua, de igual manera el contenido de la bolsa crema en un recipiente de 20 litros de agua.
- Después de la total absorción del líquido azul, proceda a verter la mezcla del líquido crema y se deja que el terreno absorba la mezcla.
- Posteriormente se rellena con una segunda capa de 1 metro, manteniendo el pozo húmedo y verter la sal con el agua.
- Se continúa con una segunda capa de agua y se coloca otra dosis de THOR GEL.
- Rellene el pozo con tierra tamizada hasta de 0.40 m y coloque la caja de registros de concreto por medio de la cual se realizarán las mediciones y el mantenimiento.

Figura 5.9: Esquema de pozo a Tierra



Fuente: Red Perú Industrial.

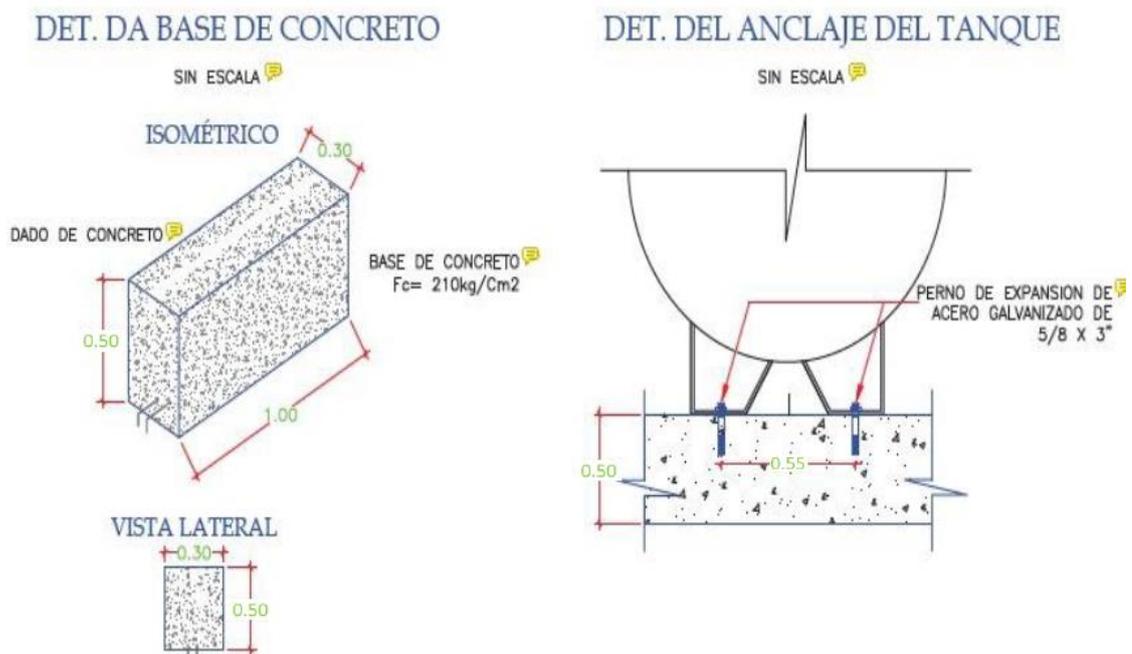
- **Base de concreto**

La base de concreto para un tanque horizontal es una estructura de soporte que se construye para sostener un tanque en posición horizontal y proporcionar estabilidad y resistencia, por ello es importante:

- **Preparación del Sitio:** Limpiar y nivelar el área donde se construyó la base de concreto, el terreno debe estar estable y compacto.
- **Excavación:** Se debe excavar una trinchera en la que se vertió el concreto.
- **Compactación:** Compactar el suelo de la excavación para asegurar se estabilidad a fin de no producir asentamientos no deseados después de verter el concreto.
- **Refuerzo:** Colocar refuerzos un enmallado de acero en la excavación.
- **Encofrado:** encofrar alrededor del área excavada.

- **Vertido del concreto:** Vestir el concreto en el encofrado, este debe estar bien distribuido y nivelado.
- **Acabado:** Nivelar y alisar la superficie del concreto utilizando una regla de aluminio.
- **Curado:** Después de verter el concreto, es esencial permitir que cure adecuadamente. Esto implica mantener la base húmeda y protegida del sol durante varios días para permitir que el concreto alcance su resistencia máxima.
- **Instalación del Tanque:** Una vez que la base de concreto esté completamente curada y haya alcanzado su resistencia adecuada.

Figura 5.10: Esquema base de concreto



Fuente: Elaboración Propia.

Selección de accesorios

Para seleccionar los accesorios del sistema de red de gas licuado de petróleo se tuvo en cuenta la ubicación de la institución educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023, el cual se encuentra ubicado en el distrito de Tarica, provincia de Huaraz, Departamento de Ancash, lugar que tiene una altura de

2802 msnm aproximadamente y la temperatura promedio durante el día es de 15 C°.

- **Válvula de seguridad**

Las válvulas de seguridad de alivio de presión son diseñadas para abrir y aliviar un aumento de la presión interna del fluido, en condiciones anormales de operación o a emergencias.

Tabla 5.4: Información para el requerimiento de la válvula de seguridad

Número de Parte	Conf. de Inicio de Descarga en PSIG	Conexión del Contenedor NPT M.	Altura Total (Aprox.)	Altura por Arriba del Cople (Aprox.)	Llave Hexagonal	UL (a una presión de configuración del 120%)	ASME (a una presión de configuración del 120%)	Apropiado para Tanques c/Área de superficie de hasta:	Tapón Protector (Incluido)
7583G		¾"	8 3/16"	1 7/16"	1¾"	1980	1806	80 Pies2	7583-40X
8684G	250	1"	9 3/8"	1 9/16"	1 7/8"	2620	2565	113 Pies2	8684-40
8685G		1¼"	11 1/16"	1 11/16"	2 3/8"	4385	4035	212 Pies2	7585-40X

Fuente: Catalogo REGO.

Seleccionaremos la válvula de seguridad REGO 8685G ya que nuestra área de superficie es de 177.7 pies².

Figura 5.11: Válvula de seguridad rego 8685G



Fuente: Catálogo REGO L-102SV

- **Válvula de drenaje**

Estas válvulas se han diseñado con el propósito de facilitar la extracción de líquidos de contenedores estacionarios antes de su traslado.

Figura 5.12: Válvula de drenaje rego 7590



Fuente: Catálogo REGO L-102SV

- **Medidor de volumen**

Están diseñados para determinar con precisión el porcentaje de volumen total del tanque de GLP.

Figura 5.13: Medidor de volumen rochester 6200



Fuente: Catalogo Rochester

- **Válvula múltiple**

Las válvulas múltiples son especialmente adecuadas para la extracción de vapor de contenedores ASME, ya que permiten la agrupación compacta de componentes en dichos contenedores.

Figura 5.14: Válvula múltiple Rego 7556



Fuente: Catálogo REGO L-102SV

- **Válvula de llenado**

La función principal de la válvula de llenado es permitir un llenado rápido de tanques de combustible de motor y tanques domésticos ASME de gran capacidad.

Figura 5.15: Válvula de llenado rego 7579



Fuente: Catálogo REGO L-102SV

Las válvulas utilizadas para las líneas de tuberías de la red de gas licuado de petróleo, serán:

- **Válvula reguladora de primera etapa**

Las válvulas reguladoras están diseñadas para reducir la presión del contenedor de GLP, son ideales para servicio con líquido o vapor.

Tabla 5.5: Especificación técnica de las válvulas reguladoras REGO 597

Número de Parte	Método de Ajuste	Conexión de Entrada	Conexión de Salida	Rango de Presión de Servicio Recomendado (PSIG)	Capacidad determinada a la presión de configuración de PSIG	Capacidad BTU/hora Propano
597EA				1 - 15	10	1,750,000
597FB	Manija	¼" NPT	¼" NPT	10 - 30	20	3,000,000
597FC	en T			20 - 45	30	3,500,000
597FD				40 - 100	40	4,500,000

Fuente: Catálogo REGO L-102SV

La normativa NTP 321.123, prohíbe el transporte de vapor de GLP a presiones superiores a 138 kPa (20 psig) a través de tuberías dentro de edificios. Por lo tanto, se eligió la válvula REGO 597 FB para cumplir con esta regulación.

Figura 5.16: Válvula reguladora Rego 597



Fuente: Catálogo REGO L-102SV

- **Válvula de alivio**

Las válvulas de alivio de la serie REGO 3139 fueron diseñadas para uso como válvulas de alivio para las válvulas reguladoras.

Selección de la válvula de alivio:

Tabla 5.6: Especificación técnica de las válvulas de alivio 3139

Número de Parte	Presión de Config.	Conf. del Regulador	Tamaño de Conexión	Altura	Ancho	Cap. de Flujo al 120% de la Pres. de Conf. (SCFH de Propano)
3139-18	18 PSIG	10 PSIG	¼" NPT	2 27/32"	1 1/16"	1357
3139-26	26 PSIG	15 PSIG				1725
3139-38	38-PSIG	20 PSIG	M			2304

Fuente: Catálogo REGO L-102SV

Según la NTP 321.123, nuestro regulador de primera etapa tiene una presión máxima de servicio de 20 psi, motivo por el cual se seleccionó la válvula de alivio REGO 3139-38

Figura 5.17: Válvula de alivio Rego 3139



Fuente: Catálogo REGO L-102SV

- Vaporizador

Por diseño, los vaporizadores de fuego directo aplican el calor directamente a un tanque a presión que contiene el GLP en estado líquido. El proceso de calentamiento induce la vaporización, al tiempo que consume pequeñas cantidades del vapor generado.

Tabla 5.7: Especificación técnica de los vaporizadores DF series

Tipo de vaporizador:	Fuego directo / Flujo de paso								
Información eléctrica:	No requiere electricidad								
Numero de modelo:	40/40	80/40	120/60	160H	320H	480H	640H	800H	
Presión de diseño								290 PSIG / 20.0 Barg	
Conf. De válvula de alivio								250 PSIG / 17.2 Barg	
presión hidrostática								135 PSIG / 29.9 Barg	
Aprobaciones del vaporizador									
ASME, UL (Estados Unidos y Canadá)	-	-	-	-	-	-	-	-	
CE, PED (DNV)	-	-	-	-	-	-	-	-	
Entrada de líquido (FNPT)	¾"	¾"	¾"	¾"	2"	2"	2"	2"	
Salida de líquido (FNPT)	1"	1"	1"	1"	2"	2"	2"	2"	
Capacidad de vaporización:									
Kg/h	80	160	240	320	640	960	1280	1535	
US Gal/h	40	80	120	160	320	480	640	800	
MMBTU/h	3.6	7.2	10.9	14.6	29.1	43.7	58.2	72.8	
Salida del Quemador									
(,000) Kcal/h	13	25.9	38.8	45.4	90.8	136.2	181.6	227.6	
(,000) BTU/h	51.3	102.7	154.1	180	360	540	720	900	
Encendido del quemador	El encendido de 9V CD es estándar en todas las unidades								
Peso de embarque	155 libras	220 libras	275 libras	405 libras	810 libras	1215 libras	1620 libras	2025 libras	
	71Kg	100Kg	125Kg	184Kg	368 Kg	552Kg	736Kg	920Kg	
Dimensiones de embarque									
Longitud	21"	21"	21"	36"	43"	43"	86"	43"	
	534 mm	534 mm	534 mm	915 mm	1092 mm	1092 mm	2184 mm	1092 mm	
	22"	35"	35"	36"	43"	43"	86"	43"	
Ancho	559 mm	889 mm	889 mm	915 mm	1092 mm	1092 mm	2184 mm	1092 mm	
	42"	42"	52"	68"	72"	72"	72"	76"	
	1067 mm	1067 mm	1321 mm	1727 mm	1829 mm	1827 mm	1829 mm	1931 mm	
Altura	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	

Fuente: Catalogo ALGAS.SDI

Se selecciono el vaporizador de modelo 40/40, ya que nos proporciona una capacidad de vaporización de 3.6 MMBTU/H.

Figura 5.18: Vaporizador modelo 40/40



Fuente: Catalogo ALGAS.SDI

C) Los accesorios utilizados para las líneas de tuberías serán:

- **Codo 90° de cobre tipo L de 1"**, es un accesorio que, gracias a su forma curva, permite alterar la dirección del flujo de GLP. Estos accesorios suelen fabricarse mediante un proceso de fundición en una única pieza.

Figura 5.19: Codo 90° de cobre tipo L DE 1"



Fuente: Catalogo conex refrigeración

- **Tee de cobre tipo L de 1" a 1"**, es un accesorio que se utiliza con el fin de desviar en 90° el flujo de GLP de forma parcial o completa hacia otra tubería cada vez que sea requerida.

Figura 5.20: Tee de cobre tipo L de 1" a 1"



Fuente: Catalogo SODIMAC

- **Válvula de bola de bronce de 1" roscadas**, es un accesorio para controlar el paso del GLP en el interior de la red de tuberías.

Figura 5.21: Válvula de bola de 1"



Fuente: Catalogo APOLLO

- **Unión universal de bronce de 1"**, es un accesorio para unir dos líneas de tuberías o accesorios.

Figura 5.22: Unión universal de 1"



Fuente: Catalogo ICOFESA

- **Análisis de Elementos Finitos**

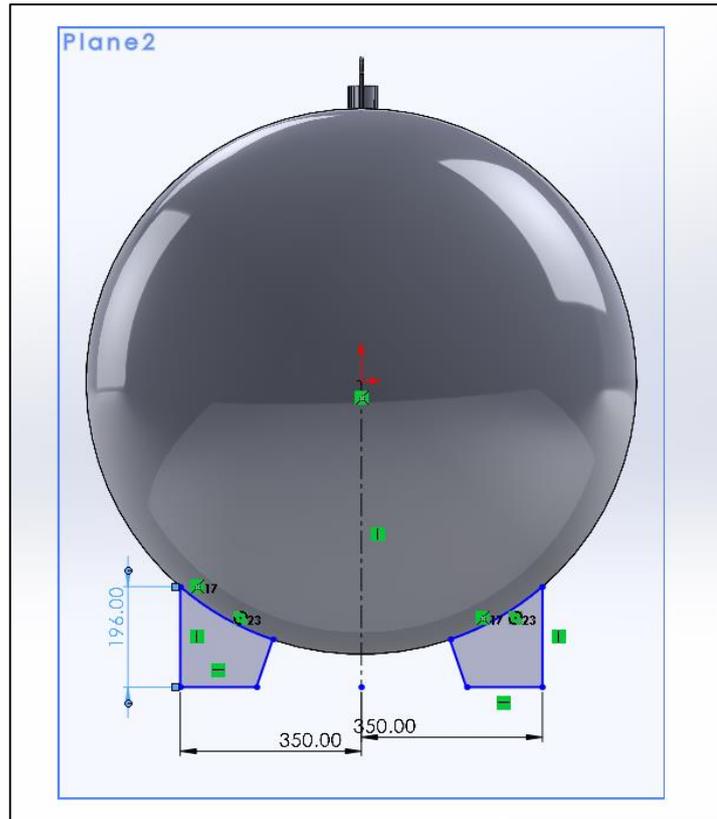
Se llevó a cabo un análisis de elementos finitos con el software de diseño SOLIDWORKS (2022) para estudiar el comportamiento y la respuesta del tanque frente a las cargas internas, externas y condiciones del contorno específicas. Se evaluó la resistencia y estabilidad del diseño, se realizó mayor énfasis en el estudio del diseño de soportaría, orejas de izaje y ubicación de diferentes tipos de coplas en el cuerpo para determinar si cumple con los requisitos necesarios para su correcto funcionamiento. De esta manera, se obtuvieron resultados precisos y detallados que permitieron la validación del diseño.

- **Diseño de Soportes**

El diseño del soporte fue concebido y elaborado tomando como referencia medidas estandarizadas, las cuales fueron aplicadas con el objetivo de asegurar la correcta funcionalidad y óptimo desempeño del soporte en función a la carga máxima admisible a la que es sometida el tanque durante la prueba hidrostática, la cual es mayor a la presión de trabajo.

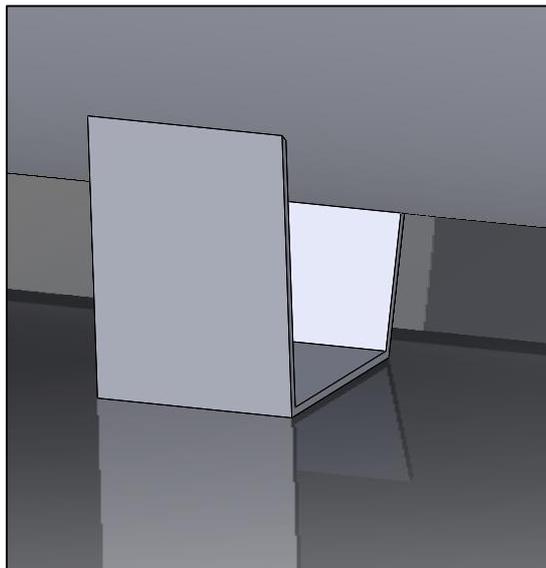
Se utilizó planchas de material ASME SA 612 y de espesor de 6mm para el diseño de las piernas de soporte, la carga se dividió en 4 puntos de soporte:

Figura 5.23: Dimensional de piernas de soporte



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.24: Esquema de piernas de soporte



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.25: Vista lateral de piernas de soporte



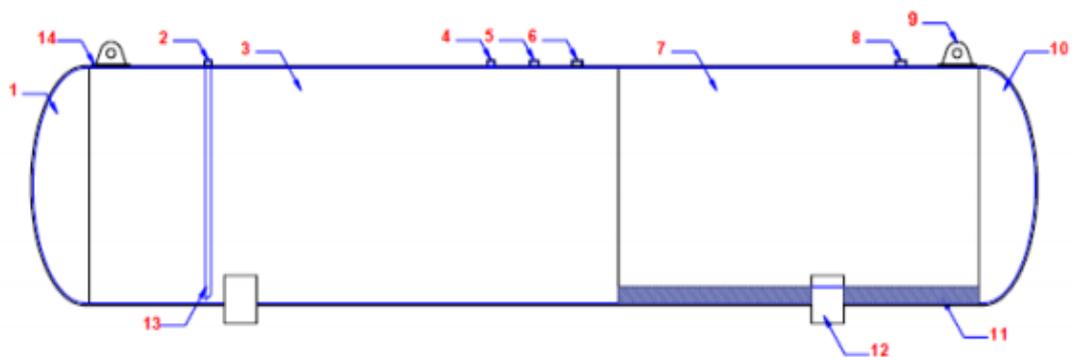
Fuente: Elaboración Propia.

- **Selección de Coplas en el Cuerpo**

El diseño de las aberturas y tipos de coplas se realizó de acuerdo a un modelo estándar reconocido y aceptado en la industria. Se evaluaron las características del sistema y se identificaron las necesidades específicas para determinar el tipo de coplas más adecuado y su ubicación óptima. Se consideraron factores como la capacidad de carga, las condiciones de operación y las normativas y estándares de construcción aplicables como ASME Sección VIII, Div. 1 (2021), los ítems UG-1 a UG- 100. A partir de esto, se realizó una adaptación a las necesidades particulares del sistema que se está desarrollando y el cual se dio la posterior verificación con la simulación.

Figura 5.26: Esquema de ubicación de partes del tanque

ESQUEMA DE REFERENCIA:



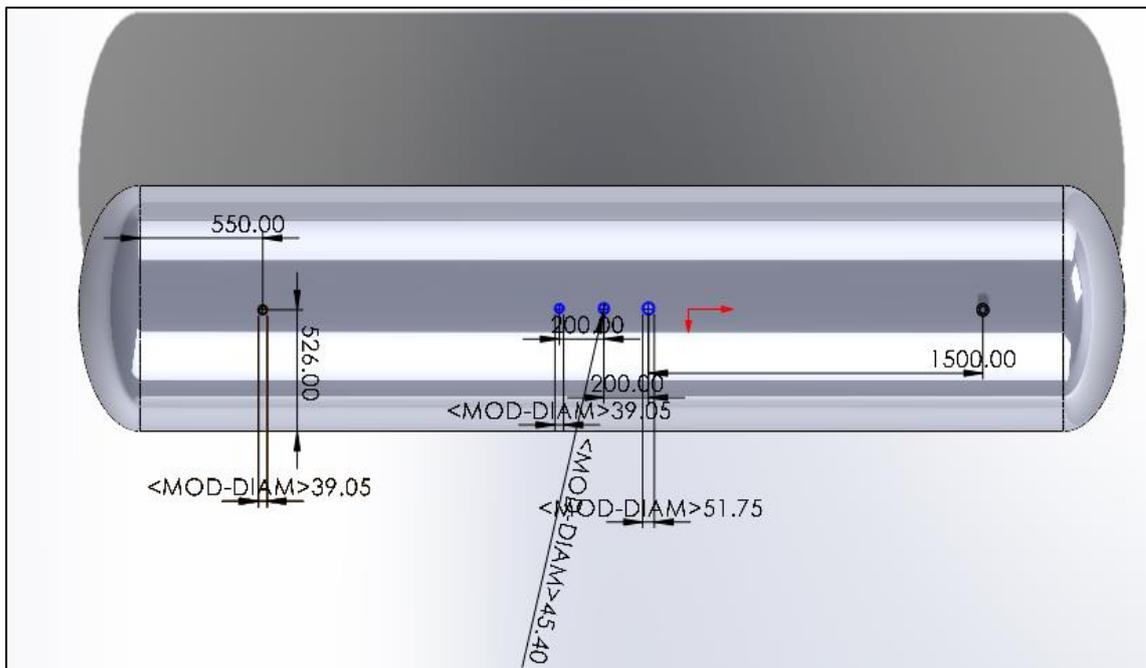
Fuente: Elaboración Propia.

Tabla N°5.8: Dimensionamiento y material de partes del tanque

Ítem	Referencia	Material	Espesor
1	Cabezal	ASTM A 612	8mm
2	Copla 3/4"	A-105	-
3	Cuerpo	ASTM A 612	8mm
4	Copla 1"	A-105	-
5	Copla 1 1/4"	A-105	-
6	Cáncamo	ASTM A 612	19mm
7	Patas	ASTM A 612	8mm
8	Tubo 1"	ASTM -53	-
9	Plancha de Sacrificio	ASTM A 612	8mm

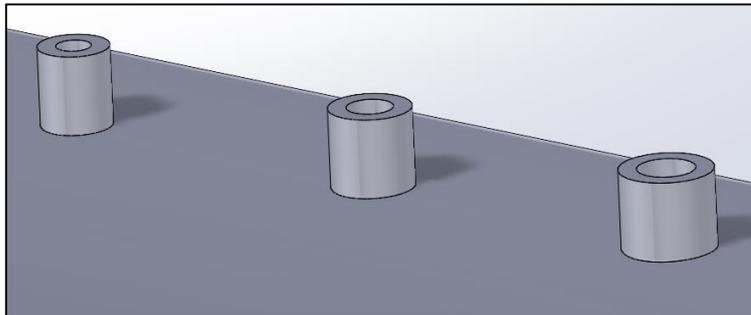
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.27: Esquema dimensional de coplas en el cuerpo



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.28: Vista de coplas 1, 2 y 3 en el cuerpo



Fuente: Elaboración Propia.

- **Resultados del análisis por elementos finitos**

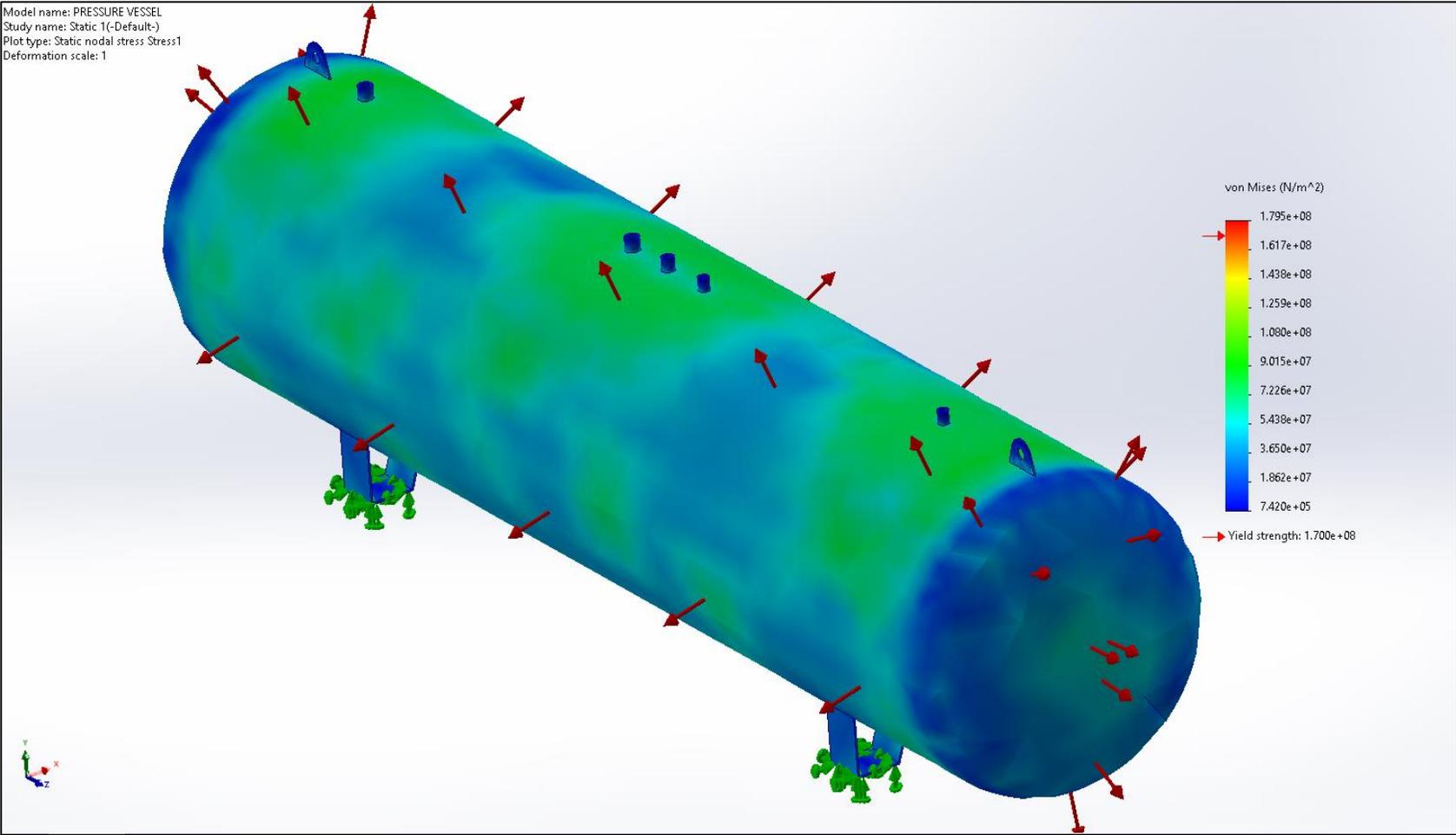
Durante la simulación del recipiente se realizaron 3 análisis diferentes de acuerdo a la carga y zona afectada:

El primer análisis determinar si la ubicación de las coplas es adecuada y si el recipiente puede soportar la presión interna máxima de 325 psi prevista en las condiciones de operación establecidas en la ecuación 5.10 del presente documento.

