

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



**“DISEÑO DE UNA RED DE TUBERÍAS PARA TRANSPORTAR
1860 m³/h DE GAS NATURAL A UNA INDUSTRIA PESQUERA
EN LA CIUDAD DE PISCO, ICA 2023”**

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

AUTOR: PAUL CHRISTIAN QUIJANO MARTINEZ

ASESOR: JORGE LUIS ILQUIMICHE MELLY

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA

Callao, 2023

PERÚ

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Paul Quijano".

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jorge Luis Ilquimiche Melly".

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 tuberías para transportar 1860 m³/h de gas natural una industria pesquera en la ciudad de Pisco, Ica 2023.

AUTOR / CÓDIGO ORCID / DNI:

Paul Christian Quijano Martinez/ 0000-0002-2429-1717 / 10816711

ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI:

Mg. Jorge Luis Ilquimiche Melly / 0000-0001-5974-1979 / 17988679

LUGAR DE EJECUCIÓN:

Está ubicado en Av. Los Martillos Mz-M Lt-6 Santa Elena de Pisco, Ica

UNIDAD DE ANÁLISIS:

Las dimensiones de las tuberías de Acero, que serán implementadas para el transporte de Gas Natural.

TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:

Tipo de Investigación Aplicada - Correlacional / Enfoque Cuantitativo /
Diseño es de Investigación Experimental.

TEMA OCDE:

Ingeniería y Tecnología

ACTA N° 115 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

LIBRO N° 001, FOLIO N° 141, ACTA N° 115 DE SUSTENTACIÓN DE TESIS CON CICLO TALLER DE TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO

A los 25 días del mes junio del año 2023, siendo las 9:40 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. Jorge Luis Ilquimiche Melly | : | Asesor |

Se dio inicio al acto de sustentación de la tesis del Bachiller QUIJANO MARTINEZ, PAUL CHRISTIAN, quien habiendo cumplido con los requisitos exigidos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico sustenta la tesis titulada "DISEÑO DE UNA RED DE TUBERIAS PARA TRANSPORTAR 1860 m³/h DE GAS NATURAL A UNA INDUSTRIA PESQUERA EN LA CIUDAD DE PISCO ICA 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 15. (QUINCE) 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 9:40 horas del día 25 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. Jorge Luis Ilquimiche Melly
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 Nº 003-2023-JEV-CTT

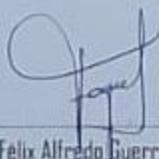
Visto el Informe Final de la Tesis Titulada: "DISEÑO DE UNA RED DE TUBERIAS PARA TRANSPORTAR 1860 m³/h DE GAS NATURAL A UNA INDUSTRIA PESQUERA EN LA CIUDAD DE PISCO ICA 2023" presentado por el Bachiller en Ingeniería Mecánica QUIJANO MARTINEZ, PAUL CHRISTIAN.

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 25 de junio 2023 en el horario de 09:00 am, 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. Felix Alfredo Guerrero Roldan
Presidente de Jurado

Document Information

Analyzed document	QUIJANO MARTINEZ PAUL.docx (D171214200)
Submitted	2023-06-23 18:04:00
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	7%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com

Sources included in the report

SA	INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL JULIO BONILLA_2da_revision.pdf Document INFORME DE SUFICIENCIA PROFESIONAL JULIO BONILLA_2da_revision.pdf (D140011178)		1
W	URL: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53239/LLORET%20-%20ESTADO%20DE%20LA%20TECNOLOG%3... Fetched: 2023-06-23 18:07:00		3
SA	8205-Ubilús Purizaca, Pedro Pablo.pdf Document 8205-Ubilús Purizaca, Pedro Pablo.pdf (D34863148)		1
SA	14094-Ayala Castillo, Pedro Christian_.pdf Document 14094-Ayala Castillo, Pedro Christian_.pdf (D56269065)		4
W	URL: https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3608229/Bolet%3ADn%20Estad%3ADstico%202022-T2... Fetched: 2023-06-23 18:07:00		5
SA	21882-López Perea Walter Julio_.pdf Document 21882-López Perea Walter Julio_.pdf (D69117821)		2
SA	16774-Paliza Araujo Marco Antonio_.pdf Document 16774-Paliza Araujo Marco Antonio_.pdf (D63166749)		4
SA	Tesis_UNI_Marco Paliza.pdf Document Tesis_UNI_Marco Paliza.pdf (D40564863)		2
SA	6720-Chavez ñahuinripa, ángel.pdf Document 6720-Chavez ñahuinripa, ángel.pdf (D86924956)		2
SA	14168-Aquije Carrillo, Alejandro_.pdf Document 14168-Aquije Carrillo, Alejandro_.pdf (D56514994)		3
SA	Tesis Casanova Flores, Carlos Jesús.pdf Document Tesis Casanova Flores, Carlos Jesús.pdf (D134857674)		15
SA	TSP P2 Bonilla Lovera, julio.pdf Document TSP P2 Bonilla Lovera, julio.pdf (D139705379)		1

SA	14115-Berrospi Garcia, William Nelson_.pdf Document 14115-Berrospi Garcia, William Nelson_.pdf (D56324874)		2
SA	14140-Sinchi Yupanqui, Francisco Edilberto_.pdf Document 14140-Sinchi Yupanqui, Francisco Edilberto_.pdf (D56383047)		1
SA	9510 lopez_mn.pdf Document 9510 lopez_mn.pdf (D35813657)		1

Entire Document

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA Y DE ENERGÍA ESCUELA DE PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA
 "DISEÑO DE UNA RED DE TUBERÍAS PARA TRANSPORTAR 1860 m³/h DE GAS NATURAL A UNA INDUSTRIA PESQUERA EN LA CIUDAD DE PISCO, ICA"
 TESIS PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO
 PAUL CHRISTIAN QUIJANO MARTINEZ
 ASESOR: MG. JORGE LUIS ILQUIMICHE MELLY LÍNEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA
 Callao, 2023 PERÚ
 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 tuberías para transportar 1860 m³/h de gas natural una industria pesquera en la ciudad de Pisco, Ica 2023.
 AUTOR / CÓDIGO ORCID / DNI: Paul Christian Quijano Martinez/ 0000-0002-2429-1717 / 10816711
 ASESOR / CÓDIGO ORCID / DNI: Mg. Jorge Luis Ilquimiche Melly / 0000-0001-5974-1979 / 17988679
 LUGAR DE EJECUCIÓN: Está ubicado en Av. Los Martillos Mz-M Lt-6 Santa Elena de Pisco, Ica
 UNIDAD DE ANÁLISIS: Las dimensiones de las tuberías de Acero, que serán implementadas para el transporte de Gas Natural.
 TIPO / ENFOQUE / DISEÑO DE INVESTIGACIÓN: Tipo de Investigación Aplicada - Correlacional / Enfoque Cuantitativo / Diseño es de Investigación Experimental.
 TEMA OCDE: Ingeniería y Tecnología
 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 mi madre, quien ha sido un apoyo incondicional y el pilar más importante en mi vida. A pesar de nuestras diferencias de opinión, siempre ha demostrado su cariño. A mi padre, aunque estamos distanciados geográficamente, siento su presencia constante y sé que este momento es significativo tanto para él como para mí, a pesar de que hayan faltado muchas experiencias por vivir juntos.
 AGRADECIMIENTO
 En primer lugar, agradezco a Dios por que me brinda fortaleza que me ha permitido alcanzar metas que jamás imaginé, ya que mi vida es gracias a él y le pido al Señor que continúe bendiciendo mis pasos. También quiero expresar mi gratitud a mi universidad, mi alma mater, por brindarme la oportunidad de formarme como ingeniero. Además, doy gracias a mis profesores, cuya paciencia y enseñanzas han sido fundamentales en mi desarrollo profesional y en convertirme en la persona que soy hoy.
 ÍNDICE DE CONTENIDO
 ÍNDICE DE CONTENIDO 1 ÍNDICE DE TABLAS 3 ÍNDICE DE FIGURAS 4 ÍNDICE DE ABREVIATURAS 7 RESUMEN 8 ABSTRAC 9
 INTRODUCCIÓN 10 I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 11 1.1. Descripción de la realidad

DEDICATORIA

A mi madre, quien ha sido un apoyo incondicional y el pilar más importante en mi vida. A pesar de nuestras diferencias de opinión, siempre ha demostrado su cariño. A mi padre, y mi amiga Helena estamos distanciados geográficamente, siento su presencia constante y sé que este momento es significativo tanto para ella como para mí, y a mi futura esposa Judith que ha estado apoyándome en cada momento.

AGRADECIMIENTO

A Dios por que me brinda fortaleza que me ha permitido alcanzar metas que jamás imaginé, ya que mi vida es gracias a él y le pido al Señor que continúe bendiciendo mis pasos. También quiero expresar mi gratitud a mi universidad, mi alma mater, por brindarme la oportunidad de formarme como ingeniero. Además, doy gracias a mis profesores, cuya paciencia y enseñanzas han sido fundamentales en mi desarrollo profesional y en convertirme en la persona que soy.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CONTENIDO	1
ÍNDICE DE TABLAS	3
ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE ABREVIATURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRAC	9
INTRODUCCIÓN	10
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	11
1.1. Descripción de la realidad problemática	11
1.2. Formulación del problema	12
1.2.1. Problema general	12
1.2.2. Problemas específicos	12
1.3. Objetivos	12
1.3.1. Objetivo general	12
1.3.2. Objetivos específicos	13
1.4. Justificación	13
1.4.1. Justificación tecnológica	13
1.4.2. Justificación económica	13
1.4.3. Justificación práctica.	13
1.5. Delimitantes de la investigación	13
1.5.1. Delimitación teórica	13
1.5.2. Delimitación temporal	14
1.5.3. Delimitación espacial	14
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Antecedentes	15
2.1.1. Antecedentes internacionales	15
2.1.2. Antecedentes nacionales	17
2.2. Bases teóricas	19
2.3. Marco conceptual	44

2.4. Definición de términos básicos	45
III. HIPÓTESIS Y VARIABLES	48
3.1. Hipótesis	48
3.1.1. Hipótesis general	48
3.1.2. Hipótesis específicas	48
3.2. Operacionalización de variable	49
3.2.1. Operacionalización de la variable	49
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO	50
4.1. Diseño metodológico	50
4.2. Método de investigación	50
4.3. Población y muestra	50
4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado	51
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información.	51
4.6. Análisis y procesamiento de datos	51
4.7. Aspectos éticos en investigación	54
V. RESULTADOS	55
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	103
VII. CONCLUSIONES	106
VIII. RECOMENDACIONES	107
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXOS	112
ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA	113
ANEXO 02 RESPUESTA DE SUMINISTROS DE FACTIBILIDAD DE CONTUGAS	116
ANEXO 03 CARGO DE ENTREGA DE EXPEDIENTE A CONTUGAS	119
ANEXO 04 APROBACION DE LOS EXPEDIENTES PIG	124
ANEXO 05 NORMA TECNICA PERUANA NTP 110 010 “SISTEMAS DE TUBERIAS PARA INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES”	128
ANEXO 06 RESPUESTA DE VIABILIDAD DE SUMNISTRO DE GAS NATURAL	141
ANEXO 07 CERTIFICADO DEL FUSIONISTA	143

ANEXO 08 PROCEDIMIENTOS Y HOMOLOGACION DE SOLDADORES	145
ANEXO 09 REPORTE RADIOGRAFICO DE UNIONES SOLDADAS	169
ANEXO 10 PRUEBA DE HERMETICIDAD	173
ANEXO 11 PLANO DE UBICACIÓN	176
ANEXO 12 PLANO DEL RECINTO DE LA ESTACION DE REGULACION PRIMARIA	178
ANEXO 13 PLANO DE PLANTA	180
ANEXO 14 PLANO ISOMETRICO	182
ANEXO 15 PLANO ISOMETRICO AIE	184
ANEXO 16 PLANO DE FILTRO	186
ANEXO 17 PLANO DE LA ERMP DE LA ESTACION DE REGULACION Y MEDICION PRIMARIA	188
ANEXO 18 PRESUPUESTO	191

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1: COMPOSICIÓN DEL GAS NATURAL SECO.	20
TABLA 2.2: COMPOSICIÓN DEL GNL.	21
TABLA 2.3: CAPACIDADES DE ALMACENAMIENTO.	30
TABLA 5.1: PARÁMETROS DE DISEÑO DEL AIE.	55
TABLA 5.2: CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN Y VELOCIDAD CON HOJA DE CÁLCULO EXCEL.	58
TABLA 5.3: LISTA DE MATERIALES DE LA TUBERÍA DEL ACCESO DE INGRESO A LA ESTACIÓN.	59
TABLA 5.4: PARÁMETROS DE DISEÑO DEL ERMP	60
TABLA 5.5: TIPOS DE MEDIDOR EN FUNCIÓN DEL CAUDAL.	67
TABLA 5.6: CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN Y VELOCIDAD DEL ERMP CON HOJA DE CÁLCULO EXCEL.	71
TABLA 5.7: CÁLCULO DE LOS PARÁMETROS DEL ELEMENTO FILTRANTE.	72
TABLA 5.8: DATOS DE DISEÑO PARA CARCAZAS	73
TABLA 5.9: PARÁMETROS DE DISEÑO DE LAS INSTALACIONES INTERNAS.	77
TABLA 5.10: CAPACIDAD DE CONSUMO DE LA RED.	77
TABLA 5.11: RESUMEN DE CÁLCULOS EN EL FLUIDO.	96

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 2.1. ESTRUCTURA DE LA MOLÉCULA DE METANO	19
FIGURA 2.2. ESTRUCTURA Y UBICACIÓN DEL GAS NATURAL EN UN YACIMIENTO	20
FIGURA 2.3. LÍMITE INFERIOR Y LÍMITE SUPERIOR DE INFLAMABILIDAD DE GASES COMBUSTIBLES	21
FIGURA 2.4. COMPORTAMIENTO DEL CONSUMO DE ENERGÍA PRIMARIA, PERÚ-2020	24
FIGURA 2.5. CADENA DE ACTIVIDADES DEL GAS NATURAL TRANSPORTADO POR DUCTO	25
FIGURA 2.6. CADENA DE ACTIVIDADES PARA EL GAS NATURAL LICUADO	25
FIGURA 2.7. PROCESAMIENTO DEL GAS NATURAL	27
FIGURA 2.8. CADENA DE VALOR DEL GAS NATURAL Y MERCADOS DE CONSUMOS	28
FIGURA 2.9. CADENA DE VALOR DEL GAS NATURAL LICUEFACTADO	28
FIGURA 2.10. PLANTA DE LICUEFACCIÓN DE GAS NATURAL EN PAMPA MELCHORITA	29
FIGURA 2.11. CISTERNA DE GNL EN PLANTA AREQUIPA NORTE	29
FIGURA 2.12. TANQUES DE ALMACENAMIENTO DE GNL AREQUIPA	30
FIGURA 2.13. PPR DE LA PSR AREQUIPA NORTE	31
FIGURA 2.14. EVAPORADORES ATMOSFÉRICOS AREQUIPA NORTE	31
FIGURA 2.15. CALDERAS PSR AREQUIPA NORTE	32
FIGURA 2.16. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN DE PSR MOQUEGUA	33
FIGURA 2.17. SISTEMA DE ODORIZACIÓN PSR AREQUIPA NORTE	33
FIGURA 2.18. SINÓPTICO DE SCADA EN PLANTA DE GNL	34
FIGURA 2.19. COMPONENTES DE UNA CALDERA	38
FIGURA 2.20. DETALLE DE CALDERA ACUOTUBULAR	39
FIGURA 2.21. CALDERA ACUOTUBULAR	39
FIGURA 2.22. CALDERA PIRO TUBULAR HORIZONTAL	40

FIGURA 5.1. PLANO 3D DE LA TUBERÍA DEL ACCESO DE INGRESO A LA ESTACIÓN	59
FIGURA 5.2. PLANO DE LA ERMP (ESTACION DE REGULACION Y MEDICION PRIMARIA)	62
FIGURA 5.3. FILTRO PARA LA ERMP	63
FIGURA 5.4. VÁLVULA REGULADORA DIVAL 600	64
FIGURA 5.5. MEDIDOR ROTARY FMG G160	64
FIGURA 5.6. COMPUTADOR DE FLUJO MARCA EAGLE	65
FIGURA 5.7. VÁLVULA DE ALIVIO	65
FIGURA 5.8. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL MEDIDOR	68
FIGURA 5.9. ESPECIFICACIÓN TÉCNICA DEL REGULADOR	69
FIGURA 5.10. PUNTO DE VÁLVULA DE SERVICIO DE CONTUGAS	80
FIGURA 5.11. CALDEROS DE 700 Y 900 BHP	81
FIGURA 5.12. ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA	82
FIGURA 5.13. ARENADO Y GRANALLADO DE TUBERÍAS	83
FIGURA 5.14. PINTADO DE SOPORTARÍA	83
FIGURA 5.15. ARENADO Y GRANALLADO DE TUBERÍAS	84
FIGURA 5.16. INSTALACIÓN INTERNA DE TUBERÍAS / EMPALME A LA ERMP	85
FIGURA 5.17. INSTALACIÓN INTERNA DE TUBERÍAS A ZONA DE CALDEROS	85
FIGURA 5.18. SPOLL DONDE INICIA LA TUBERÍA HDPE ENTERRADA	86
FIGURA 5.19. MONTAJE DE RED DE TUBERÍA HDPE ENTERRADA	86
FIGURA 5.20. TENDICO DE LA RED DE TUBERÍA HDPE ENTERRADA	87
FIGURA 5.21. PREPARACIÓN DE HDPE PARA EL ELECTRO FUSIÓN	87
FIGURA 5.22. SOLDANDO TUBERÍA HDPE CON ACCESORIOS	88
FIGURA 5.23. PROTEGIENDO LA TUBERÍA HDPE ENCAMISADO	88
FIGURA 5.24. COMPACTACIÓN DEL SUELO	89
FIGURA 5.25. COMPACTACIÓN DEL SUELO TERMINADO	89
FIGURA 5.26. PREPARACIÓN DE SPOLLS PARA LA LLEGADA A LOS CALDEROS	90
FIGURA 5.27. MONTAJE DE TUBERÍAS A CALDEROS	90

FIGURA 5.28. INSTALACIÓN DE SOPORTERIA	91
FIGURA 5.29. LEGADA DE TUBERÍAS A ZONA DE CALDEROS	91
FIGURA 5.30. PLAQUEADO RADIOGRÁFICO	92
FIGURA 5.31. PRUEBA DE TINTES PENETRANTES	93
FIGURA 5.32. PRUEBA DE TINTES PENETRANTES A SPOLLS	93
FIGURA 5.33. PRUEBA DE TINTES PENETRANTES A BRIDAS	93
FIGURA 5.34. PRUEBA DE HERMETICIDAD PUNTO A	94
FIGURA 5.35. PRUEBA DE HERMETICIDAD PUNTO B	94
FIGURA 5.36. PLANO GENERAL	95
FIGURA 5.37. DIAGRAMA DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL	98
FIGURA 5.38. INGRESANDO DATOS DE LAS PROPIEDADES DEL GAS NATURAL	99
FIGURA 5.39. RESULTADOS PRIMERA CORRIDA	99
FIGURA 5.40. PRIMERA VARIACIÓN DE PRESIONES Y TEMPERATURA	100
FIGURA 5.41. SEGUNDA VARIACIÓN DE PRESIONES Y TEMPERATURA	100
FIGURA 5.42. TERCERA VARIACIÓN DE PRESIONES Y TEMPERATURA	101
FIGURA 5.43. CUARTA VARIACIÓN DE PRESIONES Y TEMPERATURA	101
FIGURA 5.44. VARIACIÓN DE PRESIONES Y TEMPERATURA ANTE EL INGRESO AL CALDERO DE 900 BHP	102
FIGURA 5.45. VARIACIÓN DE PRESIONES Y TEMPERATURA ANTE EL INGRESO AL CALDERO DE 700 BHP	102

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

GN: Gas Natural.

BHP: brake horsepower.

NTP: Norma Técnica Peruana.

AIE: Acceso de ingreso a la Estación.

EMRP: Estación de Regulación de Medición Primaria.

NME: Nueva minería y energía.

Osinergmin: Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería

LNG: Gas Natural Licuado

TGP: Transportadora de Gas del Perú

PLNG: Planta de licuefacción de gas natural

PPR: Puesta de Presión Rápida

AISI: Instituto Americano del Hierro y Acero

GNV: Gas Natural Vehicular

GNC: Gas Natural Comprimido

ASME: American Society of Mechanical Engineers

RESUMEN

La presente investigación titulada “Diseño de una red de tuberías para transportar 1860 m³/h de gas natural una industria pesquera en la ciudad de Pisco, Ica 2023”, Tuvo el propósito realizar el diseño de un sistema de tuberías para alimentar con un flujo de 1860 m³/h de gas natural a dos calderas con potencias de 900 BHP y 700 BHP, usados en el proceso de producción de harina en una industria pesquera de la ciudad de Pisco. El diseño de la red está basado en cálculos ingenieriles alineados a las normas técnicas peruanas como la NTP 111.010- 2003 rev 2014, así como las normas internacionales, para ello fue necesario determinar los parámetros de diseño, dimensionamiento de las tuberías y selección de accesorios.

La investigación utilizó el método sistémico ya que permite analizar al objeto de estudio a fin de identificar sus componentes, interacciones y limitaciones con el fin de comprender su estructura y el modo en que opera, abordando el problema de manera integral mediante una mentalidad que considera la totalidad del sistema, así mismo la investigación es del tipo aplicada, el diseño de investigación fue no experimental ya que no hubo manipulación de las variables. Los resultados indican que para satisfacer la demanda de 1860 m³/h se debe contar la línea AIE con tuberías de tubería de 3 pulgadas en ASTM 106, SCH 40 y tubería de 4 pulgadas en ASTM 106, SCH 120, en la línea ERMP con tuberías de 2 y 3 pulgadas en ASTM 106, SCH 40 y en la línea de la estación de regulación tuberías de 4 pulgadas en ASTM 106, SCH 120. Finalmente se concluye que para verificar la efectividad del diseño, se llevó a cabo una simulación con el software ASPEN HYSYS, la cual demostró que la red suministra Gas Natural con un caudal de 1860 m³/h a las calderas de 900 y 700 BHP, con una presión controlada de 3 bar.

Palabras Clave: Diseño, Red de tuberías, Gas Natural.

ABSTRAC

The present research titled "Design of a pipeline network to transport 1860 m³/h of natural gas to a fishing industry in the city of Pisco, Ica 2023" aimed to carry out the design of a pipeline system to supply a flow of 1860 m³/h of natural gas to two boilers with capacities of 900 BHP and 700 BHP, used in the flour production process in a fishing industry in the city of Pisco. The network design is based on engineering calculations aligned with Peruvian technical standards such as NTP 111.010-2003 rev 2014, as well as international standards. This required determining design parameters, pipe sizing, and accessory selection.

The research used the systemic method, as it allows analyzing the study object to identify its components, interactions, and limitations in order to understand its structure and operation mode, addressing the problem comprehensively through a mindset that considers the entirety of the system. Likewise, the research is of an applied type, and the research design was non-experimental as there was no manipulation of variables. The results indicate that to meet the demand of 1860 m³/h, the AIE line must have pipes of 3 inches in ASTM 106, SCH 40, and pipes of 4 inches in ASTM 106, SCH 120. The ERMP line should have pipes of 2 and 3 inches in ASTM 106, SCH 40, and the regulation station line should have pipes of 4 inches in ASTM 106, SCH 120. Finally, it is concluded that to verify the effectiveness of the design, a simulation was carried out using ASPEN HYSYS software, which demonstrated that the network supplies natural gas with a flow rate of 1860 m³/h to the 900 and 700 BHP boilers, with a controlled pressure of 3 bar.

Keywords: Design, Pipeline network, Natural Gas.

INTRODUCCIÓN

La presente tesis, tiene por objeto contribuir e impulsar el uso del gas natural por medio del diseño de una red, ya que este combustible al ser amigable y económico permite mejorar los estándares de calidad y minimiza las emisiones de carbono de las industrias actuales, debido a sus menores costos, y además reduce la contaminación ambiental.

La Ingeniería de detalle generada en el presente estudio permite implementar la red a gas natural seco a la industria pesquera ANDECORP S.A.C., localizado en la Av. Los Martillos Mz-M Lt-6 Santa Elena de Paracas – Paracas - Ica.

Por otro lado, la empresa ANDECORP S.A.C., especializada en la producción y comercialización de harina de pescado, requiere implementar el uso de gas natural industrial en su proceso productivo a través de la distribuidora Contugas, para lo cual se desarrolló la presente investigación.

Sin embargo, las calderas que se encuentran dentro del proceso de producción de harina con unas potencias de 900 BHP y 700 BHP, funcionaban con combustible de Petróleo Residual 500, la cual afectaba a la economía y el medio ambiente.

Por tanto se proyectó la implementación una red de gas natural conformada por un AIE, EMRP y línea interna; toda esta instalación posee Factibilidad aprobada y será certificada por una entidad independiente y aprobada por Contugas.

Para la cual se ha realizado la ingeniería para la aprobación de Contugas ya que es el ente que rige en el sector sur de Pisco, Chincha, Cañete y Nazca, debido a que el estado peruano le ha concedido la autonomía de operar gas natural en el lapso de 30 años.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial, de acuerdo a la revista Nueva minería y energía (NME). (2020), el gas natural es un tipo de combustible que se encuentra ampliamente disponible en numerosos ambientes geológicos, estimando que las reservas actuales de este recurso energético permitan garantizar su suministro global por más de 100 años en varios países, convirtiéndose en una opción energética viable gracias a sus beneficios, que incluyen reducidas emisiones de gases contaminantes y de efecto invernadero.

Así mismo Giudice, Avendaño y Chihuahua (2022), mencionan que ya desde hace 30 años el gas ha venido reemplazando al petróleo, sin embargo según proyecciones se estima que en la Federación Rusa se agotará el petróleo en el año 2044, mientras que en el Medio Oriente esto ocurrirá en el año 2060, de igual manera en Estados Unidos y Canadá los cuales cuentan con reservas de gas y petróleo para 36 y 34 años, respectivamente, por otro lado se estima que Rusia dispone de gas natural para los próximos 55 años. Sin embargo, en América Latina, de acuerdo al diario la prensa latina (2022) menciona que el director del instituto de economía mundial de Cuba informo que los Estados Unidos no estaría en las condiciones de satisfacer la demanda de gas de Europa debido a sus limitaciones en cuanto a las exportaciones.

A nivel nacional de acuerdo Osinergmin (2021), indica que los recursos disponibles de gas en el Perú durarían alrededor de 26 años, es decir hasta el año 2047 si no se hacen nuevos descubrimientos. A pesar de ello la tecnología en el rubro del campo energético, en el Perú, ha dado un giro en buscar nuevos recursos para el desarrollo energético, ingresando a la era de la utilización del recurso del Gas Natural como combustible, la cual ha permitido el crecimiento en el sector comercial, domiciliario e industrial.

Sin embargo, la empresa Andecorp, utilizaba petróleo residual R500 para generar vapor de agua, por medio de las calderas de 900 BHP y 700 BHP, este tipo de combustible no es amigable con el medio ambiente y tiene un alto índice en el mantenimiento de los calderos mencionados.

Dentro de su proyección de crecimiento y para ingresar a nuevos mercados, está modernizando su planta actual, para la producción de aceite, así como de harina de pescado, para la cual planteo dejar de utilizar el combustible de Residual R 500.

La incógnita de esta realidad es de plantear un procedimiento que se adapte a las necesidades y que permita el operar sus equipos con un flujo de 1860 m³/h de gas natural.

Por tal fundamento se diseñó la Estación de Regulación de Medición Primaria (ERMP) y la Red Interna de GN cumpliendo con la NTP 111.010- 2003 rev 2014.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cómo diseñar de una red de tuberías para transportar 1860 m³/h de Gas Natural en una industria pesquera en la ciudad de Pisco Ica?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Como diseñar el Acceso de Ingreso a la Estación, para el transporte de gas natural a la Estación de Regulación Primaria?
- ¿Como diseñar la Estación de Regulación de medición Primaria para la regulación de presión del ingreso de Gas Natural hacia el punto de consumo?
- ¿Como diseñar las Instalaciones internas para el transporte de 1860 m³/h de gas natural desde la Estación de Regulación hacia la zona de Calderos?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar una red de tuberías para transportar 1860 m³/h de Gas Natural a una industria pesquera en la ciudad de Pisco Ica.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar el Acceso de Ingreso a la Estación, para el transporte de gas natural a la Estación de Regulación Primaria.
- Diseñar la Estación de Regulación de medición Primaria para la regulación de presión del ingreso de Gas Natural hacia el punto de consumo.
- Diseñar las Instalaciones internas para el transporte de gas natural desde la Estación de Regulación hacia la zona de Calderos.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación tecnológica

La tesis se justifica tecnológicamente ya que utiliza el conocimiento científico para solucionar un problema real por medio del diseño de una red de tuberías para trasportar 1860 m³/h de Gas Natural en una industria pesquera.

1.4.2. Justificación económica

La presente tesis se justifica económicamente ya que el diseño de la red de tuberías ayudara a disminuir el costo que actualmente se estaba manejando.

1.4.3. Justificación práctica.

La presente tesis se justifica de forma práctica ya que busca dar solución al problema de suministro de combustible por medio del diseño de una red de gas natural hacia los calderos del proceso de producción de harina

1.5. Delimitantes de la investigación

1.5.1. Delimitación teórica

La presente tesis delimita teóricamente en los conocimientos científicos de la mecánica de fluidos y las Normas estrictas del Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú EM-040/ 2022, así como de la Norma Técnica Peruana

NTP 111.010, NTP 111.011 cumpliendo rigurosamente para el diseño de la red de tuberías para transportar 1860 m³/h de Gas Natural.

1.5.2. Delimitación temporal

La presente tesis delimita temporalmente ya que está determinado por el tiempo en la que se realizó la investigación, siendo este de 8 meses, en donde se realizaron reuniones con los representantes del cliente, así como las visitas a las instalaciones para la recolección de la información preliminar para el diseño de la red hasta su finalización.

1.5.3. Delimitación espacial

La presente tesis delimita espacialmente ya que se encuentra en una zona física ubicado en la Av. Los Martillos Mz-M Lt-6 Santa Elena de Paracas – Paracas - Ica.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

2.1.1. Antecedentes internacionales

Cabrera y Martínez (2017) en su tesis, titulada “Diseño de la ampliación de la red de distribución de gas natural en el centro poblado San Antonio de Anapoima”, tuvo como objetivo el diseño de una red de distribución de gas natural para el municipio de Anapoima y con la ayuda de la alcaldía municipal. El diseño de investigación fue no experimental y la obtención de la demanda de gas natural se realizó una encuesta dirigida hacia los habitantes del centro poblado de San Antonio, a partir de esta demanda se dio inicio del diseño de una red para la distribución de gas natural, los planos de la red se realizaron por medio del software Auto Cad, bajo las recomendaciones de la norma técnica NTC 3728, norma sobre Gasoductos, Líneas de Transporte y Distribución de Gas en Colombia. Finalmente, el autor concluye al verificar las condiciones de diseño por medio de la simulación usando el software Aspen Hysys donde se observó la caída de presión de 74.7 psia a 66.7 psia.

La tesis contribuye con la presente investigación ya que realiza el diseño de la red a partir de la obtención de la demanda de la población como parámetro de diseño calculada por el flujo de gas requerido.

Carreón (2018) en su tesis titulada “Impacto de la normatividad en México para el manejo y consumo de Gas Natural”, tuvo el objetivo de definir y hacer un análisis sobre la aplicación de la normatividad en México para transportar, distribuir y aprovechar el gas natural. El diseño de investigación fue no experimental, así mismo se realizó un estudio de las modificaciones, así como de las nuevas estructuras de la industria relacionada al gas natural en México. Finalmente, el autor concluye que el acceso del Gas natural a los consumidores industriales y residenciales es el precedente que permita a este sector energético realizar avances tecnológicos y progreso económico, así como de diversificar las fuentes de suministro con este combustible.

La tesis contribuye con la presente investigación ya que recomienda realizar el diseño de la red de gas a partir de la normatividad vigente requerida por el estado, en ese caso fue la exigida por el estado de México.

Lloret (2015) en la tesis titulada “Estado de la tecnología en la cadena de valor del GN aplicaciones a nuevos productos y servicios. – 2015”, presentada en la universidad Politécnica de Valencia, tuvo el objetivo de detectar nuevas aplicaciones y servicios en el uso del gas natural, haciendo uso de una metodología de investigación basada en el conocimiento del entorno, el diseño de investigación fue no experimental, además se llevó a cabo un estudio de la literatura disponible, se identificaron los factores de seguridad y medioambientales relevantes, además de fuentes en línea. Finalmente, el autor concluye dándole la importancia correspondiente al gas natural como recurso energético y su potencial para combatir el calentamiento global a través de técnicas como la captura y almacenamiento de carbono, lo que lo hace aún más atractivo para su desarrollo.

La tesis contribuye con la presente investigación ya que da un mejor panorama respecto al uso y aplicaciones del gas natural, así como medidas de seguridad y el uso del gas natural como combustible eco amigable.

Según Quintino et al (2023) en su artículo científico “Un análisis de correlaciones dinámicas entre petróleo y gas natural y mercados de etanol: nueva evidencia de la pre y post crisis al COVID-19”, tuvo el objetivo de analizar la relación entre los precios clave de la energía Tras el shock económico provocado por el COVID-19, este trabajo analiza la dinámica entre los precios semanales del petróleo, gas natural y de referencia etanol en los mercados estadounidenses. El diseño de investigación fue no experimental y El período de análisis comenzó el 23 de junio de 2006 y finalizó el 10 de junio de 2022. Este estudio utilizó el coeficiente de correlación cruzada DMCA de forma dinámica, utilizando ventanas deslizantes. Entre los principales resultados se encontró que, en el período postpandemia, el petróleo y el gas natural fueron no correlacionados, tanto a corto como a largo plazo; y el etanol

se asoció negativamente con gas natural en el período postpandemia más reciente, especialmente en escalas de corto plazo. Finalmente, el autor concluye que el gas natural es un potencial relevante tanto para el mercado como para los agentes públicos en materia de inversión.

La tesis contribuye con la presente investigación ya que proporciona literatura que recomienda el uso de un combustible más amigable al medio ambiente y de menor costo como es el gas natural.

2.1.2. Antecedentes nacionales

Romero (2021), en su Tesis titulada “Diseño de un sistema alternativo de tuberías en la conducción de Gas Natural de 340 mbar para reducir costos de inversión en un centro de capacitación en San Miguel- Lima”, tuvo el objetivo de desarrollar un diseño de tuberías alternativo a los sistemas comunes de gas natural con el objetivo de reducir los costos de inversión. El diseño cumple con las normas técnicas peruanas NTP111.010 y NTP111.011, que se refieren a la instalación de gas natural en residencias y comercios. Para lograr esto, utilizó el método de la pérdida de caída de presión y las fórmulas de Renouard Cuadrática y Renouard Lineal. El estudio es de tipo tecnológico con un diseño de investigación descriptivo comparativo y un método de investigación analítico deductivo. Finalmente, el autor concluye que el análisis económico del sistema alternativo de tuberías muestra que la inversión es de S/ 147,614.41, lo que representa un ahorro del 18.52%, es decir de S/ 33,556.92, en comparación con la inversión inicial del sistema convencional, que fue de S/ 181,171.33. Además, se observó que el tiempo de recuperación de la inversión del sistema de tuberías alternativo es de 6 meses y 23 días.

La tesis contribuye con la presente investigación ya que proporciona información de las normas técnicas peruanas NTP111.010 y NTP111.011, así como la ecuación de Renouard Cuadrática para la pérdida de caída de presión.

Gómez y Barrantes (2020) en su tesis titulada “Efecto del diseño de la red interna para abastecimiento de gas natural en la empresa Cogorno – Planta

Ventanilla”, tuvo el objetivo principal de proponer el dimensionamiento de la instalación a partir de una demanda de 120 Sm³/h. En la estación de regulación de presión y medición se recomendó el uso de un medidor de caudal G40 de 2 pulgadas, un regulador de presión Staflux 185, una válvula de bloqueo Clase 150 de 2 pulgadas y una válvula de alivio 054.D. La velocidad del gas natural se estableció en 1.45 m/s para lograr una caída de presión inferior a 0.001 bar en la zona de presión de 10 bar, utilizando una tubería de acero SCH 40 de 2 pulgadas. El estudio realizado fue de tipo descriptivo y aplicado con un diseño de investigación no experimental. El autor concluye que se logró diseñar la estación de regulación para abastecer una demanda de 120 Sm³/h a la Empresa Cogorno S.A - Planta Ventanilla. Los componentes principales seleccionados para la instalación fueron el medidor de caudal G40 de 2 pulgadas, el regulador de presión Staflux 185, la válvula de bloqueo Clase 150 de 2 pulgadas y la válvula de alivio 054.D. Se garantizó una caída de presión inferior a 0.001 bar en la zona de presión de 10 bar, utilizando una velocidad del gas natural de 1.45 m/s y una tubería de acero SCH 40 de 2 pulgadas. Además, para una presión mínima de 19 bar, se seleccionó una velocidad del gas natural de 0.8 m/s, asegurando una caída de presión inferior a 0.001 bar y cumpliendo con la demanda mencionada.

La tesis contribuye con la presente investigación ya que hace uso de parámetros de velocidad del gas para el cálculo de tuberías, uso de normas y toma como parámetro a la demanda del gas.

Tirado (2020) en su tesis titulada “Diseño del sistema de redes de gas natural por tubería HDPE para sostenibilidad del sector Alto Perú, distrito de Pimentel 2018”, tuvo el objetivo es desarrollar el sistema de redes de gas en el sector alto de la comuna de Pimentel, con el fin de proporcionar gas natural de alta calidad a 5000 familias. La empresa Gases del Pacífico fue seleccionada para llevar a cabo el proyecto, que involucra el transporte terrestre de gas natural licuado, la instalación de una estación de regasificación en Chiclayo y la distribución de gas natural a través de una red de gasoductos. El diseño de investigación es No experimental / transeccional / correlacional. Para el

desarrollo de la investigación se llevó a cabo la construcción de una red de tuberías de PEAD Ø160 mm, incluyendo empalmes y líneas principales, y se ubicó el empalme PIM SECTOR 14 MALLA 123 a lo largo de una carretera de 3,5 km que va desde la provincia de Chiclayo hasta la localidad de Pimentel. La investigación es del tipo aplicada – explicativa con un diseño de investigación no experimental / transaccional / correlacional. Finalmente, el autor concluye que el presupuesto es de S/. 1750 241,12; con un impacto del rango leve moderada, Además de los beneficios económicos, se espera que el proyecto fomente el crecimiento social y cultural de la población local.

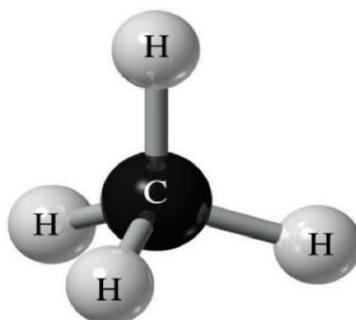
La tesis contribuye con la presente investigación ya que fundamenta los beneficios del uso del gas natural en una población.

2.2. Bases teóricas

El gas natural

El gas natural es una fuente de energía fósil que se compone de una variedad de hidrocarburos livianos, siendo el metano (CH₄) su componente principal, según la presentación de seguridad de GNFP en 2017. Esta fuente de energía es de gran importancia para satisfacer las necesidades humanas y para impulsar diversas actividades.

Figura 2.1 Estructura de la molécula de metano

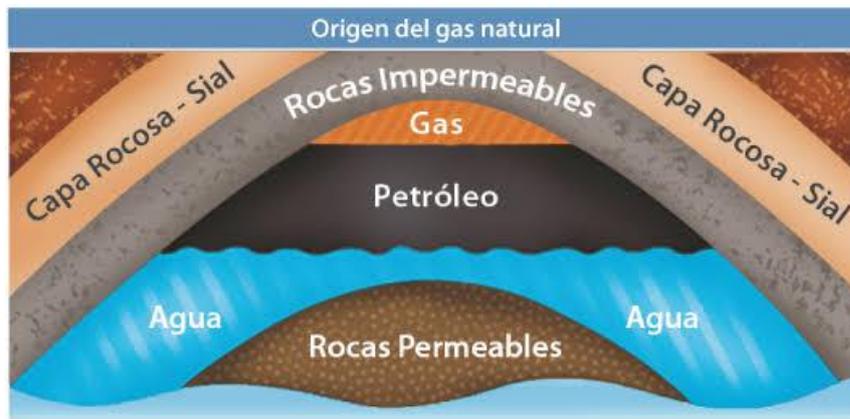


Fuente: Universidad Nacional Abierta y a distancia de Colombia UNAD

Las reservas de gas se ubican debajo de la superficie terrestre en estructuras geológicas conocidas como trampas. Dentro de estas estructuras, los hidrocarburos o el gas se almacenan en una roca porosa llamada roca almacén.

De acuerdo con Zevallos y León (2016), una trampa de hidrocarburos es una característica geológica de las rocas subterráneas que facilita la acumulación de petróleo o gas natural. Estas trampas pueden tener un origen estructural, como pliegues o fallas, estratigráfico, que implica la compresión de rocas porosas contra rocas impermeables llamadas rocas sellos, o mixto, que combina pliegues y/o fallas con cambios en la porosidad de las rocas.

figura 2.2. Estructura y ubicación del gas natural en un yacimiento



Fuente: OSINERGMIN El gas natural, 2015

Composición del gas natural

La configuración química del gas natural puede diferir según el yacimiento del cual es extraído, así como por el proceso al que ha sido sometido.

Tabla 2.1 Composición del gas natural seco

Composición química de los componentes del gas natural de Camisea Componente	Nomenclatura	Composición (%)	Estado Natural
Metano	CH ₄	88,95	Gas
Etano	C ₂ H ₄	0.05 – 5.2	Gas
Propano	C ₃ H ₈	1.5	Gas Licuable (GLP)
Butano	C ₄ H ₁₀	1	Gas Licuable (GLP)
Pentano	C ₅ H ₁₂	0.3	Líquido
Nitrógeno	N ₂	0.7-2.7	Gas

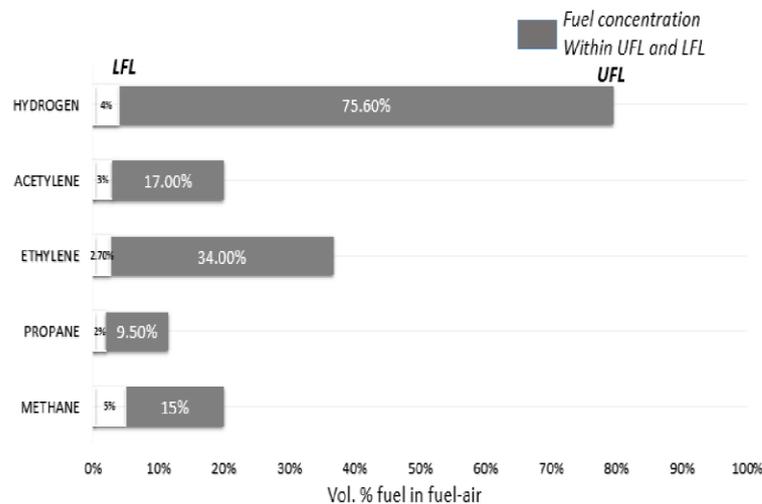
Fuente: OSINERGMIN El gas natural, 2015

Tabla 2.2 Composición del GNL

Componente	Molar (%)
Metano	899,936
Etano	91,672
N2	0,7346
Propano	0,1046
H2O	0,0000
CO2	0,0000
i-Butano	0,0000
n-Butano	0,0000
n-Pentano	0,0000

Fuente: Cromatografía Perú LNG

Figura 2.3 Límite inferior y límite superior de inflamabilidad de gases combustibles



Fuente: Gas Natural Fenosa Perú, 2017 en base a condiciones inherentes a la naturaleza del gas natural.

Ventajas generales de gas natural:

- El precio del gas natural es atractivo en relación a otros tipos de combustibles.
- El gas natural presenta diversas ventajas operativas en relación a otros combustibles.
- La quema del gas natural es más ecoamigable que la de otros combustibles, lo que simplifica el cumplimiento de rigurosas regulaciones medioambientales.

- Debido a la pureza de su combustión, se pueden abordar mercados que antes eran difíciles de ingresar debido a limitaciones medioambientales.

Ventajas operacionales de gas natural:

- El gas natural se encuentra disponible de manera inmediata, lo que elimina la necesidad de que las industrias tengan grandes tanques de almacenamiento, disminuyendo los riesgos y los costos financieros asociados.
- A diferencia del petróleo o el carbón, el gas natural no requiere de una preparación previa antes de su uso, como el calentamiento, pulverización o bombeo.
- Los equipos y quemadores que utilizan gas natural son fáciles de limpiar y mantener.
- El gas puede ser interrumpido de manera instantánea cuando se detiene la necesidad de calor de los dispositivos que lo emplean, lo cual lo convierte en una opción apropiada para cargas variables e intermitentes.
- La regulación automática es simple y precisa, permitiendo mantener constante la temperatura o la presión incluso con variaciones en la carga.
- El rendimiento de la combustión es mayor en comparación con otros combustibles debido a que permite una regulación perfecta y constante del exceso de aire de combustión, el cual puede reducirse al mínimo.

El gas natural en el sector industrial

Según Osinergmin (2022), Hasta 1998, la industria del gas natural en Perú se centraba en la zona de Talara y se enfocaba en el procesamiento del gas asociado para la generación de electricidad y uso residencial en campamentos de la costa norte. Luego, en el proyecto Aguaytía, se extendió a la selva central bajo supervisión de OSINERGMIN. La llegada del proyecto Camisea en 2004 impulsó aún más el desarrollo de la industria del gas natural en el país, lo que llevó a OSINERGMIN a reorganizarse y crear la Gerencia de Fiscalización de Gas Natural en 2007 para regular y supervisar las actividades de la industria. En 2016, La División de Supervisión Regional se encarga ahora de supervisar la

distribución y comercialización de gas natural, mientras que la División de Supervisión de Gas Natural asume la responsabilidad de las demás actividades relacionadas.

La utilización cada vez más frecuente del gas natural en la producción de energía eléctrica, en diversos sectores de la industria y en las viviendas, es de gran importancia debido a varios factores. En primer lugar, se lleva a cabo en una economía global marcada por la incertidumbre y la inestabilidad de los precios de los combustibles fósiles. Además, el gas natural es un recurso nacional con reservas suficientes para varias décadas, lo que lo convierte en un recurso estratégico para el desarrollo económico y social del país. Asimismo, es un hidrocarburo ecológica y económicamente amigable, lo que ayuda al crecimiento del país con menos dependencia y mayor competitividad.

La industrialización del gas natural, que se realiza a partir de las reservas de Camisea, es un elemento clave en la estrategia de desarrollo económico del país, ya que transforma la matriz energética y reduce la necesidad de importar hidrocarburos en un mercado internacional fuertemente afectado por la volatilidad de los precios del petróleo.

Su uso en la industria se da en las empresas que emplean hornos, calderas, marmitas, autoclaves, secadoras y turbinas en sus procesos productivos pueden obtener numerosos beneficios al utilizar Gas Natural como combustible. Entre las aplicaciones más comunes se encuentran el calentamiento de hornos, la generación de vapor, la fundición de metales, los tratamientos térmicos, el temple y recocido de metales, así como el secado. Además, el Gas Natural también puede ser utilizado como materia prima en otros procesos industriales. Esta opción representa una alternativa altamente efectiva debido a las características ecológicas y económicas de este hidrocarburo.

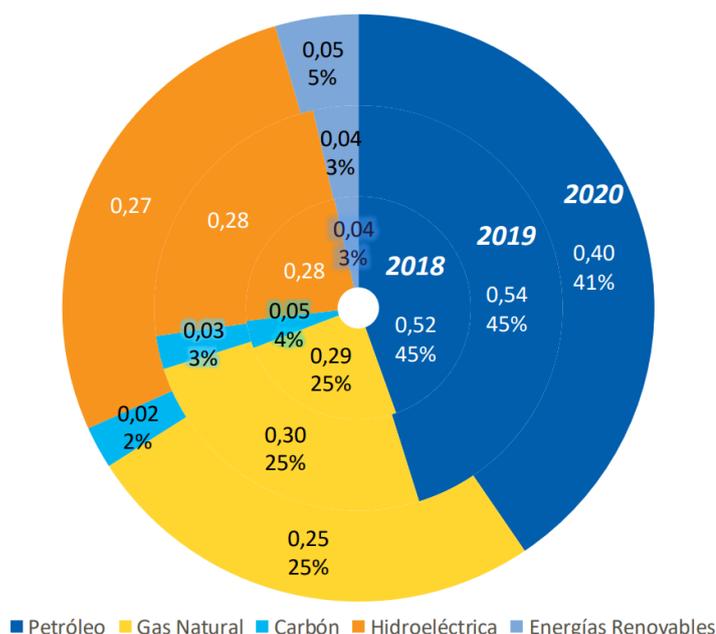
Matriz energética

Según Osinergmin (2022), el año 2020 se caracterizó por una disminución significativa del consumo energético en el Perú, registrando una reducción del

15,9% en comparación con el año anterior. Esta caída se atribuyó principalmente a la emergencia sanitaria del COVID-19 y se convirtió en el nivel más bajo desde el 2015. En cuanto a las fuentes de energía, se observó una disminución en el consumo de carbón en un 26,6%, gas natural en un 14,1%, petróleo en un 24,7% y hidroeléctrica en un 3,4%. A pesar de ello, el consumo de energías renovables experimentó un aumento del 7,2%.

Cada año, se ha evidenciado un incremento en la participación del gas natural en el sector energético, alcanzando un porcentaje de mercado del 25,5% (equivalente a 0,25 EJ) en 2020, frente al 24,9% (equivalente a 0,30 EJ) registrado en 2019. En contraste, el petróleo ha experimentado una reducción del 4,7% (equivalente a 0,14 EJ). Por otro lado, las energías renovables han ido ganando terreno y aumentando su cuota de mercado, pasando del 3,6% en 2019 al 4,5% en 2020. La figura 2.4 muestra una comparación del consumo de energías primarias en el Perú durante los años 2018, 2019 y 2020, medida en Exajoules (EJ). Durante el año 2020, se observó una disminución en la participación del petróleo y el carbón, mientras que la del gas natural, la energía hidroeléctrica y las energías renovables experimentaron un incremento significativo.

Figura 2.4: Comportamiento del Consumo de Energía Primaria, Perú-2020



Fuente: BP Statistical Review of World Energy, 2020

Cadena de valor del gas natural

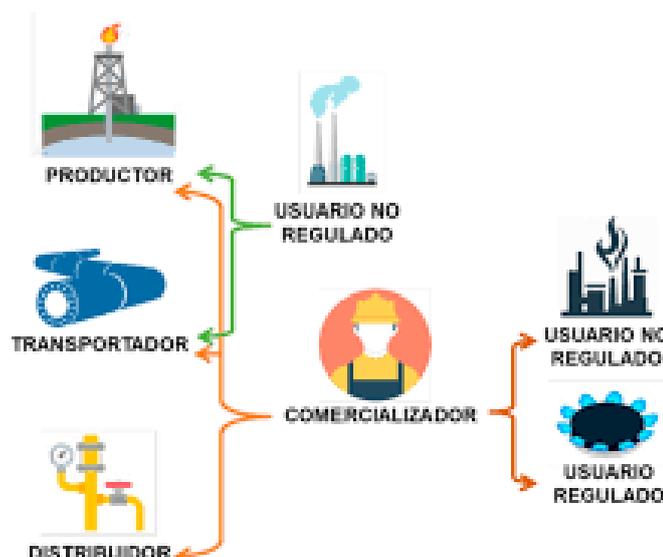
De acuerdo con Osinergmin (2021), se ha establecido un conjunto de actividades en secuencia para el gas natural que es transportado a través de ductos antes de su consumo final, y estas actividades se encuentran presentadas en la figura 2.5 en orden. Además, en la figura 2.6 se presenta una lista de actividades necesarias para la producción de Gas Natural Licuado (GNL), en la cual se incluyen las actividades relacionadas con el transporte de gas natural a través de ductos hasta la planta de licuefacción de Pampa Melchorita, la cual es operada por Perú LNG.

Figura 2.5. Cadena de Actividades del Gas Natural transportado por ducto



Fuente: Metrogas.

Figura 2.6. Cadena de Actividades para el Gas Natural Licuado



Fuente: Grupo Vanti

Producción

Según el informe de Osinergmin (2022), la zona de Camisea en la selva sur del Perú, cerca del río Camisea y aproximadamente a 20 km de la margen derecha del río Urubamba, se destaca como la principal fuente de gas natural en estado húmedo en el país. Los lotes 56, 57, 58 y 88, operados por Pluspetrol Perú Corporation y Repsol Exploración Perú, abarcan esta área. En el primer trimestre de 2022, en condiciones normales, se registró una producción promedio de 1,835.07 millones de pies cúbicos por día (MMPCD) en total para estos lotes. Específicamente, el lote 88 alcanzó una producción promedio de 1,160.23 MMPCD durante ese período, mientras que los lotes 56 y 57 tuvieron un promedio de 455.33 MMPCD y 219.51 MMPCD respectivamente.

De igual manera, los Líquidos de Gas Natural (LGN) representan una fracción más pesada del Gas Natural, compuesta por componentes con más de 3 átomos de carbono. La proporción de producción de LGN en relación al gas natural en un yacimiento (medida en barriles por millón de pies cúbicos - bbls/MMscf) se utiliza como un indicador de su calidad. Durante el primer trimestre de 2022, se logró una producción promedio de 52,248 barriles por día de LGN en el lote 88, 18,235 barriles por día en el lote 56 y 13,569 barriles por día en el lote 57. Estos valores reflejan una operación constante y estable en la Planta Malvinas, en condiciones normales.

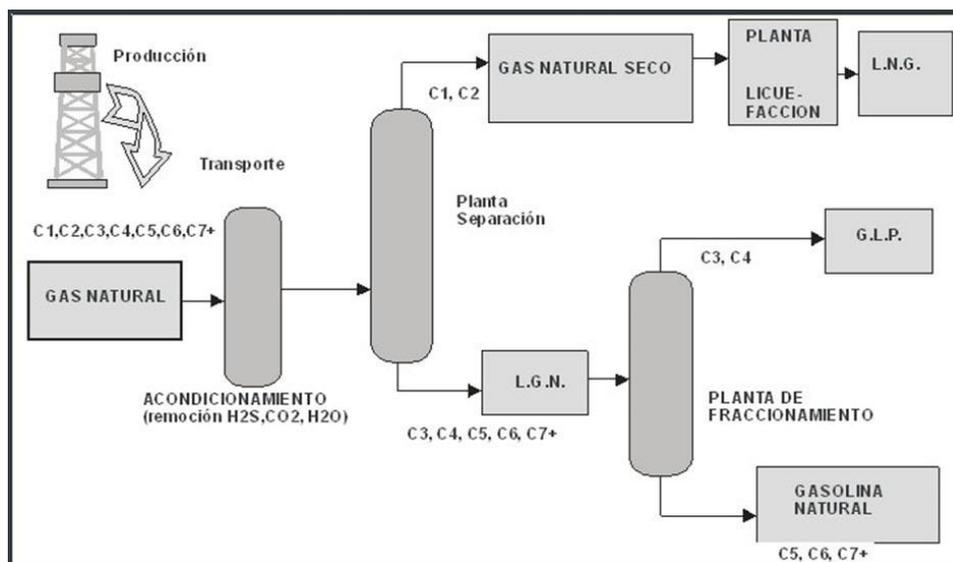
Procesamiento

El gas natural que entra en la Planta de Procesamiento de Malvinas requiere un tratamiento para separar los líquidos de gas natural del gas natural seco y otros componentes no deseados. Según el Gráfico 19, se puede observar que en ciertas ocasiones se procesa una mayor cantidad de gas natural, lo que sugiere que la Planta Malvinas está funcionando dentro del rango de flexibilidad de la planta, que es la diferencia entre el valor de diseño y el valor de operación. La capacidad de diseño de la planta es de 1,680 millones de pies cúbicos por día (MMPCD).

El poliducto Transportadora de Gas del Perú (TgP) se utiliza para transportar los Líquidos de Gas Natural hacia la Planta de fraccionamiento de Pisco. Durante el primer trimestre de 2022, se observa que la cantidad de líquidos de gas natural procesados en la Planta de Pisco se mantiene dentro de los niveles promedio y en condiciones normales. Es relevante destacar que los líquidos de gas natural provenientes del lote 57 son adquiridos por Pluspetrol y se consideran como parte del lote 56.

Por último, se utilizan técnicas físicas para separar los hidrocarburos y obtener productos específicos como propano y butano, que son componentes del GLP, así como nafta y diésel.