Los resultados del análisis de elementos finitos en este caso son muy satisfactorios, ya que confirman que el diseño de la ubicación de las aberturas de coplas cumple con los requisitos establecidos y que el recipiente es capaz de soportar la presión interna máxima prevista sin riesgo de fallo estructural.

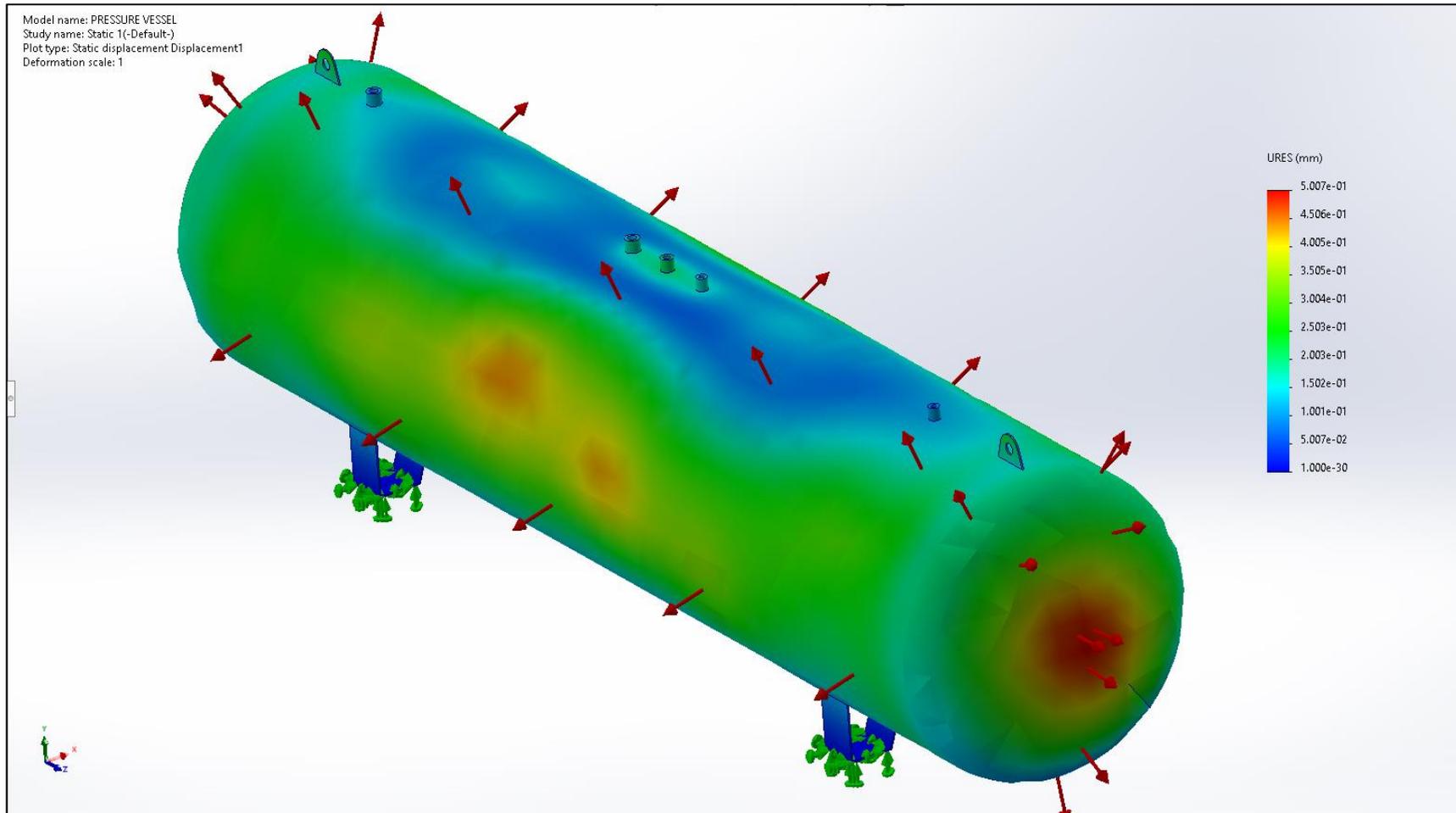
En este caso, los resultados del análisis de elementos finitos son positivos, ya que confirman que el diseño del soporte cumple con los requisitos establecidos y puede funcionar de manera segura y eficiente en las condiciones de operación previstas.

Figura 5.29: Simulación del tanque bajo carga interna de 325 PSI - análisis por estrés nodal estático (análisis de elementos finitos)



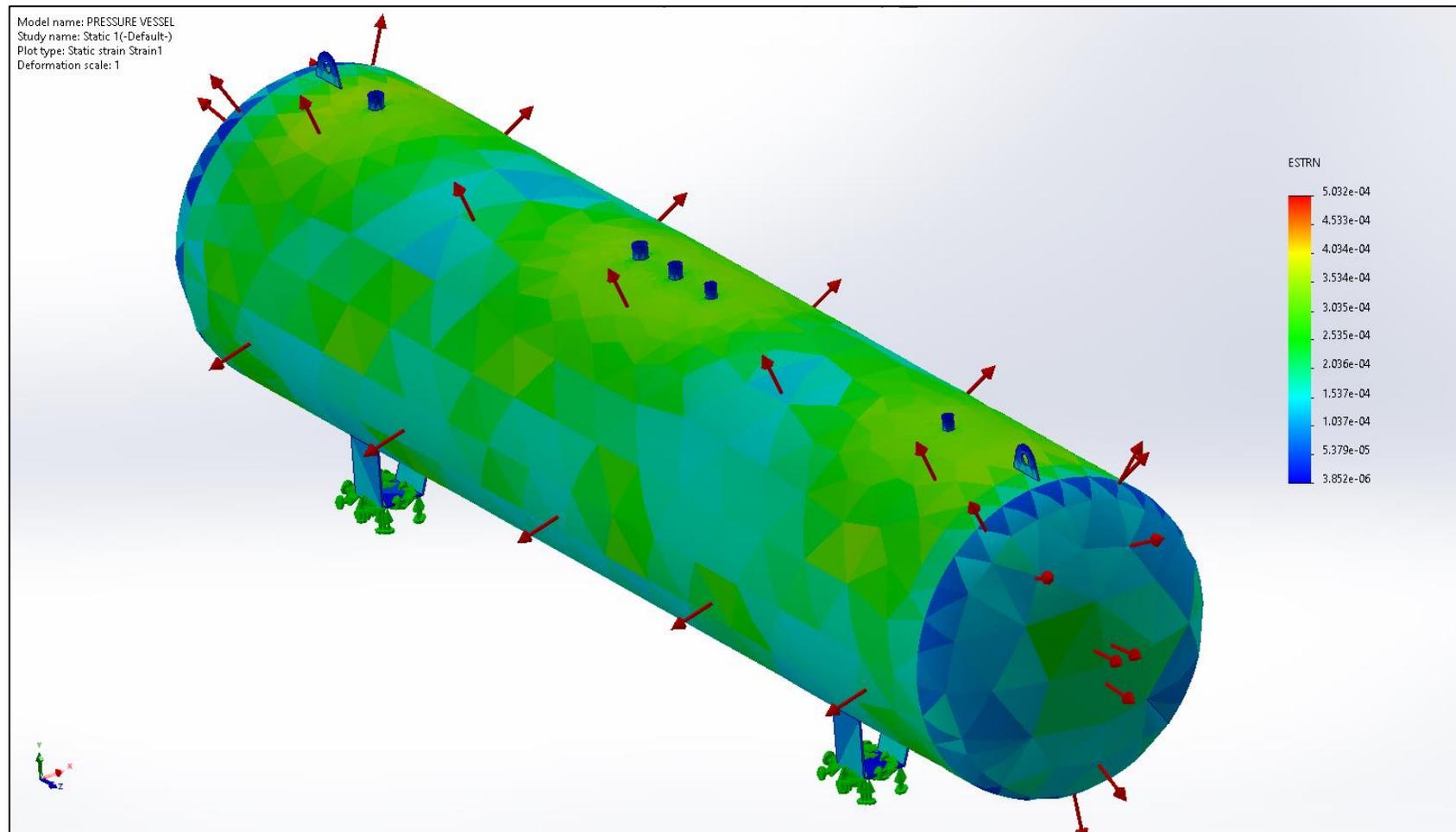
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.30: Simulación del recipiente bajo carga interna de 325 PSI - análisis por desplazamiento estático (análisis de elementos finitos).



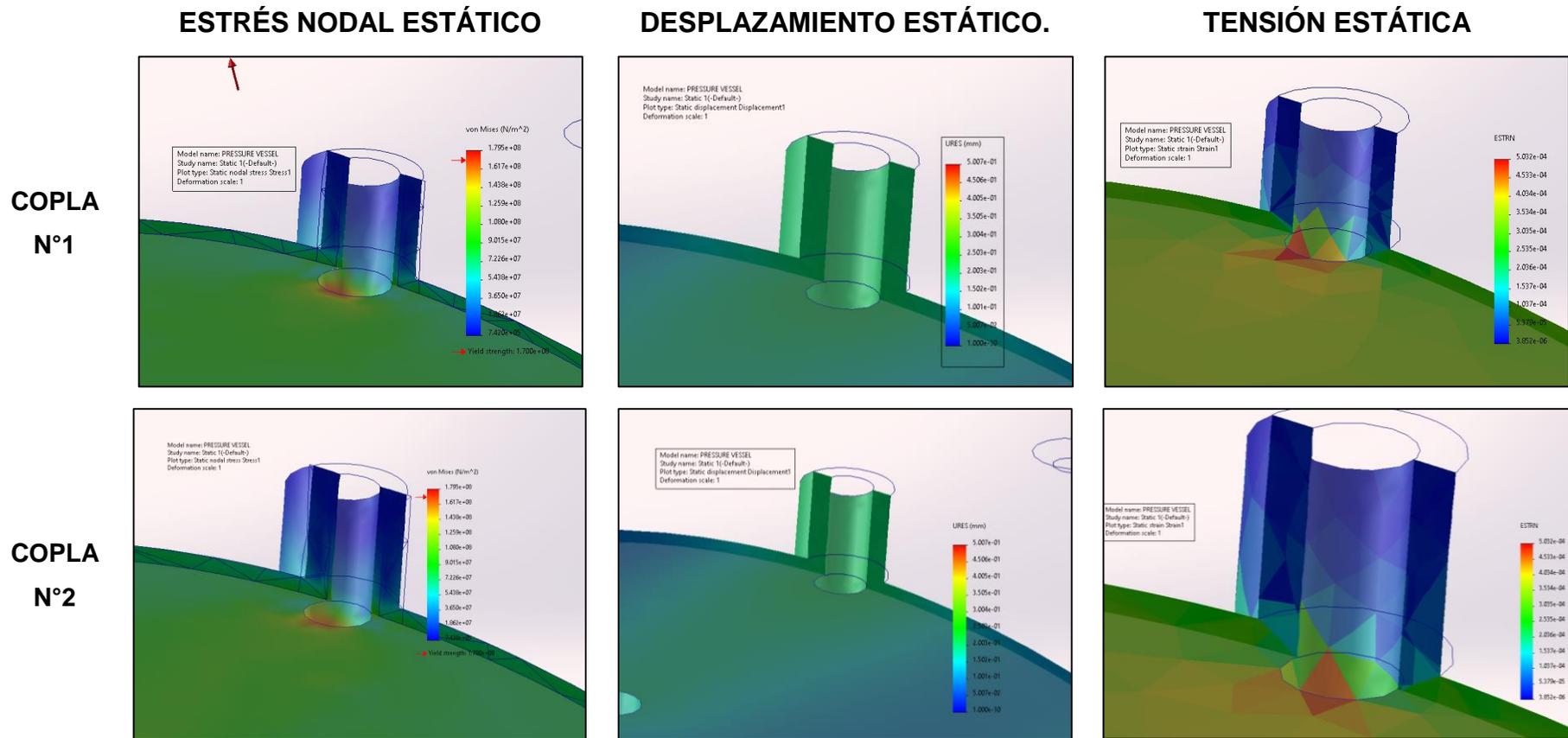
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.31: Simulación del recipiente bajo carga interna de 325 PSI - análisis por tensión estática (análisis de elementos finitos)



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.32: Simulaciones en las cinco coplas instaladas en el cuerpo.

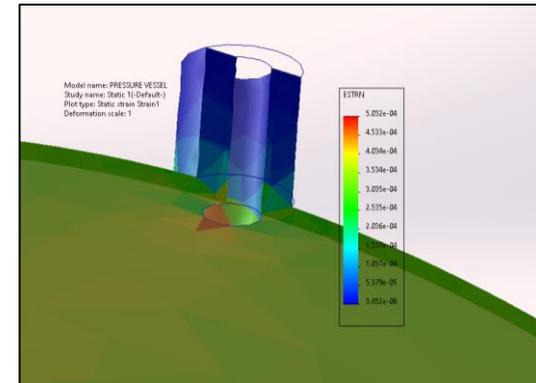
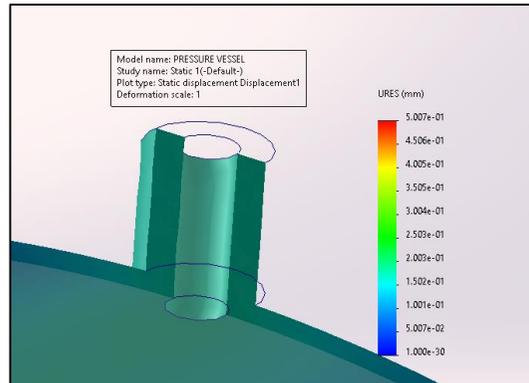
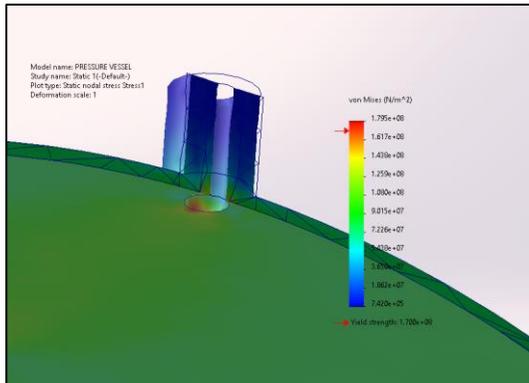


ESTRÉS NODAL ESTÁTICO

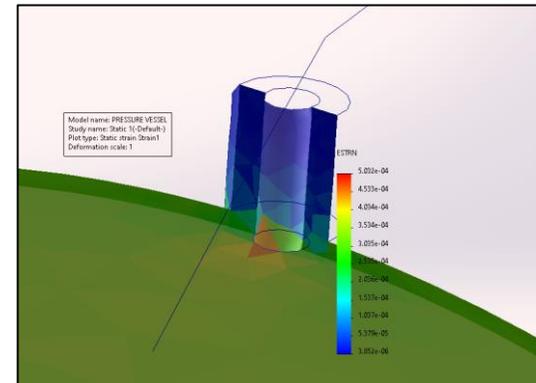
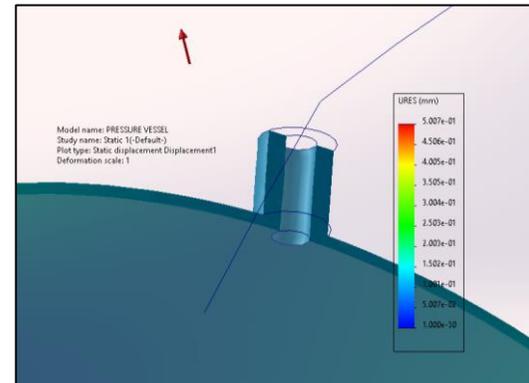
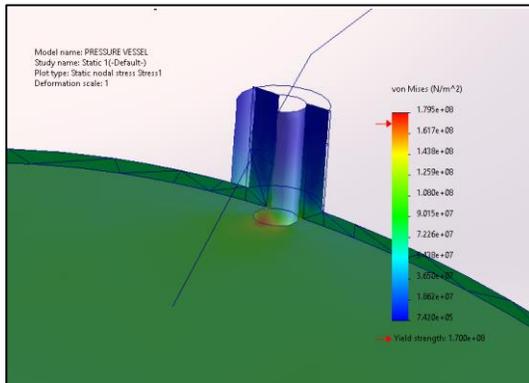
DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO.

TENSIÓN ESTÁTICA

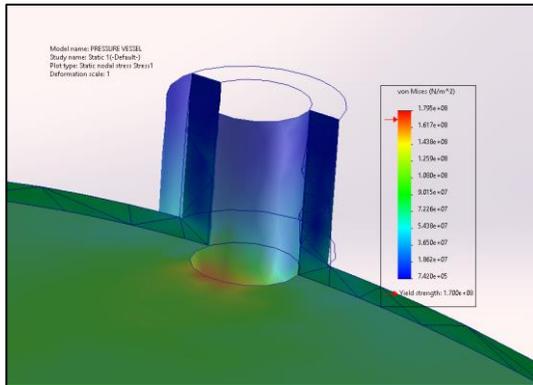
COPLA
N°3



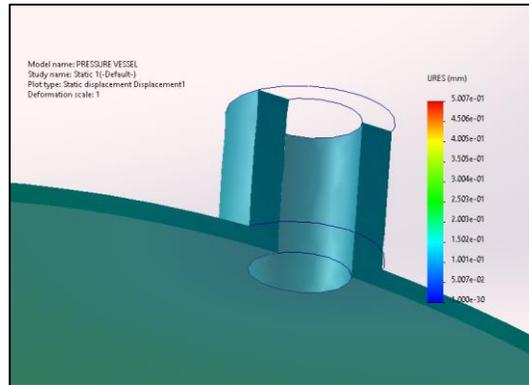
COPLA
N°4



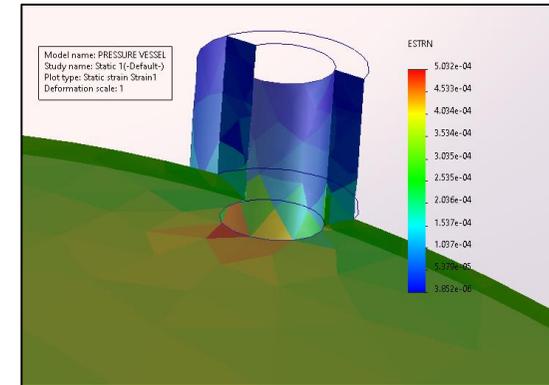
ESTRÉS NODAL ESTÁTICO



DESPLAZAMIENTO ESTÁTICO.



TENSIÓN ESTÁTICA



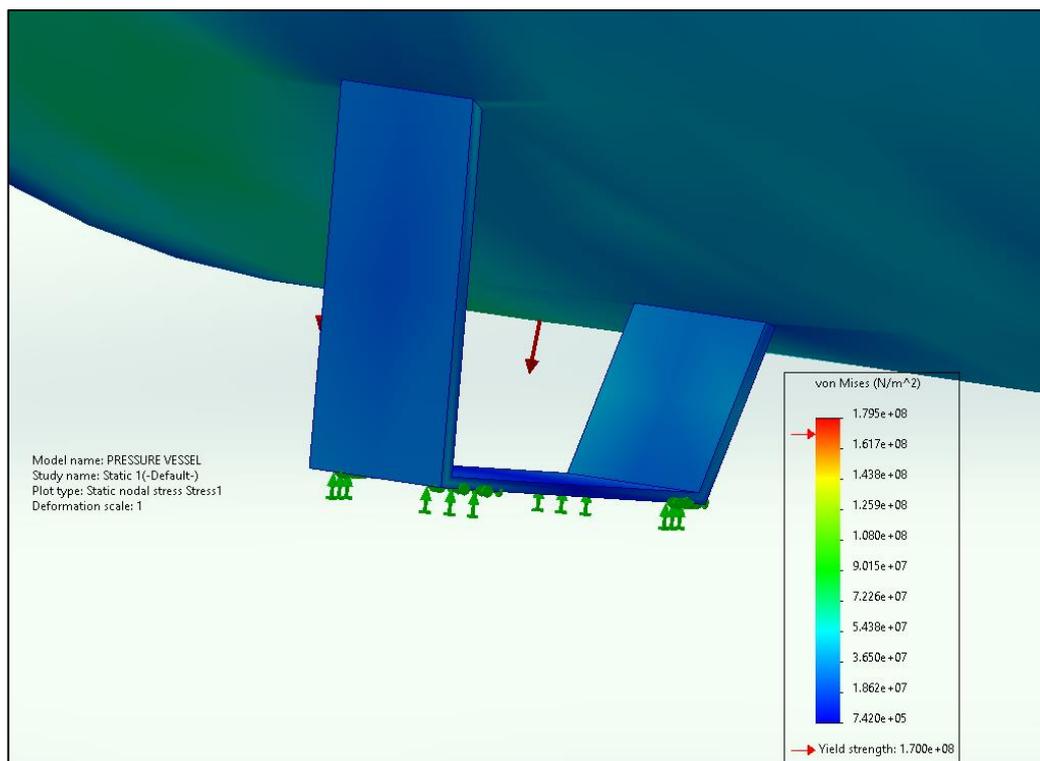
COPLA
N°5

FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.

El segundo análisis es determinar si las piernas de soporte pueden sostener el peso máximo de la carga prevista en las condiciones de operación establecidas de acuerdo a los cálculos realizados, se realizó la simulación con el tanque con carga interna de 325 PSI, que es la carga de prueba de presión, según a lo calculado en la ecuación 4.10.

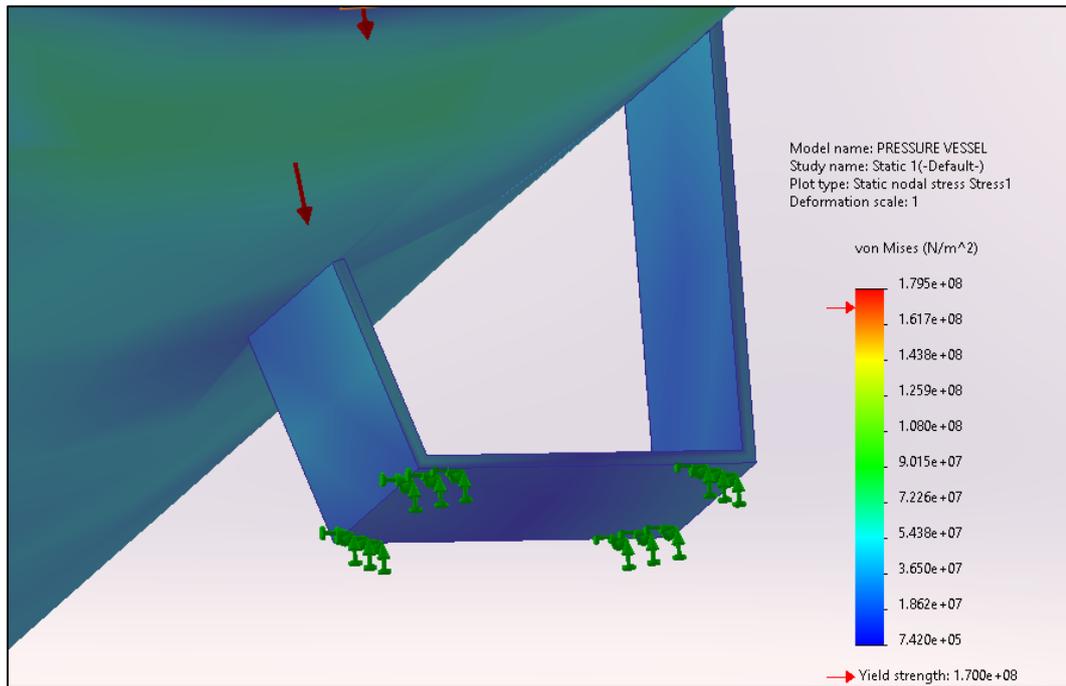
Se obtuvieron resultados detallados sobre la distribución de tensiones y deformaciones en diferentes partes del soporte, el análisis muestra que el soporte presenta una buena rigidez y estabilidad, lo que indica que es capaz de soportar la carga prevista sin sufrir deformaciones excesivas o comprometer la estabilidad de la estructura.

Figura 5.33: Simulación de pierna del soporte, que sostiene al tanque bajo carga interna de 325 PSI - análisis por estrés nodal.



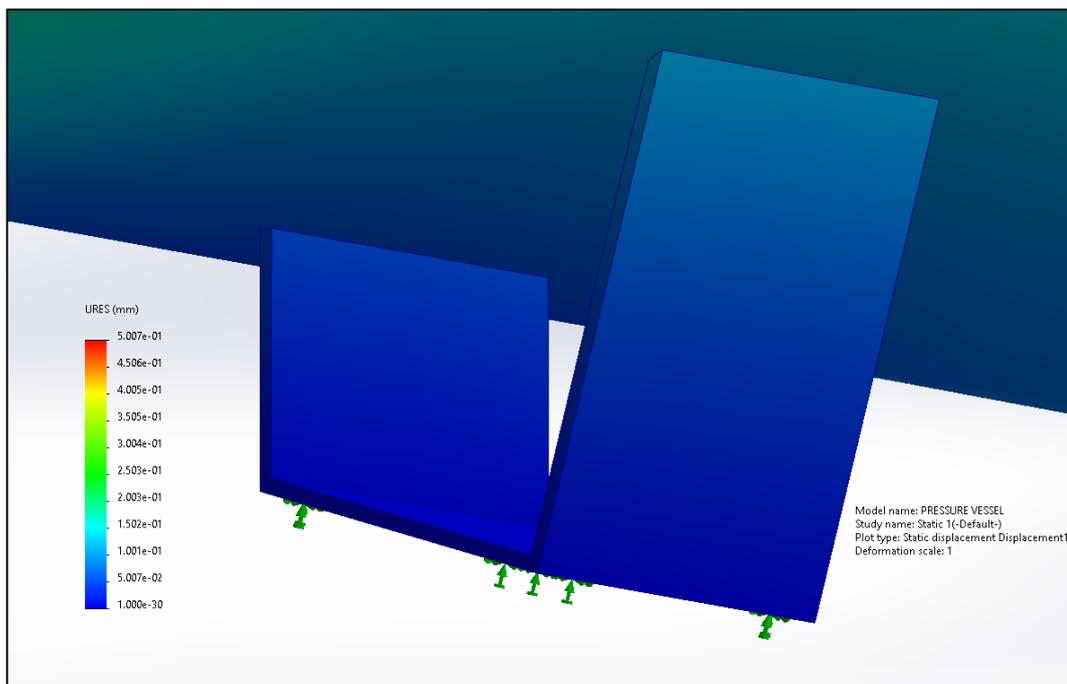
Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.34: Vista inferior de simulación de pierna del soporte, que sostiene al tanque bajo carga interna de 325 PSI - análisis por estrés nodal.



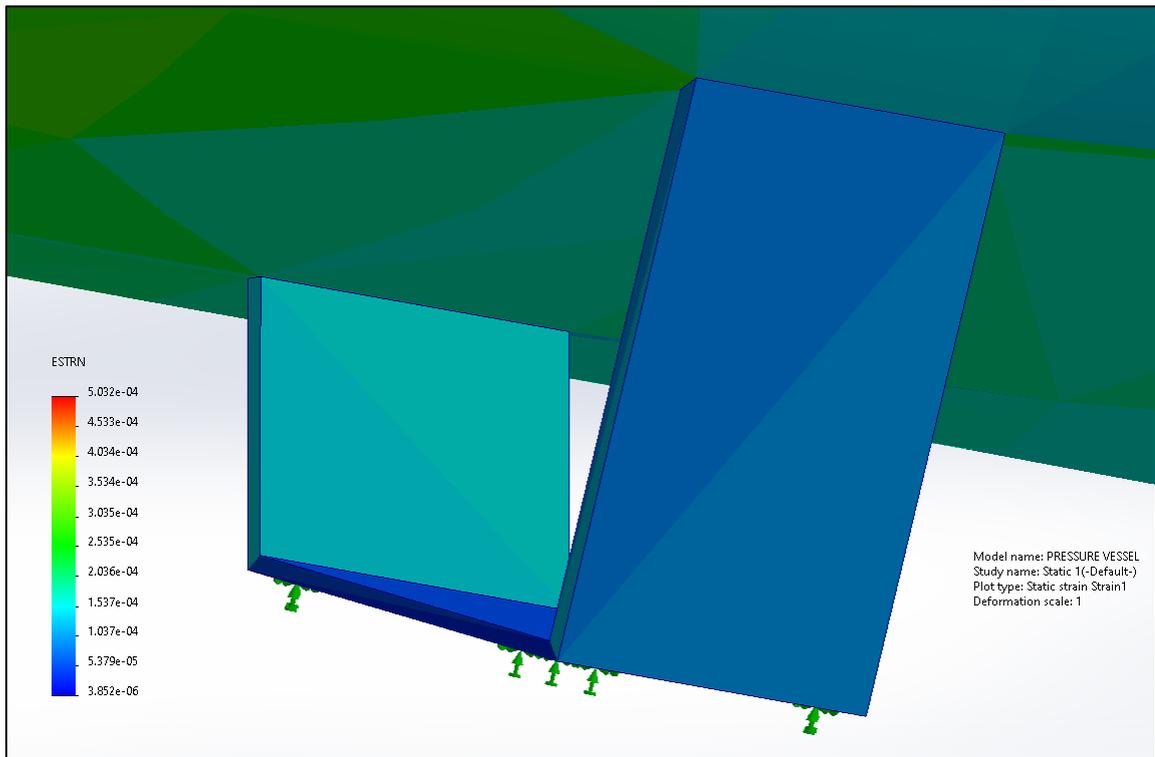
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.35: Simulación de pierna del soporte, que sostiene al tanque bajo carga interna de 325 PSI - análisis por desplazamiento estático.



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.36: Simulación de pierna del soporte, que sostiene al tanque bajo carga interna de 325 PSI - análisis por tensión estática.

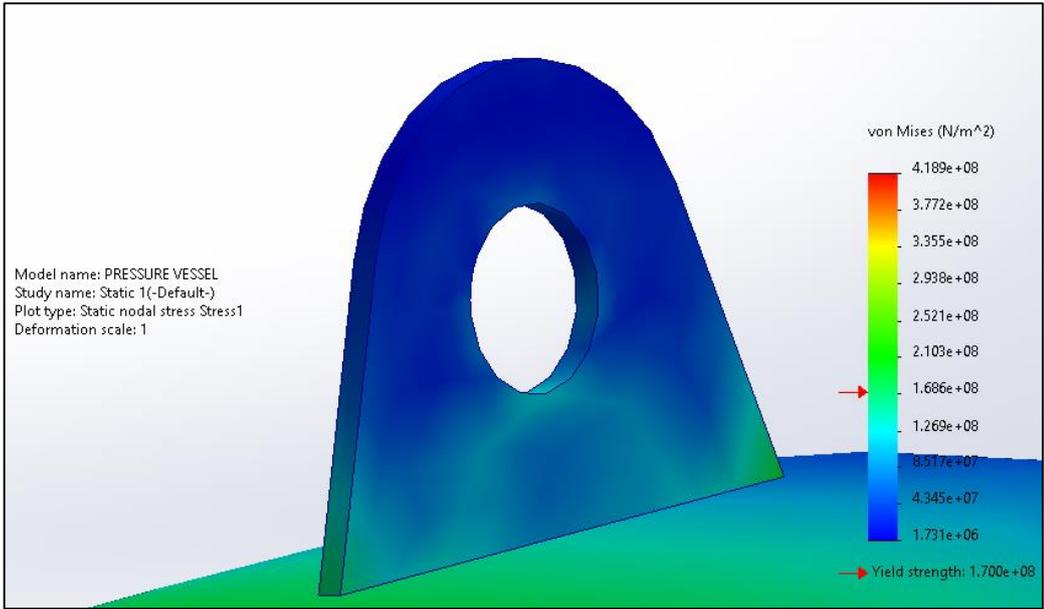


Fuente: Elaboración Propia.

El tercer del análisis es para validar el diseño de las orejas de izaje en las condiciones de operación establecidas de acuerdo a los cálculos realizados con las ecuaciones 4.15 hasta 4.17.

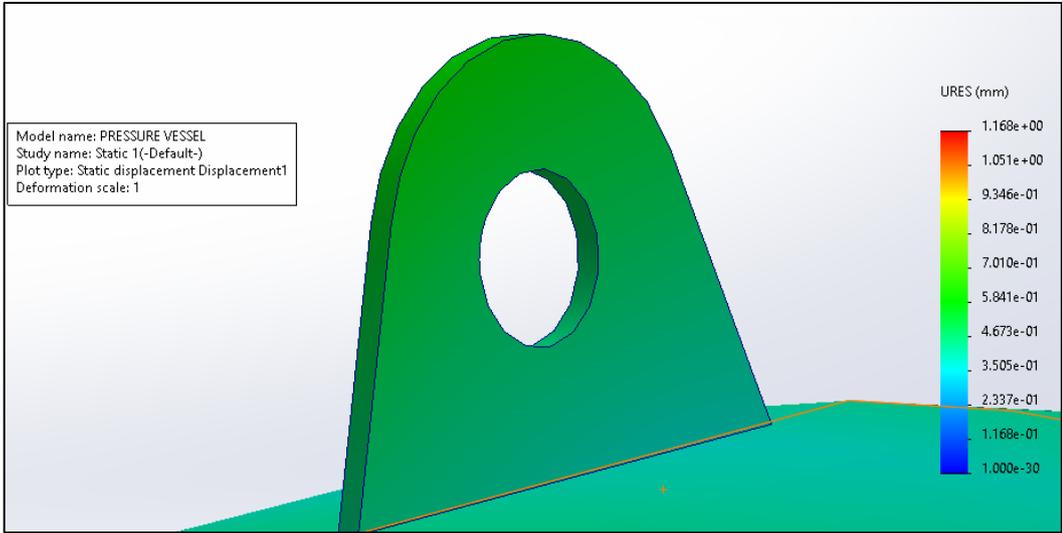
Los resultados del análisis de elementos finitos son positivos, ya que confirman que el diseño de las orejas de izaje cumple con los requisitos establecidos y pueden funcionar de manera segura y eficiente en las condiciones de operación previstas. Esto significa que las orejas de izaje son capaces de soportar la carga máxima prevista sin riesgo de fallo estructural.

Figura 5.37: Simulación de la fuerza que afecta a la oreja de izaje (1085 N) - análisis por estrés nodal.



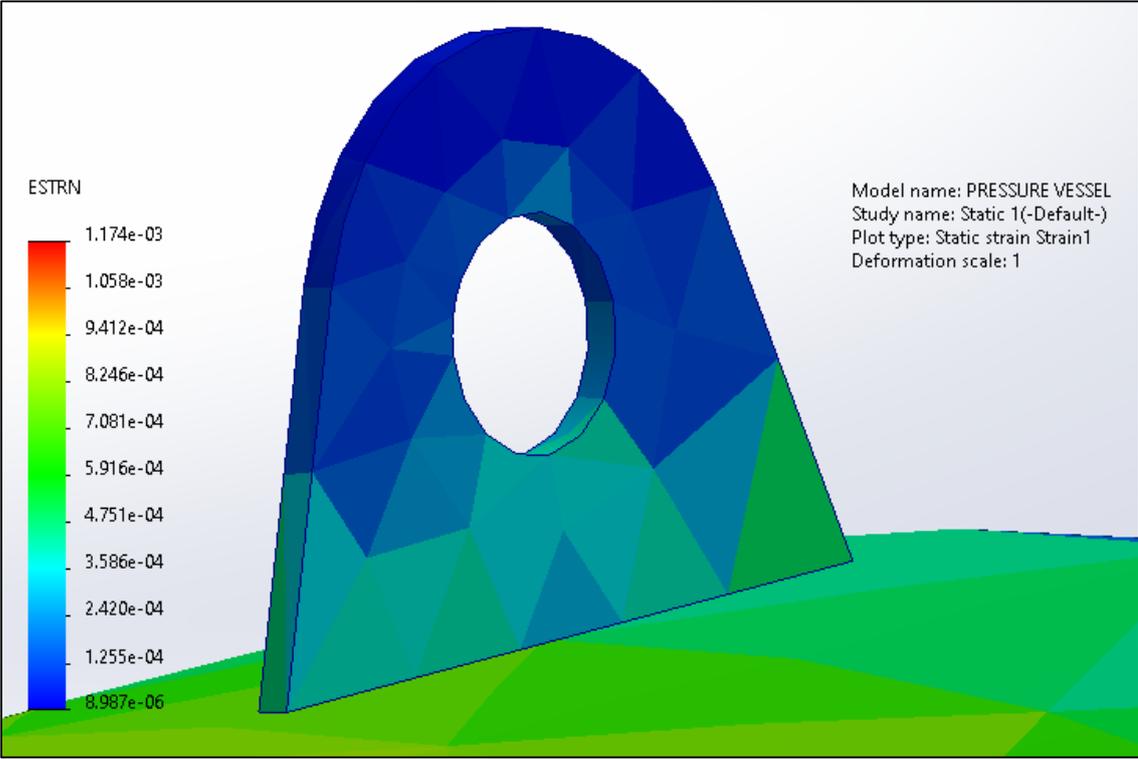
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.38: Simulación de la fuerza que afecta a la oreja de izaje (1085 N) - análisis por desplazamiento estático.



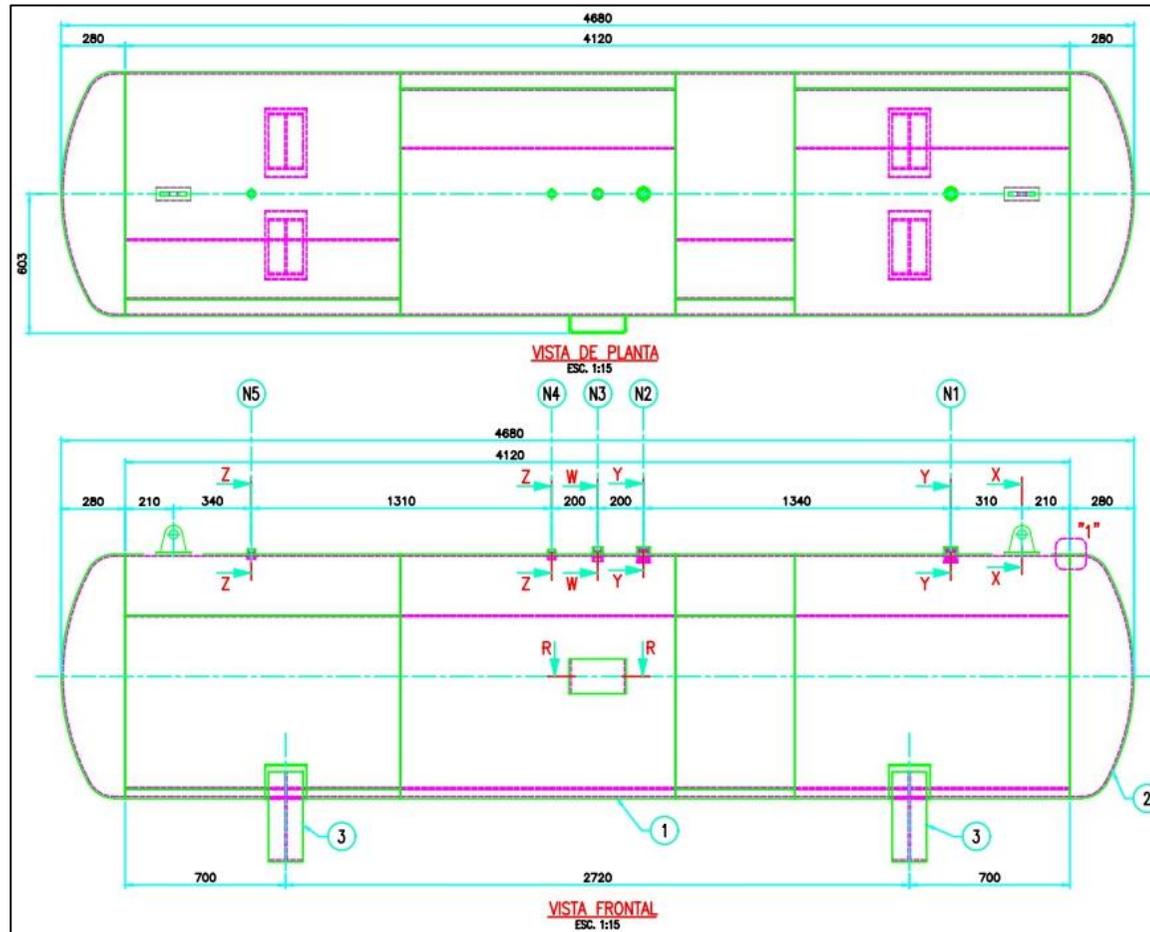
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.39: Simulación de la fuerza que afecta a la oreja de izaje (1085 N) - análisis por tensión estática.



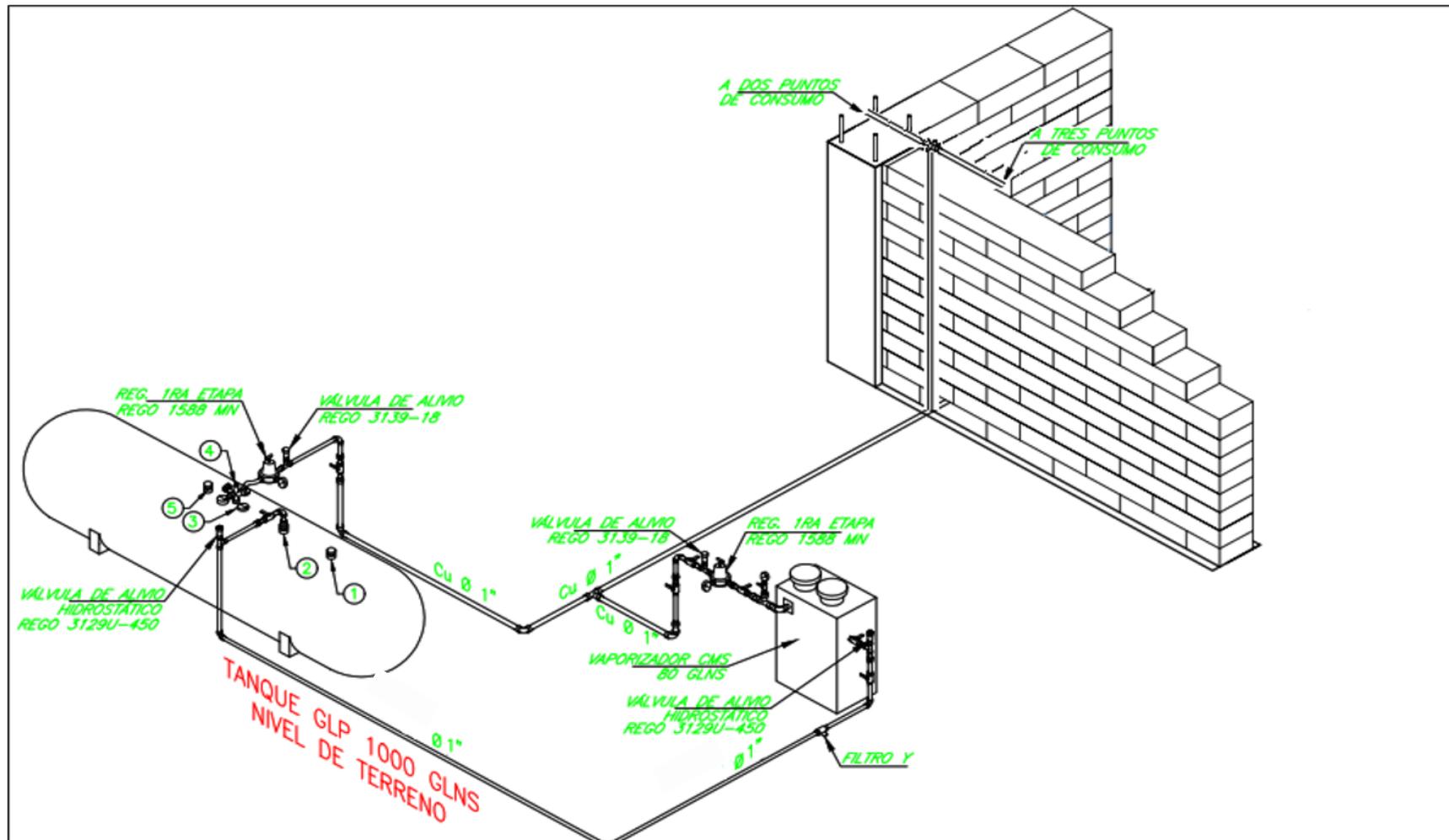
Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.40: Plano general del tanque de almacenamiento



Fuente: Elaboración Propia.

Figura 5.41: Ubicación de la red de gas licuado de petróleo



Fuente: Elaboración Propia.

Etapa II: Dimensionamiento de las líneas de tuberías.

- **Cálculo del flujo del gas licuado de petróleo**

El flujo de gas licuado de petróleo abastecido desde el tanque y la red se basa en el consumo de los artefactos que cuenta la institución educativa para la preparación de desayunos y almuerzos para estudiantes y colaboradores de dicha institución.

$$Q = \frac{\# \text{ de cocinas} * W}{PC} \dots\dots\dots(5.14)$$

Donde:

- Q : Flujo del GLP
- W : Potencia de consumo por cocina en kcal/h
- Pc : Poder calorífico del GLP en kcal/m³

$$Q = \frac{5 * 22,680}{22,380}$$

$$Q = 5.067 \text{ m}^3/\text{h}$$

- **Seleccionar el tipo de tubería a usar**

Las líneas de tuberías o sistemas de tuberías consisten en una serie de segmentos de forma circular que transportan una sustancia en su interior. Debido a las características del estudio sobre el transporte de gas licuado de petróleo y considerando su exposición a un entorno corrosivo, se emplearán tuberías de cobre. Estas tuberías de cobre son ampliamente utilizadas en instalaciones de combustible gaseoso. La fabricación de estas tuberías de cobre rígidas se rige por las normas A.S.T.M B-88 y A.S.T.M B-42, y se clasifican en diferentes categorías según sus características.

Tubería Tipo M: Utilizada en instalaciones de agua caliente y fría en viviendas o edificios, con especificaciones detalladas en la tabla a continuación.

Tabla 5.9: Especificación técnica de tubería rígida de cobre tipo M

N° de catalogo	Medida catalogo nominal	Diámetro				Espesor nominal		Presión máxima de trabajo	
		Exterior		Interior		Pulg	mm	Kg/cm2	Lb/in2
		Pulg	mm	Pulg	mm				
	1/4	0.375	9.525	0.325	8.255	0.025	0.635	53	753.7
TMC0001	3/8	0.5	12.7	0.45	11.43	0.025	0.635	39	554.6
TMC0002	1/2	0.625	15.875	0.569	14.453	0.028	0.711	35.5	504.8
TMC0003	5/8	0.75	19.05	0.69	17.526	0.03	0.762	32	455
TMC0004	3/4	0.875	22.225	0.811	20.599	0.032	0.813	28.5	405.3
TMC0005	1	1.125	28.575	1.055	26.797	0.035	0.889	24	341.3
TMC0006	1 1/4	1.375	34.925	1.291	32.791	0.042	1.067	24	341.3
TMC0007	1 1/2	1.625	41.275	1.527	38.786	0.049	1.245	23.5	334.2
TMC0008	2	2.125	53.975	2.009	51.029	0.058	1.473	21	298.6
TMC0009	2 1/2	2.625	66.675	2.495	63.373	0.065	1.651	19	270.2
TMC00011	3	3.125	79.375	2.981	75.717	0.072	1.829	18	256
TMC00010	4	4.125	104.775	3.935	99.949	0.095	2.413	18	256

Fuente: Metal TEJ.

Tubería Tipo L: Se utiliza en aplicaciones hidráulicas que requieren resistencia en condiciones severas, como sistemas de agua caliente, instalaciones de gas domiciliario, refrigeración y calefacción, entre otros. Las especificaciones detalladas se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 5.10: Especificación técnica de tubería rígida de cobre tipo L

N° de catalogo	Medida catalogo nominal	Diámetro				Espesor nominal		Presión máxima de trabajo	
		Exterior		Interior		Pulg	mm	Kg/cm2	Lb/in2
		Pulg	mm	Pulg	mm				
TLC0001	1/4	0.375	9.525	0.315	8.001	0.03	0.762	62.43	887.75
TLC0002	3/8	0.5	12.7	0.43	10.922	0.035	0.889	55.58	790.35
TLC0003	1/2	0.625	15.875	0.545	13.843	0.04	1.016	51.54	732.9
TLC0004	5/8	0.75	19.05	0.666	16.916	0.042	1.067	45.01	640.04
TLC0005	3/4	0.875	22.225	0.785	19.939	0.045	1.143	40.84	580.74
TLC0006	1	1.125	28.575	1.025	26.035	0.05	1.27	35.51	504.95
TLC0007	1 1/4	1.375	34.925	1.265	32.131	0.055	1.397	32.44	461.3
TLC0008	1 1/2	1.625	41.275	1.505	38.227	0.06	1.524	29.46	867.89
TLC0010	2	2.125	53.975	1.985	50.419	0.07	1.778	25.8	760.07

Fuente: Metal TEJ.

Tubería Tipo K: Es adecuada para aplicaciones industriales que involucran el transporte de gases y líquidos en condiciones extremadamente severas.

Tabla 5.11: Especificación técnica de tubería rígida de cobre tipo K

N° de catalogo	Medida catalogo nominal	Diámetro				Espesor nominal		Presión máxima de trabajo	
		Exterior		Interior		Pulg	mm	Kg/cm2	Lb/in2
		Pulg	mm	Pulg	mm				
TKC0002	3/8	0.5	12.7	0.402	10.211	0.049	1.245	81	1151.82
TKC0004	1/2	0.625	15.88	0.527	13.386	0.049	1.245	64	910.08
TKC0003	5/8	0.75	19.05	0.652	16.561	0.049	1.245	53	753.66
TKC0005	3/4	0.875	22.23	0.745	18.923	0.065	1.651	61.5	874.53
	1	1.125	28.58	0.995	25.273	0.065	1.651	47.5	675.45
	1 1/4	1.375	34.93	1.245	31.623	0.065	1.651	38.5	547.47
	1 1/2	1.625	41.28	1.481	37.617	0.072	1.829	36	511.92
	2	2.125	53.98	1.959	59.759	0.083	2.11	31	440.82

Fuente: Metal TEJ.