Figura 2.7. Procesamiento del gas natural



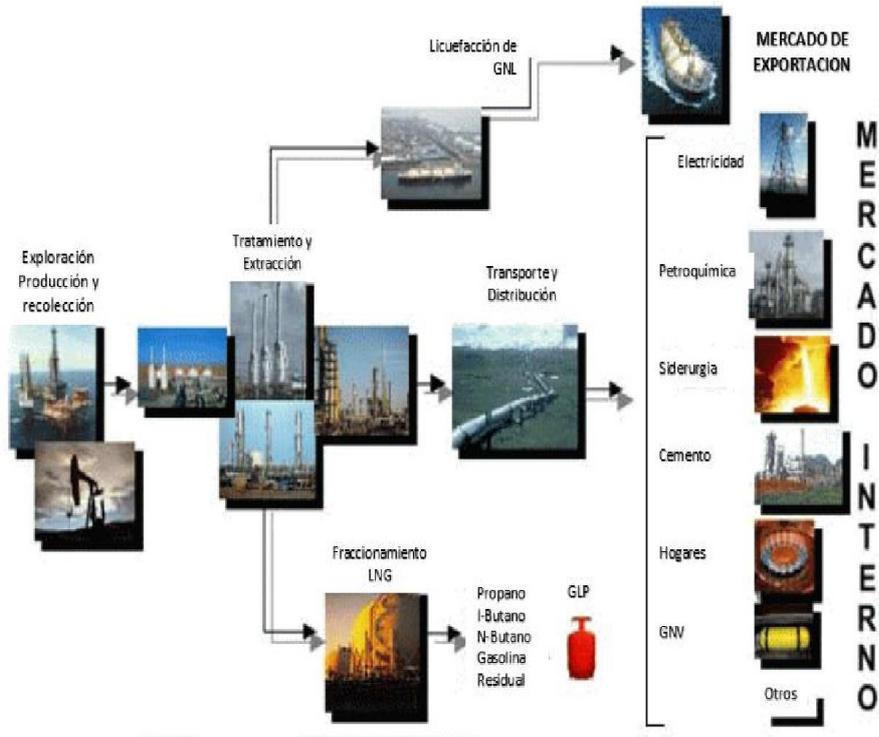
Fuente: Elaboración del libro de educación ingeniería química

Distribución y comercialización

La actividad consiste en suministrar gas natural a través de redes de tuberías para su uso directo en diversas industrias, hogares y estaciones de servicio. En la región sur de Perú, la distribución del gas natural es llevada a cabo por Gas Natural Fenosa Perú S.A, la cual es responsable de la expansión de la red de ductos y del suministro mediante el uso del transporte virtual o gaseoducto virtual. Este sistema ya se encuentra en funcionamiento para las ciudades de Arequipa, Moquegua, Ilo y Tacna. La empresa concesionaria proveerá gas

natural a las ciudades de la concesión Suroeste mediante un sistema de distribución operado en baja presión (4,14 bar), para lo cual se utilizará infraestructura de redes de distribución en PE 100 (polietileno de alta densidad).

Figura 2.8. Cadena de valor del gas natural y mercados de consumos



Fuente: OSINERGMIN Supervisión de la Infraestructura de la Industria del Gas Natural, 2009.

Figura 2.9. Cadena de valor del gas natural licuefactado



Fuente: Elaboración propia en base a presentación, Cadena de valor del gas natural INPROTER SAC.

Figura 2.10. Planta de licuefacción de gas natural en Pampa Melchorita



Fuente: PERÚ LNG

Se requerirán alrededor de 15 camiones cisterna para suministrar gas al sur del Perú, los cuales cargarán y descargarán su contenido en PLNG y alternarán su uso dependiendo de los consumos previstos. Se estima que se entregará una cisterna por día en las diferentes localidades, considerando que los tiempos por viaje redondo varían de 43 a 60 horas en máxima entrega de gas. Los camiones tendrán una capacidad geométrica de 66 m³, pero se cargará aproximadamente un 85% de su capacidad máxima (55 m³), y descargarán su contenido en las plantas de regasificación para el suministro en cada sistema de distribución.

Figura 2.11. Cisterna de GNL en planta Arequipa Norte



Fuente: Peru LNG de PSR Arequipa Norte, Julio 2017.

Tanques de almacenamiento: Son los depósitos de almacenamiento donde la cisterna trasvasa el GNL transportado.

Las capacidades de los tanques varían de acuerdo con la cantidad de gas que requiere la demanda, siendo la suma de varios tanques la capacidad de almacenamiento de las PSR, esto se ve reflejado en las capacidades manejadas por ciudad por GNFP.

Figura 2.12 Tanques de almacenamiento de GNL Arequipa



Fuente: Osinergmin de puesta en frío de PSR Arequipa Norte, Julio 2017

Tabla 2.3 Capacidades de almacenamiento

UBICACIÓN	CAPACIDAD DE PSR
Planta de Arequipa Norte	450 m ³ GNL
Planta de Arequipa Sur	450 m ³ GNL
Planta de Tacna	300 m ³ GNL
Planta de ILO	150 m ³ GNL
Planta de Moquegua	80 m ³ GNL

Fuente Osinergmin en PRS de GNL-Sur del Perú

El PPR (Puesta de Presión Rápida) es el elemento principal del circuito de presurización del depósito, que consiste en un gasificador atmosférico. Su

función es mantener la presión del depósito por encima de un nivel preestablecido cuando esta cae por debajo de dicho umbral.

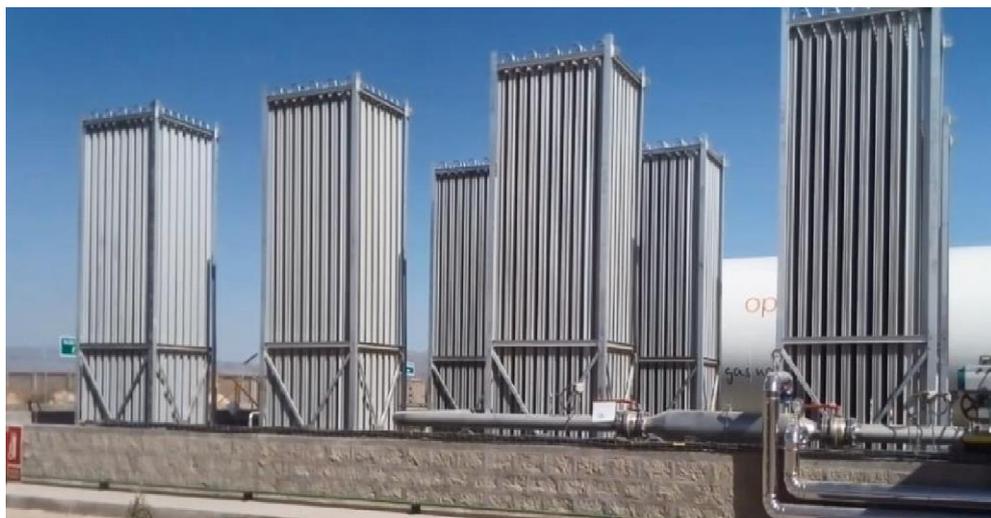
Figura 2.13 PPR de la PSR Arequipa Norte



Fuente: Osinergmin, PSR Arequipa Norte, Julio 2017

Regasificadores atmosféricos: Conocidos como vaporizadores atmosféricos son los encargados de gasificar el GNL, mediante la transferencia de calor del Ambiente al GNL para el cambio de fase líquido-Gas.

Figura 2.14 Evaporadores atmosféricos Arequipa Norte



Fuente: Osinergmin, participación de puesta en frío de PSR Arequipa Norte, Julio 2017

Calderas: Las PSR cuentan con un sistema de calentamiento, cuando las condiciones climáticas no sean las suficientes para alcanzar la temperatura mínima aceptada para el suministro de gas el sistema cuenta con calderas que suministrarán el calor necesario para elevar la temperatura a 5°C.

Figura 2.15 Calderas PSR Arequipa Norte



Fuente: Osinergmin, puesta en frío de PSR Arequipa Norte, Julio 2017

Estación de filtrado, regulación y medida: La función de esta instalación es la de filtrar partículas sólidas del gas mediante filtros de cartucho colocados en cada rama de las instalaciones, seguidamente de los filtros se encuentran los reguladores de presión cuya función es reducir la presión, hasta la presión de operación de las redes.

Para las redes de distribución el sistema operará en una MOP de 4bar, inmediatamente después de la regulación de presión, la instalación cuenta con un medidor del tipo turbina el cual contabiliza el gas inyectado a la red de distribución.

Figura 2.16 Estación de Regulación y medición de PSR Moquegua



Fuente: Osinergmin, puesta en frío de PSR Moquegua, Julio 2017

Sistema de odorización: A la salida de la estación de regulación y medición se encuentra el sistema de odorización que inyecta el odorante (TBM) aguas debajo de la ERM mediante bombas, el cual brinda las características de detección del gas natural. El gas natural debe ser detectado por una persona de olfato normal no calificada en una concentración del 20% del límite Inferior de inflamabilidad o 1% de concentración de gas en aire.

Figura 2.17 Sistema de odorización PSR Arequipa Norte



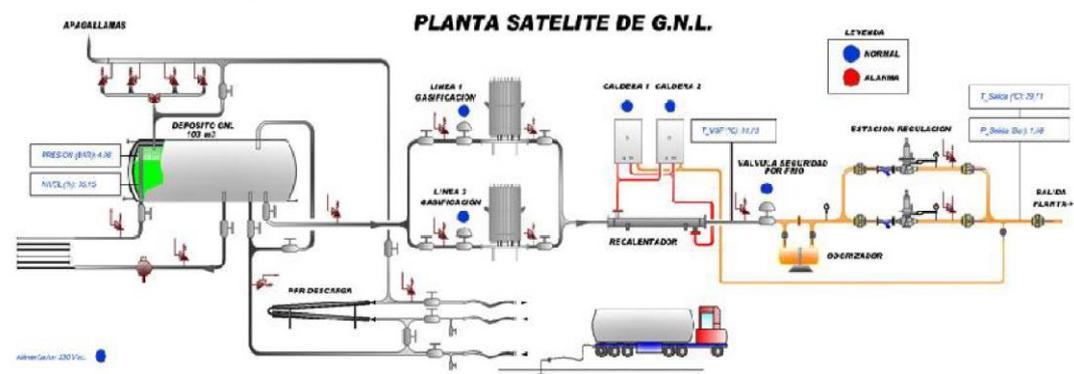
Fuente: Osinergmin, PSR Arequipa Norte de GNPf, Julio 2017

El GNL es transportado hasta las PSR de cada ciudad en camiones cisterna. Al llegar a las plantas el GNL contenido en la cisterna, se descarga en los depósitos criogénicos de almacenamiento de la PSR, donde se mantiene en fase líquida gracias al excepcional aislamiento térmico de los depósitos de doble pared aislados por perlita al vacío.

A medida que se necesita gas, el GNL se conduce por tuberías de acero inoxidable AISI 304 desde el, o los depósitos a la instalación de regasificación (Evaporadores).

Ésta es la encargada de proporcionarle el calor suficiente para que se produzca la gasificación. En el caso de las PSR de la concesión SUROESTE se emplean vaporizadores atmosféricos que emplean el calor del ambiente para realizar el cambio de fase de líquido a gas y el calentamiento hasta la temperatura mínima de emisión de 5°C. Dado que la temperatura de salida del gas es aproximadamente inferior en 6°C a la temperatura ambiente, en situaciones ambientales muy desfavorables (invierno) puede ser necesaria la aportación de calor adicional, para lo que se emplean recalentadores de agua caliente o eléctrica, que garantizan la temperatura mínima de emisión de 5°C.

Figura 2.18 Sinóptico de SCADA en Planta de GNL



Fuente: NOVAGAS Criogenia.

A partir de aquí, y ya en fase gaseosa, el gas se dirige a la unidad de regulación y medida donde se fija la presión de salida a la red y se mide el caudal del gas emitido. A continuación, y puesto que el gas natural carece de

olor, se impregna con un producto odorizante para poder identificar su presencia mediante el olfato, en caso de fuga. Desde la salida de la planta se envía el gas natural por las tuberías de la red de distribución hacia el consumidor.

Combustión industrial

En la industria, el uso eficiente de combustibles es crucial para procesos como la generación de vapor, el secado y la cocción de alimentos. La energía liberada por la combustión se aprovecha al máximo en estos procesos. La combustión es un proceso químico en el que el oxígeno del aire se combina rápidamente con los elementos del combustible, generando nuevos compuestos y liberando energía en forma de calor y luz, lo que se manifiesta visualmente como fuego. En toda combustión, se requiere un elemento combustible y otro que promueva la combustión (comburente), que suele ser el oxígeno en forma de O₂.

Química de combustión

La reacción de combustión presenta los siguientes elementos:

Reactivos: Son los componentes presentes antes de la reacción.

Productos: Son los componentes resultantes después de la reacción, como se observa en la siguiente ecuación:



Tipos de combustión

Combustión estequiometria

De acuerdo con Chávez (2005), la combustión completa con exceso de aire es cuando se mezcla el combustible y el oxígeno en las proporciones exactas necesarias y se quema de manera completa y adecuada. Aunque se supone que esta combustión es completa, hay varios factores químicos y físicos que pueden influir en la reacción, solo se pueden obtener reacciones estequiométricas en teoría.

Chávez (2005) explica sobre la necesidad de utilizar una proporción de oxígeno mayor a la teórica para lograr una combustión completa, sin la presencia de monóxido de carbono (CO) en los productos de la combustión. Sin embargo, este exceso de aire tiene dos efectos importantes en el proceso de combustión:

- Al incrementar la cantidad de gases de combustión, se produce una reducción en la temperatura máxima que se puede alcanzar.
- La formación de óxidos en relación al nitrógeno presenta una significativa variación en su concentración, lo que conduce a una disminución en la eficiencia de la combustión.

Combustión incompleta

Galvis (2004) señala que la combustión incompleta ocurre cuando los elementos del combustible no se oxidan completamente durante el proceso de combustión, y que los gases de combustión revelan la presencia de componentes como C, CO, H₂ y OH que caracterizan esta situación.

Entre las causas más frecuentes de una combustión incompleta se encuentran, la falta de oxígeno en cantidad suficiente y la mezcla deficiente de aire y combustible, que a su vez puede deberse a una baja turbulencia.

Combustión real

Es la práctica habitual de la combustión, se suele emplear un exceso de aire para asegurar que todo el combustible reaccione y libere toda su energía. No obstante, si este exceso de aire es mayor al requerido para una combustión eficiente, puede disminuir la eficiencia del proceso.

Quemadores industriales

Chávez (2005) explica que los equipos de combustión son dispositivos que tienen como finalidad producir un efecto térmico determinado mediante la reacción del combustible (gas natural) con el comburente (aire). Los

componentes principales que intervienen en este proceso son el quemador y el tren de válvulas.

El quemador desempeña diversas funciones cruciales en el proceso de combustión, que consisten en: suministrar el combustible en las condiciones apropiadas para su correcta combustión e ignición, proporcionar el aire con la cantidad necesaria de oxígeno para la reacción, mezclar adecuadamente el combustible y el aire en las proporciones requeridas y en el momento oportuno, encender y quemar la mezcla, y ajustar la llama según el uso específico al que se destine, otorgándole las características de longitud, volumen, temperatura y luminosidad adecuadas.

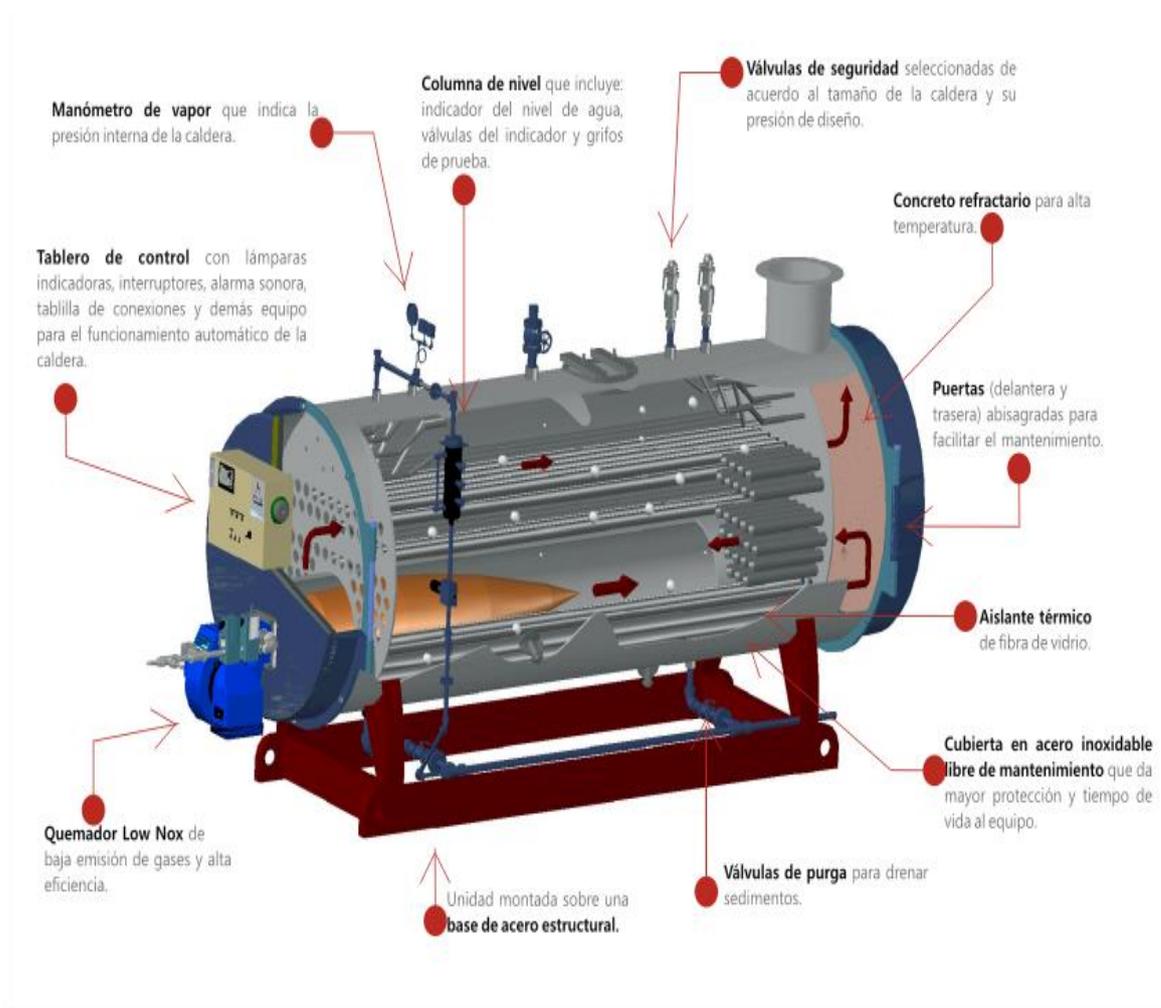
Calderas industriales

Una caldera es un dispositivo que funciona como un intercambiador de calor, donde la fuente de energía puede provenir de la combustión o del calor presente en un gas que fluye a través de ella. En ambas situaciones, el calor generado se transfiere a un fluido, el cual puede vaporizarse o no, y es transportado a un receptor donde se utiliza la energía transferida.

La estructura de una caldera varía según el tipo, pero en general se puede describir sus componentes principales como los siguientes:

- Hogar: es la zona donde se encuentra el quemador y donde se produce la combustión del combustible utilizado, generando gases calientes.
- Quemador: es el equipo encargado de producir la llama mediante la combustión.
- Tubos de intercambio de calor: el intercambio de calor entre los gases y el agua se produce a través de la superficie de los tubos, o viceversa, según el tipo de caldera.
- Chimenea: es el conducto por donde se expulsan los gases de combustión después de haber transferido calor al fluido.
- Carcasa: es la estructura que aloja el hogar y el sistema de tubos de intercambio de calor.

Figura 2.19 Componentes de una caldera



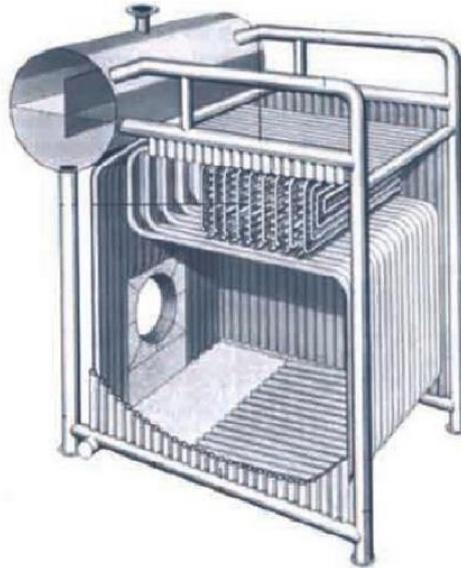
Fuente: PIMMSA Proyectos industriales y mantenimiento de Morelia S.A.

Clasificación de calderas de acuerdo con la disposición del fluido.

Calderas acuotubulares

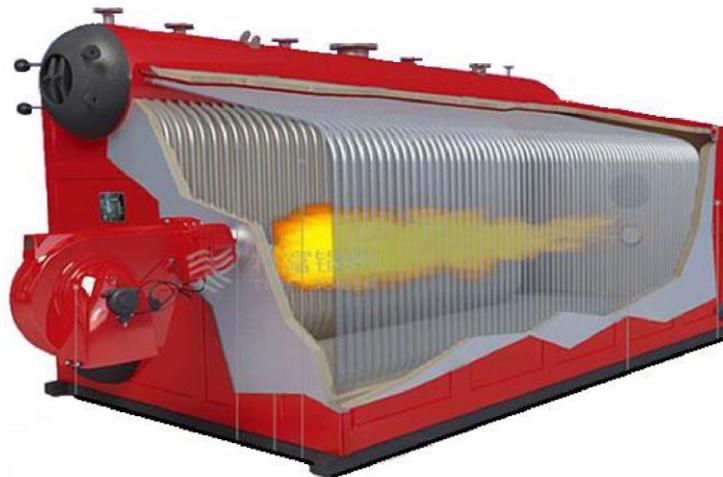
Las calderas acuotubulares o de tubos de agua son aquellas en las que el fluido a calentar circula por dentro de los tubos, mientras que los gases calientes generados por la combustión se desplazan alrededor de ellos. Estas calderas pueden tener una potencia que oscila entre 20HP y 2000HP y tienen la capacidad de operar a altas presiones de diseño, incluso superiores a los 350 Psi. Una ventaja de este tipo de calderas es su capacidad para trabajar bajo altas presiones.

Figura 2.20 Detalle de caldera acuotubular



Fuente Fernecom, Guía Básica de calderas industriales, Madrid, 2014

Figura 2.21 Caldera acuotubular

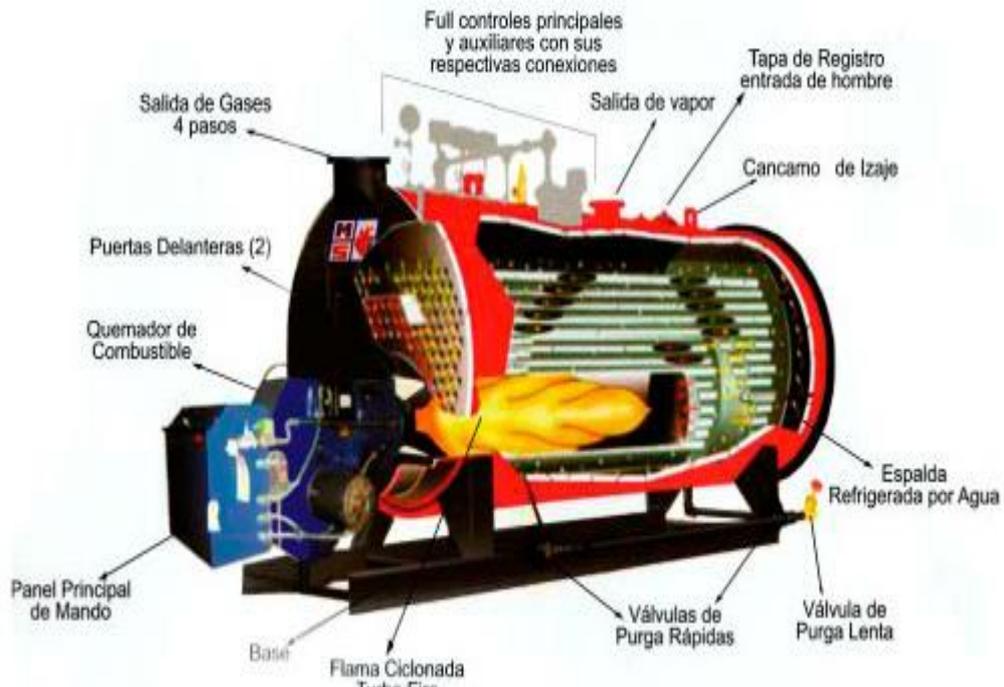


Fuente Fernecom, Guía Básica de calderas industriales, Madrid, 2014

Calderas piro tubulares.

Estas calderas se caracterizan porque los gases generados por la combustión circulan por el interior de los tubos en pasos, mientras que el líquido a calentar se encuentra en el exterior, rodeando los tubos que transfieren el calor. Son especialmente adecuadas cuando se requiere una presión de trabajo inferior a 22 bar.

Figura 2.22 Caldera piro tubular horizontal



Fuente: Manser Calderos industriales, Madrid, 2014

Las calderas piro tubulares se clasifican por el número de pasos en el interior siendo las calderas de dos, y tres pasos las más usadas.

Los pasos parten del hogar, donde los gases de la combustión inician su recorrido luego pasa a los tubos que recorren en posición contraria a la del primer paso y luego salen a la chimenea para el caso de dos pasos, para el caso de tres pasos el fluido vuelve a circular por otro paso y sale a la chimenea por el lado opuesto a la del quemador.

Instalador registrado de gas natural o instalador

De acuerdo con lo señalado por Osinergmin (2016), la persona natural o jurídica que se registre ante dicha entidad estará habilitada para llevar a cabo actividades como el diseño, construcción, reparación, modificación, revisión, mantenimiento y habilitación de instalaciones internas, así como estaciones de Gas Natural Vehicular (GNV), Estaciones de Gas Natural Comprimido (GNC) y Estaciones de Gas Natural Licuado (GNL), se pueden realizar estas actividades. Además, se tiene la capacidad de diseñar proyectos de instalación de Acometidas, instalarlas

y mantenerlas, cumpliendo con las regulaciones establecidas en la categoría correspondiente.

De acuerdo con la RCD N°067-2016-OS/CD la categoría que está autorizada para el diseño en las industrias es la categoría IG-3, el registro se realiza ante la identidad competente que en este caso es el OSINERGMIN.

De acuerdo a lo señalado por Osinergmin en el año 2016, La inscripción en la categoría IG-3 permite realizar actividades de diseño y supervisión en la construcción, reparación, modificación, revisión y mantenimiento de instalaciones internas. No hay limitaciones en términos de consumo mensual, presión o potencia de los equipos utilizados.

Cálculo y selección del medidor

La elección del medidor se fundamenta en las fórmulas de Boyle - Gay Lussac o ley de Boyle y Charles, las cuales se presentan a continuación:

$$\frac{Q_{st} * P_{st}}{(T_{st} + 273.15)} = \frac{V_a * (P_{e_{min}} + P_{atm})}{(T + 273.15)} \dots\dots\dots(2.2)$$

Al realizar la operación de despeje, obtendremos:

$$V_a = \frac{(Q_{st} * P_{st}) * (T + 273.15)}{(T_{st} + 273.15) * (P_{e_{min}} + P_{atm})} \dots\dots\dots(2.3)$$

Dónde:

P_{emin} = Mínima presión manométrica de entrada en el medidor, en bar en condiciones.

T = Temperatura a las condiciones de operación, °C

P_{atm} = Presión barométrica del sitio, bar

T_{st} = Temperatura a las condiciones estándar, °C

P_{st} = Presión a las condiciones estándar, bar

Q_{st} = Caudal estándar requerido para la instalación, Sm³/h

V_a = Caudal comprimido a presión de trabajo, m³/h

Resistencia de tuberías

Para evaluar la resistencia de las tuberías, nos basaremos en la Norma ASME B31.8. Según esta norma, en los sistemas de tuberías de gas, el espesor nominal de la pared se calculará utilizando la siguiente fórmula, considerando la presión de diseño correspondiente.

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times F \times T} \dots \dots \dots (2,4)$$

Dónde:

t = Espesor nominal.

P = Presión de diseño.

D = Diámetro nominal.

S = Tensión mínima de fluencia especificada.

F = Factor de diseño.

T = Factor de disminución de temperatura.

Capacidad de tuberías

$$Q_{max} = \frac{V_{max} \times D^2 \times P}{365.35} \dots \dots \dots (2,5)$$

Donde:

Q : Caudal máximo.

V : Velocidad máxima admisible.

P : Presión absoluta de cálculo bar.

D : Diámetro interior de tubería mm.

P man: Presión manométrica.

P atm : Presión atmosférica.

Velocidades y caída de presión

La fórmula cuadrática de Renouard será utilizada para el cálculo de la pérdida de presión y se presenta a continuación:

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6 \times S \times L \times \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots\dots\dots(2.6)$$

Dónde:

- P_A y P_B = Presión absoluta en kg/cm².
- S = Densidad relativa.
- L = Longitud del tramo en metros.
- Q = Caudal en m³/h
- D = Diámetro en mm.