- **Dimensionamiento de la línea de alimentación**

Para el cálculo de la línea de alimentación primero se determinará el diámetro de tubería requerida por las cocinas aplicando, tomado en cuenta que $\frac{P_i - P_f}{P_i}$ no debe superar el 15%, primero se asumirá un diámetro de 1 pulgada en tubería tipo L a una presión de ingreso de 20 psi que es igual a 1.40614 Kg/cm², ya que es recomendado para instalaciones en edificaciones de estas características, de la fórmula de Renouard Cuadratica

$$D^{4.82} = \frac{48.6 * d_s * L_e}{(P_{iabs}^2 - P_{fab}^2) * Q^{1.82}} \dots \dots \dots (5.15)$$

Donde:

D = Diámetro interior (mm)

Q = caudal (m³/hora)

ds = DS C3/C4 = 1.26 Densidad Ficticia (algo inferior a la relativa)

Le = Longitud real + el 20% (cargas)

Piabs = Presion inicial (Kg/cm2)

Pfabs = Presion final (Kg/cm2)

$$26.035^{4.82} = \frac{48.6 * 1.26 * (83 * 1.2)}{(P_{iabs}^2 - P_{fabs}^2) * 5.067^{1.82}}$$

$$(1.40614 + 1.033)^2 - (P_f + 1.033)^2 = 0.000047822$$

$$P_f = 1.40613 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\frac{1.40614 - 1.40613}{1.40614} = 7 * 10^{-6} = 7 * 10^{-4}\%$$

Por lo que cumple con lo indicado por Renouard Cuadratica.

Por tanto, la caída de presión es igual a

$$P_i - P_f = 1.40614 - 1.40613 = 0.00001 \text{ Kg/cm}^2$$

Por lo que se utilizó un diámetro de D= 1" tipo L

El cálculo del espesor de una tubería se determina en función de la presión a la que estará sometida y su diámetro. La expresión de Mariotte proporciona una ecuación para determinar este espesor.

$$e = \frac{p * D}{2 * \sigma} \dots \dots \dots (5.16)$$

Dónde:

e = Espesor interna (mm).

p = Presión actuante (Kg/cm2).

D = Diámetro externo (mm).

σ = Esfuerzo de trabajo del acero (Kg/cm²).

El cálculo del espesor de la tubería se basará en la presión de trabajo, la cual se establece en 20 psi (equivalente a 1.406 Kg/cm²). Además, según la tabla N° 5.10, la tubería tiene una presión de trabajo de 51,54 Kg/Cm² (equivalente a 5054 KPa).

Espesor mínimo para la Tubería de 1”:

$$e = \frac{1.406 \times 26.035}{2 \times 35.51} = 0,515 \text{ mm}$$

Por lo tanto, seleccionamos el espesor de la Tabla N° 5.10 el cual es superior al espesor calculado, lo que estaría dentro del margen aceptable.

$$e_{1''} = 1,27 \text{ mm}$$

Tabla 5.12: Materiales y costos de la Red

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	CANT	UNID	CU	SUB TOTAL
INGENIERÍA					
1	INGENIERÍA DEL EXPEDIENTE Y PLANOS	1	GLB	800.00	800.00
2	DGH EXPEDIENTE ANTE OSIINERGMIN	1	GLB	300.00	300.00
HERRAMIENTAS					
3	CAJA DE HERRAMIENTAS	1	GLB	83.45	83.45
4	ANDAMIOS	1	GLB	120.00	120.00
TRANSPORTE DE MATERIALES					
5	TRASPORTE E IZAJE DE 1 TANQUES DE 1000 GALONES y VAPORIZADOR DE 40/40	1	GLB	1,200.00	1,200.00
MATERIALES LÍNEA DE LLENADO Y VAPORIZADO					
7	VAPORIZADOR DE 40/40	1	UND	5,085.95	5,085.95
8	TANQUE DE 1000 GALONES	1	UND	23,000.00	23,000.00
MATERIALES LÍNEA A CONSUMO					
9	REGULADOR DE REGO DE PRIMERA ETAPA 1", 597 FC	1	UND	34.00	34.00
10	REGULADOR DE 2 DA ETAPA REGO 1584 VN	1	UND	215.00	215.00
11	MANÓMETRO DE 2" X 1/4" 0-300 PSI (0 X 20 BAR), FIMET	2	UND	10.00	20.00
12	MANÓMETRO DE 0 - 60	1	UND	40.50	40.50
13	TUBERÍA DE 1" ASTM A 53, SCH 80	2	UND	22.80	45.60
14	TUBERÍA DE COBRE DE 1"	6	UND	320.00	1920.00
15	TEE DE COBRE DE 1"	4	UND	8.00	32.00
16	UNIÓN DE COBRE DE 1 "	4	UND	9.00	36.00
17	CODO DE COBRE DE 1"	8	UND	12.50	100.00
18	CODOS DE 90 , 1" SCH 80	8	UND	2.10	16.80
19	TEE DE 1", SCH 80	2	UND	3.00	6.00
20	FILTRO TIPO "Y" , 1"	2	UND	15.00	30.00
21	UNIÓN UNIVERSAL DE FN DE 1"	5	UND	3.20	16.00

22	VÁLVULA DE ALIVIO REGO DE 38 PSI	2	UND	26.23	52.46
23	VÁLVULA DE ALIVIO REGO DE 450 PSI	3	UND	17.51	52.53
24	BUSHING DE 1" A 1/2"	1	UND	1.02	1.02
25	VÁLVULA DE 1/2" X 600 WOG APOLLO	6	UND	15.70	94.20
26	VÁLVULA DE 1" X 600 WOG APOLLO	10	UND	33.20	332.00
27	ABRAZADERA B-LINE 1"	30	UND	1.05	31.50
28	ABRAZADERA B-LINE 1/2"	20	UND	0.50	10.00
29	ADAPTADOR ESPECIAL PARA MANÓMETRO DE 1/4" X 1/8"	4	UND	1.20	4.80
30	CHICOTE POLL DE 1/2"	2	UND	5.99	11.98
31	RIEL CHATO	6	UND	11.52	69.12
32	RIEL ALTO	6	UND	19.80	118.80
33	TARUGO	20	UND	1.31	26.20
34	TEFLON	20	UND	0.54	10.80
35	BALANDA	20	UND	0.54	10.80
36	PINTURA AMARILLA	2	UND	20.91	41.82
37	BROCHA TUMY 1 1/2"	4	UND	2.09	8.36
38	CINTA AISLANTE	4	UND	1.80	7.20

MATERIALES SECUNDARIOS

39	PASTA METÁLICA	2	UND	3.20	6.40
40	DISCO DE CORTE DE 4 1/2"	5	UND	0.76	3.80
41	FORMADOR DE EMPAQUE	2	UND	2.09	4.18
42	TRAPO INDUSTRIAL	6	KILO	1.57	9.42
43	NITRÓGENO	1	UND	71.88	71.88

OPERARIOS

44	OPERARIO 1	4	UNID	100.00	400.00
45	OPERARIO 2	4	UNID	80.00	320.00
46	OPERARIO 3	4	UNID	60.00	240.00

VIATICOS

47	OPERARIO 1	4	UNID	20.00	80.00
48	OPERARIO 2	4	UNID	20.00	80.00
49	OPERARIO 3	4	UNID	20.00	80.00

MOVILIDAD

50	OPERARIO 1	1	UNID	90.00	90.00
51	OPERARIO 2	1	UNID	90.00	90.00
52	OPERARIO 3	1	UNID	90.00	90.00

	SUB TOTAL SOLES	34,450.57
6%	GASTOS GENERALES	2,067.03
8%	UTILIDAD	2,756.04
18%	IGV	6,201.10
	COSTO TOTAL	45,474.74

Etapa III: Simulación

Para la presente investigación y con el fin de demostrar que la presión del tanque será suficiente para que el flujo de GLP llegue hasta los puntos de consumo (5 cocinas) de la institución educativa, se empleó el software de simulación de procesos Aspen HYSYS, reconocido en la industria energética y ampliamente utilizado por importantes productores de petróleo y gas, refinerías y empresas de ingeniería. Este programa es utilizado para optimizar los procesos en el diseño y la operación de diversas instalaciones.

Para realizar la simulación el programa necesita que ingresemos lo siguientes parámetros:

- **La capacidad del tanque:** para la presente investigación será un tanque de 1000 galones.
- **El fluido:** para la presente investigación se usará el GLP.
- **La presión de salida del tanque:** para la presente investigación será de 100 psi.
- **La temperatura ambiente:** para la presente investigación será de 15 C° la cual es la temperatura promedio durante el día, debido a que el distrito de Taricá se encuentra a una altura aproximada de 2802 msnm.

Figura 5.42: Vista satelital de la ubicación de la institución educativa y la ubicación del tanque.



Fuente: Google Maps

Cálculo del consumo:

Según la NTP 321.121 (2013) ítem 5.1, el caudal nominal del gas se hallará mediante la siguiente formula:

$$Q = \frac{P_n}{PCS} \dots\dots\dots(5.17)$$

Donde:

Pn: Potencia nominal (kw, kcal/h)

PCS: Poder calorífico superior expresado en Kw-h/m³, Kcal/m³

Q: Caudal nominal del aparato a gas expresado en m³/h

Cada cocina tendrá un consumo de 90000 Btu/h, por lo tanto, para las 5 cocinas será un consumo total de 450000 Btu/h.

Equivalencia:

$$1\text{BTU} = 0.252 \text{ kcal}$$

Entonces la potencia nominal del equipo seria:

$$P_n = 450000 \text{ BTU/h} = 113400 \text{ kcal/h}$$

$$P_n = 113400 \text{ kcal/h}$$

Para Perú, el poder calorífico superior del GLP es:

$$PCS = 22380 \text{ Kcal/m}^3$$

Hallando el caudal nominal que me proporcionara el tanque (Consumo total):

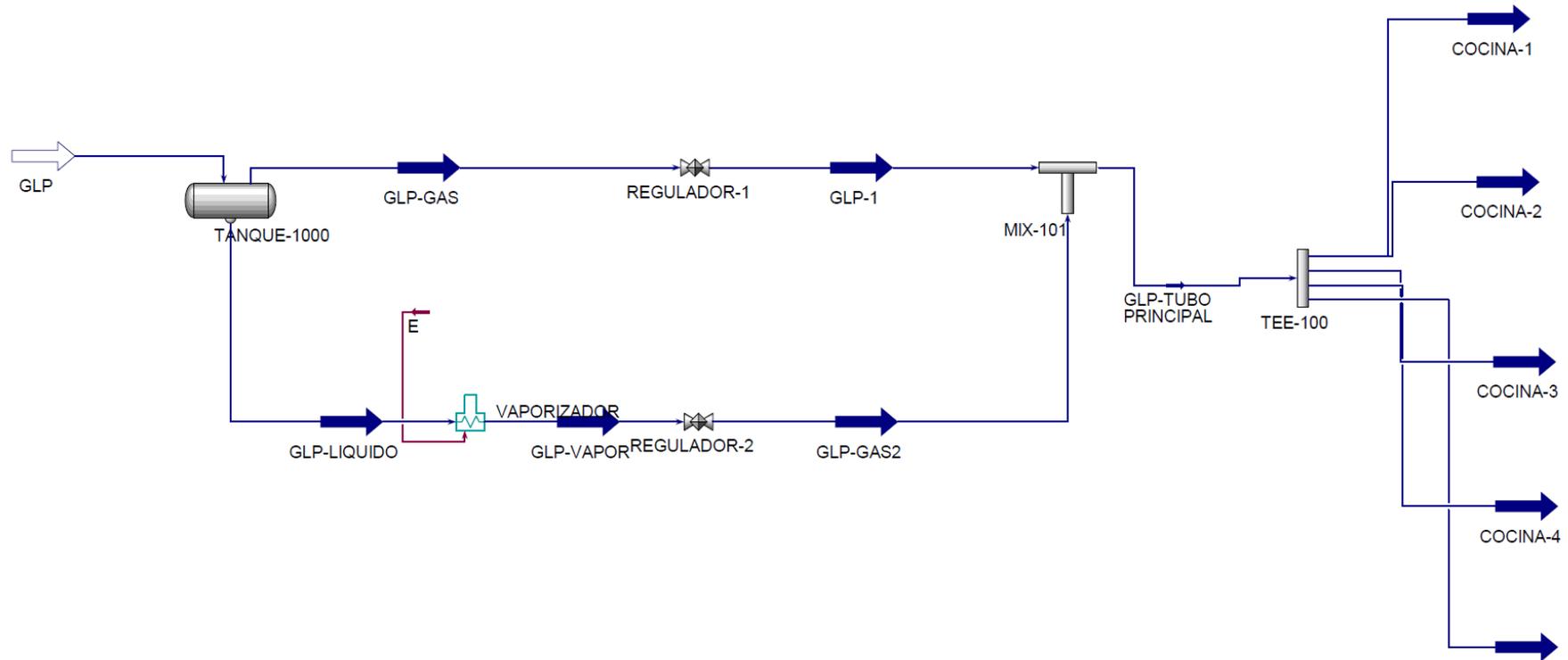
$$Q = \frac{113400 \text{ kcal/h}}{22380 \text{ Kcal/m}^3}$$

$$Q = 5.067 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Entonces el consumo para cada cocina será:

$$Q = 1.13 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

Figura 5.43: Diagrama de la red de GLP, simulado por el programa Aspen HYSYS



Fuente: Elaboración propia

- **Ingreso de datos**

Una vez generado el diagrama de la red de GLP en el software Aspen HYSYS como se observa en la figura 5.43, se procede a ingresar los datos para su análisis por simulación, de acuerdo a los parámetros ingresados la presión de salida del tanque de GLP es 100 psi, siendo la misma presión la que recorrerá las líneas de la red de GLP hasta ingresar al regulador de primera etapa y al vaporizador, manteniendo un caudal total de 5.067 m³/h a una temperatura de 15 °C, como se observa en la figura 5.44.

Figura 5.44: Resultados del tanque de GLP de 1000 galones

Worksheet	Stream Name	GLP	Liquid Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	0.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	15.00	15.00
Composition	Pressure [kPa]	689.5	689.5
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	54.14	54.14
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	2691	2691
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	5.067	5.067
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.350e+005	-1.350e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	156.2	156.2
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-7.308e+006	-7.308e+006
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	5.044	5.044
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

Fuente: Elaboración propia

El flujo que llegará a la tubería principal de GLP será 5.067 m³/h con una presión de 20 psi y una temperatura de 19.37 C° como se observa en la figura 5.45.

Figura 5.45: Resultados de la tubería principal de GLP

Worksheet	Stream Name	GLP-TUBO PRINCIPAL	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	19.37	19.37
Composition	Pressure [kPa]	137.9	137.9
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	54.14	
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	2691	
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	5.067	
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.166e+005	
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	201.4	201.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-6.315e+006	-6.315e+006
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	5.044	5.044
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

Fuente: Elaboración propia

Así mismo después del recorrido por la línea principal de GLP el flujo que llegara a las líneas de tuberis de las 5 cocinas será de 1.013 m3/h con una presión de 20 psi y una temperatura de 19.37 C, como se observa en la figura 5.46, figura 5.47, figura 5.48, figura 5.49 y figura 5.50.

Figura 5.46: Resultado de la cocina 1

Worksheet	Stream Name	COCINA-1	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	19.37	19.37
Composition	Pressure [kPa]	137.9	137.9
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	10.83	
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	538.2	
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1.013	
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.166e+005	
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	201.4	201.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.263e+006	-1.263e+006
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	1.009	1.009
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.47: Resultado de la cocina 2

Worksheet	Stream Name	COCINA-2	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	19.37	19.37
Composition	Pressure [kPa]	137.9	137.9
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	10.83	10.83
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	538.2	538.2
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1.013	1.013
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.166e+005	-1.166e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	201.4	201.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.263e+006	-1.263e+006
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	1.009	1.009
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

137.9 kPa
1.379 bar
20.00 psia
Calculated by: TEE-100

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.48: Resultado de la cocina 3

Worksheet	Stream Name	COCINA-3	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	19.37	19.37
Composition	Pressure [kPa]	137.9	137.9
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	10.83	10.83
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	538.2	538.2
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1.013	1.013
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.166e+005	-1.166e+005
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	201.4	201.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.263e+006	-1.263e+006
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	1.009	1.009
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

137.9 kPa
1.379 bar
20.00 psia
Calculated by: TEE-100

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.49: Resultado de la cocina 4

Material Stream: COCINA-4

Worksheet Attachments Dynamics

Worksheet	Stream Name	COCINA-4	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	19.37	19.37
Composition	Pressure [kPa]	137.9	137.9
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	10.83	
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	538.2	
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1.013	
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.166e+005	
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	201.4	201.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.263e+006	-1.263e+006
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	1.009	1.009
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

137.9 kPa
1.379 bar
20.00 psia
Calculated by: TEE-100

OK

Delete Define from Stream... View Assay

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.50: Resultado de la cocina 5

Material Stream: COCINA-5

Worksheet Attachments Dynamics

Worksheet	Stream Name	COCINA-5	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	19.37	19.37
Composition	Pressure [kPa]	137.9	137.9
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	10.83	
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	538.2	
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1.013	
User Variables	Molar Enthalpy [kJ/kgmole]	-1.166e+005	
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	201.4	201.4
Cost Parameters	Heat Flow [kJ/h]	-1.263e+006	-1.263e+006
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	1.009	1.009
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

137.9 kPa
1.379 bar
20.00 psia
Calculated by: TEE-100

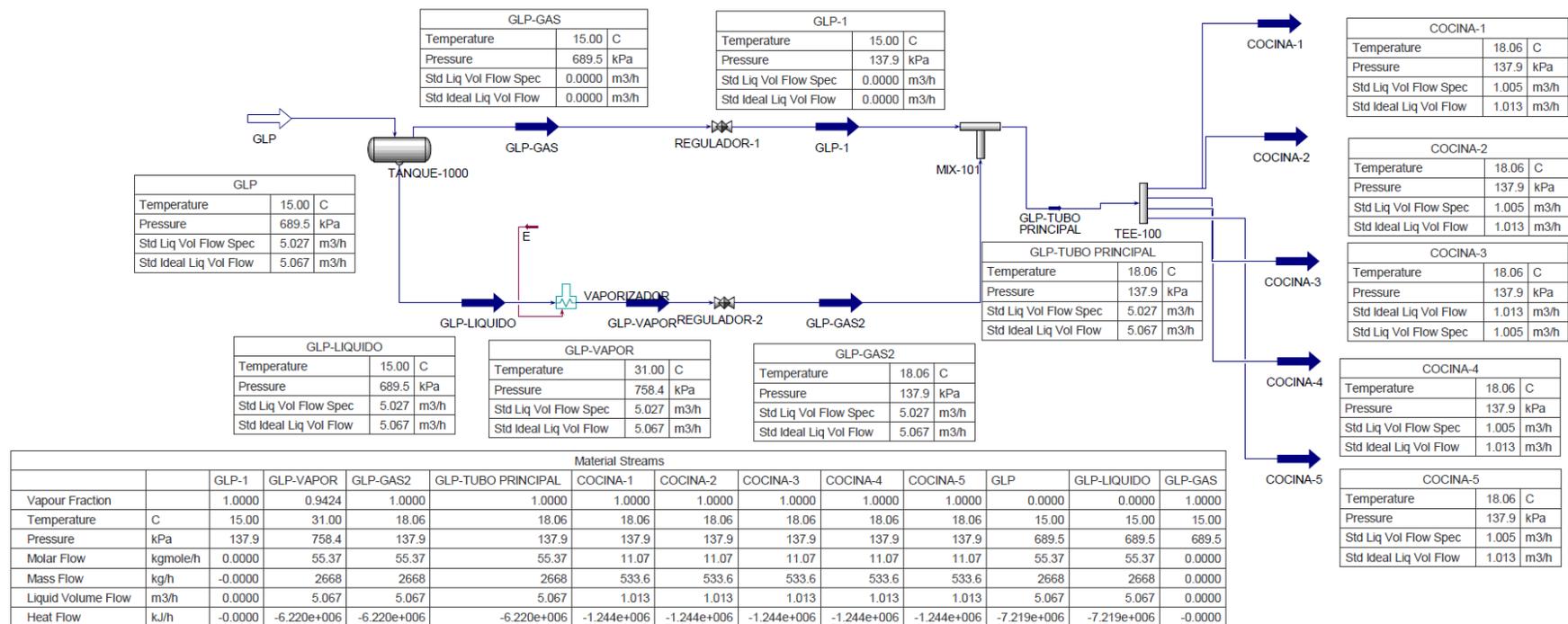
OK

Delete Define from Stream... View Assay

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, la presión de salida del GLP-GAS del tanque es de 100 psi la cual ingresara al regulador de primera etapa con una temperatura de temperatura de 15 °C, como se observa en la figura 5.51. Así mismo la presión de salida del GLP-LIQUIDO del tanque es de 100 psi el cual ingresara al vaporizador, posteriormente la presión de salida del vaporizador del GLP-GAS será de 758 kpa (109.9 psi) con un temperatura de 31 °C, la cual recorrerá las líneas de tuberías hasta llegar al regulador-2, para posteriormente salir con una presión de 137.9 kpa (20 psi) a una temperatura de 18.06 °C el cual se unirá con la otra línea de tubería de GLP-GAS para posteriormente dirigirse por un sola línea de tubería hasta ser repartidas a cada llinea de tubería de las cocinas, en las cuales llegara con una presión de 137.9 kpa (20 psi) a una temperatura de 18.06 °C para cada cocina, como se observa en la figura 5.51.

Figura 5.51. Resultados de la simulación de la red de GLP.



Fuente: Elaboración propia

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1. Contrastación y demostración de la hipótesis con los resultados

6.1.1. Contrastación de la hipótesis general

Se planteó que: " El diseño de una red de gas licuado de petróleo permite el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023".

Por medio de la simulación por el software para simular flujos ASPEN HYSYS se puede observar en la figura 5.51 que el flujo que necesita cada cocina para su buen funcionamiento es de 1.013 m³/h de gas GLP, así mismo de acuerdo a los cálculos el flujo que sale del tanque es de 5.067 m³/h de gas GLP, lo que corresponde para poder abastecer a las 5 cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui en Huaraz.

Por lo que la hipótesis formulada es aceptada.

6.1.2. Contrastación de la hipótesis específicas

- H.1: El dimensionamiento del tanque de la red de gas licuado de petróleo proporciona la capacidad necesaria para el abastecimiento por un tiempo prolongado en el comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

De acuerdo a la capacidad mínima requerida calculada, el consumo de GLP es de 971.75 galones, por tal motivo se diseñó un tanque con capacidad volumétrica de 1000 galones para el abastecimiento de GLP, sin embargo, de acuerdo al artículo 142 del reglamento aprobado por decreto supremo N° 027-94-EM, el tanque de GLP debe ser llenado hasta el 80% de su capacidad total, dejando el 20% del volumen superior del tanque en la cual solo existe vapor de GLP.

Por lo que se considera aceptada la hipótesis formulada.

- H.2: El dimensionamiento de las líneas de tubería de la red de gas licuado de petróleo hace posible el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

De acuerdo a la ecuación de Renouard Cuadrática se calcula un diámetro de tubería preliminar para ser comparado con diámetros de tubería comercial en el mercado peruano, obteniendo una tubería de 1 pulgada, así mismo fue necesario calcular el espesor mínimo que requiere la tubería para su buen funcionamiento siendo este de 0.515 mm, por lo que se optó en considerar de acuerdo a tabla una tubería de cobre tipo L con Numero de catálogo TLC0006 de 1 pulgada y espesor de 1.270 mm, para que exista un abastecimiento de flujo de GLP hacia las cocinas.

Por lo que se considera aceptada la hipótesis formulada.

- H.3: La simulación la red de GLP permite corroborar el flujo calculado de la red de GLP capas de abastecer las cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.

Podemos corroborar gracias a la simulación del software para simular flujos ASPEN HYSYS que el sistema puede entregar un flujo de 5.067 m³/h, capas de abastecer a las 5 cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui en Huaraz

Por lo que se considera aceptada la hipótesis formulada.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

Esta investigación coincide con Rea (2019) en su tesis titulada: "Estudio y diseño de una estación centralizada de gas licuado de petróleo "GLP" para el Laboratorio de Fundición de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur " ya que se comparte el objetivo de diseñar una red de gas licuado de petróleo, así mismo el resultado de su investigación se basa en el cálculo del tanque, diseño de la instalación y selección de equipos para generar una potencia de 375 Kw, de igual manera por medio de la conclusión se pudo verificar el buen funcionamiento del sistema al hacer uso de las tuberías y equipos seleccionados.

De igual manera coincide con Sandoval (2020) en su tesis titulada: "Optimización de la red de distribución de gas licuado de petróleo (GLP) en cilindros del segmento doméstico en la parroquia Calderón, cantón Quito, Ecuador ", ya que comparte el objetivo de optimizar la red de GLP propuesta, así mismo el resultado de su investigación se basan en el rendimiento térmico del combustible bajo un eficiente abastecimiento, de igual manera por medio de la conclusión se verifica el diseño fue optimo respecto al tiempo y ahorro logrando un rendimiento térmico mayor al 50% del encontrado inicialmente.

De manera similar concuerda con Echeverry (2021) en su investigación titulada "Diseño de redes internas para suministro de gas combustible en edificaciones de uso residencial, con base en la norma técnica colombiana", ya que comparte su objetivo de convertir su investigación en un manual técnico que facilite a otros investigadores la creación de diseños para redes internas de combustible en fase gaseosa, así mismo concuerda con el resultado de su investigación al tomar como parámetros para el diseño de una red interna de gas al poder calorífico suministrado, potencia nominal de los gasodomésticos, gravedad específica, la longitud de los tramos de la tubería, el diámetro interno, el control de las presiones entrantes y salientes en la red, de igual manera por medio de la conclusión se concuerda que los diseños deben estar basados en las normas vigentes, obteniendo una metodología para diseñar redes internas de gas.

De igual manera coincide con lo mencionado por Chalco y Acuña (2021) en su tesis titulada: " Propuesta de implementación de red de gas para optimizar costos del comedor de una fábrica, ATE – 2021", ya que coincide en su objetivo de optimizar los costos en el comedor de una fábrica en Ate, proponiendo la implementación de una red de gas, así mismo coincide con el resultado de su investigación ya que los indicadores económicos, dieron los valores rentables y permiten optimizar los costos del comedor, por lo tanto, la puesta en marcha de la red fue altamente viable. De igual manera por medio de la conclusión se concuerda que la propuesta de implementación de la red permitió evidenciar que la implementación optimiza los costos del comedor en 17.55%.

Igualmente se alinea con lo mencionado con Chancatuma (2019) en su tesis titulada: “Diseño del suministro de gas licuado de petróleo para un comedor universitario en la ciudad del Cusco”, ya que se comparte el objetivo realizar un diseño de una red de gas licuado de petróleo para un comedor, así mismo armoniza con el resultado de su investigación se realiza el diseño mecánico del tanque y sus instalaciones basado en normas ASME y catálogos industriales de GLP. De igual se concuerda con la conclusión ya que la implementación de la red de GLP en el comedor genera una optimización de costos del 17.55%.