Cálculo de Elemento filtrante

- La velocidad en el filtro no debe superar los 0.3 m/s.
- Presión mínima de suministro
- Caudal de diseño Q indicado en la Factibilidad

Formula aplicable

$$V = 14.7349 \times \frac{P_v}{T_v} \times \frac{ZT}{P} \times \frac{Q_b}{D^2} \dots\dots\dots(2,7)$$

Donde:

- V : Velocidad máxima en elemento filtrante.
- P : Presión mínima de suministro
- Q : Caudal de Diseño
- T : Temperatura de operación
- Pa : Caudal de Diseño
- T : Temperatura de operación

Pa : Presión atmosférica

2.3. Marco conceptual

Diseño

Fraseara (2000) describe el diseño como una actividad humana que implica programación, coordinación, comunicación y juicios de valor para crear algo tangible, basado en la aplicación de conocimientos, intuiciones educadas y toma de decisiones.

Albers (1965) explica que diseñar implica planificar, organizar, relacionar y controlar, y que se enfoca en mecanismos que evitan el desorden y el accidente, satisfaciendo necesidades humanas y calificando el pensamiento y hacer humano.

Por otro lado, Villeta (2000) lo define como un procedimiento que combina principios teóricos o experiencias, medios disponibles y productos del mercado para desarrollar soluciones a problemas específicos. En ingeniería, el diseño se aplica para el desarrollo de procesos y sistemas con características y propiedades específicas para solucionar problemas en particular.

Elisava (2023) describe el diseño como una práctica profesional que busca crear productos y servicios útiles y estéticos para beneficio de las personas en diversas áreas, como cultura, arte y tecnología. Es un proceso creativo que puede ser artesanal o industrial y tiene como objetivo la propuesta de productos innovadores.

Finalmente, para Romo (2021), el diseño es el proceso mediante el cual se generan los contextos tangibles, espaciales, visuales y de vivencia. Siguiendo esta explicación, el ingeniero, a través de su labor creadora, elabora una construcción de carácter público que establece una conexión evidente con su entorno físico y cultural.

Gas natural

Es una combinación natural de hidrocarburos, principalmente en forma gaseosa, que se encuentra de manera inherente en el subsuelo. En algunos casos, se halla en cercanía del petróleo, ya sea en los mismos yacimientos o en sus proximidades. La composición del gas natural, al igual que la del petróleo, varía según su ubicación geográfica.

2.4. Definición de términos básicos

Aguas abajo: Se entiende por "aguas abajo" a cualquier punto en la dirección del flujo del líquido o gas después del punto de referencia.

Aguas arriba: Se define como aguas arriba a cualquier punto del flujo de un líquido o gas que se encuentre antes de llegar al punto de referencia, es decir, más cercano al origen del flujo.

Área de concesión: se refiere al área geográfica especificada en el Contrato de Concesión para la Distribución de Gas Natural por Red de Ductos, en la que el Concesionario brinda el Servicio de Distribución.

ASME: Se puede parafrasear de la siguiente manera: La ASME, también conocida como la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos en español, es una organización que representa a profesionales de la ingeniería mecánica en los Estados Unidos y a nivel internacional.

Bar: Unidad de medida de presión en el sistema métrico de unidades y se utiliza para medir la presión manométrica ("gauge").

Brida: Una brida es un anillo de metal con orificios para pernos, que se coloca alrededor del tubo y tiene una superficie plana que forma un ángulo recto con el eje del tubo. Esto permite que se ajuste y se asegure a otra brida de acoplamiento, como la de una válvula, un medidor o otro tramo de tubería.

By Pass: Se entiende por "By Pass" una conexión en paralelo que se utiliza comúnmente en tuberías para permitir el paso del fluido mientras se realizan ajustes o reparaciones en una válvula, mecanismo de control o instalación.

También se utiliza para equilibrar las presiones en ambos extremos de una instalación.

Caudal: En términos generales, el caudal de gas se refiere al volumen de gas que fluye por un tramo de tubería en un intervalo de tiempo determinado. Para los cálculos pertinentes de este documento, se considera que el caudal de gas se mide en condiciones estándar (Sm^3/h) a una temperatura de $15\text{ }^\circ\text{C}$ y una presión absoluta de 1013,25 mbar o 101,325 KPa.

Combustión: Se define como un proceso químico de oxidación que produce calor y, en ocasiones, luz en forma de llamas o incandescencia, a una velocidad suficientemente alta. Es una reacción química rápida del oxígeno con el combustible, que genera calor y, en algunos casos, luz.

Distancia mínima de seguridad: Son las distancias mínimas a las que se puede ubicar un ducto, o instalaciones, con respecto de servicios o edificaciones cercanas.

Estación principal: Es aquella Estación de Regulación de Presión, que estando conectada a una línea principal usualmente es utilizada para regular la presión aguas abajo a líneas secundarias.

Estación secundaria: Es aquella Estación de Regulación de Presión que depende de una línea secundaria de media o baja presión que a su vez, es utilizada para regular presión aguas abajo.

Presión de garantía: Es la mínima presión establecida en base a los cálculos realizados y/o a las condiciones contractuales en un punto determinado de una red.

Presión de entrega: Presión prevista en un punto de transferencia de custodia o cliente cuando el sistema se mantiene operando bajo un conjunto de condiciones previstas, incluyendo los consumos previstos de los clientes. La Presión De Entrega es mayor igual a la Presión De Garantía o contractual.

Regulador de presión: Se trata de un dispositivo que tiene como objetivo reducir y mantener estable la presión de salida en un valor determinado, dentro de unos límites establecidos.

Soldadura por termo fusión: Es un método de unión utilizado en tuberías termoplásticas en el cual se calientan las partes a unir para que los materiales se fusionen cuando se unen por presión.

Válvula de alivio: Se trata de un dispositivo que se instala para prevenir el aumento de la presión en una tubería o sistema de distribución al que está conectado, mediante la liberación controlada del gas hacia la atmósfera cuando la presión supera un valor predeterminado. Su objetivo es evitar que la presión alcance niveles superiores a los permitidos y asegurar la seguridad de la instalación.

Válvula esférica: Se trata de un dispositivo mecánico que se utiliza para regular el flujo de gas y que consta de una esfera móvil que puede abrir, cerrar o ajustar el paso del gas a través de la válvula.

Calderas de vapor: Son equipos industriales diseñados para generar vapor a partir de agua, y tienen diferentes capacidades de producción. El vapor generado tiene una gran importancia en diferentes procesos industriales.

Osinergmin: es un organismo regulador encargado de supervisar y regular la inversión en energía y minería, asegurándose de que las empresas cumplan con las normativas y regulaciones correspondientes.

III. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

El diseño de la red permite la construcción del sistema de tuberías para transportar 1860 m³/h de Gas Natural a una industria pesquera en la ciudad de Pisco Ica.

3.1.2. Hipótesis específicas

- El diseño del acceso de ingreso a la estación, permite la construcción de la línea de tuberías para el transporte de gas natural a la Estación de Regulación Primaria.
- El diseño de la Estación de Regulación de medición Primaria permite la construcción de la línea de tuberías para la regulación de presión del ingreso de Gas Natural hacia el punto de consumo.
- El diseño de las Instalaciones internas permite la construcción de la línea de tuberías para el transporte de 1860 m³/h de Gas Natural desde la Estación de Regulación hacia la zona de Calderos.

3.2. Operacionalización de variable

3.2.1. Operacionalización de la variable

Variables	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Índices	Método	Técnica
Variable Diseño de una red de tuberías para transportar 1860 m ³ /h de gas natural	Según Robert (2022), El diseño de tuberías busca planificar y diseñar un sistema seguro y eficiente que permita el transporte y distribución del Gas Natural desde los puntos de una troncal hasta los puntos de consumo, tomando en cuenta la elección de los componentes adecuados, las rutas de transporte apropiadas y las medidas de seguridad necesarias.	De acuerdo a las normativas y definiciones de CALIDDA, CONTUGAS y las Normas Técnicas Peruanas NTP – 011-010 el sistema de tuberías a gas natural se divide en: Acceso de ingreso a la Estación, Estación de Regulación de medición primaria, Instalaciones internas	Diseño del Acceso de ingreso a la Estación (AIE)	Parámetros de diseño del AIE	Presión, velocidad, temperatura	Análisis - Sintético	Documental: Investigaciones, libros y fichas técnicas.
				Dimensionamiento de tuberías	mm		
			Diseño de la Estación de Regulación de medición primaria (ERMP)	parámetros de diseño de la Estación	Presión, velocidad, temperatura		
			Dimensionamiento de tuberías	mm			
			Diseño de las Instalaciones internas	Parámetros de diseño de la instalación interna	Presión, velocidad, temperatura		
				Dimensionamiento de tuberías	mm		

IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

4.1. Diseño metodológico

La presente investigación se caracteriza por ser de tipo aplicada ya que hace uso del conocimiento científico para el diseño de una red de tuberías capaz de transportar 1860 m³/h de gas natural afín solucionar el problema de abastecimiento con un combustible eco amigable en los calderos de una industria pesquera. Esto está en concordancia con lo afirmado por Espinoza (2014), el cual establece que la investigación aplicada tiene como objetivo utilizar el conocimiento científico para desarrollar tecnologías que puedan ser aplicadas de manera inmediata para solucionar problemas.

Así mismo, la presente investigación tiene un diseño no experimental ya que no se manipularon las variables, sino que se utilizó la simulación por software para confirmar la hipótesis y validar el diseño de la red de gas natural. Este enfoque coincide con la definición dada por Valderrama (2015) de un estudio no experimental, el cual se lleva a cabo sin la manipulación intencional de variables, sino que se observan los fenómenos en su entorno natural y se analizan posteriormente.

4.2. Método de investigación

La presente investigación aplicó el método sistémico, el cual permitió analizar el diseño de la red de tuberías de gas natural al considerar cada uno de sus componentes y estudiar su funcionamiento como un sistema integrado. Esta metodología se encuentra respaldada por Espinoza (2014), quien señala que el enfoque sistémico implica el estudio de los elementos que conforman un objeto para entender su funcionamiento de manera dinámica y holística, mediante un enfoque de pensamiento orientado hacia la totalidad.

4.3. Población y muestra

La presente investigación tuvo como población a 2 calderos piro tubulares de 900 BHP y 700 BHP a los que se le pretende abastecer de gas natural por medio de un diseño de una red de tuberías para transportar 1860 m³/h de GN, así

mismo la muestra sería la misma ya que la población es alcanzable. Esto está en concordancia con lo que afirma Neill y Cortez (2017), quien indica que la población o universo es el conjunto completo de sujetos u objetos que se investigarán, y su selección se realiza en función de ciertas características que puedan proporcionar información relevante para el estudio del problema. Además, el autor señala que cuando tanto la muestra como la población son pequeñas, suelen ser idénticas.

4.4. Lugar de estudio y periodo desarrollado

El presente trabajo va a tomar lugar en dirección: Av. los martillos s/n Mz. M, Lt.6 distrito: Santa Elena de Paracas, provincia de Paracas en el departamento de Ica, en un periodo de 8 meses, en donde se realizaron reuniones con los representantes del cliente, así como las visitas a las instalaciones para la recolección de la información preliminar para el diseño de la red hasta su finalización.

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

Para la presente investigación se utilizó la técnica documental ya que se recopiló la información para el desarrollo del diseño de la red de tuberías, utilizando como instrumentos a las Normas nacionales peruanas, así como las internacionales de diseño, tesis, libros donde puedan existir antecedentes de la problemática el cual es objeto de estudio y otros trabajos de investigaciones escritas. Esto está en concordancia de establecido por Ciro (2014) quien indica que la técnica documental permite la recopilar evidencias que puedan respaldar las hipótesis de investigación.

4.6. Análisis y procesamiento de datos

Para realizar el análisis y procesamiento de los datos para realizar el diseño de la red se establecieron las siguientes etapas:

Etapas I: Diseño del Acceso de Ingreso a la Estación (AIE).

La instalación del Acceso de Ingreso a la Estación comprende desde la Junta de Oro, que es la unión de la red (troncal) que pasa afuera de predio de la

empresa pesquera, hasta la entrada de la EMRP, para ello es necesario analizar:

- Los parámetros de diseño de la AIE.
De acuerdo a Bohm (2005) son aquellos información necesaria o criterios iniciales para el inicio del desarrollo de los cálculos y dimensionamiento de un equipo.
- El dimensionamiento de la tubería del AIE. El cual comprende:
 - El diámetro del cálculo a partir de la Velocidad.
 - El cálculo de resistencia de tuberías.
 - El cálculo de la variación de presiones.

Etapla II: Diseño de la Estación de Regulación de medición primaria

La EMRP es la estación donde se regula la presión de que viene desde la troncal de gas de contugas, la cual va de 19 bar (troncal)a 3 bar (salida de la ERMP) , esta presión de salida tendrá otra reducción casi a la llegada de los calderos en la ERS(ESTACIÓN DE REGULACIÓN SECUNDARIA), la cual reducirá la presión de 3 bar a 2 bar , que es la presión con la que trabaja los quemadores de los dos calderos de 700 Y 900 BHP. Para ello es necesario analizar:

- Los parámetros de diseño de la ERMP.
- El equipamiento.
- Calculo y selección del medidor
- El dimensionamiento de la tubería del ERMP.

Etapla III: Diseño de las Instalaciones internas

Es la tubería que comunica, a la ERMP y los quemadores de los calderos. Para ello es necesario analizar:

- Los parámetros de diseño de las instalaciones internas.
- El dimensionamiento de la tubería de la red interna.

- Pruebas de la instalación.

Así mismo Para realizar el diseño de la red de tuberías para el transporte de 1860 m³/h de Gas Natural en una industria pesquera fue necesario la aplicación de Normas nacionales como internacionales como:

- ASME B31.8 “Sistemas de Tubería de Transmisión y Distribución de Gas” -2009
- DS 040 - 2008 EM “Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos”.
- Norma Técnica Peruana NTP 111.010 “GAS NATURAL SECO. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales”.
- MANUAL DE GAS NATURAL PARA INDUSTRIAS IIN-MA-GI 003 Rev. 00-11/04/ 2013.
- Norma API-1104:2013 Welding of Pipelines and Related Facilities.
- DS 043-2007-EM - Reglamento de Seguridad para Actividades de Hidrocarburos.
- Reglamento Nacional de Edificaciones Actualizado.
- NPT ISO 9001:2008 Sistemas de Gestión de Calidad.
- ASME SECCION IX Estándares para la Calificación del Procedimiento de soldadura y de soldadura Brazing, soldadores y operadores de soldadura.
- Limpieza con chorro abrasivo al metal blanco SSPC – SP5.
- Limpieza con Chorro Abrasivo Cercano al Blanco. SSPC-SP10.
- Medición del Espesor de Película Húmeda ASTM D-4414.
- Medición de Espesor de Película Seca SSPC-PA2.
- Especificación para la aplicación de pintura SSPC – PA2.
- Norma NTP 370-056 SEGURIDAD ELECTRICA- Electrodo de Cobre para puesta a tierra.

Así mismo las normativas y definiciones de CALIDDA, CONTUGAS y las Normas Técnicas Peruanas NTP – 011-010, establece que el sistema de tuberías a Gas Natural se divide en:

- Acceso de ingreso a la Estación.

- Estación de Regulación de medición primaria.
- Instalaciones internas.

Por lo que en la presente investigación se realizó el diseño de la red de Gas Natural en cada una de estas partes de la red, en forma de etapas basado en las Normas Nacionales e Internacionales antes descritos.

4.7. Aspectos éticos en investigación

Al redactar el informe final de investigación, se siguieron los principios éticos y morales propios de la ética profesional. Se tuvo una precaución especial al manejar información confidencial, respetando las normativas y leyes pertinentes para su divulgación. Asimismo, se garantizó la confidencialidad al utilizar herramientas para recolectar información, y se cumplieron los acuerdos establecidos con la organización Mainpro Alfa.

V. RESULTADOS

5.1. Resultados descriptivos

Etapa I: Diseño del acceso de ingreso a la estación.

El Accesorio de Ingreso a la Estación conocido como AIE, es el tramo inicial de la red que comprende desde la Junta de oro, que es la unión de la red (troncal) que pasa afuera de predio de la pesquera, hasta la entrada de la Estación de Regulación de medición primaria (EMRP), para realizar su diseño se realizaron los siguientes pasos:

- **Parámetros de diseño**

Al emplear dispositivos de medida y las placas identificativas de cada dispositivo, se pueden determinar los valores de diseño, tales como las presiones y el caudal indicados en la tabla 5.1.

Tabla 5.1. Parámetros de diseño del AIE

Datos de diseño	
Presión de diseño	19 bar
Presión de prueba	28.5 Bar
Presión máxima de entrada	19 bar
Presión mínima de entrada	5 bar
Caudal máximo sfs	1860 m ³ /h

Fuente: Elaboración Propia

- **Dimensionamiento de tuberías del AIE**

Para realizar el diseño de la tubería AIE es necesario analizar las caídas de velocidad y presión, así como su cálculo de resistencia.

- **Cálculo del diámetro a partir de la velocidad**

Para el cálculo del diámetro se debe tomar como punto de partida que en una red hidráulica, el gas natural en la AIE no debe tener una

velocidad mayor a 20 m/s, determinando el diámetro mediante la siguiente ecuación:

$$u = \frac{365,35.Q}{D^2.P} \dots\dots\dots(5.1)$$

Donde:

- u Velocidad lineal en m/s
- Q Caudal en m³/h (condiciones estándar)
- P Presión de cálculo en kg/cm² absoluta
- D Diámetro inferior de la tubería en mm

Asumiendo en un primer instante una velocidad crítica de 30m/s, a una presión de mínima de 5 bar + 1.033 bar (1 atmosfera) a la entrada se puede despejar el diámetro mínimo requerido inicial.

$$30 = \frac{365,35 * 1860}{D^2 * 6.033}$$

$$\text{Diametro minimo} = 67.49 \text{ mm}$$

A partir de este calculo que el diámetro de la tubería se encontraría en tuberías de 3" y 4" de diámetro nominal.

➤ **Cálculo de resistencia de tuberías**

El cálculo del espesor mínimo de la tubería se llevó a cabo utilizando la Norma ASME B31.8 como referencia. Según esta norma, en los sistemas de tuberías de gas, se debe determinar el espesor nominal de la pared para una presión de diseño específica mediante la siguiente fórmula.

$$t = \frac{PxD}{2xSxFxExT} \dots\dots\dots(5.2)$$

Dónde:

- t = Espesor nominal

- P = Presión de diseño.
- D = Diámetro nominal.
- S = Tensión mínima de fluencia especificada, psig
- F = Factor de diseño.
- E = Factor de junta soldada.
- T = Factor de disminución de temperatura.

Para el primer tramo de tubería en 3 pulgadas en ASTM 106, SCH 40.

- P_{max.} de Diseño = 19 bares
- D_{min.} Adoptado = 3 pulgadas
- S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 Psi
- E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1
- F según clase de localidad asignada = 0.3
- T para temperaturas menores a 250 °F = 1

Para el cálculo tendríamos:

$$t = \frac{19 \times 14.5 \times 3}{2 \times 35000 \times 0.3 \times 1 \times 1} = 0.039 \text{ pulg}$$

0.99 mm < 5.49mm (Tubería SCH40 Ø3" cumple con espesor)

Para el segundo tramo de tubería en 4 pulgadas en ASTM 106, SCH 120.

- P_{max.} de Diseño = 19 bares
- D_{min.} Adoptado = 4 pulgadas
- S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 Psi
- E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1
- F según clase de localidad asignada = 0.3
- T para temperaturas menores a 250 °F = 1

Para el cálculo tendríamos:

$$t = \frac{19 \times 14.5 \times 4}{2 \times 35000 \times 0.3 \times 1 \times 1} = 0.052 \text{ pulg}$$

1.32 mm < 11.13 mm (Tubería SCH40 Ø4" cumple con espesor)

➤ **Cálculo de la variación de presión:**

De la fórmula de Renouard simplificada (válida para 0-4 Bar y Q/D<150)

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 \cdot s \cdot L \cdot \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots \dots \dots (5.3)$$

Donde:

- P_A^2 y P_B^2 Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm²
- S densidad relativa del gas
- L Longitud del tramo en km. Incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen. Véase tabla
- Q Caudal en m³/h (condiciones estándar)
- D Diámetro en mm

Nota: La longitud total en Km incluye el gasto por perdidas.

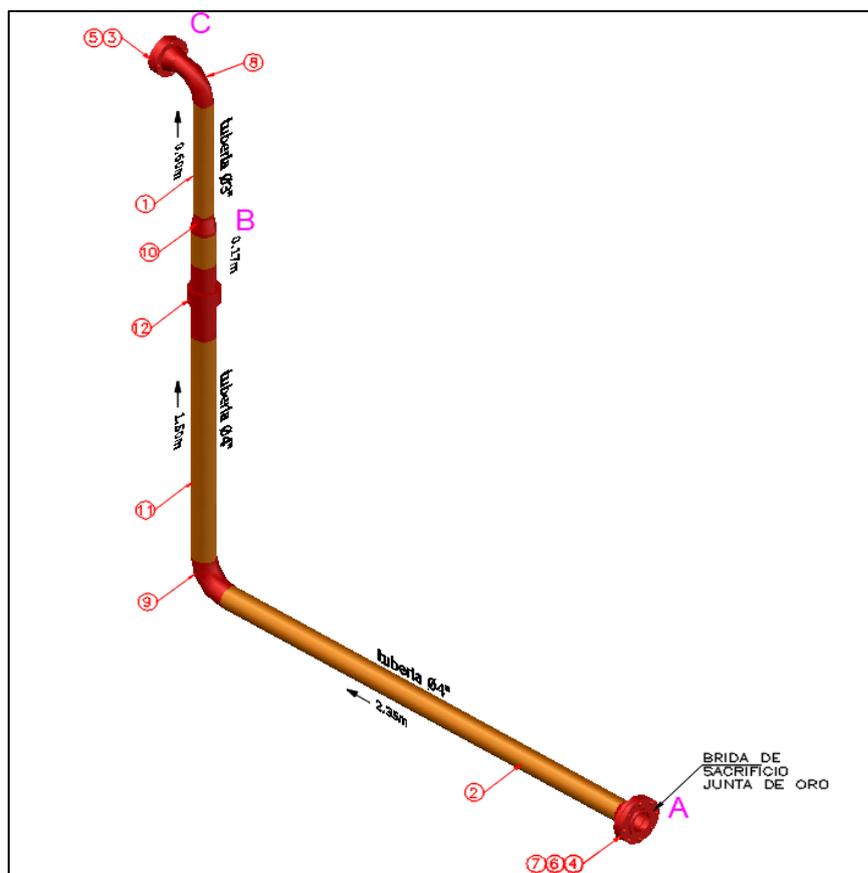
Tabla 5.2. Cálculo de caída de presión y velocidad con hoja de cálculo Excel

Plantilla de cálculo de gas natural											
Tramo	Caudal Sm3/h	Longitud m		Presiones bar		P1-P2 bar	Diámetro mm		Veloc. m/s	Observaciones	Unión
		Real	Calculo	P1	P2		Calculo	Adap.			
A-B	1860	4.6	4.6	19	18.9982	0.0018	33.1	4"	3.2	Tubería de acero SCH120	soldada
B-C	1860	0.75	0.75	18.9982	18.997	0.0007	33.1	3"	10.3	Tubería de acero SCH40	soldada

Plantilla de cálculo de gas natural											
Tramo	Caudal Sm3/h	Longitud m		Presiones bar		P1-P2 bar	Diámetro mm		Veloc. m/s	Observaciones	Unión
		Real	Calculo	P1	P2		Calculo	Adop.			
A-B	1860	4.6	4.6	5	4.9979	0.0021	67.49	4"	10.89	Tubería de acero SCH120	soldada
B-C	1860	0.75	0.75	4.9979	4.9966	0.0013	67.5	3"	18.76	Tubería de acero SCH40	soldada

Fuente: Elaboración Propia

Figura 5.1. Plano 3D de la Tubería del Acceso de Ingreso a la Estación



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5.3. Lista de materiales de la Tubería del Acceso de Ingreso a la Estación

Item	Cant	UND	Denominación	Especificación
1	0.6	m	Tubería de A.C, S/C Sch 40, Ø 3"	ASTM A53 Gr.B / A106 / API 5L
2	2.35	m	Tubería de A.C, S/C Sch 120, Ø 4"	ASTM A53 Gr.B / A106 / API 5L
3	4	pza	Espárragos c/tuerca 5/8" 3"	ASTM A193 Gr.B 7
4	4	pza	Espárragos c/tuerca 5/8" 4"	ASTM A193 Gr.B 7
5	1	pza	Brida W.N.R.F. S-150, Ø 3"	ASTM A105 / ANSI B16.5
6	1	pza	Brida W.N.R.F. S-300, Ø 4"	ASTM A105 / ANSI B16.5
7	1	pza	Brida ciega. S-300, Ø 4"	ASTM A105 / ANSI B16.5
8	1	pza	Codo 90° A.C, Sch 40, Ø 3"	ASTM A234 WPB
9	1	pza	Codo 90° A.C, Sch 80, Ø 4"	ASTM A234 WPB
10	1	pza	Reducción concéntrica A.C, Sch 80, Ø 4" x Ø 3"	ASTM A234 WPB
11	1.78	m	Tubería de A.C, S/C Sch 40, Ø 4"	ASTM A53 Gr.B / A106 / API 5L
12	1	pza	Junta monolítica Sch 150, Ø 4"	ASTM A234 WPB

Fuente: Elaboración Propia

Etapa II: Diseño de la estación de regulación de medición primaria

La EMRP es la estación donde se regula la presión de que viene desde la troncal de gas de contugas, la cual va de 19 bar (troncal) a 3 bar (salida de la ERMP), esta presión de salida tendrá otra reducción casi a la llegada de los calderos en la Estación De Regulación Secundaria (ERS), la cual reducirá la presión de 3 bar a 2 bar, que es la presión con la que trabaja los quemadores de los dos calderos DE 700 Y 900 BHP. Para realizar su diseño se realizaron los siguientes pasos:

- **Parámetros de diseño de la ERMP**

Mediante el uso de herramientas de medición y la información provista en las placas de identificación de los equipos, se puede determinar que los parámetros de diseño, incluyendo las presiones y el caudal, se basarán en los valores establecidos en la tabla 5.4.

Tabla 5.4. Parámetros de diseño del ERMP

Datos de diseño	
Presión de Diseño:	19 bar
Presión Máxima de entrada	19 bar
Presión Mínima de Suministro en la Red:	5 bar
Presión Regulada:	3.0 bar
Presión de Prueba Tramo alta (mínimo):	28.5 bar
Caudal Máximo Autorizado:	1860 m ³ /h
Capacidad Máxima Instalada:	1600 m ³ /h

Fuente: Elaboración Propia

La Estación de Regulación de medición primaria es del tipo doble Rama de Regulación y cuenta desde su ingreso, con cuadro de Filtrado – Medición - Regulación.

El cuadro de filtrado, medición y regulación cuenta en cada rama con válvula de corte cómodamente ubicadas aguas arriba del filtro y aguas abajo de la regulación.

El filtro es del tipo cartucho bridado FM3 S-150 Ø 3" para de partículas secas, con cartucho que garantiza separar partículas mayores a 5 micras. Continuo al filtrado se ubica la etapa de medición con dos ramas, una rama con válvula esférica bridada de Ø 3" S-150 paso reducido, accionamiento palanca, aguas arriba y aguas abajo del Medidor, cuenta con un computador de flujo de rango de 0 a 19 bar, quien hará la conversión y el cálculo para la facturación. La otra rama sirve de Bypass en caso de mantenimientos o reparaciones en la rama de medición; posee válvulas de corte tipo bola aguas arriba y abajo de la rama y un plato tipo "3" (ciego / abierto) ubicado intermedio. Continuo a la medición se ubica la etapa de Regulación en cada rama posee una válvula Reguladora con bloqueo incorporado que garantiza el corte de gas por alta presión; dicho regulador mantiene constante la presión de línea hacia los equipos de consumo.

Luego de la Etapa de regulación se ubica una Válvula de Seguridad por Alivio con capacidad del 5% del caudal autorizado que protegerá eventuales sobrepresiones ante un mal cierre de la Válvula Reguladora principal.

Los manómetros de control mostrarán las presiones correspondientes del sistema, mientras que los elementos dieléctricos se utilizarán para aislar eléctricamente la EMRP del gasoducto en su entrada y de la tubería interna en su salida.