De la misma forma concuerda con Gómez y Tomayquispe (2021) en su estudio titulado “Diseño del Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo para su Comercialización en una Planta Envasadora – Padre Abad – Ucayali”, ya que tuvo el objetivo de diseñar un sistema de abastecimiento de GLP para satisfacer una demanda en la provincia de Padre Abad, así mismo concuerda con el resultado de su investigación dado que se basó en la demanda dimensionar el tanque de almacenamiento tanque de almacenamiento de GLP, con un espesor mínimo requerido de 1 pulgada para el casco y cabezales usando la norma ASME Sección VIII, Div. 1. De igual manera se concuerda con la conclusión ya que indica que para diseñar el sistema fue necesario determinar la capacidad del tanque de almacenamiento el cual fue de 12,000 galones, obteniendo un costo de inversión es de \$. 276,112.37 y una vida útil 10 años.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

El autor de la presente investigación para optar el título de Ingeniero Mecánico es el único responsable de la información presentada titulado “Diseño de una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la institución educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023”, sometándose a las normas, reglamentos y directivas de la Universidad Nacional de Callao.

VII. CONCLUSIONES

El diseño de la red de GLP, abastece a los equipos térmicos del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, corroborado por medio del software ASPEN HYSYS quien señala que a cada cocina le llega un flujo de $1.013 \text{ m}^3/\text{h}$, lo que corresponde a señalar que el diseño de la red fue calculado de manera correcta, ya que cumple con los parámetros para abastecer a las 5 cocinas del centro educativo.

Se logro dimensionar el tanque de almacenamiento de GLP con capacidad volumétrica de 1000 galones, de acuerdo a las recomendaciones del artículo 142 del reglamento aprobado por decreto supremo N° 027-94-EM, quien señala que el abastecimiento de Glp líquido, es al 80% del volumen total, dando lugar al 20% del volumen superior el cual sirve para la vaporización del Glp líquido.

Se determino las dimensiones de las líneas de tubería son de 1 pulgada con un espesor de 1.270 mm al aplicar la ecuación de Renouard Cuadratica, además que el material de la tubería es de cobre tipo L con Numero de catálogo TLC0006 de 1 pulgada y espesor de 1.270 mm, permitiendo con estas características abastecer a la red con un flujo de $5.067 \text{ m}^3/\text{h}$ de gas GLP hacia las cocinas.

La simulación de la red de GLP en el software para simular flujos ASPEN HYSYS permite comprobar que el flujo de vapor que sale del tanque abastece los flujos de ingreso para cada cocina, permitiendo corroborar el correcto abastecimiento de las mismas en la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui en Huaraz

VIII. RECOMENDACIONES

Hacer uso de una herramienta digital o software de diseño a fin de corroborar o ir modificando hasta que se den valores favorables y de esta forma evitar algún tipo de reproceso constructivo no deseable, en la presente investigación se hizo uso del software ASPEN HYSYS.

Dimensionar el tanque en función el consumo proyectado de los equipos térmicos, la amplitud de tiempo entre recarga y recarga, así como las características del terreno del lugar donde se instalará debido a la posibilidad de encontrar obstáculos o espacios reducidos, en concordancia con del artículo 142 del reglamento aprobado por decreto supremo N° 027-94-EM, que establece que el abastecimiento de Glp líquido, debe estar al 80% del volumen total y la NTP 321.123 la cual especifica tener como presión de diseño 250 psi.

Hacer uso de la ecuación de Renouard Cuadratica para el dimensionamiento de tuberías con fluido gaseoso, esto permite por medio de iteraciones determinar el diámetro de la tubería y bajo las características del tipo de fluido el material a utilizar, así mismo la ecuación de Mariotte permite calcular un espesor mínimo que soporte la presión interna de la tubería, seleccionando una tubería comercial de mayor espesor a la calculada.

La aplicación del software para simular flujos ASPEN HYSYS ya que permite comprobar el flujo desde el tanque hacia el ingreso de los equipos térmicos y de esta forma validar el flujo necesario de llegada a los equipos de consumo en la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui en Huaraz.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADANIYA HIGA, B y RODRÍGUEZ ULLOA, R. 2022. Escenarios en el suministro de gas licuado de petróleo (GLP) bajo un enfoque de dinámica de sistemas. Revista *Producción y Gestión* [en línea]. Diciembre, 25(2), 115 - 128 [fecha de consulta: 13 de junio de 2023]. ISSN: 1810-9993. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/idata/v25n2/1810-9993-idata-25-02-115.pdf>

ALAN, D y CORTEZ, L. 2018. *Procesos y fundamentos de la investigación científica*. [en línea]. Machala: Universidad Técnica de Machala [fecha de consulta: 02 de junio de 2023]. ISBN 978-9942-24-093-4. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14232/1/Cap.4-Investigaci%C3%B3n%20cuantitativa%20y%20cualitativa.pdf>

AMIR FAROUQ, A y AL-OBAIDI, B. 2022. Design And Analysis Performance of Liquid Petroleum Gases System in Residential Building. Revista *Journal of Engineering*. [en línea]. Febrero, 28(2), 40 - 45 [fecha de consulta: 18 de junio de 2023]. ISSN: 2520-3339. Disponible en: <https://joe.uobaghdad.edu.iq/index.php/main/article/view/1511/946>

ASOCIACIÓN Global Humanitaria. 2015. *Implementación de comedores escolares*. Asociación Global Humanitaria [en línea]. Puno: Asociación Global Humanitaria [fecha de consulta: 14 de junio de 2023]. Disponible en: <http://globalhumanitariaperu.org/2015/09/19/implementacion-de-comedores-escolares/>

ASME. 2021. Código ASME para Calderas y Recipientes a Presión. ASME VIII-División 1: 2021. Nueva York: ASME.

BANCO Mundial. 2021. *El acceso universal a la energía sostenible seguirá siendo inalcanzable, a menos que se aborden las desigualdades* [en línea]. Washinton: Banco Mundia Brif Aif [fecha de consulta: 7 de junio de 2023].

Disponible en: <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2021/06/07/report-universal-access-to-sustainable-energy-will-remain-elusive-without-addressing-inequalities>

BAUTISTA ARPE, Raúl. 2020. *Comercialización del gas licuado de petróleo a granel* [en línea]. Tesis [Título profesional en administración]. Lima: Universidad San Martín de Porres. [Fecha de consulta: 04 de junio de 2023]. Disponible en: https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/6978/bautista_ar.pdf?sequence=1&isAllowed=y

BELLOMO, S y OSZLAK, O. 2020. *Desafíos de la administración pública en el contexto de la Revolución 4.0*. Buenos Aires: Konrad Adenauer Stiftung [fecha de consulta: 02 de junio de 2023]. ISBN 978-987-1285-86-0. Disponible en: https://www.kas.de/documents/287460/4262432/desafios_revolucion_4_0.pdf/0cc442c0-6cd4-0001-e06b-49b49a5aef9f

CHANCATUMA HUAMÁN, Jesús Eusebio. 2019. *Diseño del suministro de gas licuado de petróleo para un comedor universitario en la ciudad del Cusco* [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Mecánico]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. [Fecha de consulta: 17 de junio de 2023]. Disponible en: <https://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/3262319>

CHALCO RICCI, Junior Enrique y ACUÑA MANRIQUE, Garynson. 2021. *Propuesta de implementación de red de gas para optimizar costos del comedor de una fábrica, ATE – 2021* [en línea]. Tesis [Título profesional de Ingeniero Industrial]. Lima: Universidad San Ignacio de Loyola. [Fecha de consulta: 10 de junio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.usil.edu.pe/items/8ac7c52e-1ebb-4391-8d54-44b3b8fe3ffe/full>

ECHEVERRY AMAYA, Kevin Johan. 2021. *Diseño de redes internas para suministro de gas combustible en edificaciones de uso residencial, con base en la norma técnica colombiana* [en línea]. Tesis [Título de especialista en Recursos

Hidráulicos y Medio Ambiente]. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. [Fecha de consulta: 12 de junio de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/1566?locale-attribute=en>

ELISAVA. 2023. *¿Qué es ingeniería de diseño industrial?* [en línea]. Barcelona: ELISAVA [fecha de consulta: 04 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.elisava.net/es/noticias/que-es-ingenieria-diseno-industrial>

ESPINOZA, C. 2014. *Metodología de la Investigación Tecnológica* [en línea]. Huancayo: Soluciones Gráficas S.A.C [fecha de consulta: 05 de junio de 2023]. ISBN: 978-612-00-1667-1. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/1148/mit2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

GÓMEZ SILVA, Carlos Andrés y TOMAYQUISPE LLAMOCCA, Jesús. 2021. *Diseño del Sistema de Abastecimiento de Gas Licuado de Petróleo para su Comercialización en una Planta Envasadora – Padre Abad – Ucayali* [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Mecánico]. Callao: Universidad Nacional del Callao. [Fecha de consulta: 07 de junio de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/7271/TESIS%20GOMEZ%20SILVA-TOMAYQUISPE%20LLAMOCCA%202021.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

LEÓN, J. 2001. *Diseño y cálculo de recipientes a presión*. México D.F: Inglesa [fecha de consulta: 21 de junio de 2023]. Disponible en: https://drive.google.com/file/d/0B1DsQBshLS9wWGk4RjJzTF91LU0/view?resourcekey=0-GojRr1iJ2yIM3Q4CTg5m_w

MARTÍNEZ MOYA, Emilio. 2010. *Gestión de Compras: Negociación y estrategias de aprovisionamiento*. 5ª. ed. España: Fc Editorial. ISBN 9789587621730.

MEGYESY, E. 1992. *Manual de recipientes a presión* [en línea]. México D.F: LIMUSA Grupo Noriega Editores [fecha de consulta: 04 de junio de 2023]. ISBN 168-18-1985-3. Disponible en: https://www.academia.edu/27948555/Megyesy_Eugene_Manual_De_Recipientes_A_Presion_Dise%C3%B1o_Y_Calculo

MINISTERIO de Energía y Minas (MINEM). 1994. *Reglamento de seguridad para instalaciones y transporte de gas licuado de petróleo* [en línea]. Lima: MINEM [fecha de consulta: 04 de junio de 2023]. Disponible en: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/PlantillaMarcoLegal_Busqueda/Reglamento%20de%20Seguridad%20para%20Instalaciones%20y%20Transporte%20de%20Gas%20Licuado%20de%20Petroleo.pdf

MONTERO RAMÍREZ, Daniel Eduardo y GALINDO CENTENO, Hamilton Steve. 2020. *Análisis de la cadena de suministro del GLP (Gas Licuado de Petróleo) en Colombia mediante Dinámica de Sistemas* [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Industrial]. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas. [Fecha de consulta: 11 de junio de 2023]. Disponible en: <https://repository.udistrital.edu.co/bitstream/handle/11349/28123/GalindoCentenoHamiltonSteve2020.pdf?sequence=1>

NAMKFOROOSH, N. 2002. *Metodología de la Investigación* [en línea]. México D.F: Limusa Noriega Editores [fecha de consulta: 04 de junio de 2023]. ISBN 968-18-5517-5. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/332470243/Metodologia-de-La-Investigacion-Namakforoosh>

ORGANISMO Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) 2011. *Cambios Normativos Relacionados con la Seguridad del GLP* [en línea]. Lima: OSINERGMIN [fecha de consulta: 12 de junio de 2023]. Disponible en: http://www.osinerg.gob.pe/newweb/uploads/Publico/Foro_Hidrocarburos_Cusco

_2011/3.%20SEGURIDAD%20EN%20INSTALACIONES%20DE%20GLP-
ING.PEDRO%20ORDAYA%201.pdf

ORGANISMO Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) 2020. *Determinantes de los diferenciales de precios en el mercado de GLP envasado en el Perú*. Lima: OSINERGMIN [fecha de consulta: 17 de junio de 2023]. Disponible en: [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1473569/Documento de Trabajo 49.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1473569/Documento%20de%20Trabajo%2049.pdf)

ORGANISMO Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) 2022. *Lineamientos Técnicos para la Fiscalización de la Inscripción en el Registro de Hidrocarburos de Consumidores Directos y Redes de Distribución de GLP* [en línea]. Lima: OSINERGMIN [fecha de consulta: 22 de junio de 2023]. Disponible en: https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/hidrocarburos/Documentos/Comercializacion/Documentos-Tecnicos/Osinergmin-Lineamientos-revalidacion-CD-redes-GLP.pdf

PETROPERÚ. 2019. *Ficha de Datos de Seguridad del Gas Licuado de Petróleo* [en línea]. Lima: PETROPERÚ [fecha de consulta: 04 de junio de 2023]. Disponible en: <https://www.petroperu.com.pe/Docs/spa/files/productos/fds-glp.pdf>

REA TARIS, Juan Andrés. 2019. *Estudio y diseño de una estación centralizada de gas licuado de petróleo "GLP" para el Laboratorio de Fundición de la Universidad Politécnica Salesiana Campus Sur* [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Mecánico]. Quito: Universidad Politécnica Salesiana. [Fecha de consulta: 07 de junio de 2023]. Disponible en: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/17684>

ROJAS, F., JIMÉNEZ, F., RAMOS, B y ALVÁN, R. 2017. Análisis Experimental del Rendimiento Térmico, Potencia y Emisiones de Cocinas Anafe a Gas Licuado

de Petróleo para Altitudes entre 2200 Y 4200 metros. *Información Tecnológica*. Diciembre, 28(4), 179 -190. ISSN: 0718-0764.

SALDARRIAGA, Juan. 2016. *Hidráulica de tuberías, abastecimiento de agua redes y riegos*. 3ª. ed. Colombia: Alfaomega. ISBN 978-958-682-971-7.

SÁNCHEZ RAMÍREZ, Y., MÁRQUEZ MARRERO, Y., NÁPOLES GARCÍA, M. y DE LA CRUZ, M. 2022. Metodología para la evaluación del trasiego eficiente de combustibles. *Revista Centro Azúcar*. *Revista Centro Azúcar* [en línea]. Junio 49(2), 47-59 [fecha de consulta: 17 de junio de 2023]. ISSN: 2223-4861. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-48612022000200047

SANDOVAL MOSCOSO, Esteban Eduardo. 2020. *Optimización de la red de distribución de gas licuado de petróleo (glp) en cilindros del segmento doméstico en la parroquia Calderón, cantón Quito, Ecuador* [en línea]. Tesis [Magister en Administración de Empresas]. Quito: Escuela Politécnica Nacional. [Fecha de consulta: 05 de junio de 2023]. Disponible en: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20988>

SHANNON ROBERT, E. 1988. *La simulación de los sistemas. Diseño, desarrollo e implantación*. 1ª. ed. México D.F. Trillas. ISBN 9682426731.

SALAZAR ARAUJO, J. 2014. La gestión de abastecimiento de medicamentos en el sector público peruano: nuevos modelos de gestión. *Revista Sinergia e Innovación* [en línea]. Junio, 2(1), 160- 228 [fecha de consulta: 21 de junio de 2023]. ISSN: 2306-6431. Disponible en: <https://revistas.upc.edu.pe/index.php/sinergia/article/view/219>

SOARES, P y DAVÓ BLANES, M. 2019. Comedores escolares en España: una oportunidad para fomentar sistemas alimentarios más sostenibles y saludables. *Revista Gaceta Sanitaria* [en línea]. Junio, 33 (3), 213 - 215 [fecha de consulta:

05 de junio de 2023]. ISSN: 0213-9111. Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/gsv33n3/0213-9111-gs-33-03-213.pdf>

UNIDAD de planeación minero energética de Colombia (UPME). 2017. *Cadena del gas licuado de petróleo (GLP)* [en línea]. Bogotá: UPME [fecha de consulta: 16 de junio de 2023]. Disponible en: https://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Cadena_GLP_2017_30032017.pdf

VALDERRAMA, S. 2015. *Pasos para elaborar proyectos de investigación científica, cuantitativa, cualitativa y mixta* [en línea]. Lima: Editorial San Marcos E. I. R. L. [fecha de consulta: 12 de junio de 2023]. ISBN: 978-612-302-878-7. Disponible en: <https://es.scribd.com/document/335731707/Pasos-Para-Elaborar-Proyectos-de-Investigacion-Cientifica-Santiago-Valderrama-Mendoza>

VENEGAS VÁSCONEZ, D., AYABACA SARRIA, C., CELI ORTEGA, S. y ROCHA HOYOS, J. 2018. El riesgo en el almacenamiento de GLP en el Ecuador. *Revista Innova Research Journal* [en línea]. Enero, 3 (1), 19–29 [fecha de consulta: 14 de junio de 2023]. ISSN: 2477-9024. Disponible en: <https://revistas.uide.edu.ec/index.php/innova/article/view/331>

VILLETA MOLINEAUX, Jesús. 2000. *Diseño de proyectos de ingeniería*. 1ª. ed. Santo Domingo: Instituto Tecnológico de Santo Domingo. ISBN 99934-25-13-3.

ZAPATERO, J. 2010. *Fundamentos de Investigación para Estudiantes de Ingeniería* [en línea]. México: Tercer Escalón Editores [fecha de consulta: 06 de junio de 2023]. ISBN 978-607-7911-005. Disponible en: https://www.academia.edu/41146186/Fundamentos_de_Investigacion_para_estudiantes_de_ingenieria

ANEXOS

Anexo N° 1: Matriz de consistencia

Anexo N° 2: Planos del tanque de almacenamiento de GLP

Anexo N° 3: Plano de ubicación

Anexo N° 4: Plano de distribución

Anexo N° 5: Plano mecánico

Anexo N° 6: Plano instalaciones eléctricas

Anexo N° 7: Plano isométrico

Anexo N° 8: Matriz de estructura del cerco metálico

Anexo N° 9: Ficha técnica de la válvula de seguridad

Anexo N° 10: Ficha técnica de la válvula de drenaje

Anexo N° 11: Ficha técnica del medidor volumétrico

Anexo N° 12: Ficha técnica de la válvula múltiple

Anexo N° 13: Ficha técnica de la válvula de llenado

Anexo N° 14: Ficha técnica de la válvula reguladora

Anexo N° 15: Ficha técnica de la válvula de alivio

Anexo N° 16: Ficha técnica del vaporizador

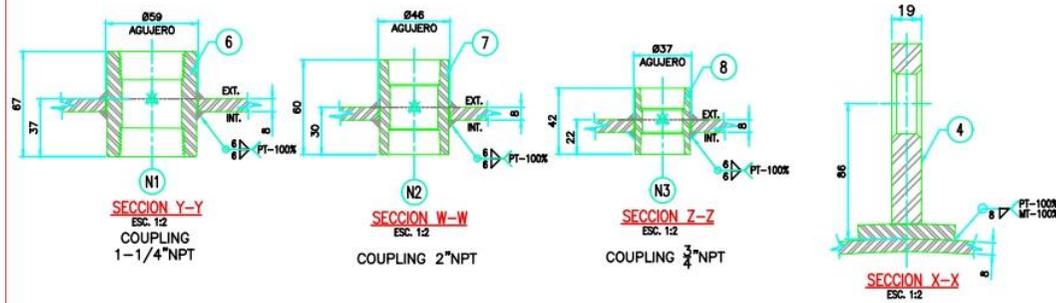
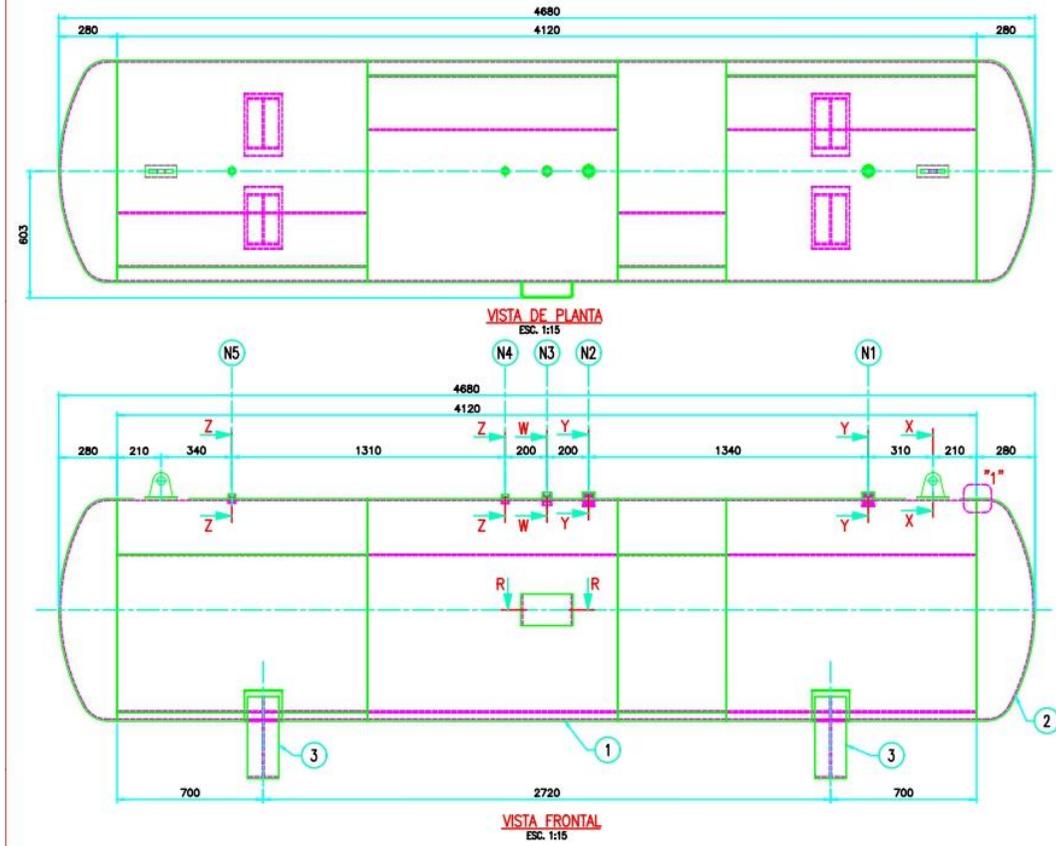
ANEXO N° 1: Matriz de consistencia

Diseño de una Red de Gas Licuado de Petróleo para el Abastecimiento del Comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023

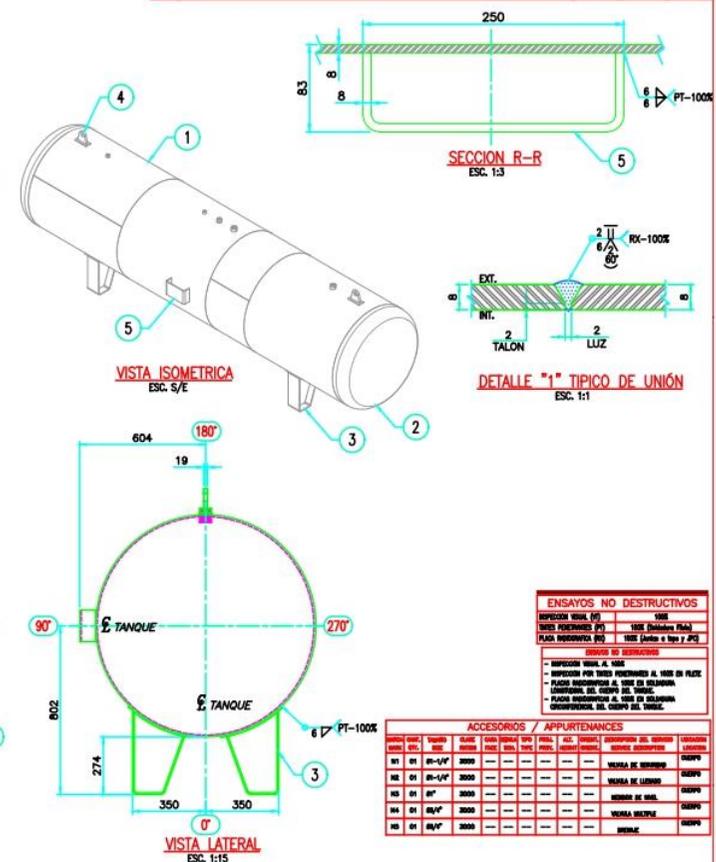
PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis General				
¿Cómo diseñar una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023?	Diseñar una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.	El diseño de una red de gas licuado de petróleo permite el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.		Tanque de la red de tubería	Volumen Normas	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	VARIABLE INDEPENDIENTE	Líneas de tuberías	Flujo Normas	Tipo de Investigación: Aplicada – Enfoque: Cuantitativo – Diseño de Investigación: No Experimental
¿Cómo dimensionar el tanque de una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023?	Dimensionar el tanque de una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.	El dimensionamiento del tanque de la red de gas licuado de petróleo proporciona la capacidad necesaria para el abastecimiento por un tiempo prolongado en el comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.	Diseño de una Red de Gas Licuado de Petróleo	Accesorios	Flujo Presión	
¿Cómo dimensionar las líneas de tubería una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023?	Dimensionar las líneas de tubería una red de gas licuado de petróleo para el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa N° 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.	El dimensionamiento de las líneas de tubería de la red de gas licuado de petróleo hace posible el abastecimiento del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.				
¿Cómo Simular la red de GLP afín de corroborar el flujo calculado de la red de GLP capas de abastecer las cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023?	Simular la red de GLP afín de corroborar el flujo calculado de la red de GLP capas de abastecer las cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.	La simulación la red de GLP permite corroborar el flujo calculado de la red de GLP capas de abastecer las cocinas del comedor de la Institución Educativa 86049 José Carlos Mariátegui, Huaraz, 2023.	VARIABLE DEPENDIENTE	Abastecimiento	Consumo	
			Abastecimiento del comedor			

ANEXO N° 2: Planos del tanque de almacenamiento GLP

TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13820)										Medidas nominales (valores en mm.)									
hasta de 30		más de 30 hasta 400		más de 400 hasta 1000		más de 1000 hasta 2000		más de 2000 hasta 4000		más de 4000 hasta 8000		más de 8000 hasta 12000		más de 12000 hasta 16000		más de 16000 hasta 20000			
a1	a2	a3	a4	a5	a6	a7	a8	a9	a10	a11	a12	a13	a14	a15	a16	a17	a18	a19	a20



REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
0	EMITIDO PARA FABRICACION	H.R.L.F.	H.R.L.F.	16.08.23



ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	
INSPECCION VISUAL (V)	100%
PRUEBA DE PENETRACION (PT)	100% (Indicador Rosa)
PRUEBA DE RESONANCIA (PR)	100% (Antes e Ite y PFC)
ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	
- INSPECCION VISUAL A OJO	
- INSPECCION POR TUBOS FUNDAMENTAL AL 100% EN PLAZO	
- PRUEBA DE RESONANCIA AL 100% EN SOLUCION	
- PRUEBA DE PENETRACION AL 100% EN SOLUCION	
- PRUEBA DE RESONANCIA AL 100% EN SOLUCION	
- PRUEBA DE RESONANCIA AL 100% EN SOLUCION	

ACCESORIOS / APURTANANCIAS									
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	WEIGHT (kg)	AREA (m2)				
01	COUPLING 1-1/4\"/>								

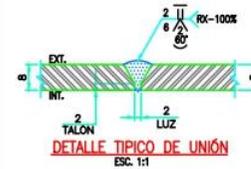
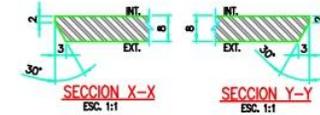
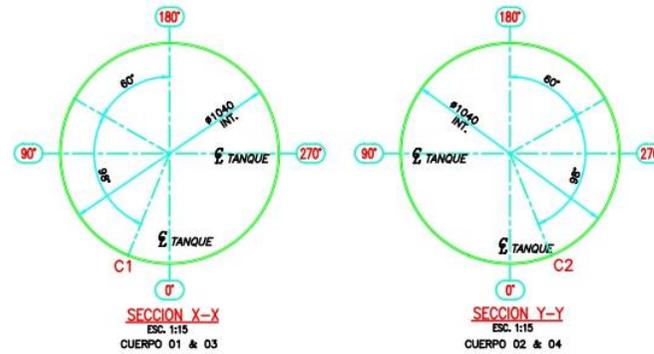
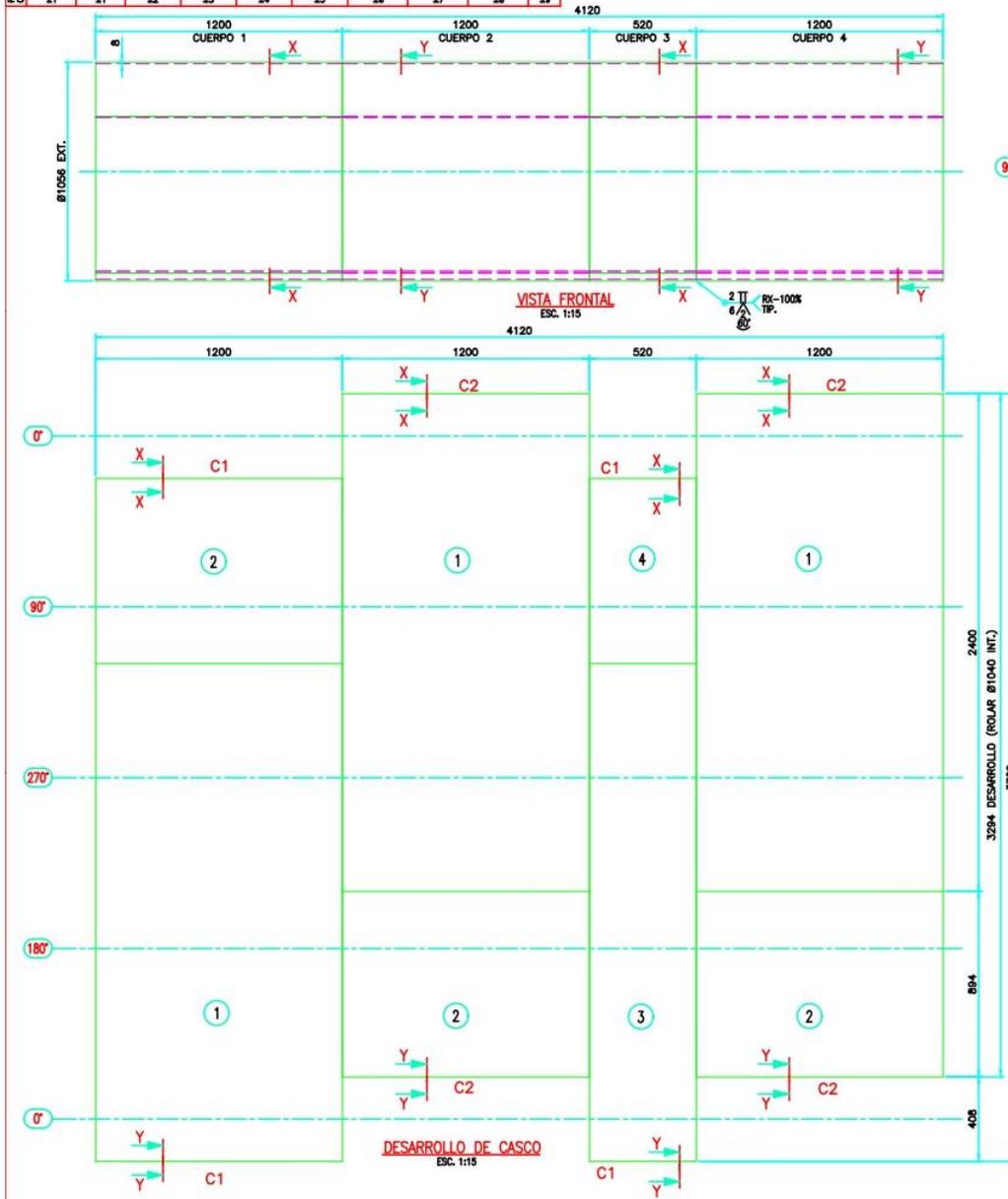
NOTAS:
1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN mm. SALVO INDICACION CONTRARIA.

ESTANDAR	ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	WEIGHT (kg)	AREA (m2)
ASTM A234	8	COUPLING 3/4\"/>				

TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
ENSAMBLE GENERAL						
Dibujador: H.R.L.F.	Aprobador:	Escala: ND.	Proyeccion:	Peso: 1082 Kg.	No. PLANO: T010001	Rev: 0
Revisador: H.R.L.F.	Fecha: 16.08.23	Formator: A2				

Queda prohibido copiar, reproducir o usar indebidamente la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, ante penamida ante la ley.

TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)										Medidas nominales (valores en mm.)									
hasta de 30		más de 30 hasta de 120		más de 120 hasta de 400		más de 400 hasta de 1000		más de 1000 hasta de 2000		más de 2000 hasta de 4000		más de 4000 hasta de 8000		más de 8000 hasta de 12000		más de 12000 hasta de 18000		más de 18000 hasta de 20000	
±1	±1	±2	±2	±3	±3	±4	±4	±5	±5	±6	±6	±7	±7	±8	±8	±9	±9	±9	±9



ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS		
INSPECCION VISUAL (VI)	100%	
PLATA RADIOGRAFICA (RO)	100% (Juntas e lapa y JFC)	

NOTAS:

1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN mm ,SALVO INDICACION CONTRARIA.

2.- PARA UBICACION VER PLANO: T010001

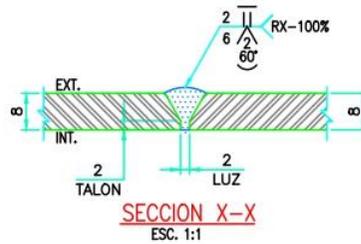
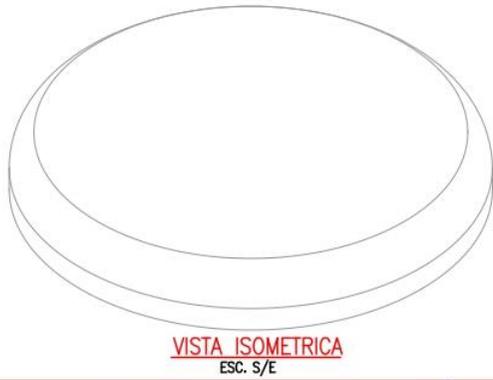
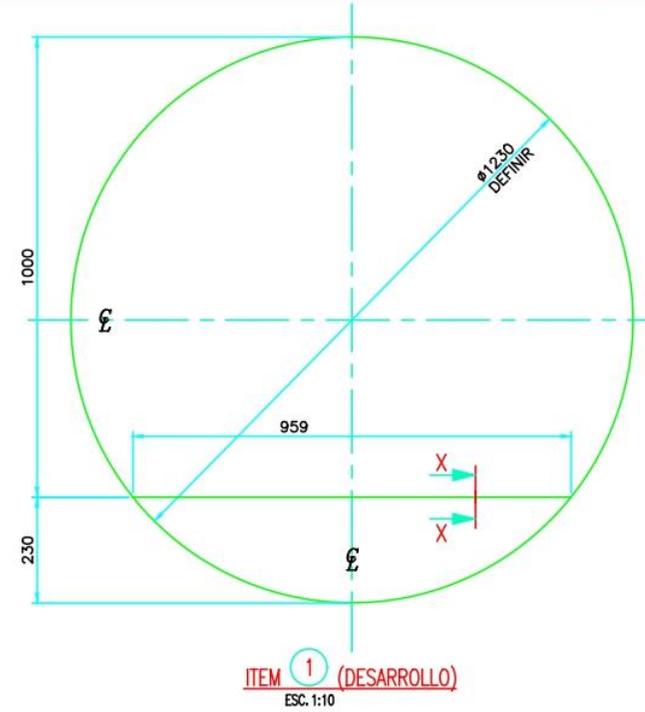
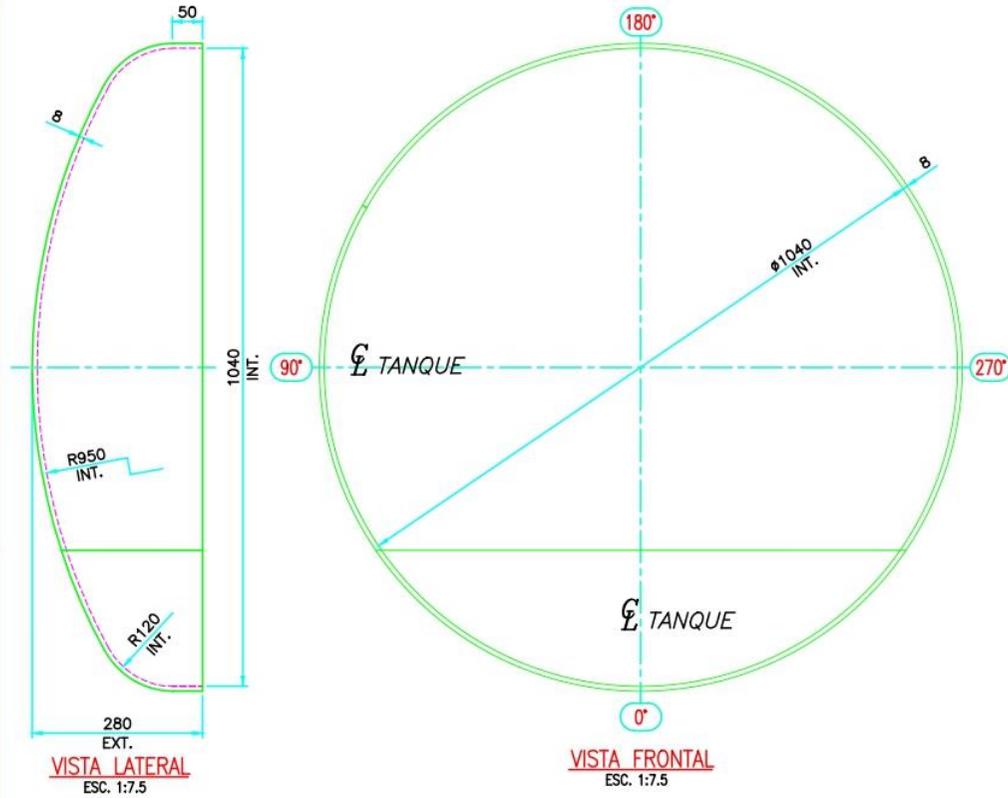
ASTMA 612	4	FL. 8	520 X 894	1	29.20	0.46	
ASTMA 612	3	FL. 8	520 X 2400	1	78.10	1.25	
ASTMA 612	2	FL. 8	894 X 1200	3	202.00	3.22	
ASTMA 612	1	FL. 8	1200 X 2400	3	642.00	8.64	
DESARROLLO DE CASCO					1	851.3	13.57

TANQUE DE ALMACENAMIENTO						
DESARROLLO DE CASCO						
Dibujador: H.R.L.F.	Aprobador:	Escala: ND.	Proyeccion:	Peso: 851.3Kg.	No. PLANO: T010002	Rv.:
Revisador: H.R.L.F.	Fecha: 01.08.23	Formato: A2				0

Queda prohibido copiar, reproducir o usar indebidamente, la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, esta pensada para la ley.

PRECISION CLASE "A"	TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)									
	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	más de 4000 hasta 8000	más de 8000 hasta 12000	más de 12000 hasta 18000	más de 18000 hasta 20000	más de 20000 hasta 20000
	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9

REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
0	EMITIDO PARA FABRICACION	H.R.L.F.	H.R.L.F.	01.08.23



ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	
INSPECCION VISUAL (VT)	100%
PLACA RADIOGRAFICA (RX)	100% (Juntas a tope y JPC)

NOTAS :
 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN mm ,SALVO INDICACION CONTRARIA.
 2.- PARA UBICACION VER PLANO: T010001

Mat. / Plano	Item	Descripción	Cant.	Peso (kg)	Area (m2)	
ASTM-A 612	2	PL. 8	230 X 959	1	16.30	0.50
ASTM-A 612	1	PL. 8	1200 X 1230	1	64.50	2.10
TAPA BOMBEADA			2	161.6	8.20	

TANQUE DE ALMACENAMIENTO
 TAPA BOMBEADA

Dibujado: H.R.L.F.	Aprobado:	Escala: IND.	Proyeccion	Peso: 161.6Kg.	No. PLANO T010003	Rev. 0
Revisado: H.R.L.F.	Fecha: 01.08.23	Formato: A3				

advertir que copiar, reproducir o usar indebidamente, la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, esta penada ante la ley.

PRECISION CLASE "A"	TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)									
	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	más de 4000 hasta 8000	más de 8000 hasta 12000	más de 12000 hasta 16000	más de 16000 hasta 20000	más de 20000
	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9

REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
0	EMITIDO PARA FABRICACION	H.R.L.F.	H.R.L.F.	01.08.23

VISTA DE PLANTA
ESC. 1:5

VISTA ISOMETRICA
ESC. 1:5

VISTA FRONTAL
ESC. 1:5

VISTA LATERAL
ESC. 1:5

ITEM 1 (PLEGADO)
ESC. 1:7.5

ITEM 1 (DESARROLLO)
ESC. 1:7.5

ITEM 2 (ROLADO)
ESC. 1:5

ITEM 2 (DESARROLLO)
ESC. 1:5

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS					
INSPECCION VISUAL (VT)	100%				
TINTES PENETRANTES (PT)	100% (Soldadura Filete)				

NOTAS :
 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN mm ,SALVO INDICACION CONTRARIA.
 2.- PARA UBICACION VER PLANO: T010001

Mat. / Plano	Item	Descripción	Cant.	Peso (kg)	Area (m2)	
ASTM-A 612	3	PL. 8	234 X 381	1	3.49	0.11
ASTM-A 612	2	PL. 8	180 X 335	1	3.78	0.13
ASTM-A 612	1	PL. 8	150 X 804	1	7.61	0.25
SILLETA DE TANQUE			4	59.5	1.96	

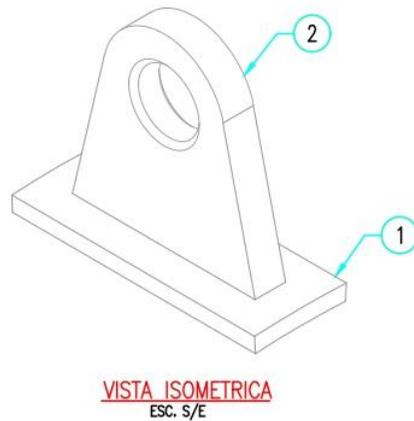
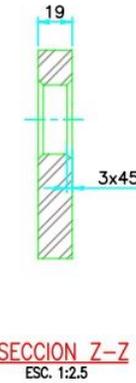
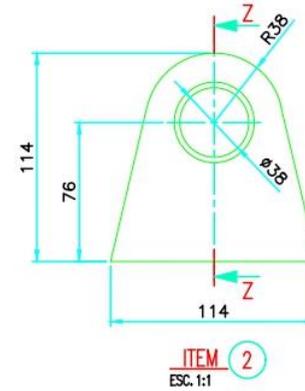
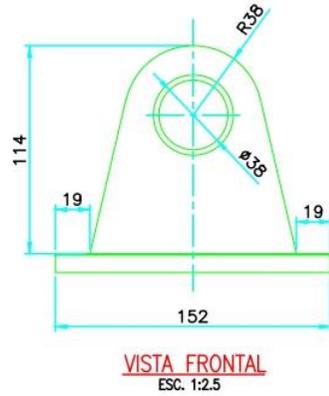
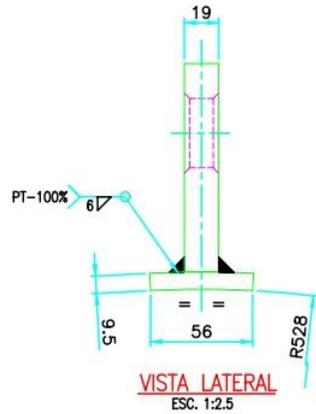
TANQUE DE ALMACENAMIENTO
SILLETA DE TANQUE

Dibujado: H.R.L.F.	Aprobado:	Escala: IND.	Proyeccion	Peso: 59.5 Kg.	No. PLANO T010004	Rev. 0
Revisado: H.R.L.F.	Fecha: 01.08.23	Formato: A3				

averte que copiar, reproducir o usar indebidamente, la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, esta penada ante la ley.

PRECISION CLASE A	TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)									
	más de 30 hasta 120	más de 120 hasta 400	más de 400 hasta 1000	más de 1000 hasta 2000	más de 2000 hasta 4000	más de 4000 hasta 8000	más de 8000 hasta 12000	más de 12000 hasta 16000	más de 16000 hasta 20000	más de 20000
	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9

REV.	DESCRIPCION	POR	APROB.	FECHA
0	EMITIDO PARA FABRICACION	H.R.L.F.	H.R.L.F.	16.08.23



ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS	
INSPECCION VISUAL (VI)	100%
TINTES PENETRANTES (PT)	100% (Soldadura Filete)

NOTAS :

- TODAS LAS DIMENSIONES EN mm ,SALVO INDICACION CONTRARIA.
- PARA UBICACION VER PLANO: T010001

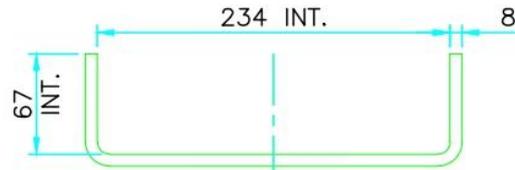
ASTM-A 612	2	PL. 19	57 x 152	1	1.25	0.02
ASTM-A 612	1	PL. 9.5	114 x 114	1	0.64	0.02
OREJA DE IZAJE				2	3.8	0.08
Mat. / Plano	Item	Descripción		Cant.	Peso (kg)	Area (m2)

TANQUE DE ALMACENAMIENTO
OREJA DE IZAJE

Dibujado: H.R.L.F.	Aprobado:	Escala: IND.	Proyeccion	Peso: 3.8 Kg.	No. PLANO T010005	Rev. 0
Revisado: H.R.L.F.	Fecha: 16.08.23	Formato: A3				

advierte que copiar, reproducir o usar indebidamente, la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, esta penada ante la ley.

PRECISION CLASE "A"	TOLERANCIAS ADMISIBLES PARA MEDIDAS DE LONGITUD EN CALDERERIA (ISO 13920)								Medidas nominales (valores en mm.)	
	màs de 30 hasta 120	màs de 120 hasta 400	màs de 400 hasta 1000	màs de 1000 hasta 2000	màs de 2000 hasta 4000	màs de 4000 hasta 8000	màs de 8000 hasta 12000	màs de 12000 hasta 16000	màs de 16000 hasta 20000	màs de 20000
	±1	±1	±2	±3	±4	±5	±6	±7	±8	±9
REV.	DESCRIPCION						POR	APROB.	FECHA	
0	EMITIDO PARA FABRICACION						H.R.L.F.	H.R.L.F.	01.08.23	



ITEM 1 (PLEGADO)
ESC. 1:5



ITEM 1 (DESARROLLO)
ESC. 1:5

ENSAYOS NO DESTRUCTIVOS

INSPECCION VISUAL (VT)	100%
------------------------	------

NOTAS :

- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN mm ,SALVO INDICACION CONTRARIA.
- 2.- PARA UBICACION VER PLANO: T010001

ASTM-A 612	1	PL. 8	150 x 368	1	3.52	0.12
SOPORTE DE PLACA DE IDENTIFICACION				1	3.5	0.12
Mat. / Plano	Item	Descripción		Cant.	Peso (kg)	Area (m2)

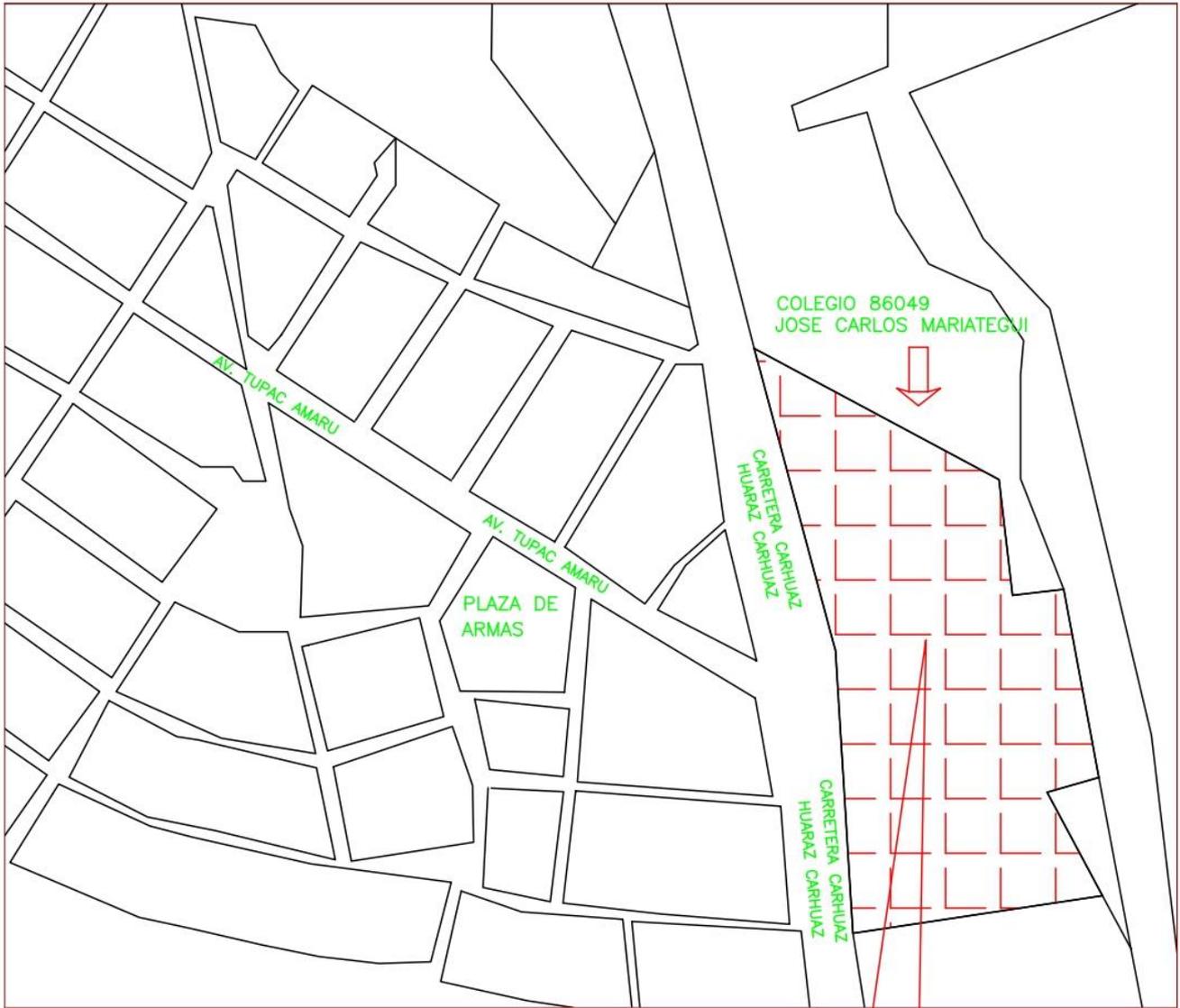
TANQUE DE ALMACENAMIENTO

SOPORTE DE PLACA DE IDENTIFICACION

Dibujado: H.R.L.F.	Aprobado:	Escala: IND.	Proyeccion	Peso:	No. PLANO	Rev.
Revisado: H.R.L.F.	Fecha: 01.08.23	Formato: A4		3.5 Kg.	T010006	0

advierte que copiar, reproducir o usar indebidamente, la informacion contenida en este plano sin una debida autorizacion de sus propietarios, esta penada ante la ley.

ANEXO N° 3: Plano de ubicación



PLANO DE UBICACION
ESCALA 1:5000

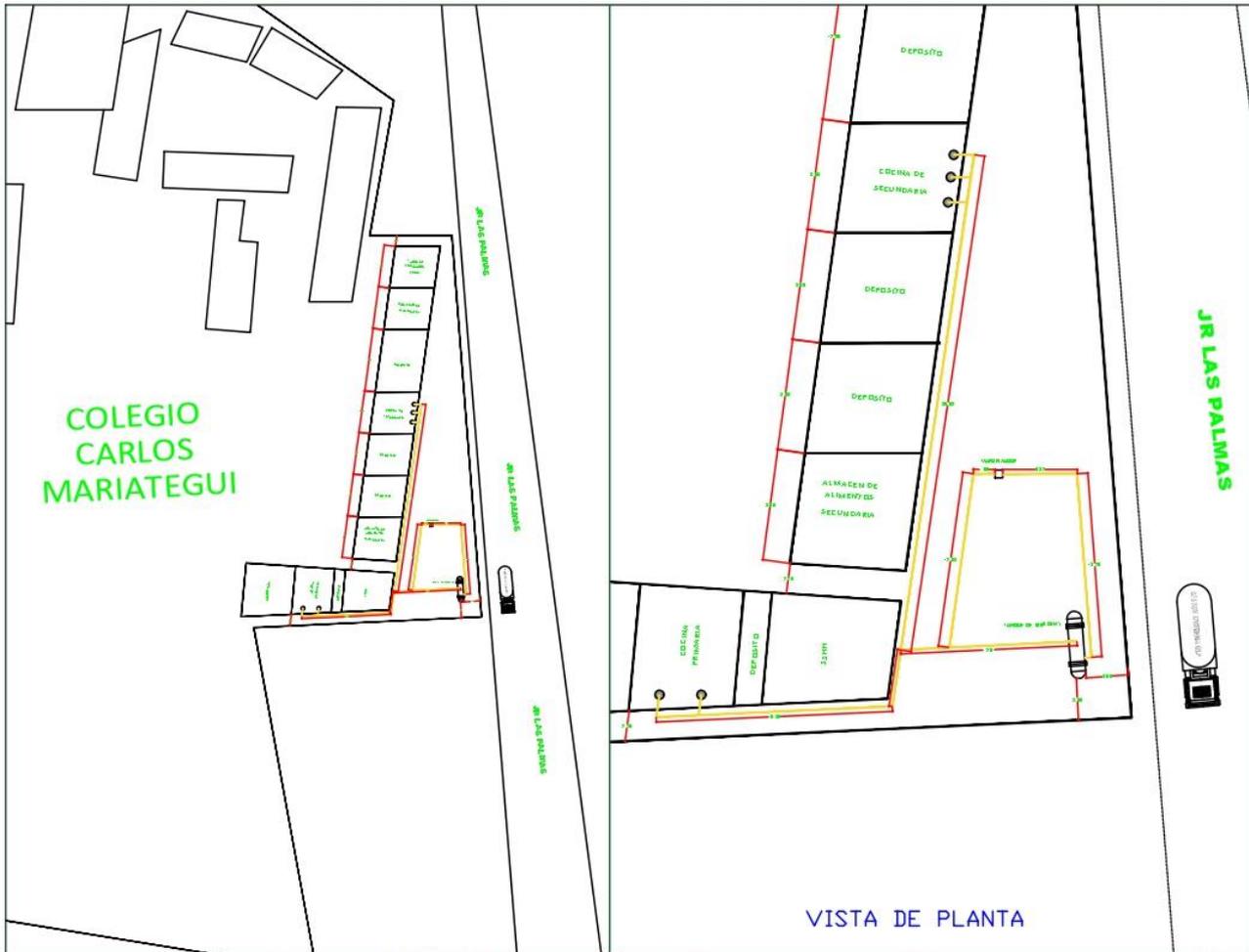
N.M.



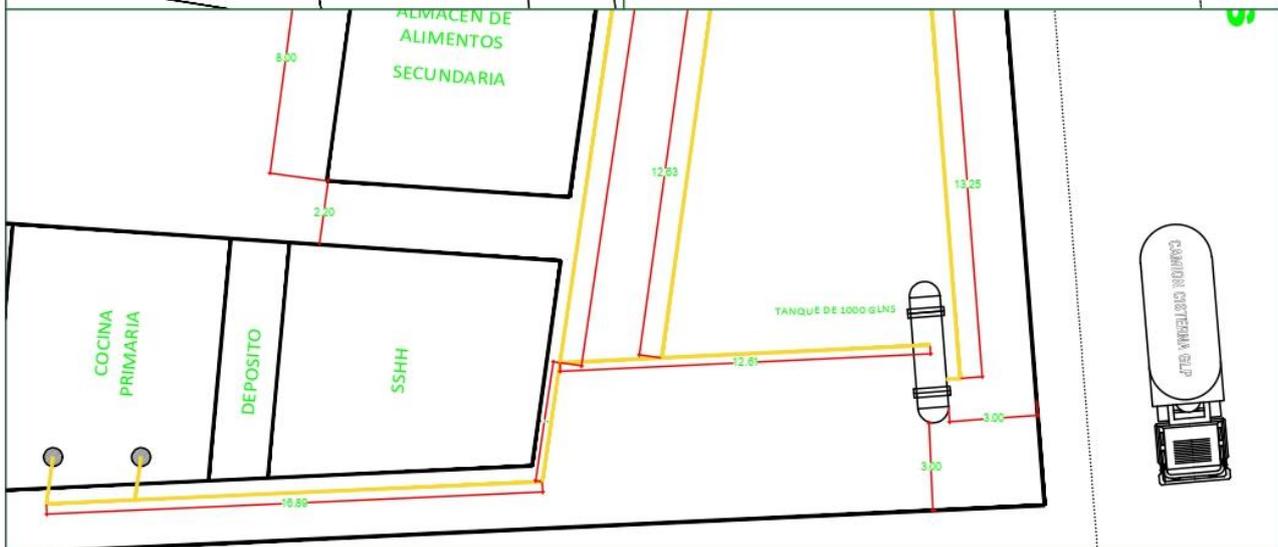
Colegio 86049 Jose Carlos Mariategui
Carretera Huaraz Carhuaz km 15
Distrito Tarica, Provincia de Huaraz
Region Ancash

PROPIETARIO: BACH. LIRIO FRUCTUOSO HANDY ROLLY			LAMINA: U-01
PROYECTO: DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIATEGUI, HUARAZ, 2023			
DIRECCION: Carretera Huaraz Carhuaz Km 15, Distrito Tarica Provincia de Huaraz y Region Ancash			
PLANO: PLANO DE UBICACION			
DIBUJO:	ESCALA: Indicada	FECHA: Abril 2023	

ANEXO N° 4: Plano de distribución

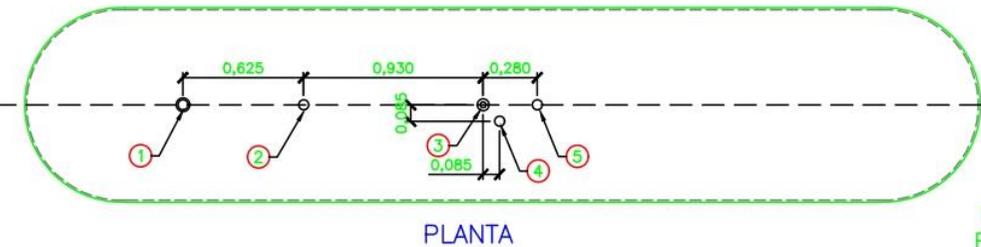
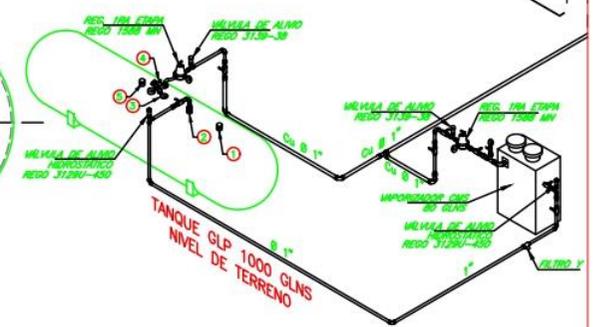
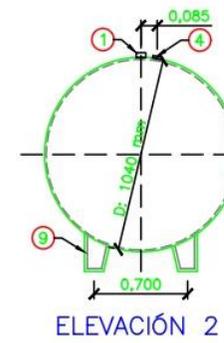
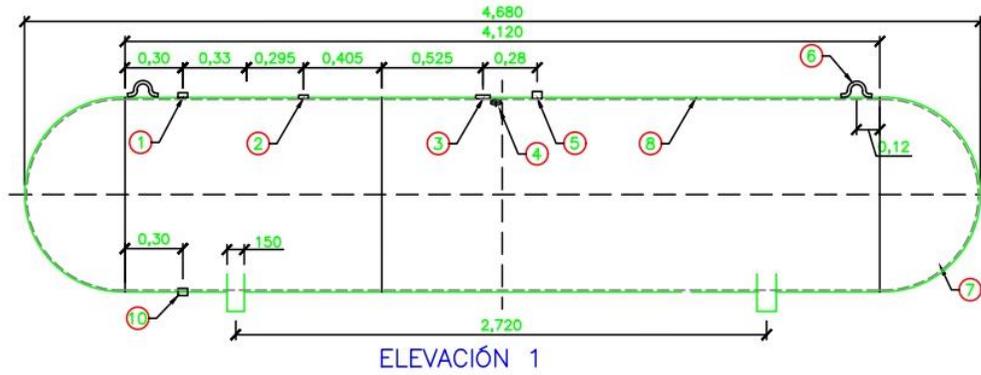


VISTA DE PLANTA

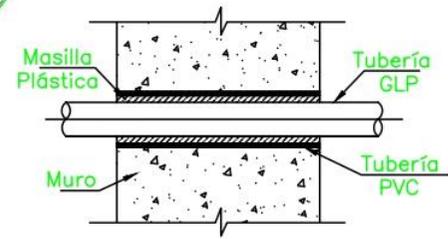


PROPIETARIO:		BACH. LIRIO FRUCTUOSO HANDY ROLLY	
PROYECTO: DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIATEGUI, HUARAZ, 2023			
DIRECCION: Carretera Huaraz Carhuaz Km 15, Distrito Tarica Provincia de Huaraz y Region Ancash			
PLANO:		PLANO DE DISTRIBUCION	
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	LAMINA: PD-1
	Indicada	Abril 2023	

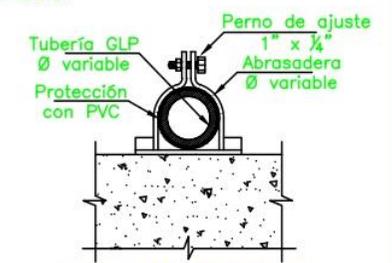
ANEXO N° 5: Plano mecánico



ISOMETRIA DE REDES GLP
SIN ESCALA



DETALLE TUB. PASAMURO
ESCALA 1:5



DETALLE TUBERIA
ADOSADA
ESCALA 1:3

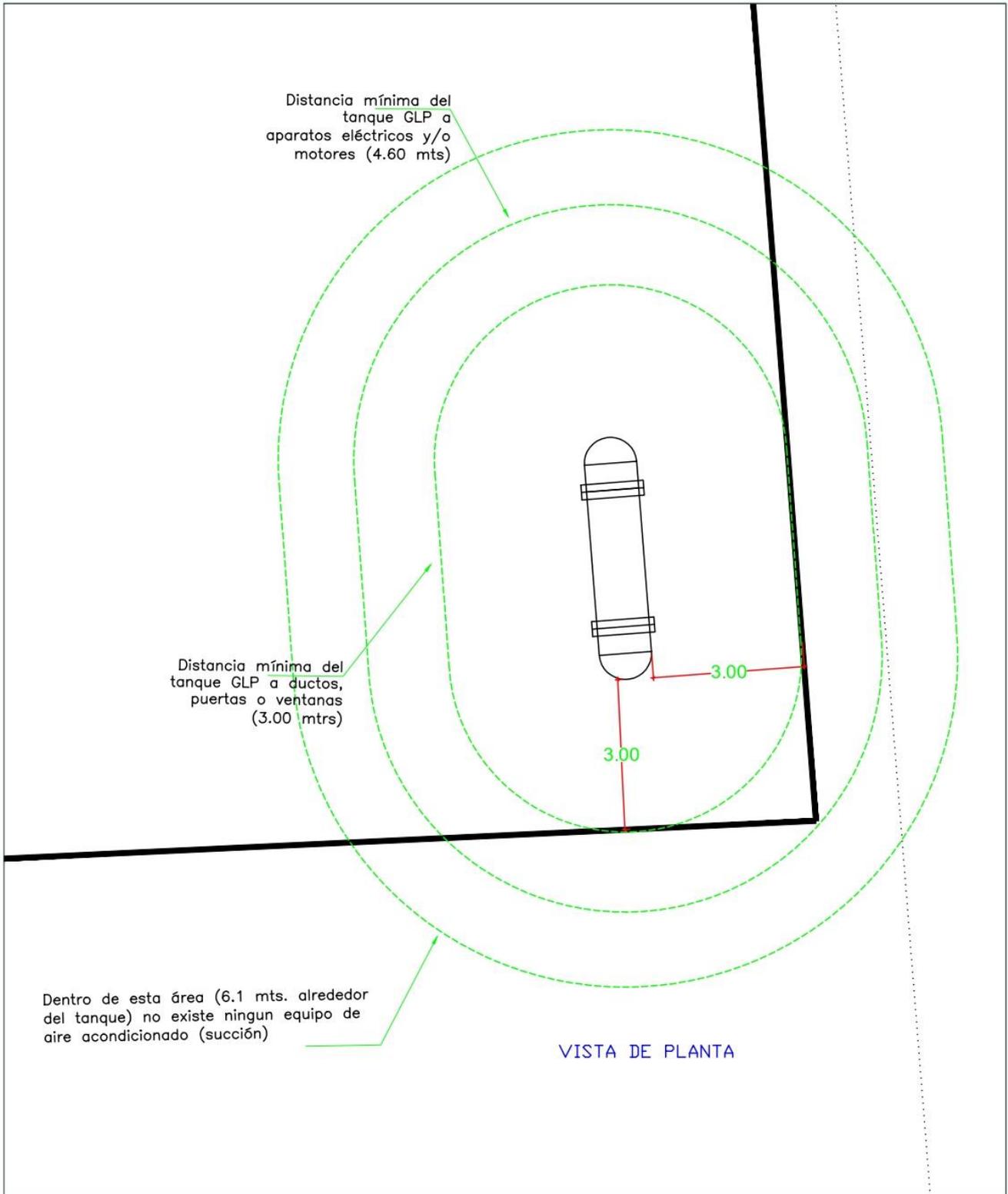
LEYENDA:

N°	Cant.	Descripción	Accesorios	Código
1	1	Copla NPT Ø 1 ¼" x 300 lbs.	Válvula de seguridad	8685G_REGO
2	1	Copla NPT Ø ¾" x 300 lbs.	Válvula de drenaje	7590_REGO
3	1	Copla NPT Ø 1" x 300 lbs.	Medidor de volumen	
4	1	Copla NPT Ø ¾" x 300 lbs.	Válvula múltiple	7556_REGO
5	1	Copla NPT Ø 1 ¼" x 300 lbs.	Válvula de Llenado	7579T_REGO
6	2	Varilla Ø ¾"	Orejas de izaje	
7		Plancha 5.00 mm P/tapas		SA-285 Gr C
8		Plancha 6.00 mm P/cuerpo		SA-414 Gr C
9	4	Patas de apoyo	Patas de apoyo	
10	1	Copla NPT Ø 1 ¼" x 300 lbs.	Con tapón	

TANQUE GLP 1000 GALONES
ESCALA 1:35

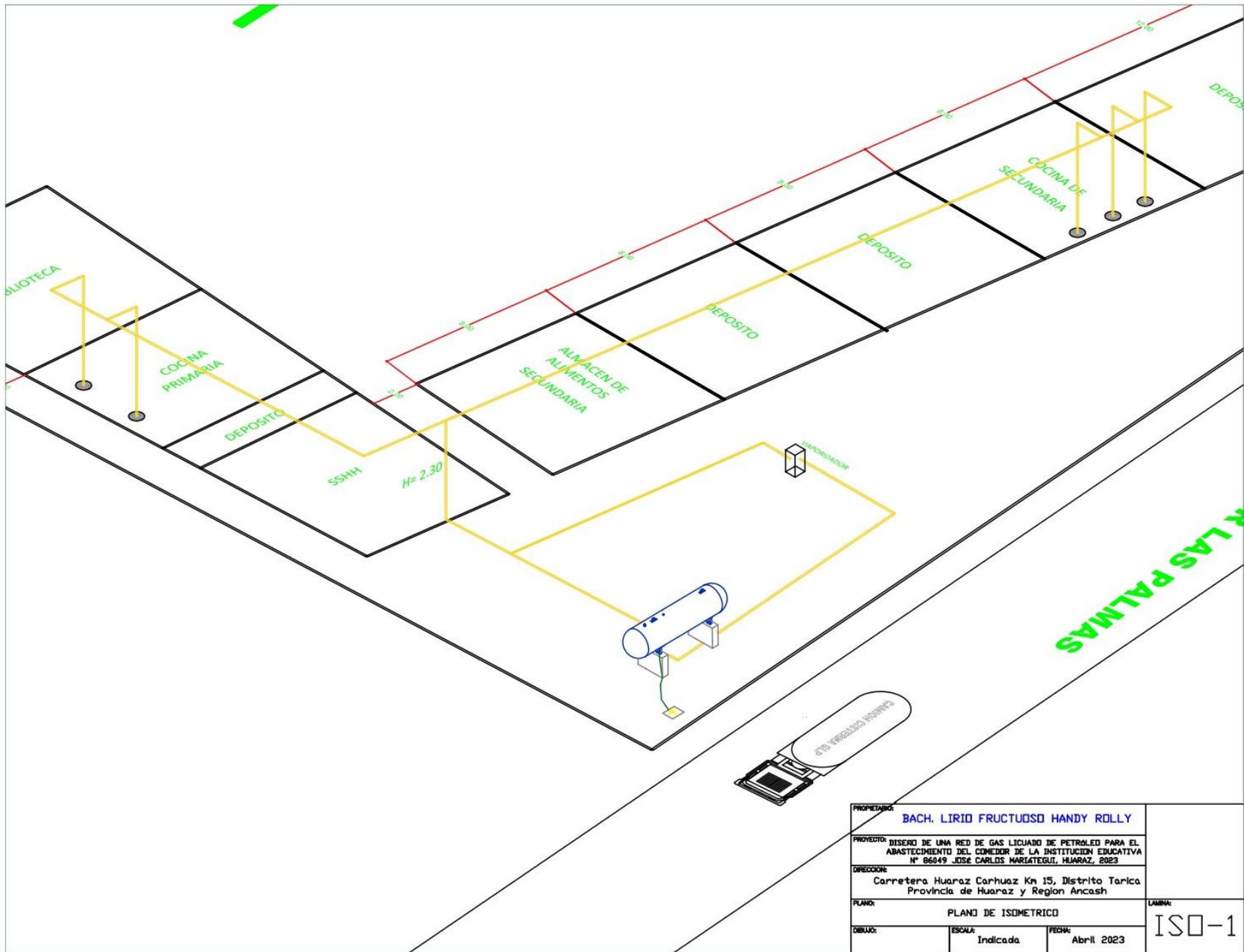
PROPIETARIO:		BACH. LIRIO FRUCTUOSO HANDY ROLLY	
PROYECTO:		DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIATEGUI, HUARAZ, 2023	
DIRECCION:		Carretera Huaraz Carhuaz Km 15, Distrito Tarica Provincia de Huaraz y Region Ancash	
PLANO:		PLANO MECANICO	
DIBUJO:		ESCALA:	FECHA:
		Indicada	Abril 2023
			LAMINA: IM-01

ANEXO N° 6: Plano instalaciones eléctricas



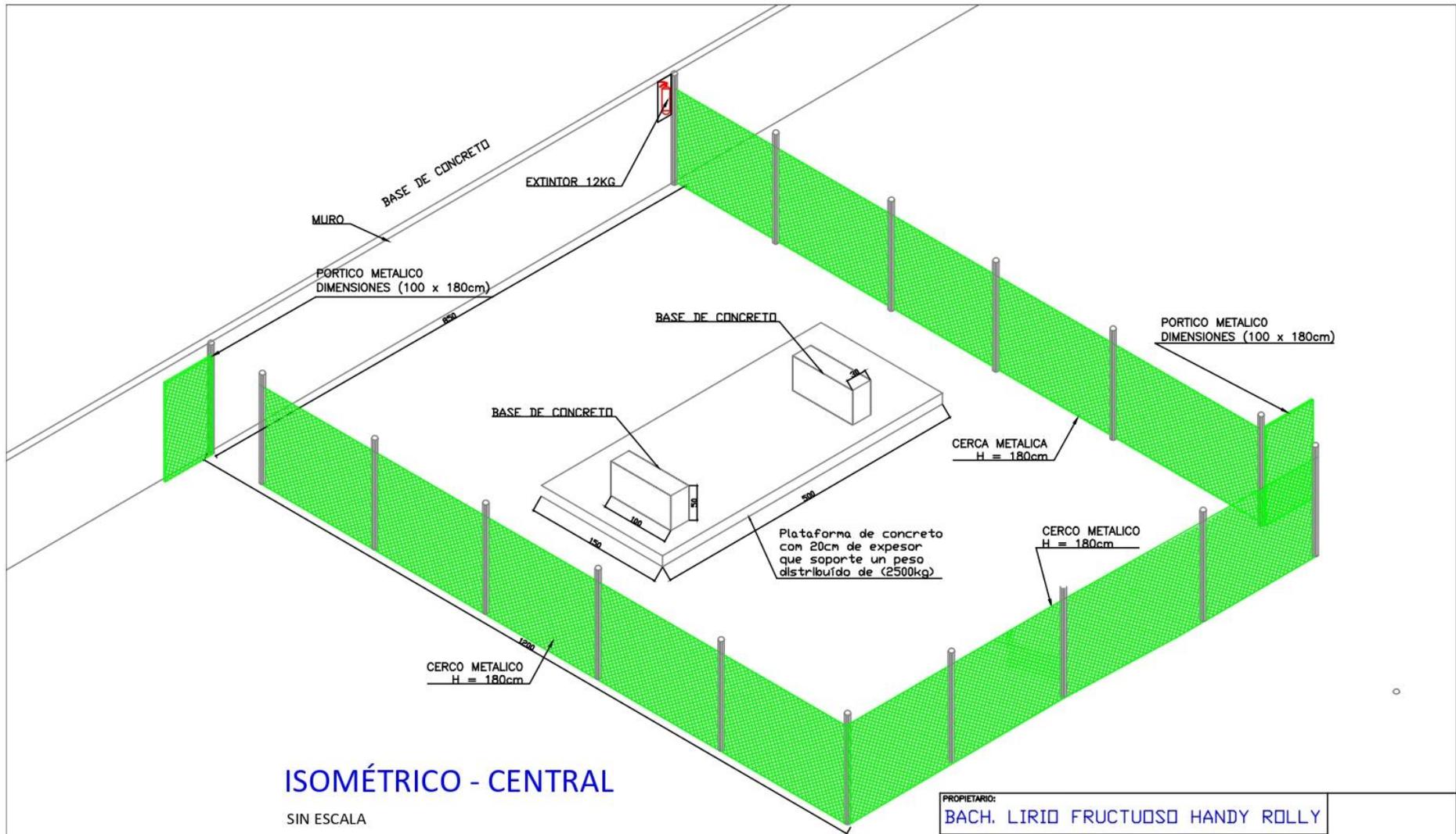
PROPIETARIO:		BACH. LIRIO FRUCTUOSO HANDY ROLLY	
PROYECTO: DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIATEGUI, HUARAZ, 2023			
DIRECCION: Carretera Huaraz Carhuaz Km 15, Distrito Tarica Provincia de Huaraz y Region Ancash			
PLANO:		PLANO DE INST ELECTRICAS	
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	LAMINA: IE-01
	Indicada	Marzo 2023	

ANEXO N° 7: Plano isométrico



PROPIETARIO:			BACH. LIRIO FRUCTUOSO HANDY ROLLY		
PROYECTO:			DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETROLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCION EDUCATIVA N° 96049 JOSE CARLOS MARIATEGUI, HUARAZ, 2023		
DIRECCION:			Carretera Huaraz Carhuaz Km 15, Distrito Tarica, Provincia de Huaraz y Region Ancash		
PLANO:			PLANO DE ISOMETRICO		
DIBUJO:			ESCALA:		FECHA:
			Indicada		Abril 2023
					LAMINA:
					ISO-1

ANEXO N° 8: Plano de estructura del cerco metálico



ISOMÉTRICO - CENTRAL

SIN ESCALA

PROPIETARIO:			
BACH. LIRIO FRUCTUOSO HANDY ROLLY			
PROYECTO:			
DISEÑO DE UNA RED DE GAS LICUADO DE PETRÓLEO PARA EL ABASTECIMIENTO DEL COMEDOR DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N° 86049 JOSÉ CARLOS MARIATEGUI, HUARAZ, 2023			
DIRECCIÓN:			
Carretera Huaraz Carhuaz Km 15, Distrito Tarica Provincia de Huaraz y Región Ancash			
PLANO:			LAMINA:
PLAND DEL CERCO METALICO			
DIBUJO:	ESCALA:	FECHA:	PE-2
	Indicada	Abril 2023	

ANEXO N° 9: Ficha técnica de la válvula de seguridad

Semi-Internal "Pop-Action" Pressure Relief Valves for ASME Portable Containers 7583, 8684 and 8685 Series

Application

Designed for use as a primary relief valve on ASME containers such as 250, 500 and 1,000 gallon tanks. Underwriters' Laboratories lists containers systems on which these types of valves are mounted outside the hood without additional protection, if mounted near the hood and fitted with a protective cap.

Features

- Constructed of non-corrosive materials.
- "Pop-action" design keeps product loss at a minimum.
- ASME rated for use with LP-Gas.
- Request RegO Relief Valves on all your original equipment ASME containers for reliable performance.