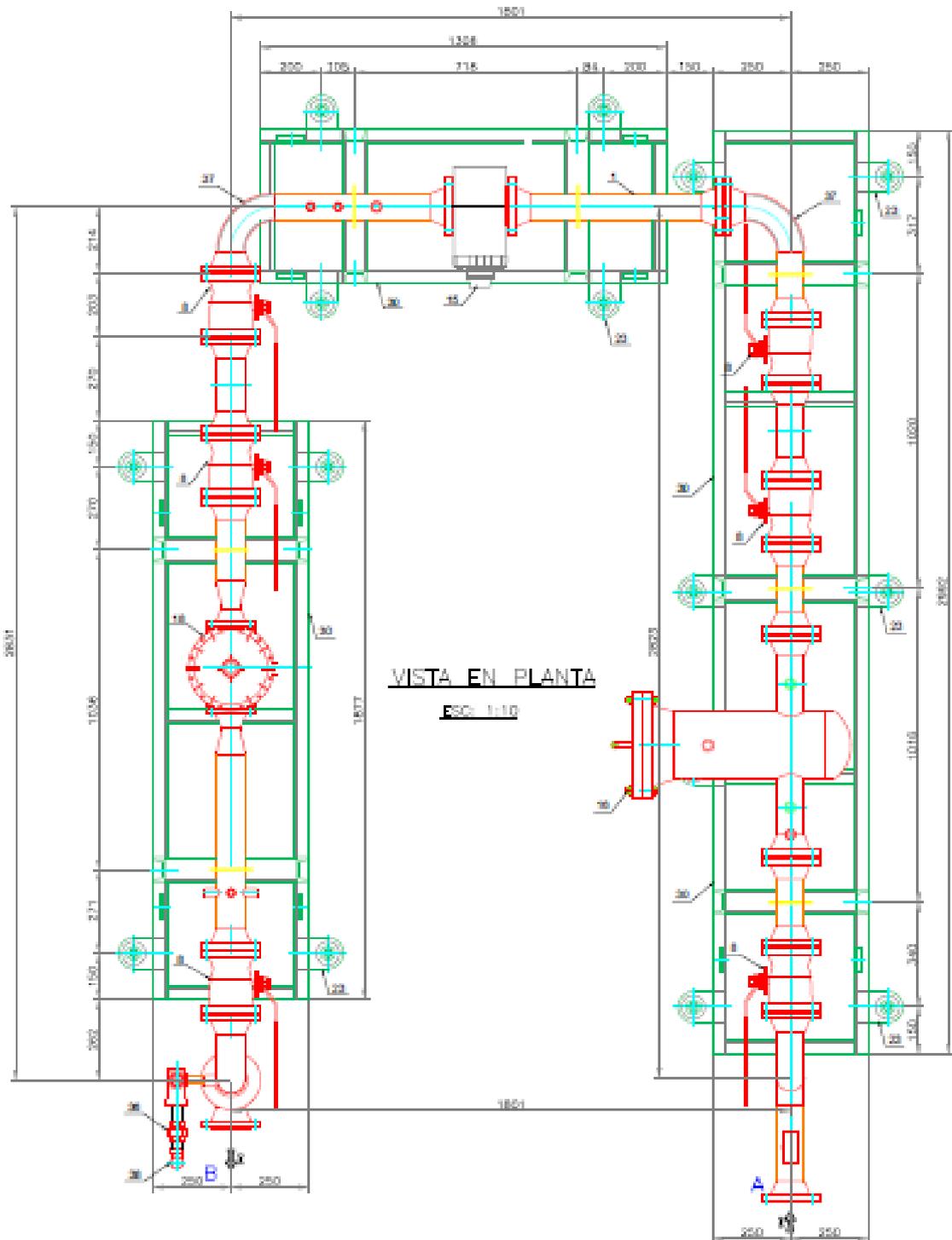
Para su dimensionamiento se tuvieron en cuenta las fórmulas de cálculo del Dr. Poole y Renouard simplificada citas en el reglamento de distribución por red de ductos, así como la aplicación de las normas técnicas peruanas NTP 111.010 y normas y recomendaciones internacionales.

Las pérdidas de carga máximas admisibles se consideraron teniendo en cuenta el siguiente cálculo:

- Velocidades máximas consideradas en la EMRP es de 20 m/seg.

Longitudes de cálculo teniendo presente las equivalentes en válvulas y accesorios recomendadas.

Figura 5.2. Plano de la ERMP (estación de regulación y medición primaria)



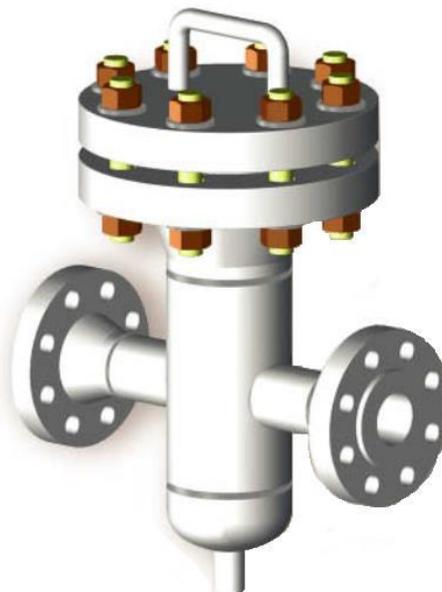
Fuente: Elaboración Propia

- **Equipamiento**

La EMRP estará conformada por los siguientes equipos:

- a) **Filtro tipo cartucho bridado FM 3 S-150.-** Se construirán 02 Filtros tipo cartucho bridado FM 3 - Ø3", cuya función es purificar el fluido y retener cualquier partícula sólida mayor de 5 micrones, serán supervisadas durante su proceso constructivo, y certificados al igual que toda la EMRP. Estarán ubicadas 1 en cada Rama, Aguas arriba de cada Medición; poseerán Válvula de purga en el cuerpo del filtro, serán del tipo "cilíndrico", con cuerpo de acero al carbono, bronce y malla de acero inoxidable, calidad ASTM serie ANSI 150.

Figura 5.3. Filtro para la EMRP



Fuente: Especificación de filtros de cartucho Tormene Americana pág.3, Edición 2015.

- b) **Regulador de Presión.** - Válvula Reguladora Modelo DIVAL 600 c/bloqueo incorporado por alta presión 4 bar y baja presión 1.8 bar, Marca PIETRO FIORENTINI. Estos reguladores serán instalados 1 en cada rama de la EMRP, instalado con el sentido del flujo en horizontal, con válvulas de corte aguas arriba y aguas abajo. Se adjunta cálculo del Regulador.

Figura 5.4. Válvula Reguladora Dival 600



Fuente: Catalogo de Pietro Fiorentini www.fiorentini.com

- c) **Medidor.** - Medidor Rotativo, Marca FMO G-160 de diámetro \varnothing 3" bridado S-150 Pmax. 21 bar, este será instalado con el sentido flujo horizontal, tal como lo indique el fabricante, el contador se colocará en posición horizontal con lectura frontal más clara y correcta. Contará con las certificaciones solicitadas por la Concesionaria. Se adjunta catálogo del fabricante.

Figura 5.5. Medidor Rotary FMG G160



Fuente: Catalogo de Almaq S.A

- d) **Computador de Flujo.** - Modelo XARTU/1 - LDVI, marca EGLE XA/1, será instalada sobre una base metálica firmemente anclada al soporte de

la EMRP, tiene conexiones para verificar la temperatura y la presión de forma instantánea y hacer las correcciones en el consumo, posee una batería de larga duración para su funcionamiento.

Figura 5.6. Computador de Flujo Marca Eagle



Fuente: Catalogo de Almaq S.A

- e) **Válvulas de Alivio.** – Modelo 054D Marca H. Farinola. Se instalará 1 válvula de seguridad por alivio, aguas abajo del sistema de medición, con tubería para ventilación a los 4 vientos.

Figura 5.7. Válvula de Alivio



Fuente: Catalogo de Farinola e Hijos S.A

- **Cálculo y selección del medidor**

La elección del instrumento de medición se fundamenta en las ecuaciones de Boyle-Gay Lussac o la ley de Boyle y Charles, que se presentan a continuación:

$$\frac{Q_{st} * P_{st}}{(T_{st} + 273.15)} = \frac{V_a * (P_{e_{min}} + P_{atm})}{(T + 273.15)} \dots\dots\dots(5.4)$$

Despejando tendremos:

$$V_a = \frac{(Q_{st} * P_{st}) * (T + 273.15)}{(T_{st} + 273.15) * (P_{e_{min}} + P_{atm})} \dots\dots\dots(5.5)$$

Dónde:

$P_{e_{min}}$ = Mínima presión manométrica de entrada en el medidor, en bar cond. Operativa.

T = Temperatura a las condiciones de operación, °C

P_{atm} = Presión barométrica del sitio, bar

T_{st} = Temperatura a las condiciones estándar, °C

P_{st} = Presión a las condiciones estándar, bar

Q_{st} = Caudal estándar requerido para la instalación, Sm³/h

V_a = Caudal comprimido a presión de trabajo, m³/h

Para el proyecto ANDECORP S.A.C., las condiciones de trabajo serán las siguientes:

$$P_{e_{min}} = 5 \text{ bar}$$

$$P_{e_{max}} = 19 \text{ bar}$$

$$T = 20 \text{ °C}$$

$$P_{atm} = 1.01325 \text{ bar}$$

$$T_{st} = 15 \text{ °C}$$

$$P_{st} = 1.01325$$

$$Q_{st} = 1860 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$V_a = X \text{ m}^3/\text{h}$$

Desarrollando las fórmulas tendremos:

Para una presión de 5 bar

$$V_a = 318.85 \text{ Sm}^3/\text{h}$$

Para una presión de 19 bar

$$V_a = 95.80 \text{ Sm}^3/\text{h}$$

Tabla 5.5. Tipos de medidor en función del caudal

Qmax m ³ /h	Clasificación G
40	G-25
65	G-40
100	G-65
160	G-100
250	G-160
400	G-250
650	G-400
1000	G-650
1600	G-1000

Fuente: Elaboración Propia

Características del medidor seleccionado

- Clasificación: **G 160**
- Q máx.: 250 m³/h.
- Tipo: Rotativo de alta frecuencia FMG (FLOW METER GROUP).
- Rangeabilidad (+/-2%): 160:1
- Clase: 150
- Max. Presión: 21 bar.
- Diámetro de conexión: 3"

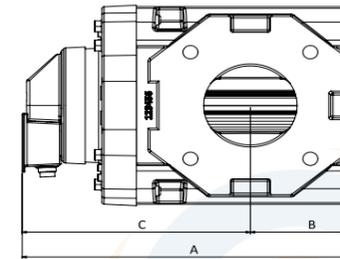
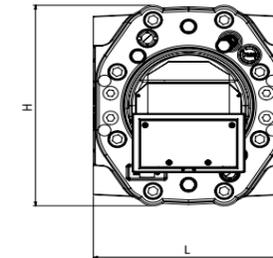
Figura 5.8. Especificación técnica del medidor

Technical Specification

Dimensions

Volume V (dm ³)	G-value (-)	Qmax (m ³ /h)	Performance					Pmax (bar)	ΔP* (Pa)	Basic Transfer** (rev·m ³)	Dimensions Low Pressure (ALU)						
			Qmin (m ³ /h)	Qt (m ³ /h)	Diameter D (mm)	L (mm)	H (mm)				A		B		C		Weight (kg) ALU
											Atm. Air (m ³ /h)	Atm. Air (m ³ /h)	Univ. (mm)	Basic (mm)	Univ. (mm)	Basic (mm)		Univ. (mm)	Basic (mm)
0.24973	G6	10	0.25	0.5	Threaded	21	8	4004.325	121/150	163	173	156	33	140	123	5	
	G10	16	0.25	0.8	Threaded	21	20	4004.325	121/150	163	173	156	33	140	123	5	
	G16	25	0.25	1.25	Threaded	21	48	4004.325	121/150	163	173	156	33	140	123	5	
	G25	40	0.25	2	Threaded	21	120	4004.325	121/150	163	173	156	33	140	123	5	
0.38846	G10	16	0.25	0.8	40 or 50	21	12	2574.268	171	163	257	240	68	189	172	7	
	G16	25	0.25	1.25	40 or 50	21	28	2574.268	171	163	257	240	68	189	172	7	
	G25	40	0.25	2	40 or 50	21	72	2574.268	171	163	257	240	68	189	172	7	
	G40	65	0.25	3.2	40 or 50	21	190	2574.268	171	163	257	240	68	189	172	7	
0.61044	G16	25	0.25	1.25	40 or 50	21	25	1638.163	150/171	163	257	240	68	189	172	7.5	
	G25	40	0.25	2	40 or 50	21	64	1638.163	150/171	163	257	240	68	189	172	7.5	
	G40	65	0.25	3.2	40 or 50	21	170	1638.163	150/171	163	257	240	68	189	172	7.5	
	G65	100	0.25	5	40 or 50	21	400	1638.163	150/171	163	257	240	68	189	172	7.5	
0.72518	G16	25	0.2	1.25	40 or 50	21	13	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12	
	G25	40	0.2	2	40 or 50	21	32	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12	
	G40	65	0.2	3.2	40 or 50	21	85	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12	
	G65	100	0.2	5	40 or 50	21	200	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12	
	G100	160	0.2	8	50 or 80	12	512	1378.968	171	202	268	251	72	196	179	12	
1.16028	G40	65	0.4	3.2	50 or 80	21	23	861.8609	171	202	320	303	92	228	211	14	
	G65	100	0.4	5	50 or 80	21	74	861.8609	171	202	320	303	92	228	211	14	
	G100	160	0.4	8	50 or 80	21	190	861.8609	171	202	320	303	92	228	211	14	
	G160	250	0.65	12.5	50 or 80	12	460	861.8609	171	202	320	303	92	228	211	14	
1.45036	G65	100	0.6	5	80 or 100	21	94	689.4840	171/241	202	371	354	118	253	236	15	
	G100	160	0.6	8	80 or 100	21	240	689.4840	171/241	202	371	354	118	253	236	15	
	G160	250	0.6	12.5	80 or 100	21	635	689.4840	171/241	202	371	354	118	253	236	15	
1.80867	G65	100	0.6	5	80 or 100	21	29	552.8925	171	202	396	379	130	266	249	19	
	G100	160	0.6	8	80 or 100	21	74	552.8925	171	202	396	379	130	266	249	19	
	G160	250	0.6	12.5	80 or 100	21	180	552.8925	171	202	396	379	130	266	249	19	
	G250	400	1	20	80 or 100	12	460	552.8925	171	202	396	379	130	266	249	19	
1.98191	G100	160	1	8	80 or 100	21	78	504.5638	241/260	288	334	317	126	208	191	32	
	G160	250	1	12.5	80 or 100	21	190	504.5638	241/260	288	334	317	126	208	191	32	
	G250	400	2.5	20	80 or 100	12	460	504.5638	241/260	288	334	317	126	208	191	32	
3.17106	G160	250	1.6	12.5	80 or 100	21	90	315.3520	241/260	288	403	386	160	243	226	38/41	
	G250	400	1.6	20	80 or 100	21	230	315.3520	241/260	288	403	386	160	243	226	38/41	
	G400	650	2.5	32	80 or 100	12	607	315.3520	241/260	288	403	386	160	243	226	38/41	
5.15298	G250	400	2.6	20	100 or 150	21	106	194.0625	241/260	288	518	501	218	300	283	48/51	
	G400	650	2.6	32	100 or 150	21	280	194.0625	241/260	288	518	501	218	300	283	48/51	
	G650	1000	6.25	50	100 or 150	12	662	194.0625	241/260	288	518	501	218	300	283	48/51	

* ΔP is measured under atmospheric conditions with natural gas with relative density of 0.6 (air = 1)
 ** Values may vary 5% due to machining tolerances



Asi mismo la Válvula Reguladora seleccionada fue el Modelo DIVAL 600 c/bloqueo incorporado

Figura 5.9. Especificación técnica del regulador

Pietro Fiorentini		PRESSURE REGULATOR CALCULATION SHEET	
Input Values			
Fluid		Natural Gas	
Flow rate	Q	1870	Stm3/h
Inlet pressure max.	Pumax	19	bar
Inlet pressure norm.	Punorm	5	bar
Inlet pressure min.	Pumin	5	bar
Outlet pressure max.	Pdmax	3	bar
Outlet pressure min.	Pdmin	3	bar
Gas specific gravity [air = 1]	d	0.61	
Required outlet gas temperature	td	5	°C
Selected regulator model		Dival 600	
Selected regulator size		50	mm
Selected regulator size (inch)		2.0	
Incorporated silencer		No	
Incorporated monitor		No	
Incorporated Slam shut-down		No	
Selected downstream pipe diameter	DNpa	3.00	inch
Selected downstream pipe thickness	tha	5.49	mm
Type of head		TR	
Output Values			
Standard flow rate	Qs	1870	Stm3/h
Mass flow rate	Qm	1397	kg/h
Density	pu	3.71	kg/m3
Minimum required inlet gas temp.	tu	13.71	°C
Max gas velocity at outlet regulator flange	vd	63.96	m/s
Mean velocity in downstream pipe	vp	26.48	m/s
Pressure drop across regulator in full opening position	dp	1.49	bar
Regulator maximum flow rate	Qmax	1904	Stm3/h
Selected Regulator CG	Cg	811	
Noise			
Max noise level	LPAmx	73.86	dBA
Norm noise level	LPAmx	74.69	dBA
Min noise level	LPAmx	74.69	dBA

- **Cálculo de resistencia de tuberías**

Para determinar la resistencia de las tuberías, utilizaremos la norma ASME B31.8, que establece que el espesor nominal de la pared de los sistemas de tuberías de gas debe ser calculado según la fórmula que se muestra a continuación, para una presión de diseño dada.

$$t = \frac{Px D}{2xSxFxT} \dots\dots\dots(5.5)$$

Dónde:

- t = Espesor nominal
- P = Presión de diseño.
- D = Diámetro nominal.
- S = Tensión mínima de fluencia especificada.
- F = Factor de diseño.
- T = Factor de disminución de temperatura.

Para el segundo tramo de tubería en 3 pulgadas en ASTM 106, SCH 40.

- P_{max.} de Diseño = 19 bares
- D_{min.} Adoptado = 3 pulgadas
- S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 Psi
- E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1
- F según clase de localidad asignada = 0.3
- T para temperaturas menores a 250 °F = 1

Para el cálculo tendríamos:

$$t = \frac{19 \times 14.5 \times 88.9}{2 \times 35000 \times 0.3 \times 1}$$

$$t = 1.166 \text{ mm}$$

1.166 mm < 5.49mm (Tubería SCH40 Ø3" cumple con espesor)

• Cálculo de capacidad de tuberías

Para el cálculo de la capacidad se debe tomar como punto de partida que en una red hidráulica, el gas natural en el ERMP debe tener una velocidad máxima admisible de 25 m/s, la capacidad mediante la siguiente ecuación:

$$Q_{max} = \frac{V_{max} \times D^2 \times P}{365.35} \dots\dots\dots(5.6)$$

Donde:

- | | | | | |
|----|-----------------------------|---|------|-------------------|
| Q: | Caudal máximo | = | 1860 | m ³ /h |
| V: | Velocidad máxima admisible | = | 25 | m/s |
| P: | Presión absoluta de cálculo | = | 5 | bar |

D:	Diámetro interior de tubería mm	=	101.6	mm
P man:	Presión manométrica	=	5	bar
P atm:	Presión atmosférica	=	1.02	bar

• **Cálculo de la caída de presión**

La ecuación cuadrática de Renouard será utilizada para el cálculo de la pérdida de presión y se expresa de la siguiente manera:

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6 \times S \times L \times \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \dots\dots\dots(5.7)$$

Dónde:

P_A y P_B = Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm².

S = Densidad relativa del gas.

L = Longitud del tramo en metros, incluyendo la longitud Equivalente de los accesorios que la componen.

Q = Caudal en m³/h (condiciones estándar)

D = Diámetro en mm.

Tabla 5.6. Cálculo de caída de presión y velocidad del ERMP con hoja de cálculo Excel

Plantilla de cálculo de gas natural											
Tramo	Caudal Sm3/h	Longitud m		Presiones bar		P1-P2 bar	Diámetro mm		Veloc. m/s	Observaciones	Unión
		Real	Calculo	P1	P2		Calculo	Adap.			
A-B	1860	0.45	0.45	5	4.9992	0.0008	67.49	3"	14.75	Tubería de acero SCH120	soldada
B-C	1860	2.68	2.68	4.999236	4.9947	0.0045	67.49	3"	14.77	Tubería de acero SCH40	soldada
C-D	1860	3.11	3.11	4.994687	4.9894	0.0053	67.52	3"	14.78	Tubería de acero SCH40	soldada
D-E	1860	0.64	0.64	4.989403	4.9883	0.0011	67.55	3"	14.79	Tubería de acero SCH40	soldada
E-F	1860	0.25	0.25	4.988316	4.9855	0.0029	67.55	2"	19.41	Tubería de acero SCH40	soldada
F-G	1860	0.25	0.25	3	2.9957	0.0043	82.66	2"	19.03	Tubería de acero SCH40	soldada
G-H	1860	2.18	2.18	2.995729	2.9902	0.0056	82.7	3"	19.2	Tubería de acero SCH40	soldada
H-I	1860	0.17	0.17	2.990171	2.9897	0.0004	82.76	3"	19.2	Tubería de acero SCH40	soldada

Plantilla de cálculo de gas natural											
Tramo	Caudal Sm3/h	Longitud m		Presiones bar		P1-P2 bar	Diámetro mm		Veloc. m/s	Observaciones	Unión
		Real	Calculo	P1	P2		Calculo	Adop.			
A-B	1860	0.45	0.45	19	18.9996	0.0004	49.84	3"	10.23	Tubería de acero SCH120	soldada
B-C	1860	2.68	2.68	18.99958	18.9971	0.0025	49.84	3"	10.23	Tubería de acero SCH40	soldada
C-D	1860	3.11	3.11	18.9971	18.9942	0.0029	49.85	3"	10.23	Tubería de acero SCH40	soldada
D-E	1860	0.64	0.64	18.99422	18.9936	0.0006	49.86	3"	10.23	Tubería de acero SCH40	soldada
E-F	1860	0.25	0.25	18.99363	18.9921	0.0016	49.86	2"	19.55	Tubería de acero SCH40	soldada
F-G	1860	0.25	0.25	3	2.9957	0.0043	82.66	2"	19.03	Tubería de acero SCH40	soldada
G-H	1860	2.18	2.18	2.995729	2.9902	0.0056	82.7	3"	19.2	Tubería de acero SCH40	soldada
H-I	1860	0.17	0.17	2.990171	2.9897	0.0004	82.76	3"	19.2	Tubería de acero SCH40	soldada

Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo de elemento filtrante**

Parámetros a tomar en cuenta para el cálculo:

- Velocidad en el elemento filtrante debe ser como máximo 0.3 m/s.
- Presión mínima de suministro.
- Caudal de diseño Q indicado en la Factibilidad.

Formula aplicable

$$V = 14.7349 \times \frac{P_v}{T_v} \times \frac{ZT}{P} \times \frac{Q_b}{D^2} \dots\dots\dots(5.8)$$

Donde:

- V: Velocidad máxima en elemento filtrante.
- P: Presión mínima de suministro
- Q: Caudal de Diseño
- T: Temperatura de operación
- Pa: Presión atmosférica

Tabla 5.7. Cálculo de los parámetros del elemento filtrante

Parámetros	Símbolo	Valor	Unidad
Caudal	Q	1,860.00	Sm3/h
Presión	P	5	Bar
Temperatura de operación	T	20	°C
Velocidad máxima en elemento filtrante	V ef max	0.3	m/s
Tipo de elemento filtrante	Tipo	G2	-
Área unitaria de elemento filtrante ingreso manual	A	180,000	mm2
Cantidad de elementos filtrantes	Cant	1	-
Velocidad en Elemento filtrante seleccionado	V	0.19	m/s
Caudal máximo según el elemento filtrante	Q maximo	3,003.14	Sm3/h
Área unitaria de elemento filtrante	A	470,000	mm2
Área total de elemento filtrante	A	470,000	mm2
Área mínima de elemento filtrante para cubrir el caudal solicitado	Amin	291,095	mm2
Factor de seguridad obtenido	F	161%	-
Factor de compresibilidad	Z	0.99	-
Presión base	Pb	1.0156	bar
Temperatura base	Tb	15.6	°C

Fuente: Elaboración Propia

- **Cálculo de carcasa de filtro**

Este cálculo permitirá determinar las dimensiones de la carcasa del filtro de acuerdo a lo establecido en la Norma ASME VIII y las características de la tubería.

Características de tuberías ASTM A 53 Sch 40 :

Material:	Acero
Tensión de fluencia:	35000 psi
Resistencia a la Tracción:	48000 psi

De acuerdo al ASME sección VIII División 1, se debe considerar los siguientes datos de diseño y fabricación de carcazas:

Presión de cálculo:	5	kg/cm ²
Eficiencia de junta:	1	

Tabla 5.8. Datos de diseño para carcazas

Tipo	∅ (pulg)	Material	Tension Kg/m ²	D mm	Espesor mm	d mm	R mm	Ro mm
Envolvente	8	ASTM A53 Gr.B	816.3	219.1	8.18	202.74	101.37	109.55
Cabezal	8	ASTM A53 Gr.B	816.3	219.1	8.18	202.74	101.37	109.55
Conexión	3	ASTM A53 Gr.B	816.3	88.9	5.49	77.92	38.96	44.45

Fuente: ASME sección VIII División 1

Cálculo de solicitaciones del cuerpo

$$\text{Tensión Circunferencial } t = \frac{PR}{SE-0.6P} = 0.62mm$$

$$\text{Tensión Longitudinal } t = \frac{PR}{2SE+0.4P} = 0.31mm$$

$$\text{Tensión en el Cabezal } t = \frac{Pd}{2SE-0.2P} = 0.62mm$$

$$\text{Valor nominal } tr = 0.62$$

Sobre espesor por corrosión $t_c = 1.60$

Valor máximo de cálculo 2.22

Espesor Adoptado 8.18 mm

Cálculo de las conexiones

Espesor necesario en las conexiones $tr_n = \frac{PR}{SE-0.6P} = 0.24 \text{ mm}$

Espesor Adoptado 5.49 mm

Área de refuerzo requerido

Sin elemento de refuerzo

$$A = d \times tr \times F + 2tn \times tr \times F \times (1 - fr1) \dots\dots\dots(5.9)$$

$fr1 = \text{conexión apoyada a la pared del cuerpo}$

$fr1 = \frac{S_n}{S_v}$ *conexión insertada en la pared del cuerpo*

$fr1 = 1000$

$F = 1$

$$A = 173.2 \text{ mm}^2$$

Sobre espesor de envolvente

$$A_1 = d(E1 \times t - F \times tr) - 2tn(E1 \times t - F \times tr)(1 - fr1)$$

$$A_1 = (E1xt - Fxtr)(d - 2tn(1 - fr1))$$

$$A_1 = 464.16 \text{ mm}$$

$$A_1 = 2(t + tn)(E1xt - Ftr) - 2tn(E1xt - Ftr)$$

$$A_1 = 2(E1t - Ftr)(t - tn(1 - 2fr1))$$

$$A_1 = 162.86 \text{ mm}$$

De ambos se utiliza el mayor valor, por tanto

$$A_1 = 464.16mm$$

Sobre espesor de la conexión

$$A_2 = 5(tn - trn)fr2 \times t \dots\dots\dots(5.10)$$

Donde

$$A_2 = 5(tn - trn)fr2 \times t \qquad A_2 = 214.75mm$$

$$A_2 = 5(tn - trn)fr2 \times tn \qquad A_2 = 144.13mm$$

De ambos se utiliza el menor valor

$$A_2 = 144.13mm$$

Sobre espesor de la conexión pasante

$$A_3 = 2(tn - c)fr2 \times h\dots\dots\dots(5.11)$$

Donde:

c= sobre espesor de corrosión

h=penetración de conexión

$$A_3 = 0 mm$$

Sobre espesor de la soldadura de la conexión

$$A_{41} = (leg)^2 \times fr2\dots\dots\dots(5.12)$$

Donde:

leg= longitud equivalente de soldadura = 6mm

$$A_{41} = 40.32mm$$

Sobre espesor de la soldadura interna de la conexión

$$A_{43} = (leg)^2 \times fr2$$

Donde

leg= longitud equivalente de soldadura = 0 mm

$$A_{43} = 0\text{mm}$$

Balance de áreas sin refuerzo

Si $(A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43}) \geq A$ La abertura esta adecuadamente reforzada.

Si $(A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43}) < A$ La abertura no está adecuadamente reforzada y se deberá adicionar un refuerzo y/o incrementar el espesor

$$(A_1 + A_2 + A_3 + A_{41} + A_{43}) \geq A$$

$$608.3 > 173.2$$

- **Válvula de alivio**

Presión de Apertura: Es el 15% la máxima Presión Reguladora, del cual se tiene que la presión es de 3.0 bar y por ende el 15% sería 3.5 bar.

Presión de cierre: Es el 10% por debajo de la presión de Apertura, de esto se define que la presión de apertura de la válvula de alivio es 3.45 bar y por consiguiente la presión obtenida es de 3.10 bar.