Materials

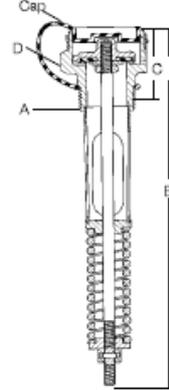
Body Brass
 Spring Steel
 Stem Stainless Steel
 Seat Disc Resilient Rubber

Ordering Information

Part Number	Start To Discharge Setting PSIG	A Container Connection M. NPT	B Overall Height (Approx.)	C Height Above Coupling (Approx.)	D Wrench Hex Section	Flow Capacity SCFM/Air		Protective Cap (Included)
						UL (At 120% of Set Pressure)	ASME (At 120% of Set Pressure)	
7583G	250	3/4"	8 3/4"	1 1/2"	1 3/4"	1980	1808	7583-40X
8684G		1"	9 1/2"	1 1/2"	1 1/2"	2620	2585	8684-40
8685G		1 1/4"	11 1/4"	1 1/2"	2 1/2"	4385	4035	7585-40X



7583G



Application

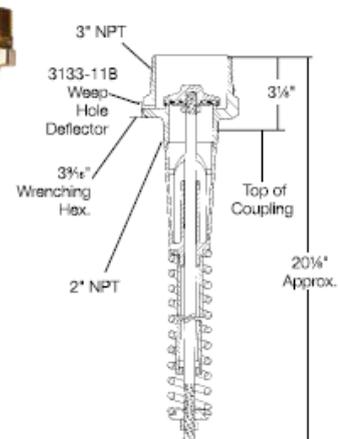
Designed especially for use as a primary relief valve on large stationary storage containers, these low profile relief valves are generally mounted in half couplings. However, they are designed so that the inlet ports clear the bottom of a full 2" coupling. This ensures that the relief valve should always be capable of maximum flow under emergency conditions.

Features

- High capacity, low turbulence design has a maximum guiding area providing for dependable shut-off after opening.
- Built-in spring stop limits the rise of the seat in full open position and prevents the spring from going "solid."
- External 3" NPT threaded body allows easy attachment of vent stacks. Optional pipeaway adapter has break-off groove to prevent damage to the relief valve should piping be stressed by damaging winds.
- "Pop-Action" design keeps product loss at a minimum.
- No guiding projections around the seat disc retainer to bind and hinder opening of valve if body is damaged.



7534



Materials

Body Brass
 Spring Steel
 Stem Stainless Steel
 Seat Disc Resilient Rubber

Ordering Information

Part Number	Start To Discharge Setting PSIG	Container Connection M. NPT	Flow Capacity SCFM/Air*		Accessories	
			UL (At 120% of Set Pressure)	ASME (At 120% of Set Pressure)	Protective Cap	Pipeaway Adapter
7534B	125	2"	6,025	-	7534-40X	7534-20**
7534G***	250		11,875	10,422		

* Flow rates shown are for bare relief valves. Adapters and pipeaways will reduce flow as discussed in the Foreword section.

** 3" F. NPT outlet connection.

*** Other seat materials are available.

ANEXO N° 10: Ficha técnica de la válvula de drenaje

Chek-Lok® Excess Flow Valves 7590U and 7591U Series

Application

Chek-Lok® Excess Flow Valves are designed to provide a convenient means of withdrawing liquid from stationary containers prior to moving the container. The Chek-Lok® permits one transfer shut-off valve with an adapter to be used interchangeably on a number of tanks.

The 7590U and 7591U Chek-Loks® are also designed for use on permanent installations provided the excess flow valve is sized properly for the system and piping. NOTE: In some cases, it may be necessary to use an in-line excess flow valve to protect the downstream piping. This valve is not recommended for use as a liquid source for pumps.

Features

- Extra strength connection between body and adapter provides increased strength.
- Weep hole in cap provides indicator to verify Chek-Lok® is closed before cap removal.
- Heavy duty brass cap requires at least 3½" full turns for removal.
- O-ring seal on adapter provides a gas tight seal before the adapter opens the equalizing stem.
- Eliminates need for individual transfer valves at each container.
- UL listed.

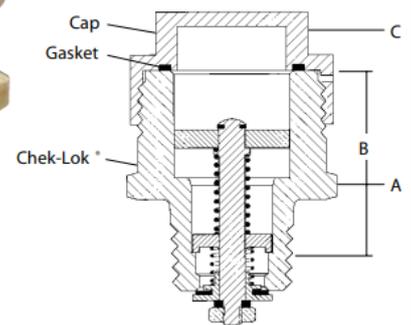
Ordering Information

Chek-Lok® Number	Inlet Connection	Outlet Connection	A. Body Wrench Hex Flats	B. Approximate Effective Length	C. Cap Wrench Hex Flats	Approximate Closing Flow, Liquid GPM (Propane)*
7590U	¾" M. NPT	1½" UNF	1¾"	1⅞"	1⅞"	20
7591U	1¼" M. NPT		1¾"	1⅞"		35

* Based on horizontal installation of excess flow valve. Flows are slightly more when valves are installed with outlet up, and slightly less when installed with outlet down.
Note: Multiply flow rate by .94 to determine liquid butane flow.



7590U with Cap



Materials

Body	Brass
Stem	Brass
Spring	Stainless Steel
Seals	Synthetic Rubber
Valve Poppet	Brass
Gasket	Nylon

ANEXO N° 11: Ficha técnica del medidor volumétrico



Magnetic Liquid-Level Gauges for LP Gas Service

Application

Junior gauges are supplied standard with 0015-00007 Buna-N gasket and four 0040-00414 zinc-plated steel mounting bolts ($\frac{1}{4}$ " — 28 x $\frac{7}{8}$ "") for attachment to a gauge adapter with 2.03" [51,5] diameter bolt circle (see installation instructions MS-501/502).

Models 6281 and 6284 Junior gauges used on above ground ASME storage tanks are equipped with R3D® Remote Ready 5909S02733 percentage dials. Model 6281 Junior gauges used on below ground ASME storage tanks are equipped with R3D® Remote Ready 5909S02799 percentage dials. Models 6241 and 6244 Junior gauges used on ASME motor fuel tanks come with the option of direct read, TwinSite®, or Hall Effect dials.

All gauges in the 6240 series and B6240 series incorporate a stronger magnet necessary to drive remote reading TwinSite® senders in motor fuel applications.

All Senior gauges except models 6290 and 6293 come equipped with 0015-00004 Buna-N gaskets and four 0040-00415 zinc plated steel mounting bolts, ($\frac{3}{8}$ " — 24 x $\frac{7}{8}$ ""), for attachment to a gauge adapter with 2.5" [63,5] diameter bolt circle (see Rochester Adapter Machining Standard MS-502). Model 6280 and 6283 Senior gauges used on above ground ASME storage tanks are equipped with direct-reading 5001S00001 percentage dials.

Models 6290 and 6293 Senior gauges with stainless steel heads may be used on above ground horizontal or vertical ASME storage tanks over 3500 [13250 liters] gallon capacity and are equipped with cap bolts, teflon-filled, stainless steel gaskets, stronger magnets and direct-reading 4" diameter percentage dials. Tank drawings must be furnished for all vertical tanks so we can recommend computer generated gauge adapter placement to correspond with an assortment of standard dials and dial sets calibrated for vertical tanks.



Junior Models	Description
6281	For top mounting, includes standard magnet to drive direct-reading dials.
6284	Same as 6281, except for side, end, or angle mounting.
6241	For top mounting, includes stronger magnet to drive TwinSite® senders.
6244	For side, end, or angle mounting, otherwise same as 6241.
B6244	Same as 6244, except with brass head.

Senior Models	Description
6280	For top mounting, includes standard magnet to drive direct-reading dials.
6283	Same as 6280, except for side, end, or angle mounting.
6290	For top mounting, includes stronger magnet to drive large 4" dial.
6293	Same as 6290, except for side, end, or angle mounting.

See reverse side for dimensional data, materials of construction, performance, and advice on how to order.

The Measure of Excellence

General Specifications*

Temperature Range

Standard range is -40°F to 176°F, -40°C to 80°C with optional stainless steel mounting bolts which may be required for temperatures below -20°F.

Accuracy

Accuracy depends upon proper gauge sizing. Junior and Senior dials ±5%, 4" dials ±4%, TwinSite® dials ±8%. Hall dial output ±4% of visual reading. Accuracy may be less depending upon tank shape. Accuracy may be less near full and empty. Accuracy may be less if tank is not level. Accuracy may be less due to variations in liquid temperature. This gauge is not to be used for filling. All accuracy estimates are expressed as percent of full scale.

Humidity

For high humidity below ground or under chassis applications, brass, stainless steel, or painted aluminum heads are recommended.

Shock & Vibration

Suitable for mobile service applications.

Power

0.5 watts maximum dissipation for TwinSite® versions.

Working Pressure

375 psi. [25,8 Bar]

Approvals

Gauges are UL listed for LP Gas service applications.

When ordering, specify:

1. Gauge head size, Junior or Senior, or model #.
2. Tank diameter as shown on nameplate.
3. Mounting location (top, side, end or angle).
4. If gauge is angle mounted, state angle.
5. If gauge is end mounted, state the shape of the tank head, hemispherical or semi-ellipsoidal.
6. The "H" dimension (the distance in inches from the surface of the tank to the gasket surface on the riser).

To order replacement gauge, simply furnish the information stamped on one of the flat sections on the side of the gauge head as shown in the example.

Note: For installation instructions see MS-501/502.

Materials of Construction*

Head

Aluminum die casting standard. Model B6244 has brass head, models 6290 and 6293 have stainless steel head.

Gear Housing

Aluminum die-casting or acetal.

Centershaft Bearings, Gear, Pinion, Cross Stud & Bearing, & Dial Screws

Stainless steel.

Support, Centershaft & Float Rod

Tempered aluminum.

Float Bulb

Nitrile rubber or one piece aluminum.

Counterweight

Steel-plated.

Magnet

Neo.

Gasket

Buna-N standard. Spiral wound, teflon-filled, stainless steel on models 6290 and 6293.

Mounting Bolts

Zinc-plated steel. (Stainless steel optional.)

Junior Direct Reading Dials & TwinSite® Senders

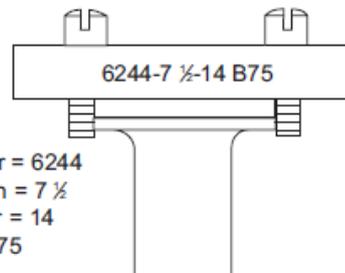
Ultrasonically sealed polycarbonate.

Senior Dials

Aluminum with acrylic or polycarbonate crystal, sealed with rubber gasket.

4" Dials

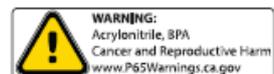
Aluminum with glass crystal, sealed with a rubber gasket.



Model number = 6244
Support length = 7 1/2
Tank diameter = 14
Mfg. date = B75

Note: Gauge head may also be stamped with model & unique suffix #.

* Materials and specifications are subject to change without notice.
Pressure ratings subject to change due to temperature and other environmental considerations.



05/22/2018

ANEXO N° 12: Ficha técnica de la válvula múltiple

ASME Multivalves® for Vapor Withdrawal 7556R

Application

These compact Multivalves® are especially suited for vapor withdrawal of ASME containers where compact groupings of components are necessary. Separate filler valves and pressure relief valves are required.

Features

- Combines service valve, vapor equalizing valve with excess flow, fixed liquid level gauge and plugged pressure gauge opening in one unit.
- Rugged, 1" wrenching boss on center column minimizes possible damage during installation.
- Low profile design extends only 3" above the container boss, allowing use of smaller domes.
- "Y" shape configuration allows for ease of operation with all valves and gauges easily accessible at all times.
- Designed for installation of a 1/4" M.NPT pressure gauge or pressure gauge connection. The pressure test port will communicate to the downstream side of the service valve.
- MultiBonnet® allows quick and easy repair of bonnet.
- PT7556R version: With the service valve closed the pressure test/Presto-Tap® port is isolated from the container. This will allow a high pressure leak test to be conducted without disconnecting the pigtail from the service valve. For more information see page C12.

Materials

Body	Forged Brass
Handwheel.....	Aluminum Die Cast
Valve Stems.....	Brass
O-Rings	Resilient Rubber
Seat Disc (shut-off valve)	Nylon
Seat Disc (others).....	Resilient Rubber



PT7556 R Multivalve®

Especially suited for vapor withdrawal of ASME containers where compact groups of components are necessary. Separate filler valves and pressure relief valves are required

Ordering Information

Part Number	Container Connection	Service Connection	Vapor Equalization Connection		Fixed Liquid Level Vent Valve	Dip Tube Length	Ready to Go™
			Connection Size	UL Listed Closing Flow			
7556R12.0	3/4" M. NGT	F. POL (CGA 510)	1 1/4" M. ACME	4200 CFH @ 100 PSIG	Yes	12"***	Plugged
PT7556R12.0							Yes

* Since these Multivalves® have no integral pressure relief valves, they can be used on any ASME container with an independent relief device sufficient for that tank's capacity.

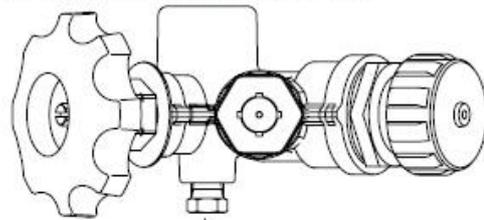
** Other tube lengths available.



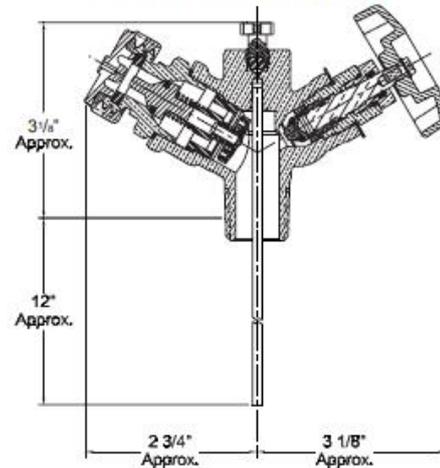
PT7556R

PT7556R version with the service valve closed the pressure test port will be isolated from the container. This will allow a high-pressure leak test to be conducted without disconnecting the pigtail from the service valve.

7556R Series with 1/4" FNPT pressure test port.



1/4" F.NPT Pressure Test Port is isolated from the container when the service valve is closed.



ANEXO N° 13: Ficha técnica de la válvula de llenado

Double-Check Filler Valves

General Information

RegO Double-Check Filler Valves incorporate a resilient upper check valve, normally designated as a filler valve, and a lower check valve, commonly called a back pressure check valve. Available in a range of sizes to cover virtually all LP-Gas storage containers, these valves are UL listed and meet NFPA standards, as well as other safety requirements.

Flow of liquid into the storage container opens both check valves. When flow stops, they both are designed to close automatically to permit the operator to disconnect the hose coupling. The automatic closing action also helps prevent the discharge of container contents in the event of hose failure. The lower back pressure check affords extra protection by restricting the discharge if the upper check fails to function properly due to accidents or other causes.

The double back check construction allows emergency inspection, repair, or replacement of the upper fill assembly without removing product from the container. When the upper filler valve body is removed, the lower back check valve provides a seal, permitting only some leakage, allowing a new upper filler valve body to be installed.

Spare Gasket Ordering Information

ACME	Part Number
1/4"	A2797-20R
1/2"	A2697-20R
3/4"	A3184-8R
1"	A3194-8R



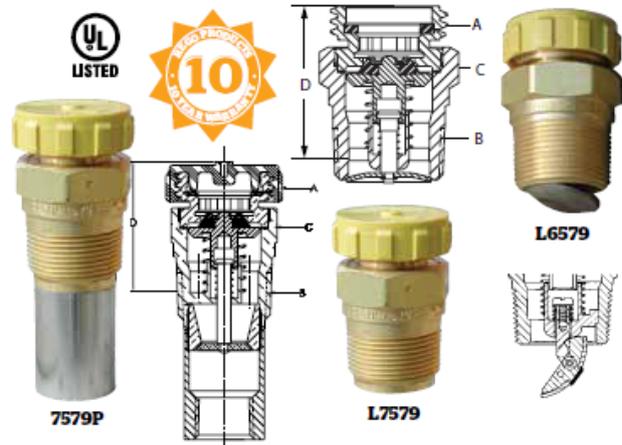
Double-Check Filler Valves for Large DOT and ASME Tanks L6579 Series and L7579 Series

Application

Designed to provide fast filling of large motor fuel and ASME domestic tanks. The 6579 Series incorporates a swing-away lower check which greatly reduces pressure drop across the valve. This lower pressure drop promotes faster filling rates and greater efficiency resulting in more profitable operations.

Features

- Low emission- 2.14 cubic centimeters at disconnect (2.14cc versus 6.85cc)
- Double back check provides added system protection.
- Upper filler valve assembly can be easily replaced without evacuating the container.
- Both checks are spring actuated for quick, precise closure when flow into the valve stops or reverses.
- 6579 Series swing-away check promotes faster filling for more profitable operations.
- Specify RegO Filler Valves on all your original tank purchases to ensure quality and dependable performance.



Materials

Upper Body..... Brass
 Lower Body..... Brass
 Springs..... Stainless Steel
 Washer and Seat Disc..... Synthetic Rubber
 Cap..... Plastic

Ordering Information

Part Number		A. ACME Hose Connection	B. Tank Connection M. NPT	C. Wrench Hex Flats	D. Effective Length (Approx.)	Propane Liquid Capacity at Various Differential Pressures (GPM)				
Basic	With Cap & Lanyard					5 PSIG	10 PSIG	25 PSIG	50 PSIG	75 PSIG
L7579	L7579C	1/4"	1/4"	1/2"	1 7/8"	50	70	111	157	192
7579P*	-				2 1/2"	37	52	82	116	142
L6579**	L6579C**				1 7/8"	78	110	174	248	301
L6579										

* Incorporates 1/4" F. NPT dip pipe connection

** Swing-away lower back check valve design for higher filling rate. NOTE: Multiply flow rate by .94 to determine liquid butane capacity.

100 RegO Dr. Elon, NC 27244 USA www.regoproducts.com +1 (336) 449-7707



F21

ANEXO N° 14: Ficha técnica de la válvula reguladora

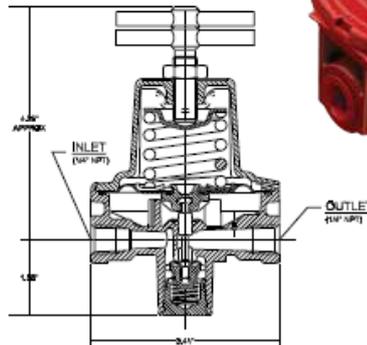
High Pressure Industrial / Commercial Pounds-to-Pounds Regulators 597F Series

Application

Designed to reduce propane gas container pressure down to between 3 and 100 PSIG. Ideal for liquid or vapor service, they can be used in a variety of applications including salamander heaters, weed burning torches, fish cookers, tar pot heaters, and other industrial type services.

Features

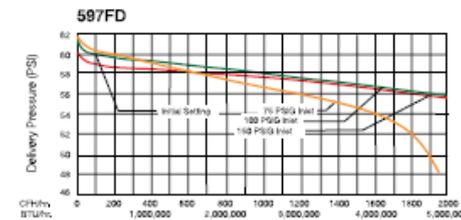
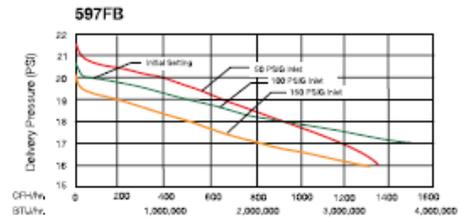
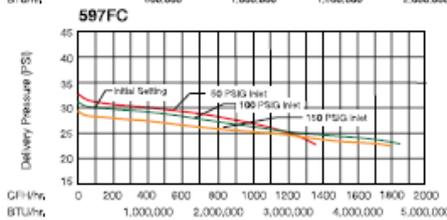
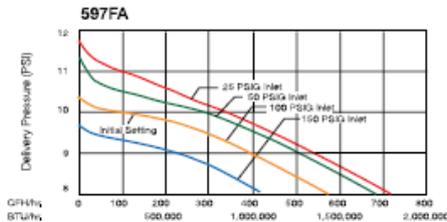
- Provides high capacity performance at a reasonable price.
- Suitable for both liquid and vapor service.
- Compact design provides for easy installation.
- Negative or indirect acting design provides for excellent performance when needed most – in cold weather, when tank pressures are lowest and system demands are highest.
- Consistent delivery pressure, especially in cold weather, helps ensure maximum performance from the second stage regulator.
- Can be readily fitted with a pressure gauge in the 1/4" F.NPT port.
- Molded diaphragm provides an o-ring like seal between the body and the bonnet.
- Fully painted in brilliant red for complete corrosion protection.
- Available in four adjustable ranges for maximum performance.
- Bonnet and body are assembled in the USA using the unique, patented RegULok™ Seal System.



Materials

Body	Zinc
Bonnet	Zinc
Springs	Steel
Valve Seat Discs	Resilient Rubber
Diaphragms	Integrated Fabric and Synthetic Rubber
Adjusting Screw	Brass

A



Ordering Information

Part Number	Adjustment Method	Inlet Connection	Outlet Connection	Recommended Delivery Pressure Range (PSIG)	Capacity Determined at Set Pressure of PSIG*	Capacity BTU/hr. Propane**
597FA	Tee Handle	1/4" NPT	1/4" NPT	1-15	10	1,750,000
597FB				10-30	20	3,000,000
597FC				20-45	30	3,500,000
597FD				40-100	40	4,500,000

* Set pressure established at 100 PSIG Inlet and a flow of 250,000 BTU/hr.
 ** Capacity determined at actual delivery pressure 20% less than set pressure with inlet pressure 20 PSIG higher than the set pressure.

A32

REGO 100 RegO Dr. Elon, NC 27244 USA www.regoproducts.com +1 (336) 449-7707

ANEXO N° 15: Ficha técnica de la válvula de alivio

Vapor Relief Valves 3139 Series

Application

Designed for use as a relief valve on high pressure regulators to comply with NFPA 58 5.1.1 "High-pressure regulators with a rated capacity of more than 500,000 BTU/hr where permitted to be used on two stage systems shall incorporate an integral relief valve or shall have a separate relief valve."

Features

- Pop-action design keeps product loss to a minimum.
- Suitable for use downstream of 1580 series regulators on vapor systems to comply with NFPA 58 requirements.
- Install a tee downstream from the regulator outlet to ensure maximum flow from the relief valve.
- Brass body and seat disc assembly.



3139-18

3139-26

3139-38



Part Number	Set Pressure	Regulator Settings	Connection Size	Height	Width	Flow Capacity at 120% of Set Pressure (SCFH Propane)	Pipe Away Adapter
3139-18	18 PSIG	10 PSIG	¼" M. NPT	2 27/32"	1 1/16"	1357*	B-009412-2B
3139-26	26 PSIG	15 PSIG				1725**	
3139-38	38 PSIG	20 PSIG				2304***	

* Flow recorded at 21.6 PSI inlet pressure for this valve. ** Flow recorded at 31.2 PSI inlet pressure for this valve. *** Flow recorded at 45.6 PSI inlet pressure for this valve.

ANEXO N° 16: Ficha técnica del vaporizador

Especificaciones del Vaporizador DF Series[®]

Tipo de Vaporización:	Fuego Directo / Flujo de Paso							
Información Eléctrica:	No requiere electricidad							
Número de Modelo:	40/40	80/40	120/60	160H	320H	480H	640H	800H
¹ Presión de Diseño	← 290 PSIG / 20.0 Barg →							
Conf. de Válvula de Alivio	← 250 PSIG / 17.2 Barg →							
Presión Hidrostática	← 435 PSIG / 29.9 Barg →							
Aprobaciones del Vaporizador:								
ASME, UL (Estados Unidos y Canadá)	•	•	•	•	•	•	•	•
CE, PED (DNV)	•	•	•					
Entrada de Líquido (FNPT)	¾"	¾"	¾"	¾"	2"	2"	2"	2"
Salida de Líquido (FNPT)	1"	1"	1"	1"	2"	2"	2"	2"
Capacidad de Vaporización:								
Kg/h	80	160	240	320	640	960	1280	1535
[Nominal] ² US Gal/h	40	80	120	160	320	480	640	800
MMBTU/h	3.6	7.2	10.9	14.6	29.1	43.7	58.2	72.8
Salida del Quemador:								
(,000) Kcal/h	13.0	25.9	38.8	45.4	90.8	136.2	181.6	227.6
(,000) BTU/h	51.3	102.7	154.1	180.0	360.0	540.0	720.0	900.0
Encendido del Quemador:	El encendido de 9V CD es estándar en todas las unidades							
Peso de Embarque:	155 libras 71 Kg	220 libras 100 Kg	275 libras 125 Kg	405 libras 184 Kg	810 libras 368 Kg	1215 libras 552 Kg	1620 libras 736 Kg	2025 libras 920 Kg
Dimensiones de Embarque:								
Longitud	21"	21"	21"	36"	43"	43"	86"	43"
	534 mm	534 mm	534 mm	915 mm	1092 mm	1092 mm	2184 mm	1092 mm
Ancho	22"	35"	35"	36"	48"	68"	39"	108"
	559 mm	889 mm	889 mm	915 mm	1219 mm	1727 mm	991 mm	2743 mm
Altura	42"	42"	52"	68"	72"	72"	72"	76"
	1067 mm	1067 mm	1321 mm	1727 mm	1829 mm	1827 mm	1829 mm	1931 mm



Accesorios Opcionales:

- Kit de Operación Económica
- Filtro de Hidrocarburos Pesados
- Adaptador Para Entubar Hacia Exteriores la Válvula de Alivio
- Kit de Encendido Automático de 110V CA
- Kit de Instalación en Interiores (para penetración en techos)

¹ Presión Máxima de Trabajo Permisible (MAWP, siglas en inglés)

² Los gastos de flujo volumétrico se declaran como 'nominales'

Algas-SDI desarrolló su primer vaporizador en 1932. Más de ochenta años después, seguimos siendo los líderes del mercado en calidad, innovación y **compromiso con sus objetivos.**

Nuestros productos permiten la operación de los negocios no conectados a las redes de distribución o sujetos a restricciones. Eliminamos los tiempos muertos asegurando que los **trabajadores puedan realizar sus labores y que los bienes y servicios puedan fluir hacia el mercado.**



151 S. Michigan Seattle, WA USA 98108
 T 206-789-5410 | F 206-789-5414
 sales@algas-sdi.com



DF8-34/2012

algas-sdi.com

DF Series™ es una Marca Registrada de Algas-SDI