De acuerdo con el caudal 1860 m³/h y presión 3bar tenemos que la válvula de alivio seleccionada es la siguiente:

- **válvula de bloqueo por sobrepresión**

Para el caso ANDECORP S.A.C la válvula de bloqueo por sobrepresión está integrada a la Válvula Reguladora Farinola, el punto de seteo es de 4 bar.

Etapa III: Diseño de las Instalaciones internas

Es la tubería que comunica, a la ERMP y los quemadores de los calderos.

- **Parámetros de diseño de las instalaciones internas**

De acuerdo con la solicitud de factibilidad presentada por el Distribuidor de Gas Natural al cliente se tiene las siguientes presiones y caudal de suministro.

Tabla 5.9. Parámetros de diseño de las instalaciones internas

Datos de diseño	
Presión de Diseño:	5 bar
Presión Regulada:	3.0 bar
Presión de Prueba:	7.5 bar
Caudal Máximo Autorizado:	1860 m ³ /h
Capacidad Máxima a usar:	1600 m ³ /h

Fuente: Elaboración propia

- **Descripción de las unidades de consumo**

La Instalación de la Línea Interna de Gas Natural recorrerá desde la EMRP hasta el punto de consumo, abastecerá con el caudal y presión necesaria para el funcionamiento de los equipos de consumo. Las unidades de consumo son los siguientes:

Tabla 5.10. Capacidad de consumo de la red

N°	Cant	Denominación	Potencia máxima de equipo Sm/h		Capacidad máxima de consumo Sm/h			
			Unitario	Total	Simultaneidad	Unitario	Total	
1	1	Caldera de 900BHP	900	900	100%	900	900	
1	1	Caldera de 700BHP	700	700		700	700	
Consumo total							1600	
Caudal máximo autorizado							1860	
Simultaneidad							100%	

Fuente: Elaboración propia

- **Dimensionamiento de tuberías de la red interna**

Se emplearon fórmulas aplicables para determinar el diámetro y la velocidad del fluido en el dimensionamiento de tuberías, tales como las fórmulas del Dr. Poole y Renouard. Estas fórmulas están contempladas en las Normas

para Uso de Gas Natural en Instalaciones Industriales mencionadas previamente.

Las condiciones que se han tenido en cuenta para la construcción del diseño del sistema de tuberías son las siguientes:

- El diámetro de la tubería se ha dimensionado para transportar el caudal máximo requerido por los equipos de consumo.
- La caída de presión máxima entre dos etapas de regulación no superará el 50% de la presión regulada al inicio de esos tramos.
- La velocidad de circulación del gas en cualquier punto de la instalación siempre será inferior a 30m/s.
- El sistema de tuberías estará equipado con soportes suficientes para evitar esfuerzos indebidos en los equipos conectados, resistir los esfuerzos generados por cambios de dirección, amortiguar vibraciones excesivas y proteger las uniones de las fuerzas máximas generadas por la presión interna, la contracción expansión térmica o el propio peso y contenido.
- El diámetro de las válvulas de bloqueo será igual al diámetro de cálculo de los tramos que las contengan.
- Cada grupo de consumidores de características similares contará con una válvula de corte seccional ubicada a una distancia prudente en caso de emergencia.

Así mismo para realizar el diseño de la tubería de la red interna es necesario analizar las caídas de velocidad y presión, así como su calculo de resistencia.

➤ **Cálculo del diámetro a partir de la velocidad**

Para el cálculo del diámetro se debe tomar como punto de partida que en una red hidráulica, el gas natural en la línea interna no debe tener una velocidad mayor a 30 m/s, determinando el diámetro mediante la siguiente ecuación:

$$u = \frac{365,35.Q}{D^2.P} \dots\dots\dots(5.13)$$

Donde:

- Q Caudal en m³/h (condiciones estándar)
- P Presión de cálculo en kg/cm² absoluta
- D Diámetro inferior de la tubería en mm
- u Velocidad lineal en m/s

conforme a la NTP 111-010.2003

Asumiendo en un primer instante una velocidad crítica de 30m/s, a una presión de mínima de 3 bar se puede despejar el diámetro mínimo requerido inicial.

$$30 = \frac{365,35 * 1860}{D^2 * 3}$$

$$\text{Diametro minimo} = 82.43 \text{ mm}$$

A partir de este calculo que el diámetro de la tubería se encontraría en tuberías de 3" y 4" de diámetro nominal.

➤ **Cálculo de resistencia de tuberías**

Para el primer tramo de tubería en 4 pulgadas en ASTM 106, SCH 40.

- Pmax. de Diseño = 19 bares
- Dmin. Adoptado = 4 pulgadas
- S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 Psi
- E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1
- F según clase de localidad asignada = 0.3
- T para temperaturas menores a 250 °F = 1

Para el cálculo tendríamos:

$$t = \frac{19 \times 14.5 \times 4}{2 \times 35000 \times 0.3 \times 1 \times 1} = 0.052 \text{ pulg}$$

1.32 mm < 6.02 mm (Tubería SCH40 Ø4" cumple con espesor)

- **Construcción**

Después de la aprobación del plano por parte de Contugas, se dio inicio a la fase de construcción. En primer lugar, se preparó la zona de trabajo dentro del taller asignado por el Jefe de Producción, incluyendo la señalización y acondicionamiento correspondiente, así como la provisión de equipos de seguridad. El personal encargado del trabajo deberá contar con sus Equipos de Protección Personal (EPP) completos. Durante el proceso de construcción, se llevó a cabo una supervisión conjunta por parte del Supervisor de Contugas, el inspector de la certificadora homologada, el inspector visual de soldadura nivel II y el IG-3 encargado del proyecto. El material necesario, como tuberías, accesorios y consumibles, fue trasladado hasta el área de trabajo.

Figura 5.10. Punto de válvula de servicio de Contugas



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.11. Calderos de 700 y 900 bhp



Fuente: Elaboración propia

Después de inspeccionar las tuberías y accesorios para asegurarse de que estén en buen estado y cumplan con las especificaciones técnicas, se procedió al corte con esmeril y biselado de las tuberías. Para lograr un buen acabado preliminar, ANDECORP S.A.C utilizó una máquina biseladora para las secciones rectas, seguido por el esmeril y disco. El inspector visual de ANDECORP S.A.C verificó que las superficies cortadas y biseladas estén limpias y libres de contaminantes antes de soldarlas, para ello se protegió el ambiente de soldadura en casos de vientos fuertes, La superficie de soldadura se aseguró de estar libre de suciedad, pintura, aceite u otras impurezas. Se tomaron precauciones para evitar saltos de arco al hacer contacto entre la masa y el material base, y se eliminó por completo la escoria y las salpicaduras de la soldadura y el material base. Para alinear las tuberías, ANDECORP S.A.C utilizó una grapa externa.

Para el proceso de soldadura se debe comprobar que el soldador posea un registro de homologación válido y que el equipo de soldadura esté en buen estado antes de proceder. También se debe asegurar que la junta esté preparada de acuerdo con el procedimiento de soldadura, y que las zonas a soldar estén limpias y libres de impurezas, como grasa, óxido y pintura, a

excepción de una pulgada a cada lado de la tubería. Se evitará realizar soldaduras en posiciones incómodas o con mala visibilidad para el soldador. La inspección de las juntas se llevará a cabo para verificar si se cumplen las especificaciones del WPS en cuanto a la velocidad de avance, el voltaje, el amperaje y la posición, y será supervisada por el Supervisor de Contugas y los inspectores de la certificadora. La aprobación del supervisor de Contugas y la certificadora, junto con la liberación del inspector visual de nivel 2, indicará la finalización del proceso.

Figura 5.12. Estación de Regulación y Medición Primaria



Fuente: Elaboración propia

Luego del proceso de soldadura se llevo a cabo el proceso de Arenado, encintado y pintado, el cual consiste en las siguientes actividades:

- Una vez finalizada la soldadura en el taller, se procedio al Arenado de las tuberías, asegurándose de cumplir con el grado de limpieza requerido (metal blanco norma SSPC-SP5).

Figura 5.13. Arenado y Granallado de tuberías



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, se realizó la pintura del tramo aéreo y el encintado del tramo enterrado, siguiendo las especificaciones técnicas establecidas por Contugas.

Figura 5.14. Pintado de soportaría



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.15. Arenado y Granallado de tuberías



Fuente: Elaboración propia

Para el montaje en obra se coordinó con Contugas y la certificadora, llevando a cabo el traslado de las tuberías al lugar de la obra, realizando lo siguiente:

- Se verifico previamente la maniobra necesaria para apilar e izar las tuberías.
- Se procedio al montaje y soldadura de las tuberías en la zona correspondiente según el plano.
- Se verifico que las tuberías estén alineadas, biseladas y libres de residuos contaminantes para su soldadura.
- El supervisor de Contugas y los inspectores supervisaron el proceso de soldadura y la etapa concluirá cuando todas las juntas sean liberadas y aprobadas por la certificadora y el supervisor de Contugas para pasar a la siguiente fase.

- Se instalaron los soportes (estructuras metálicas), incluyendo los ubolts y el aislamiento de separación entre la tubería y el soporte.

Figura 5.16. Instalación Interna de tuberías / Empalme a la ERMP



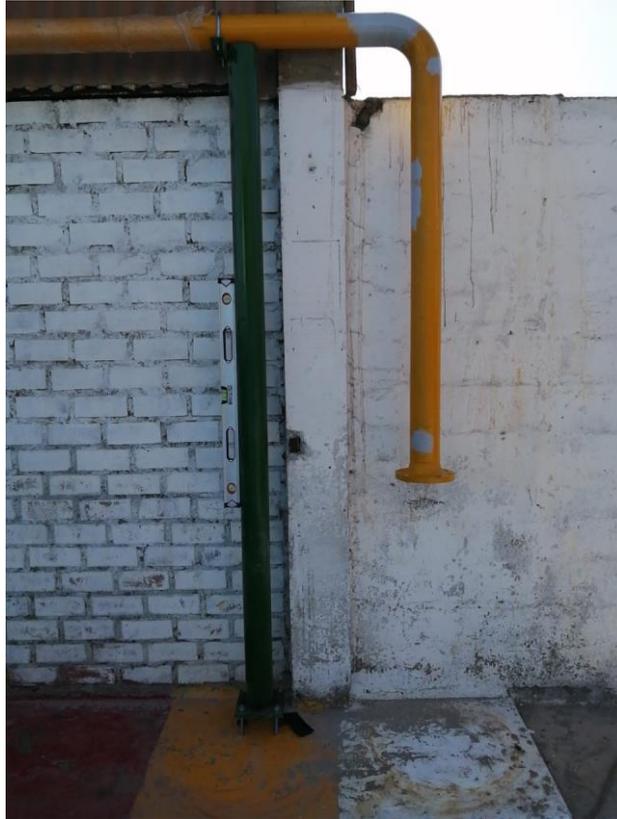
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.17. Instalación Interna de tuberías a zona de calderos



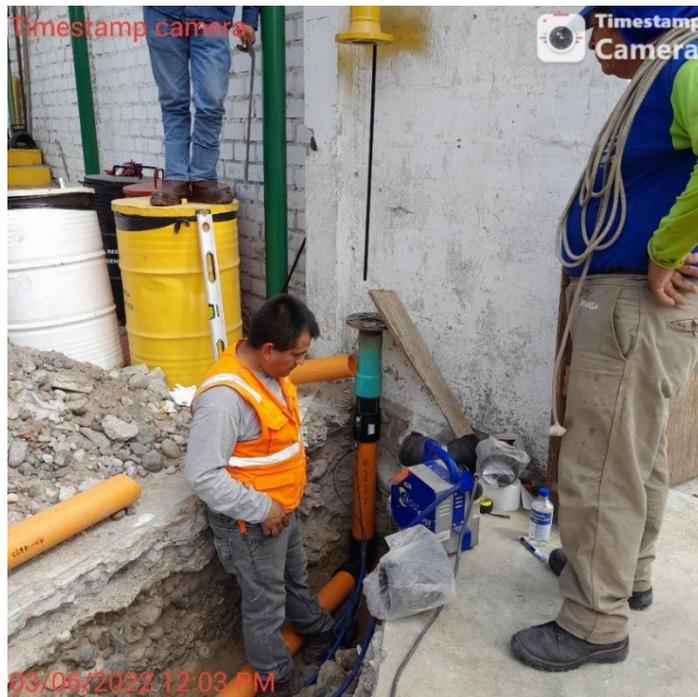
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.18. Spill donde inicia la tubería HDPE enterrada



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.19. Montaje de red de tubería HDPE enterrada



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.20. tendido de la red de tubería HDPE enterrada



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.21. Preparación de HDPE para el electro fusión



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.22. Soldando Tubería HDPE con Accesorios



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.23. Protegiendo la tubería HDPE encamisado



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.24. Compactación del suelo



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.25. Compactación del suelo terminado



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.26. Preparación de Spolls para la llegada a los calderos



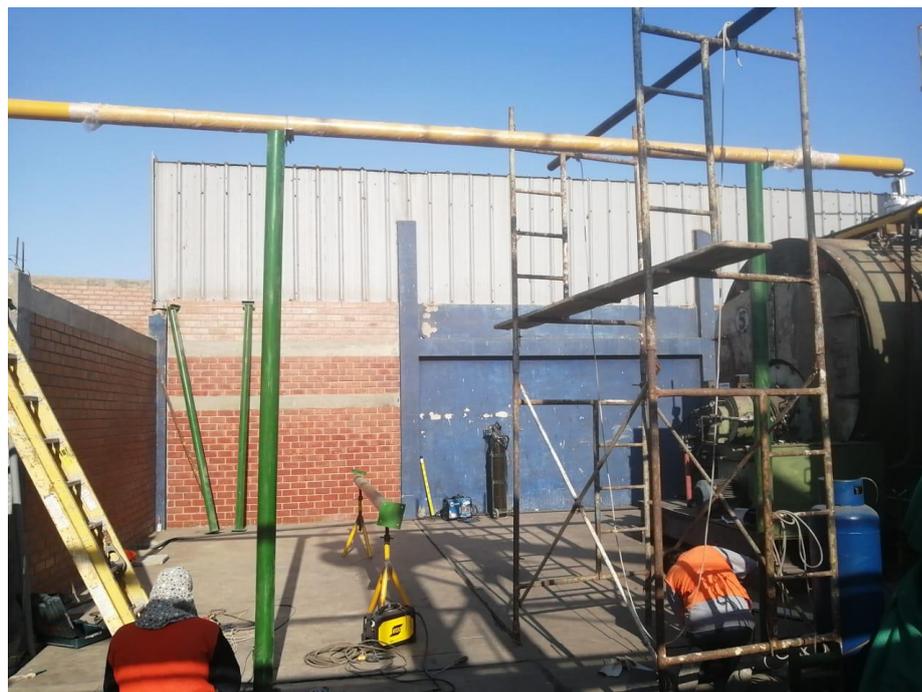
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.27. Montaje de tuberías a calderos



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.28. Instalación de Soporteria



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.29. Legada de tuberías a zona de calderos



Fuente: Elaboración propia

- **Pruebas**

En esta fase se llevan a cabo los exámenes no destructivos (END) en todas las uniones soldadas por parte de una compañía aprobada. Si las uniones soldadas de la red de tuberías son aceptadas, entonces pasan a la prueba de presión neumática, de lo contrario, se repararán inmediatamente. A continuación, se instalan las juntas, los pernos y las tuercas, aplicando el torque necesario en una secuencia de puntos opuestos para asegurar un ajuste adecuado y evitar sobrecargas en las tuercas o pernos antes de las pruebas neumáticas. Finalmente, el AIE se presuriza para verificar la hermeticidad de las uniones y juntas bridadas, utilizando una presión de prueba del 1.5 veces la presión de operación. Una vez completado el proceso de montaje y las pruebas, se verifica que todas las instalaciones estén en las mismas condiciones que al comienzo de las labores, y se limpia la zona de trabajo de cualquier residuo. Todo esto es supervisado por el personal de la certificadora, quien da su aprobación final a la construcción.

- **Prueba de Ensayos No destructivos:** Se realizará ensayos de Tintes Penetrantes a las soldaduras SW y Radiografiado a las soldaduras a Tope; en un total de 10% mínimo del total de soldaduras hechas en la línea interna.

Figura 5.30. Plaqueado Radiográfico



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.31. Prueba de Tintes penetrantes



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.32. Prueba de Tintes penetrantes a spolls



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.33. Prueba de Tintes penetrantes a Bridas



Fuente: Elaboración propia

- **Prueba de Hermeticidad:** Se realizará la presurización de la instalación, sometiendo la misma a una prueba de hermeticidad mínima de 1.5 veces la presión máxima de operación, de 5 bar por 4 horas.

Figura 5.34. Prueba de Hermeticidad punto A



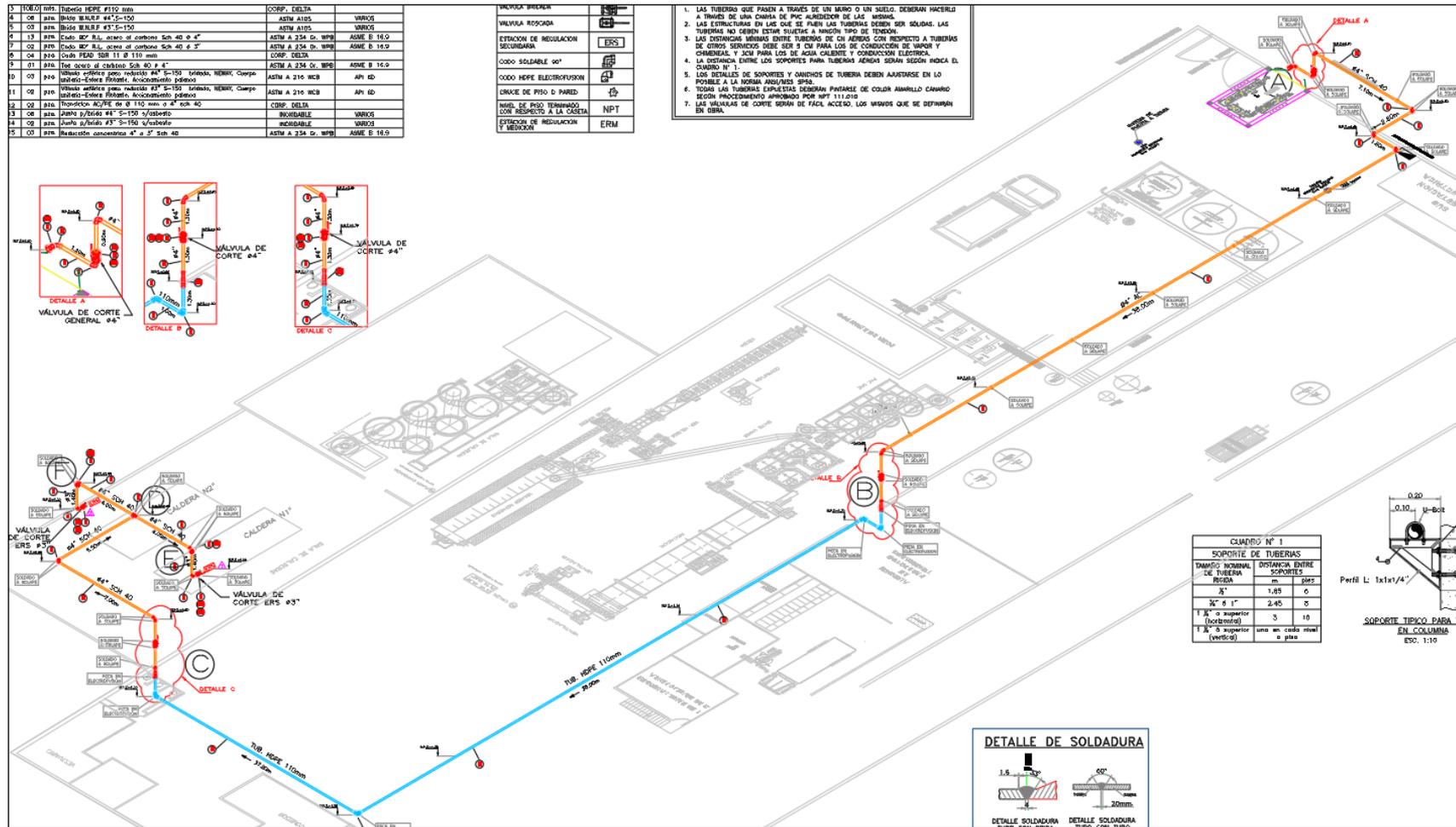
Fuente: Elaboración propia

Figura 5.35. Prueba de Hermeticidad punto B



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.10. Plano General



5.11. Resumen de cálculos en el fluido

Plantilla de cálculo de gas natural											
Tramo	Caudal Sm ³ /h	Longitud m		Presiones bar		P1-P2 bar	Diámetro mm		Veloc. m/s	Observaciones	Unión
		Real	Calculo	P1	P2		Calculo	Adap.			
A-B	1860	54.2	109.42	3	2.9249	0.0751	82.43	4"	16.56	Tubería de acero SCH120	soldada
B-C	1860	108	121.4	2.924873	2.7597	0.1652	83.22	110	22.67	Tubería de acero SCH40	soldada
C-D	1860	15.1	15.1	2.759693	2.7488	0.0109	85.03	4"	17.33	Tubería de acero SCH40	soldada
D-E	900	4	4	2.748751	2.748	0.0008	59.23	4"	8.39	Tubería de acero SCH40	soldada
E-1	900	1.6	1.6	2.747976	2.7468	0.0011	59.24	3"	14.45	Tubería de acero SCH40	soldada
D-F	700	4	4	2.748751	2.7483	0.0005	52.24	4"	6.52	Tubería de acero SCH40	soldada
F-2	700	1.6	1.6	2.74826	2.7475	0.0007	52.24	3"	11.24	Tubería de acero SCH40	soldada

Fuente: Elaboración propia

Etapa IV: Simulación de la red

En el presente proyecto de investigación, se realiza una simulación del transporte del gas natural a través de un gasoducto, esta línea de transmisión tiende a presentar una serie de cambios a lo largo de su extensión, como son las caídas de presión que se consideran un problema durante el transporte del gas.

La variación de la caída de presión en cualquier sección de la tubería está determinada por la elevación, la fricción y la contribución a la aceleración, es por esta razón que se desea determinar esta variación y de esta forma cumplir con los objetivos del transporte de gas natural a través de ductos.

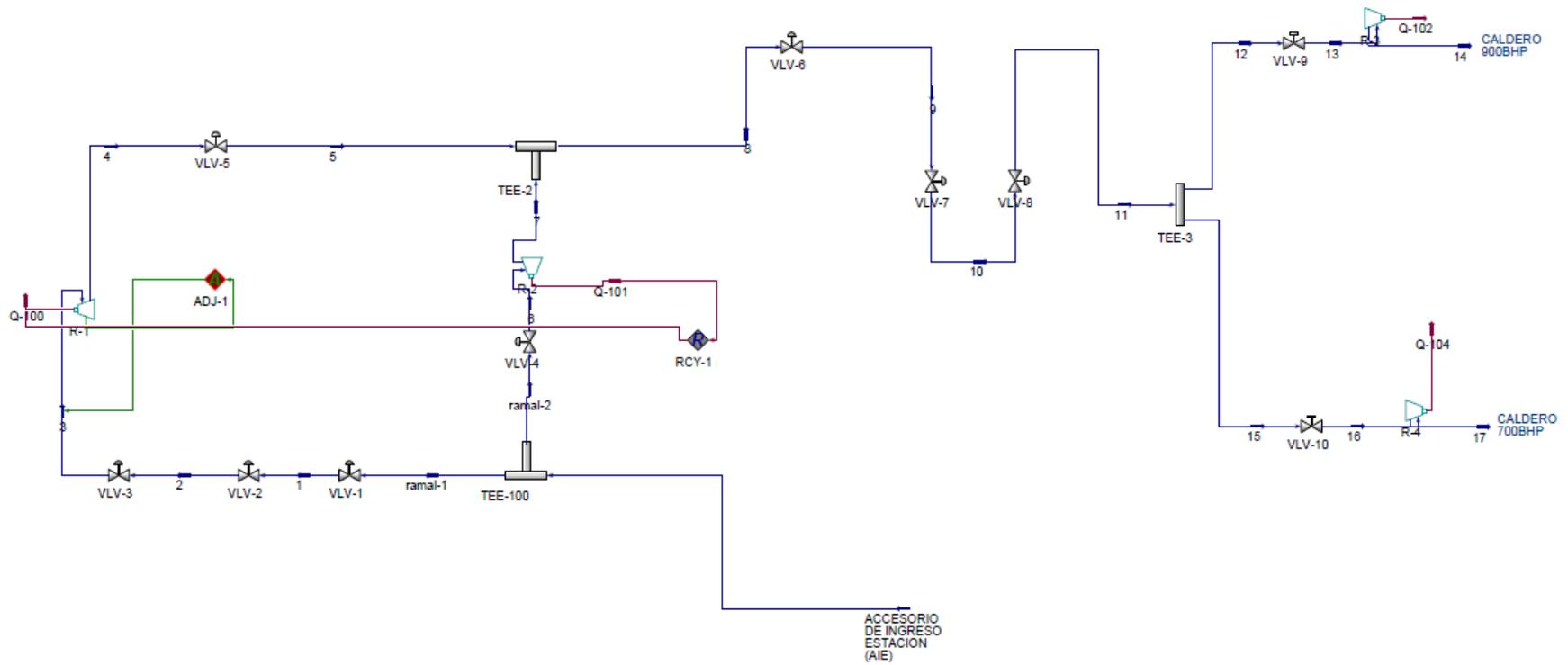
Para esta simulación se utilizó el software ASPEN HYSYS, que es un programa de simulación de procesos de flujo, que se utiliza en el campo de Petróleo y Gas es bien utilizado por las empresas que se dedican a este rubro, porque es un software líder en su entorno. Con el apoyo del software se comprobó que luego de ser sometido a reducción de presión y cambios de temperatura, llegará el flujo necesario para que puedan trabajar sin ninguna restricción los calderos de 700 y 900 BHP

- **Ingreso de datos**

Para realizar el ingreso de datos es necesario establecer el diagrama de simulación de la distribución del gas natural como se observa en la figura N° 5.12, una vez establecida la distribución se ingresan las propiedades del gas natural y los parámetros de diseño, ese dato se encuentra registrado en la SFS. Para nuestro caso estos son los datos de ingreso:

- **PRESIÓN DE DISEÑO** : 19 bar
- **PRESIÓN DE PRUEBA** : 28.5 bar
- **PRESIÓN MÁXIMA DE ENTRADA:** 19 bar
- **PRESIÓN MÍNIMA DE ENTRADA:** 5 bar
- **CAUDAL MÁXIMO SFS:** 1860 m³/h

Figura 5.12. Diagrama de simulación de la distribución del gas natural



Fuente: Elaboración propia

Figura 5.38. Ingresando datos de las propiedades del Gas Natural

Worksheet		Mole Fractions	Vapour Phase
Conditions	Nitrogen	0.0072	0.0072
Properties	CO2	0.0026	0.0026
Composition	Methane	0.8809	0.8809
Oil & Gas Feed	Ethane	0.1035	0.1035
Petroleum Assay	Propane	0.0054	0.0054
K Value	i-Butane	0.0001	0.0001
User Variables	n-Butane	0.0001	0.0001
Notes	i-Pentane	0.0000	0.0000
Cost Parameters	n-Pentane	0.0000	0.0000
Normalized Yields	n-Hexane	0.0000	0.0000
▸ Emissions	Helium	0.0000	0.0000
	Oxygen	0.0000	0.0000

Total: 1.00000

Buttons: Edit..., View Properties..., Basis...

OK

Buttons: Delete, Define from Stream..., View Assay, ←, →

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.39. resultados primera corrida

Worksheet	Stream Name	ACCESORIO DE INGR!	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	20.00	20.00
Composition	Pressure [bar]	19.00	19.00
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	3.272e+004	3.272e+004
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	5.831e+005	5.831e+005
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1860	1860
User Variables	Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-1.830e+004	-1.830e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	201.3	201.3
Cost Parameters	Heat Flow [kcal/h]	-5.988e+008	-5.988e+008
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	<empty>	<empty>
▸ Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

OK

Buttons: Delete, Define from Stream..., View Assay, ←, →

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, para poder asegurar el flujo necesario se deberá variar los datos de presiones y temperaturas, en la figura 5.40 y 5.41 se observa los cambios de las presiones y de las temperaturas.

Figura 5.40. primera variación de presiones y temperatura

Worksheet		Attachments		Dynamics	
Worksheet	Stream Name	3	Vapour Phase		
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000		1.0000	
Properties	Temperature [C]	20.00		20.00	
Composition	Pressure [bar]	15.00		15.00	
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1.636e+004		1.636e+004	
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	2.915e+005		2.915e+005	
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	930.0		930.0	
User Variables	Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-1.830e+004		-1.830e+004	
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	203.2		203.2	
Cost Parameters	Heat Flow [kcal/h]	-2.994e+008		-2.994e+008	
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	<empty>		<empty>	
▾ Emissions	Fluid Package	Basis-1			
	Utility Type				

OK

Delete Define from Stream... View Assay ← →

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.41. segunda variación de presiones y temperatura

Worksheet		Attachments		Dynamics	
Worksheet	Stream Name	4	Vapour Phase		
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000		1.0000	
Properties	Temperature [C]	14.00		14.00	
Composition	Pressure [bar]	5.000		5.000	
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1.636e+004		1.636e+004	
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	2.915e+005		2.915e+005	
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	930.0		930.0	
User Variables	Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-1.836e+004		-1.836e+004	
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	211.6		211.6	
Cost Parameters	Heat Flow [kcal/h]	-3.003e+008		-3.003e+008	
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	<empty>		<empty>	
▾ Emissions	Fluid Package	Basis-1			
	Utility Type				

OK

Delete Define from Stream... View Assay ← →

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.42. tercera variación de presiones y temperatura

Worksheet Attachments Dynamics			
Worksheet	Stream Name	8	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	14.00	14.00
Composition	Pressure [bar]	5.000	5.000
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	3.272e+004	3.272e+004
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	5.831e+005	5.831e+005
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1860	1860
User Variables	Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-1.836e+004	-1.836e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	211.6	211.6
Cost Parameters	Heat Flow [kcal/h]	-6.006e+008	-6.006e+008
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	<empty>	<empty>
▸ Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

OK

Delete Define from Stream... View Assay ← →

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.43. cuarta variación de presiones y temperatura

Worksheet Attachments Dynamics			
Worksheet	Stream Name	11	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	14.00	14.00
Composition	Pressure [bar]	5.000	5.000
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	3.272e+004	3.272e+004
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	5.831e+005	5.831e+005
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1860	1860
User Variables	Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-1.836e+004	-1.836e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	211.6	211.6
Cost Parameters	Heat Flow [kcal/h]	-6.006e+008	-6.006e+008
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	<empty>	<empty>
▸ Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

OK

Delete Define from Stream... View Assay ← →

Fuente: Elaboración propia

Figura 5.44. variación de presiones y temperatura ante el ingreso al caldero de 900 BHP

Worksheet Attachments Dynamics			
Worksheet	Stream Name	14	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	-26.51	-26.51
Composition	Pressure [bar]	2.000	2.000
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1.840e+004	1.840e+004
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	3.280e+005	3.280e+005
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	1046	1046
User Variables	Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-1.871e+004	-1.871e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	213.7	213.7
Cost Parameters	Heat Flow [kcal/h]	-3.444e+008	-3.444e+008
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	<empty>	<empty>
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

OK

Delete Define from Stream... View Assay ← →

Fuente: Elaboración propia

En la figura 5.44 se observan los cambios de las presiones y de las temperaturas, debido a que las presiones están sufriendo cambios. Para el ingreso del caldero de 900 BHP. Se ingresan los siguientes datos:

- **Presión de ingreso:** 2 bar
- **Caudal de ingreso:** 1046 m³/h

Figura 5.45. variación de presiones y temperatura ante el ingreso al caldero de 700 BHP

Worksheet Attachments Dynamics			
Worksheet	Stream Name	17	Vapour Phase
Conditions	Vapour / Phase Fraction	1.0000	1.0000
Properties	Temperature [C]	-12.81	-12.81
Composition	Pressure [bar]	2.000	2.000
Oil & Gas Feed	Molar Flow [kgmole/h]	1.431e+004	1.431e+004
Petroleum Assay	Mass Flow [kg/h]	2.551e+005	2.551e+005
K Value	Std Ideal Liq Vol Flow [m3/h]	813.8	813.8
User Variables	Molar Enthalpy [kcal/kgmole]	-1.859e+004	-1.859e+004
Notes	Molar Entropy [kJ/kgmole-C]	215.6	215.6
Cost Parameters	Heat Flow [kcal/h]	-2.661e+008	-2.661e+008
Normalized Yields	Liq Vol Flow @Std Cond [m3/h]	<empty>	<empty>
Emissions	Fluid Package	Basis-1	
	Utility Type		

OK

Delete Define from Stream... View Assay ← →

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 la red permite la construcción del sistema de tuberías para transportar 1860 m³/h de Gas Natural a una industria pesquera en la ciudad de Pisco Ica".

Se comprobó que para la construcción de la red de tuberías, fue necesario realizar el diseño, afín de obtener planos de fabricación producto de los cálculos de las dimensiones de las tuberías en las instalaciones internas, la estación de regulación de medición primaria y el acceso al ingreso a la estación, siendo esto corroborado por una simulación en el software ASPEN HYSYS, ya que al ser sometido a una reducción de presión y cambios de temperatura, se comprobó que el flujo del gas natural es el necesario afín que los calderos de 700 y 900 BHP trabajen sin problemas.

Por lo que la hipótesis formulada se acepta.

6.1.2. Contrastación de la hipótesis específicas

- H.1: El diseño del acceso de ingreso a la estación, permite la construcción de la línea de tuberías para el transporte de gas natural a la Estación de Regulación Primaria.

Se comprobó que para construir el sistema de transporte de gas natural a la estación primaria fue necesario es necesario determinar las dimensiones de la tubería calculando el diámetro y espesor de la tubería obteniendo un primer tramo A-B de 3 pulgadas en ASTM 106, SCH 40, así como un segundo tramo B-C de 4 pulgadas en ASTM 106, SCH 120.

Por lo que la hipótesis formulada se acepta.

- H.2: El diseño de la Estación de Regulación de medición Primaria permite la construcción de la línea de tuberías para la regulación de presión del ingreso de Gas Natural hacia el punto de consumo.

Se comprobó que para construir la regulación de presión del ingreso de Gas Natural hasta el punto de consumo fue necesario diseñar la ERMP determinando el equipamiento que pueda suministrar el gas natural a los puntos de consumo, así como la determinación de las dimensiones de la tubería calculando el diámetro y espesor obteniendo los tramos:

Tramo	Caudal Sm ³ /h	Longitud m		Presiones bar		P1-P2		Diámetro mm		Veloc. m/s	Observaciones	Unión
		Real	Calculo	P1	P2	bar	Diámetro mm					
							Calculo	Adap.				
A-B	1860	0.45	0.45	5	4.9992	0.0008	67.49	3"	14.75	Tubería de acero SCH120	soldada	
B-C	1860	2.68	2.68	4.999236	4.9947	0.0045	67.49	3"	14.77	Tubería de acero SCH40	soldada	
C-D	1860	3.11	3.11	4.994687	4.9894	0.0053	67.52	3"	14.78	Tubería de acero SCH40	soldada	
D-E	1860	0.64	0.64	4.989403	4.9883	0.0011	67.55	3"	14.79	Tubería de acero SCH40	soldada	
E-F	1860	0.25	0.25	4.988316	4.9855	0.0029	67.55	2"	19.41	Tubería de acero SCH40	soldada	
F-G	1860	0.25	0.25	3	2.9957	0.0043	82.66	2"	19.03	Tubería de acero SCH40	soldada	
G-H	1860	2.18	2.18	2.995729	2.9902	0.0056	82.7	3"	19.2	Tubería de acero SCH40	soldada	
H-I	1860	0.17	0.17	2.990171	2.9897	0.0004	82.76	3"	19.2	Tubería de acero SCH40	soldada	

Por lo que la hipótesis formulada se acepta.

- H.3: El diseño de las Instalaciones internas permite la construcción de la línea de tuberías para el transporte de 1860 m³/h de Gas Natural desde la Estación de Regulación hacia la zona de Calderos.

Se comprobó que, para construir las instalaciones internas, fue necesario determinar las dimensiones de la tubería calculando el diámetro y espesor obteniendo una tubería de 4 pulgadas en ASTM 106, SCH 120.

Por lo que la hipótesis formulada se acepta.

6.2. Contrastación de los resultados con otros estudios similares

La presente investigación concuerda con Cabrera y Martínez, (2017) en su tesis titulada: " Diseño de la ampliación de la red de distribución de Gas Natural en el centro poblado San Antonio de Anapoima" al iniciar el diseño a partir de la demanda o flujo de gas para el diseño de una red ya que un parámetro importante para el cálculo de la red de gas natural.

De igual manera concuerda con Carreón (2018) en su tesis titulada: " Impacto de la normatividad en México para el manejo y consumo de Gas Natural " ya que

realizo el diseño a partir de normas vigentes y exigida por el estado para el dimensionamiento y calculo y selección de accesorios.

De igual manera, esta investigación se alinea con lo expresado por Lloret (2015) en su tesis titulada " Estado de la tecnología en la cadena de valor del GN aplicaciones a nuevos productos y servicios. – 2015" al indicar la importancia del gas natural como recurso energético eco amigable comparado con combustibles convencionales ayudando de esta forma al medio ambiente ser combustible menos contaminante.

Asimismo, esta investigación se alinea con Quintino (2023) en su artículo titulado: " Un análisis de correlaciones dinámicas entre petróleo y gas natural y mercados de etanol" ya que el cambio de combustible propuestos está en función de su menor costo y que es más amigable con el medio ambiente.

concuerta con lo indicado por Romero (2021) en su tesis titulada: en su Tesis titulada "Diseño de un sistema alternativo de tuberías en la conducción de Gas Natural de 340 mbar para reducir costos de inversión en un centro de capacitación en San Miguel- Lima", ya que baso su diseño a partir de la ecuación de Renouard Cuadrática para la perdida de caída de presión, así como de las normas técnicas peruanas NTP111.010 y NTP111.011

concuerta con lo indicado por Garcia y Barrantes (2020) en su tesis titulada: "Efecto del diseño de la red interna para abastecimiento de gas natural en la empresa Cogorno – Planta Ventanilla", ya que realizo su diseño en base a velocidades y presiones recomendadas por las normas técnicas peruanas.

6.3. Responsabilidad ética de acuerdo a los reglamentos vigentes

El autor de la presente tesis para optar el título de Ingeniero Mecánico se hace responsable por la información presentada titulado "Diseño de una red de tuberías para transportar 1860 m³/h de gas natural una industria pesquera en la ciudad de Pisco, Ica 2023" sometiéndose a las normas, reglamentos y directivas de la Universidad Nacional de Callao.

VII. CONCLUSIONES

- Se logro Diseñar una red de tuberías para abastecer con un flujo de 1860 m³/h de Gas Natural a una industria pesquera en la ciudad de Pisco, siendo esto corroborado por medio de la simulación efectuada por el software ASPEN HYSYS, la simulación indico que los equipos, es decir las calderas de 900 y 700 BHP, trabajan con una presión regulada de 3 bar y con un flujo adecuado de gas natural que permite que funcionen de manera correcta.
- Se logro diseñar el AIE (acceso de ingreso a la estación), de manera correcta calculando el diámetro y espesor de la tubería en obteniendo tuberías de 3 y 4 pulgadas de diámetro nominal bajo la norma ASTM 106 con un espesor de SCH 40 y SCH 120 respectivamente, la presión de diseño de es de 19 bar, establecida en la SFS (solicitud de factibilidad de suministro) llega a la estación de regulación de medición primaria con la presión y el flujo satisfactorio. Respetando la Norma Técnica Peruana 111.010.
- Se logro diseñar la (ERMP) Estación de Regulación de Medición Primaria, seleccionando y determinando los equipos adecuados que regulan el suministro de gas natural calculando el diámetro y espesor de tubería adecuada obteniendo tuberías de 2 y 3 pulgadas de diámetro nominal bajo la norma ASTM 106 con un espesor de SCH 40, para una presión de diseño de 19 bar la cual va a hacer regulada a una presión de 5 bar, realizando cambios de presión por medio de la simulación del software ASPEN HYSYS obteniendo la presión y el flujo adecuado satisfactoriamente hasta la línea interna, la cual va a alimentar a los calderos de 900 y 700 BHP.
- Se logro diseñar las instalaciones internas. calculando el diámetro y espesor de la tubería obteniendo tuberías de 3 y 4 pulgadas de diámetro nominal bajo la norma ASTM 106 con un espesor de SCH 40, a una presión de diseño de 5 bar, realizando cambios de presión para la Estación de Regulación Secundaria, por medio de la simulación en el software ASPEN HYSYS obteniendo una presión de 3 bar con un flujo satisfactorio desde la estación de regulación secundaria hasta la zona de calderos de 700 y 900 BHP.

VIII. RECOMENDACIONES

Es recomendable que el diseño de la red de tuberías para abastecer con un flujo de 1860 m³/h de Gas Natural la cual trabaja con una reducción de presión progresiva de 19 bar a 3 bar, es decir en la ERMP de 19 bar a 5 bar y en la ERS de 5 bar a 3 bar, a temperaturas y condiciones recomendadas a fin de abastecer a la red con el flujo adecuado de gas natural para el funcionamiento de los calderos de 700 y 900 BHP.

Para el diseño y cálculo del AIE, es necesario hacer uso de la normatividad recomendada que para nuestro caso sería NTP 111 010 y la ASME para evitar un diseño equivocado y de ser corroborado por medio de un software de simulación. Todo cálculo de diseño y planos realizados debe de ser revisado por un ingeniero IG-3

Para el diseño y cálculo del AIE, se debe hacer uso de la normatividad recomendada que para nuestro caso sería NTP 111 010 y la ASME para evitar un diseño equivocado y de ser corroborado por medio de un software de simulación. Tener siempre en cuenta la datasheet de cada uno de los equipos a seleccionar y preguntar a los proveedores las consultas necesarias antes de la selección de los equipos. Cada equipo debe de estar registrado en INACAL. Todo cálculo de diseño y planos realizados debe de ser revisado por un ingeniero IG-3

Para el diseño y cálculo de las instalaciones internas, es necesario hacer uso de la normatividad recomendada que para nuestro caso sería NTP 111 010 y la ASME para evitar un diseño equivocado y de ser corroborado por medio de un software de simulación. Tener siempre en cuenta la datasheet de cada uno de los equipos a seleccionar y preguntar a los proveedores las consultas necesarias antes de la selección de los equipos. Cada equipo debe de estar registrado en INACAL. Todo cálculo de diseño y planos realizados debe de ser revisado por un ingeniero IG-3

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBERS, J. 1965. El diseño de lo cotidiano. [en línea]. En: Congreso de moda (3º: Sevilla). Panel [fecha de consulta: 02 de junio de 2023]. Disponible en: <chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://core.ac.uk/download/pdf/286563888.pdf>

ALAN NEILL, David y CORTES SUAREZ Liliana. Procesos y fundamentos de la investigación científica. [en línea]. 1ª. ed. Perú.: Ediciones UTMACH.2018. pp.68-88 [fecha de consulta: 30 mayo de 2023]. ISBN: 978-9942-24-093-4. Disponible en: <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/12498/1/Procesos-y-FundamentosDeLainvestiacionCientifica.pdf>

CABRERA BELTRÁN, Melissa y MARTÍNEZ HERNÁNDEZ, Angie Viviana .2017. *Diseño de la ampliación de la red de distribución de Gas Natural en el centro poblado San Antonio de Anapoima* [en línea]. Tesis [Título de ingeniero de petróleo]. Bogotá D.C: Fundación Universidad de América. [Fecha de consulta: 11 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/6451/1/5122457-2017-2-IP.pdf>

CARREÓN HUERTA, José Manuel. 2018. *Impacto de la normatividad en México para el manejo y consumo de Gas Natural* [en línea]. Tesis [Título de ingeniero Químico Petrolero]. México: Instituto Politécnico Nacional. [Fecha de consulta: 17 de abril de 2023]. Disponible en: https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/26011/Impacto%20de%20la%20normatividad%20en%20M%C3%A9xico%20para%20el%20manejo%20y%20uso%20del%20gas%20natural%20%28VF_001%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y

COSTABAL, Francisco. Gas Natural: *El potencial de una fuente poco aprovechada* [en línea]. En: congreso internacional expomin 2020 (XVI:2020: Santiago). Panel [fecha de consulta: 25 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.nuevamineria.com/revista/wp-content/uploads/2020/07/nueva-mineria-julio-2020.pdf>

CHAVEZ ÑAHUINRIPA, Ángel. 2005. Proyecto de conversión al consumo de gas natural en una planta textil. Tesis [Título de ingeniero Mecánico]. Lima: Universidad Nacional de Ingeniería. [Fecha de consulta: 28 de mayo de 2023]. Disponible en: <http://hdl.handle.net/20.500.14076/889>

ESPINOZA MONTES, Ciro. 2014. *Metodología de la Investigación Tecnológica*. 2ª. ed. Huancayo: Soluciones Gráficas S.A.C. ISBN 978-612-00-1667-1.

ELISAVA: *¿Qué es ingeniería de diseño industrial?* [en línea]. En: Congreso de Diseño e Innovación (15°: Barcelona). Panel [fecha de consulta 30 de mayo]. Disponible en: <https://www.elisava.net/que-es-ingenieria-diseno-industrial/>

FRASCARA, Jorge. *Diseño gráfico y comunicación* [en línea]. 7ª. ed. Argentina.: Ediciones Infinito, 2000. pp.68-73 [fecha de consulta:15 de marzo de 2023]. ISBN 987-96370-5-4. Disponible en: <https://catedragrafica1.files.wordpress.com/2009/09/disenoy-comunicacion.pdf>

GALVIS MARTINEZ, John Freddy. 2016. *Comparación del impacto ambiental de los sistemas energéticos a base nuclear, biomasa y gas utilizando el análisis del ciclo de vida* [en línea]. Tesis [Título de maestría en ingeniería civil]. Bucaramanga: Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. [Fecha de consulta: 13 de abril de 2023]. Disponible en: https://biblioteca.bucaramanga.upb.edu.co/docs/digital_32639.pdf

GIUDICE BACA, Victor, AVENDAÑO ARANCIAGA, Julián y CHIHUALA PECHE, Jaime. Gas y petróleo. Revista de la Facultad. de Ciencias Económicas de la UNMSM [en línea]. Junio,2022,27(41), 105-127 [fecha de consulta: 27 mayo de 2023]. ISSN: 1561-0845. Disponible en: <https://es.studenta.com/content/116715453/07-rev-econ-41-giudice>

GOMEZ NINAQUISPE, Danny Cesar y BARRANTES DELGADO Wilson Cesar. 2020. *Efecto del diseño de la red interna para abastecimiento de gas natural en la empresa Cogorno – Planta Ventanilla* [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero en Energía]. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional del Santa. [Fecha de consulta:12 de abril de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uns.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14278/3547/85118.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

INDECOPI. Gas natural seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales. NTP 111.010 - 2003.Lima: INDECOPI,2003. 38pp

INDECOPI. Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales NTP 111. 011.Lima: INDECOPI,2014.67pp

LLORET BASSECOURT, Pablo. 2015. *Estado de la tecnología en la cadena de valor del GN aplicaciones a nuevos productos y servicios* [en línea]. Tesis [Doctor en Diseño, Fabricación y Gestión De Proyectos. [Fecha de consulta: 18 de mayo 2023]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/53239/LLORET%20-%20ESTADO%20DE%20LA%20TECNOLOG%3%8DA%20EN%20LA%20CADENA%20DE%20VALOR%20DEL%20GAS%20NATURAL%3A%20APLICACIONES%20%20A%20%20NUEVOS%20P....pdf?sequence=1>

MINISTERIO DE VIVIENDA, CONSTRUCCION Y SANEAMIENTO. Norma Técnica de Edificación. EM 040 Instalaciones de Gas: Lima VIVIENDA,2018.

OSINERGMIN 2021. Boletín Estadístico Procesamiento, Producción y Transporte de Gas Natural [en línea] *Osinermin*, Lima 15 de marzo. (En sección: Mundo) [fecha de consulta: 18 de marzo 2023]. Disponible en: <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Osinergmin-boletin-estadistico-gas-natural-2021-l.pdf>

OSINERGMIN 2021. Boletín Estadístico Datos Internacionales Procesamiento, Producción y Transporte de Gas Natural [en línea] *Osinermin*, Lima 15 de febrero. (En sección: Mundo) [fecha de consulta: 12 de marzo 2023]. Disponible en: <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Osinergmin-boletin-estadistico-gas-natural-2021-l.pdf>

OSINERGMIN 2022. Boletín Estadístico informativo de gas natural División de Supervisión de Gas Natural - DSGN [en línea] *Osinermin*, Lima 08 de noviembre. (En sección: Mundo) [fecha de consulta: 29 de marzo 2023]. Disponible en: http://becas.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gas_natural/Documentos/Publicaciones/Osinergmin-boletin-gas-natural-2022-l.pdf

OSINERGMIN 2022. Boletín Estadístico Procesamiento, Producción y Transporte de Gas Natural [en línea] *Osinermin*, Lima 15 de setiembre. (En sección: Mundo) [fecha de consulta: 18 de marzo 2023]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3608229/Bolet%C3%ADn%20Estad%C3%ADstico%202022-T2.pdf.pdf?v=1662582655>

OSINERGMIN 2022. Boletín Estadístico Datos Internacionales Procesamiento, Producción y Transporte de Gas Natural [en línea] *Osinermin*, Lima 15 de febrero. (En sección: Mundo) [fecha de consulta: 21 de marzo 2023]. Disponible en: <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/Osinergmin-boletin-estadistico-gas-natural-2021-l.pdf>

OSINERGMIN 2023. Boletín Estadístico informativo de gas natural División de Supervisión de Gas Natural - DSGN [en línea] *Osinermin*, Lima 08 de noviembre. (En sección: Mundo) [fecha de consulta: 19 de marzo 2023]. Disponible en: http://becas.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/gas_natural/Documentos/Publicaciones/Osinergmin-boletin-gas-natural-2022-l.pdf

PRENSA LATINA.2022. Consumo mundial de gas se recuperó en 2021 [en línea]. Prensa Latina, La Habana 17 de setiembre. (En sección: Mundo) [fecha de consulta: 24 de abril de 2023]. Disponible en: <https://www.prensa-latina.cu/2022/02/06/consumo-mundial-de-gas-se-recupero-en-2021>

QUINTINO, Derick, OGINO Cristiane, HAQ Inzaman & FERREIRA, Paulo., & OLIVEIRA, Marcia. (2023). An Analysis of Dynamic Correlations among Oil, Natural Gas and Ethanol Markets: New Evidence from the Pre- and Post-COVID-19 Crisis. *Revista Energies* [en línea]. January 2023, 16(5), 23 – 49 [fecha de consulta: 30 de mayo de 2023]. ISSN:1996-1073. Disponible en: <https://www.mdpi.com/1996-1073/16/5/2349>

ROMERO ROMERO Jorge Luis y VALVERDE GIORDANO Christian Raúl. 2021. *Diseño de un sistema alternativo de tuberías en la conducción de gas natural de 340 mbar para reducir costos de inversión en un centro de capacitación en San Miguel-Lima*. [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Mecánico]. Lima: Universidad Nacional del Callao. [Fecha de consulta: 20 de abril de 2023]. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/5988>

ROMO MARTIN, José. 2021. Diseño en la ingeniería civil. *Revista Obras públicas* [en línea]. Mayo, 28(36), 33-52 [fecha de consulta: 12 de mayo de 2023]. ISSN: 2444-9202. Disponible en: <https://www.revistadeobraspublicas.com/articulos/el-diseno-en-la-ingenieria-civil/>

TIRADO SANCHEZ, Jhonny Guillermo. 2020. *Diseño del sistema de redes de gas natural por tubería Hdpe para sostenibilidad del sector Alto Perú, distrito de Pimentel 2018*. [en línea]. Tesis [Título de ingeniero civil]. Chiclayo: Universidad Cesar Vallejo. [Fecha de consulta: 29 de mayo de 2023]. Disponible en: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/46835/Tirado_SJ_G-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

VALDERRAMA MENDOZA, Santiago. *Pasos para Elaborar Proyectos de Investigación Científica : Cuantitativa, Cualitativa y Mixta*. [en línea]. 2ª.ed. Peru: San Marcos. 2014. pp 80-120 [fecha de consulta: 14 de abril 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>

VILLET A MOLINEAUX, Jesús. *Diseño de proyectos de ingeniería* [en línea]. 1ª.ed. Republica Dominicana.: Instituto Tecnológico de Santo Domingo. 2000. pp 12-30 [fecha de consulta: 16 de abril de 2023]. ISBN 978-99934-25-13-7. Disponible en: <https://isbn.cloud/9789993425137/diseno-de-proyectos-de-ingenieria/>

ZEVALLOS HERRERA , Percy Alberto y LUNA LEON, Nicolas Ignacio. 2016. *Proyecto De Instalación De Gas Natural A Baja Presión En La Urb. Piedra Santa En La Ciudad De Arequipa – Perú* [en línea]. Tesis [Título de Ingeniero Mecánico]. Arequipa. Universidad Católica de Santa María. [Fecha de consulta: 4 de mayo de 2023]. Disponible en: <https://repositorio.ucsm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12920/5571/4A.0228.I.M.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ANEXOS

ANEXO 01 MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis General			Parámetros de diseño del AIE	
¿Cómo diseñar una red de tuberías para transportar 1860 m ³ /h de Gas Natural en una industria pesquera en la ciudad de Pisco Ica?	Diseñar una red de tuberías para transportar 1860 m ³ /h de Gas Natural a una industria pesquera en la ciudad de Pisco Ica	El diseño de la red permite la construcción del sistema de tuberías para transportar 1860 m ³ /h de Gas Natural a una industria pesquera en la ciudad de Pisco Ica.		Diseño del Acceso de ingreso a la Estación (AIE)	Dimensionamiento de tuberías	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		Líneas de tuberías	parámetros de diseño de la Estación	
¿Como diseñar el Acceso de Ingreso a la Estación, para el transporte de gas natural a la Estación de Regulación Primaria?	Diseñar el Acceso de Ingreso a la Estación, para el transporte de gas natural a la Estación de Regulación Primaria.	El diseño del acceso de ingreso a la estación, permite la construcción de la línea de tuberías para el transporte de gas natural a la Estación de Regulación Primaria.	VARIABLE DEPENDIENTE		Dimensionamiento de tuberías	Tipo de Investigación: Aplicada – Enfoque: Cuantitativo – Diseño de Investigación: No Experimental
¿Como diseñar la Estación de Regulación de medición Primaria para la regulación de presión del ingreso de Gas Natural hacia el punto de consumo?	Diseñar la Estación de Regulación de medición Primaria para la regulación de presión del ingreso de Gas Natural hacia el punto de consumo.	El diseño de la Estación de Regulación de medición Primaria permite la construcción de la línea de tuberías para la regulación de presión del ingreso de Gas Natural hacia el punto de consumo.	Diseño de una red de tuberías para transportar 1860 m ³ /h de gas natural		Parámetros de diseño de la instalación interna	
¿Como diseñar las Instalaciones internas para el transporte de	Diseñar las Instalaciones internas para el transporte de gas	El diseño de las Instalaciones internas permite la construcción		Diseño de la Estación de Regulación de medición primaria (ERMP)	Dimensionamiento de tuberías	

1860 m³/h de gas natural desde la línea de tuberías para el
desde la Estación de Estación de Regulación transporte de 1860 m³/h de Gas
Regulación hacia la zona hacia la zona de Natural desde la Estación de
de Calderos? Calderos. Regulación hacia la zona de
Calderos.

**ANEXO 02 RESPUESTA DE SUMINISTROS DE
FACTIBILIDADDE CONTUGAS**

GCO-1145-2019

CARGO

Lima, 07 de Octubre de 2019

Señores

CORPORACION FRUTOS DEL MAR S.A.C.

Mz. E, Lt. 9, Urb. Las Praderas del Sol 2da Etapa (Loto 19)
San Martín de Porres, Lima, Lima

Atención : Daniel Flores
Ingeniero de Proyecto

Asunto : Respuesta Solicitud de Viabilidad de Suministro

De nuestra consideración,

Por medio de la presente queremos saludarlo y agradecerle el interés en contratar nuestro servicio. Su solicitud ha sido evaluada de acuerdo con el procedimiento de Viabilidad de Suministro aprobado por Resolución de Consejo Directivo N° 056-2009-OS/CD (en adelante "Procedimiento de Viabilidad").

Al respecto, su solicitud ha sido declarada como **Técnica y Económicamente Viable** de acuerdo con el lineamiento establecido en el artículo 17° del Procedimiento de Viabilidad. De tal forma, invitamos a usted a que formalice la contratación del servicio firmando el contrato de suministro y cancelando el Derecho de Conexión correspondiente. Para realizar la habilitación del servicio del suministro de Gas Natural usted deberá tener construida y aprobada su instalación interna y la acometida de acuerdo con las especificaciones técnicas y normativa vigentes. Las características técnicas del suministro se especifican en el documento "RESPUESTA DE VIABILIDAD DE SUMINISTRO DE GAS NATURAL – CLIENTE INDUSTRIAL", que se anexa a la presente.

Sin otro particular y agradeciéndoles la atención prestada a la presente, me despido.

Atentamente,



Edgar Duran Solana
Sub Gerente de Soluciones Industriales
CONTUGAS SAC

*EDGAR DURAN SOLANO
SUB-GERENTE DE GRANDES CLIENTES
CONTUGAS SAC*

Elaboró: JRPM
Aprobó: ERDS

Adjunto:

1. RESPUESTA DE VIABILIDAD DE SUMINISTRO DE GAS NATURAL –CLIENTE INDUSTRIAL



Lima: Calle Morelli N° 150, Torre 2 Piso 8 – San Borja
Teléfono: (51-1) - 631 0700
www.contugas.com.pe

Alo Contugas
(056) 53-1919

Línea Emergencia
(056) 600-600

Fecha: 7 de Octubre de 2019

1. DATOS DE LA EMPRESA

Razón Social: CORPORACION FRUTOS DEL MAR S.A.C.
 RUC: 20544125681

2. USO DEL GAS NATURAL

GENERACION DE VAPOR

3. DATOS DE LOCALIZACIÓN

Dirección de Planta que requiere el servicio: AV. LOS MARTILLOS S/N, SANTA ELENA, MZ. M, LT.6

4. CLASIFICACION DE SOLICITUD

a) Incorporado en la Base Tarifaria
 b) No incorporado en la Base Tarifaria

5. DATOS TÉCNICOS DE SUMINISTRO

Coordenadas ubicación de válvula de derivación (UTM WGS-84)	E: 366389.00 N: 8476229.00
Caudal máximo horario (m ³ /h)	1,860.00
Caudal mínimo horario (m ³ /h)	0.00
Caudal nominal horario (m ³ /h)	300.00
Presión Mínima (bar)	5.00
Presión Máxima (bar)	19.00
Consumo diario promedio (m ³ /d)	5,067.00
Consumo mensual promedio (m ³ /mes)	101,340.00

NOTA

Corresponden a los Datos suministrados por el Cliente y validados por CONTUGAS. Cualquier modificación debera ser informada previamente por el Cliente para un nuevo analisis de viabilidad.

7. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Sí X NO

8. VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

DETALLE DE INVERSION	Diámetro(pulg)	Longitud	Costo (US\$)
TOTAL			

CALCULO DERECHO DE CONEXIÓN INICIAL

Consumo mensual promedio (m ³ /mes)	101,340.00
Consumo diario promedio (m ³ /d)	5,067.00
Categoría	C
Factor Categoría ⁽¹⁾	16.86
Derecho de conexión (Usd) ⁽²⁾	85,429.62

VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

Sí X NO

9. APORTE PARA VIABILIZAR EL PROYECTO

US\$ -

10. FECHA PREVISTA PARA CONEXIÓN

dd/mm/año 20/11/2019

11. PLANO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO HASTA EL PUNTO DE SUMINISTRO REQUERIDO



11. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS

- (1) Factor de Categoría según pliego tarifario vigente.
- (2) El Derecho de Conexión esta sujeto a variación según actualización de pliego tarifario, se considera el factor vigente a la fecha de firma de contrato.

Responsable de Revisión (Contugas)

Firma: Edgardo Duran
 Nombre: Edgardo Duran
 SUB-GERENTE DE GRANDES CLIENTES
 CONTUGAS SAC

Fecha de última actualización: 12/04/2019

**ANEXO 03 CARGO DE ENTREGA DE EXPEDIENTE A
CONTUGAS**

Lima, 10 de Junio 2021

Señores:
CONTUGAS S.A.C
Jirón Domenico Morelli N° 150
San Borja, Lima Perú

Atención: Ejecutivo de Grandes Clientes

Asunto: Solicitud de revisión de Expediente

Preliminar:

ESTACIÓN 1 X FIG 1 PLANOS AIE 1

ESTACIÓN MOD 1 FIG 1 MOD/AMPL1

Conforme a obra:

ESTACIÓN 2 FIG 2

ESTACIÓN MOD 2 FIG 2 MOD/AMPL2

Estimados señores:

Por medio de la presente, Yo **Hugo Enrique Palomino Escalante** en condición de responsable IG3 y técnico de la empresa **MAINPRO ALFA S.A.C** presento el expediente en mención, para su revisión.

Asi mismo, cabe indicar que la presentación del expediente es de conocimiento del cliente.

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes,


Ing. HUGO ENRIQUE PALOMINO ESCALANTE
Reg. CIP N° 86213
FIRMA
IGA Reg. OSINERGMIN N° 00599
IG3

Nombre:
N° Registro:


LUIS JESUS
RENADUCCI VALLADARES
INGENIERO PESQUERO
Reg. CIP N° 31681

FIRMA
Representante del cliente

Nombre:
Cargo: **APODERADO**



Lima, 10 de Junio 2021

Señores:
CONTUGAS S.A.C
Jirón Domenico Morelli N° 150
San Borja, Lima Perú

Atención: Ejecutivo de Grandes Clientes

Asunto: Solicitud de revisión de Expediente

Preliminar:

ESTACIÓN 1 PIG 1 PLANOS AIE 1

ESTACIÓN MOD 1 PIG 1 MOD/AMPL1

Conforme a obra:

ESTACIÓN 2 PIG 2

ESTACIÓN MOD 2 PIG 2 MOD/AMPL2

Estimados señores:

Por medio de la presente, Yo **Hugo Enrique Palomino Escalante** en condición de responsable IG3 y técnico de la empresa **MAINPRO ALFA S.A.C** presento el expediente en mención, para su revisión.

Así mismo, cabe indicar que la presentación del expediente es de conocimiento del cliente.

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes,


.....
Ing. HUGO ENRIQUE PALOMINO ESCALANTE
Reg. CIP N° 86213
IG3 Reg. OSINERGMIN N° 00599
IG3

Nombre:
N° Registro:


.....
LUIS JESUS
BENADUCCI VALLADARES
INGENIERO PESQUERO
Reg. CIP N° 31681
FIRMA
Representante del cliente

Nombre:
Cargo: *APODERADO*



Lima, 10 de Junio 2021

Señores:

CONTUGAS S.A.C

Jirón Domenico Morelli N° 150

San Borja, Lima Perú

Atención: Ejecutivo de Grandes Clientes

Asunto: Solicitud de revisión de Expediente

Preliminar:

ESTACIÓN 1 PIG 1 PLANOS AIE

ESTACIÓN MOD 1 PIG 1 MOD/AMPL1

Conforme a obra:

ESTACIÓN 2 PIG 2

ESTACIÓN MOD 2 PIG 2 MOD/AMPL2

Estimados señores:

Por medio de la presente, Yo **Hugo Enrique Palomino Escalante** en condición de responsable IG3 y técnico de la empresa **MAINPRO ALFA S.A.C** presento el expediente en mención, para su revisión.

Así mismo, cabe indicar que la presentación del expediente es de conocimiento del cliente.

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes,


Ing. HUGO ENRIQUE PALOMINO ESCALANTE
Reg. CIP N° 66213

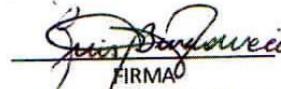
IG3 Reg. ORINER GMIN N° 00599

IG3

Nombre:

N° Registro:

LUIS JESUS
BENADUCCI VALLADARES
INGENIERO PESQUERO
Reg. CIP N° 31681


FIRMA

Representante del cliente

Nombre: **Luis Jesús Benaducci Valladares**

Cargo: **ABDUCADO**



Homologada por:

HODELPE



“Año del Bicentenario del Perú :200 años de independencia”

13 de julio del 2021

CARTA No 035 – 2021

Señores:

CONTUGAS SAC

Dirección:

Jiron Domenico Moreli No 150

Atención:

Ing. Piero Dongo Segura

Coordinador de Grandes Clientes

Asunto:

Inicio de Obra

De nuestra consideración:

Nos dirigimos a su persona en referencia a la carta de aprobación del FIG 1 GCO 0410 -2021 y 0411 2121, correspondiente al proyecto pesquera ANDECORP_ Pisco. El cual corresponde al proyecto de instalación de red de gas natural, motivo por el cual nos comunicamos, mediante la presente el inicio de nuestras actividades en nuestras instalaciones ubicada en Av. B Mza. “B” Lote. 08 Ex Fundo Oquendo (Alt. Puente Peatonal Oquendo), a partir del martes 19 de julio del 2021. Sin otro en particular, quedamos de ustedes

Atentamente.


Ing. HUGO ENRIQUE PALOMINO ESCALANTE
Reg. CIP N° 66213
IG-3 Reg. OSINERGMIN N° 00599

Ing. Hugo Enrique Palomino Escalante
CIP N° 66213
IG- 3 REG OSINERGMIN N° 00599



Oficina

Av. B Mza. B Lote 8
Ex - fundo Oquendo Callao
☎ +51 717 5828 – +51 717 5829

Contactos

☎ 945460392 - 967746459
✉ Dflores@mainproalfa.com.pe
✉ Operaciones@mainproalfa.com.pe

MAINPRO ALFA SAC

RUC: 20536642618
IG3 – OSINERMING
Homologado por: HODELPE

ANEXO 04 APROBACION DE LOS EXPEDIENTES FIG

GCO-0411-2021

Lima, 09 de Julio 2021

Señores:
ANDECORP S.A.C.
Maz E, Lt. 19, Urb. Las Praderas del Sol 2da Etapa
San Martín de Porres, Lima, Lima

Atención: **Ing. Hugo Enrique Palomino Escalante**
Instalador IG3 N° 00599

Asunto: Evaluación de Expediente FIG 1 – Accesorio de Ingreso a la Estación - AIE (ANDECORP S.A.C. - Planta Pisco)

Nos dirigimos a Ud., en atención al Expediente FIG 1– Accesorio de Ingreso a la Estación - AIE (ANDECORP S.A.C - Planta Pisco), documentación ingresada a nuestras oficinas el 07 de Julio del 2021.

En referencia a lo anterior nos permitimos Informarles que la documentación Expediente FIG 1 – Accesorio de Ingreso a la Estación - AIE (ANDECORP S.A.C. - Planta Pisco) se encuentra en estado **APROBADO con Observaciones** que serán necesarias tener en cuenta en la etapa de la construcción y FIG 2, ver documento anexo "Revisión FIG – Accesorio de Ingreso".

La presente revisión se realiza sobre la base de la documentación presentada al concesionario y no exime al Instalador de su responsabilidad de cumplimiento de la normatividad peruana vigente.

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Atentamente,



Piero Martín Dongo Segura
(IG3 234 – CIP 100704)
Coordinador de Conexiones Industriales
CONTUGAS S.A.C.

Elaboró: RFC
Revisó: PDS





GCO-0410-2021

Lima, 09 de Julio de 2021

Señores:

ANDECORP S.A.C.

Mez E, Lt. 19, Urb. Las Praderas del Sol 2da Etapa
San Martín de Porres, Ima, Lima

Atención: Ing. Hugo Enrique Palomino Escalante
Instalador IG3 N° 00599

Asunto: Evaluación de Expediente PIG 1 – ERMP (Estación de Regulación y Medición Primaria) y Red Interna – ANDECORP S.A.C.

Nos dirigimos a Ud., en atención al Expediente PIG 1 – ERMP y Red Interna (ANDECORP S.A.C.), documentación enviada vía e-mail a nuestras oficinas el 07 de Julio del 2021.

En referencia a lo anterior nos permitimos informarle que la documentación Expediente PIG 1 – ERMP y Red Interna (ANDECORP S.A.C. - Planta Pisco) se encuentra en estado **APROBADO con Observaciones** que serán necesarias tener en cuenta en la etapa de la construcción y PIG 2, ver documento anexo "Revisión PIG – Industriales".

La presente revisión se realiza sobre la base de la documentación presentada al concesionario y no exime al Instalador de su responsabilidad de cumplimiento de la normatividad peruana vigente.

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

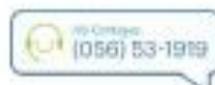
Atentamente,

Piero Martín Dongo Segura (IG3 234 – CIP:10704)
Coordinador de Conexión de Grandes Clientes
Contugas S.A.C.

Elabora: RFC
Revisó: PDS



Lima: Calle Morelli N° 150, Torre 2 Piso 8 – San Borja
Teléfono: (51-1) - 631 0700
www.contugas.com.pe



1.- Datos Generales					
Fecha:	11/05/2024	Expediente:	PG-1	Rev:	1
Cliente:	AVOCORP S.A.C	Instalador:	Riego, Energía y Alcantarillas Saneamiento - Instalador (02) 97 0000		
Dirección:	Av. Los Morillos 460, Santa Rosa, 02 707, LLA (Piscina - Pisco - Ica)		Certificación:	.....
2.- Lista de Verificación				COMENTARIOS	
Solicitud de solicitud del FIG 1 firmado por el Propietario y el Instalador:	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Certificado de expedientabilidad de las instalaciones: (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copia de Revisión de Expediente FIG1 Aprobado (*)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copia de Aprobación de factibilidad de suministro de gas emitido por la concesionaria	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Datos del Cliente:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Fecha Registral del Predio	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Se solicita incluir en FIG 2 Ficha Registral del Predio con una antigüedad no mayor a 3 meses.
DNI del Representante Legal y/o Propietario	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Partida Registral de Constitución de la Empresa en caso persona jurídica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Se solicita incluir en FIG 2 Ficha Registral de Constitución de la Empresa con una antigüedad no mayor a 3 meses.
Partida Registral de Poderes del Representante Legal en caso persona jurídica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Datos del Instalador Empresa - IGI:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copia de Carnet del Instalador IGI-3	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copia de Carnet de la Empresa y del Instalador IGI-3 en caso de Personas Jurídicas	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Copia del Contrato de Suministro	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Boletas de habilitación y/o declaración jurada de los profesionales	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Memoria Descriptiva y Especificaciones Técnicas (EETT):	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Memoria Descriptiva:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Descripción del proyecto	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cálculo de Resistencia de tuberías	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cálculo de Velocidades y Caídas de Presión	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
EETT de cada uno de los accesorios, tuberías e instrumentación a instalar	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cálculo de protección anódica/Catódica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Parámetros de Diseño:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Capacidad máxima (m³/d) a. C. 1000	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Presión de diseño	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano Cívico	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Ubicación y Situación:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Se solicita revisar en FIG 2 los linderos, los mostrados en el plano no coinciden con ficha registral
Plano Mecánico:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano de Distribución General	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cortes de 4/4 de las tramas para ver las interferencias a otros servicios:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	Se solicita considerar en etapa de construcción y FIG 2 corte en cada uno de los tramos antes de
Plano Isométrico (donde muestre cada uno de los accesorios):	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Planilla de cálculo de velocidades y caídas de presión:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Planilla de Materiales: Descripción, Marca, Normas y Presiones de Diseño:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano Welding MAP de Isométrico (*):	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Junta coinciden con Welding Book:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Junta coinciden con Reporte END:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano Eléctrico:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Plano de Protección Catódica	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Procedimientos de Soldadura:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Especificación del Proceso de Soldadura WPS	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	La certificación se debe realizar considerando la Norma ASME Sección IX y API 1104
Registro Certificación del Proceso de Soldadura PQR	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Homologación de Soldador WPD (*)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Registro de Parámetros de Equipo de Electrodo y Certificado de Fusiónista (*)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Memoria de cálculo de protección anódica/catódica conforme a obra (*)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Registro de Prueba de Hermeticidad firmado por el IGI, el Cliente y Contugas (*)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Reporte de Ensayos No Destructivos (*)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Certificación del Inspector de END (*)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Check List y Certificado de Materiales y Equipos (*)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Cronograma de Obra y Actividades:	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
Acta de Compromiso del Cliente (*)	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
CO con todo lo listado en la presente	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	No	<input type="checkbox"/>	
3.- Observado					
<input checked="" type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No					
4.- Comentarios					
Se agotan con observaciones que serán necesarias considerar en la etapa de construcción y FIG 2				Responsable de Revisión - Contugas Pisco: Nombre: Mario María Diego Rojas (02) 1124	
Se solicita en FIG 2 incluir firma del representante legal en Planos, Memorias, declaración jurada, listado de					
Riesgo y Plan de Contingencia					
Nota: (*) Documentos se presenta en el Expediente Conforme a Obra (X) No aplica					
LA PRESENTE REVISIÓN SE REALIZA SOBRE LA BASE DE LA DOCUMENTACIÓN PRESENTADA AL CONDICIONARIO Y NO SOBRE EL INSTALADOR DE SU RESPONSABILIDAD COMO DISEÑADOR, CONSTRUCTOR DE LA OBRA Y REALIZADOR DE LOS PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS DE DETALLE.					

**ANEXO 05 NORMA TECNICA PERUANA NTP 110 010 “SISTEMAS DE
TUBERIAS PARA INSTALACIONES INTERNAS INDUSTRIALES”**

derivaciones, la capacidad necesaria para cubrir la demanda y la ubicación del punto de entrega de gas, entre otros.

14.1.3 Los elementos de la instalación a partir de los reguladores se diseñarán considerando la presión máxima a que pueden estar sometidos teniendo en cuenta el valor de las sobrepresiones que pueden ocurrir ante defectos de funcionamiento de las respectivas válvulas de regulación y la acción de los sistemas de protección previstos (válvulas de seguridad por alivio o por bloqueo).

14.2 Condiciones básicas para el dimensionamiento

14.2.1 El dimensionamiento de la tubería de gas natural seco depende entre otros de los siguientes factores:

- a) Máxima cantidad de gas natural seco requerido por los equipos de consumo.
- b) Demanda proyectada futura, incluyendo el factor de simultaneidad
- c) Caída de presión permitida entre el punto de suministro y los equipos de consumo.
- d) Longitud de la tubería y cantidad de accesorios.
- e) Gravedad específica y poder calorífico del gas natural seco
- f) Velocidad permisible del gas.

14.2.2 Los rangos de caída de presión indicados en (14.2.2.1, 14.2.2.2, 14.2.2.3) considera las caídas de presión debido a los accesorios y en general todos los elementos intermedios en el tramo de tubería incluyendo a esta.

14.2.2.1 El tramo de tubería comprendida entre la válvula de bloqueo de servicio del distribuidor de gas y la entrada a los reguladores de la Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria, se calculará con una caída de presión máxima no superior al 10 % de la presión mínima de suministro.

14.2.2.2 Los tramos de la red interna comprendidos entre dos etapas de regulación se calcularán con una caída máxima del 50 % de la presión regulada al comienzo de esos tramos. El cálculo de estos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por los equipos de consumo ubicados aguas abajo.

14.2.2.3 Los tramos de tubería que alimentan directamente los equipos de consumo, serán calculados de la misma forma que el 14.2.2.2 y el cálculo de estos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por el equipo de consumo.

14.2.3 En todos los puntos de la instalación la velocidad de circulación del gas deberá ser siempre inferior a 30 m/s, para evitar vibraciones y ruidos excesivos en el sistema de tuberías.

14.2.4 Para el dimensionamiento de las tuberías, se admitirán fórmulas de cálculo reconocidos, las cuales deben considerar el rango de presión de cálculo. Los datos obtenidos deberán responder por lo menos, a las exigencias de:

- a) La fórmula de Poole para presiones hasta un máximo de 5 kPa (50 mbar)

$$Q = \sqrt{\frac{D^5 h}{2.5l}}$$

Donde:

- Q caudal en m³/h (condiciones estándar)
 D diámetro en cm.
 h pérdida de carga en mm. de columna de H₂O
 s densidad relativa del gas
 l longitud de tubería en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen. Véase tabla 10 para longitudes equivalentes

- b) La fórmula de Renouard simplificada para presiones en el rango de 0 kPa a 400 kPa (0 bar a 4 bar); válida para $Q/D < 150$

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600.s.L.\frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Donde:

P_A y P_B presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm^2 A

s densidad relativa del gas.

L longitud del tramo en km, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que la componen. Véase tabla 10.

Q caudal en m^3/h (condiciones estándar)

D diámetro en mm.

c) Para el cálculo de velocidad de circulación del fluido se utilizará la siguiente fórmula.

$$v = \frac{365,35 \cdot Q}{D^2 \cdot P}$$

Donde:

Q Caudal en m^3/h (condiciones estándar)

P Presión de cálculo en kg/cm^2 absoluta

D Diámetro interior de la tubería en mm.

v velocidad lineal en m/s

Las fórmulas de dimensionamiento utilizadas deberán tener en cuenta las características particulares del gas para el cual se realiza el diseño.

14.2.5 Definido el diámetro, material de tubería y presión de diseño, se debe especificar el espesor de pared, de manera que cumpla con las pruebas de estanqueidad y condiciones operatorias.

14.2.6 El espesor mínimo de la paredes de las tuberías de acero roscadas; o soldadas de diámetro $< 3,9$ mm (2 pulg), debe ser conforme a la cédula 40. En la Tabla 3, se indica los espesores mínimos para tuberías de acero.

TABLA 3 – Tubería de acero

Diámetro nominal		Espesor mínimo de la pared (mm)
mm	Pulgadas	
10,3	1/8	1,7
13,7	1/4	2,2
17,1	3/8	2,3
21,3	1/2	2,8
26,7	3/4	2,9
33,4	1	3,4
42,2	5/4	3,6
48,3	1 1/2	3,7
60,3	2	3,9

14.2.7 El espesor mínimo de la pared de las tuberías de polietileno se indica en la Tabla 4:

TABLA 4 - Tubería de polietileno SDR 17,6 serie métrica

Tamaño nominal (mm)	Espesor de la pared (mm)
32	2,3
40	2,3
63	5,8
110	6,3
160	9,1
200	11,4
250	14,2

14.2.8 El espesor mínimo de la pared de las tuberías de cobre deberá ser de 1 mm y el diámetro máximo 29 mm .

TABLA 5 – Tubería de cobre

Diámetro externo		Espesor de pared	
pulgadas	milímetro	pulgada	milímetro
5/8	15,9	0,040	1,02
¾	19,1	0,042	1,07
7/8	22,3	0,045	1,14
1 1/8	29	0,050	1,27

14.3 Expansión de un sistema de tubería

Cuando se requiera conectar a un sistema de tuberías nuevos equipos de consumo, éste debe someterse a una reevaluación para determinar si tiene capacidad suficiente. Si la capacidad no es suficiente se debe modificar el sistema existente.

15. CONSTRUCCIÓN DEL SISTEMA DE TUBERÍAS

15.1 Generalidades

15.1.1 Las tuberías de gas deben instalarse, en la medida de lo posible, en líneas rectas, debiéndose evitar los cambios de dirección innecesarios.

15.1.2 Las tuberías deberán ser instaladas de manera que sean fácilmente accesibles para la inspección y el mantenimiento. Asimismo, que su operación no presente dificultades ni implique riesgos, debiendo para tal fin instalarse cuando resulte necesario pasarelas, plataformas, conductos, etc. Se deberán prever elementos de unión suficientes tales como bridas, uniones dobles, otros, que permitan el cambio de los elementos y/o aparatos que componen la instalación.

15.1.3 Las tuberías deberán ser instaladas de tal manera de evitar tensiones. Los cambios de dirección en las tuberías metálicas se deberán realizar por medio de accesorios normalizados, no pudiendo en consecuencia efectuarse doblado de tuberías. En el caso de tuberías de polietileno, los cambios de dirección por medio de curvas se podrán efectuar

con un mínimo de 25 veces el diámetro nominal de la tubería, siempre en acuerdo con las recomendaciones de los fabricantes.

15.1.4 Las tuberías deberán contar con soportes intermedios en intervalos regulares, de acuerdo a su peso y diámetro. Véase Tabla 8.

15.1.5 No deben instalarse tuberías en las inmediaciones de cables eléctricos, tuberías de calefacción u otras instalaciones que puedan causar daños. En la Figura 1 se indica las distancias mínimas entre las tuberías que conducen gas y las tuberías de otros servicios.

15.1.6 Está prohibido instalar tuberías de gas en el interior de otros conductos o canalizaciones utilizadas para fines distintos como, por ejemplo, las tuberías de ventilación o los conductos para la evacuación de desperdicios, pozos de ascensores, desagües, sistemas de alcantarillado, etc.

15.1.7 Las tuberías que cruzan pisos o paredes deberán contar con una camisa protectora o "pasamuro".

15.1.8 Si las tuberías están instaladas en ductos, estos deberán tener uniones soldadas. Así mismo, deberán contar con ventilaciones inferiores y superiores, y ser accesibles para el mantenimiento y la inspección.

15.1.9 No se podrán instalar tuberías en pasadizos donde vehículos o personas puedan dañarlas, tropezando, golpeándolas o ejerciendo presión sobre ellas.

15.1.10 Se evitará en la medida de lo posible instalar tuberías en ductos no ventilados, cavidades, cielo rasos, o empotrados en paredes.

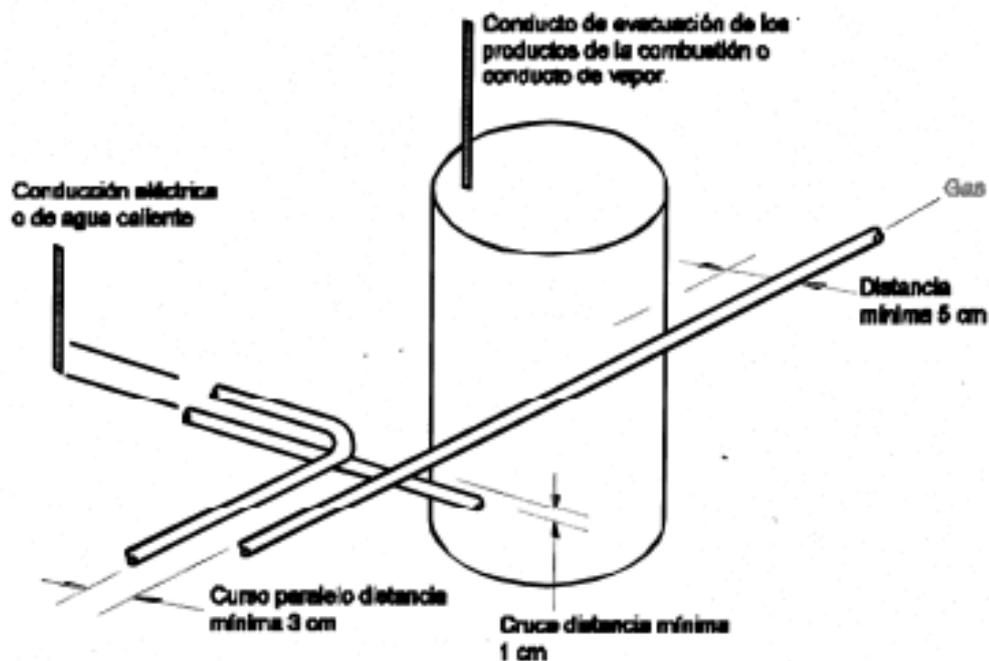


FIGURA 1 - Tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

Tabla de distancias mínimas entre tuberías que conducen gas instaladas a la vista o embebidas y tubería de otros servicios

Tubería de otros servicios	Curso paralelo	Cruce
Conducción agua caliente	3 cm	1 cm
Conducción eléctrica	3 cm	1 cm
Conducción de vapor	5 cm	5 cm
Chimeneas	5 cm	5 cm

16. TÉCNICAS PARA REALIZAR LAS UNIONES DE TUBERIAS

16.1 La siguiente Tabla 6 recomienda las técnicas que deben utilizarse para las uniones en la construcción de nuevos sistemas de tuberías.

TABLA 6 – Técnicas para las uniones de tuberías

Material de la tubería	Técnica de empalme		
Cobre	Soldadura fuerte (temperatura de fusión > 450 °C)		
Polietileno	Unión de tope por termofusión o cuplas de electrofusión		
Acero	diámetro ≤ 5,08 cm (2 pulg)	diámetro > 5,08 cm (2 pulg)	
Acero negro	Junta roscada o soldada	Soldadura	Bridas
Acero galvanizado	Junta roscada	-----	-----

16.2 En tuberías enterradas sólo se podrán usar uniones soldadas.

16.3 Los accesorios de transición subterráneo-aéreo para tuberías enterradas de polietileno hacia tuberías aéreas de acero o cobre, pueden ser utilizados donde sean requeridos. Estos últimos deberán ser fabricados de acuerdo a estándares reconocidos y aprobados.

17. CONSTRUCCIÓN DE TUBERÍAS SUBTERRÁNEAS

17.1 Los materiales que se pueden utilizar son el acero revestido, el polietileno y el cobre revestido, según la especificación de materiales anteriormente definida.

17.2 Esta NTP sólo recomienda uniones soldadas para el acero y el cobre, y uniones por fusión para el polietileno.

17.3 La instalación de las tuberías de polietileno, sus accesorios, así como la transición entre este y otros materiales debe ser conforme a CEN UNE-EN 12007-2 ó norma equivalente como la ASTM D 2774.

Se recomienda usar los siguientes SDR para las presiones de operación descritas a continuación:

TABLA 7

Resina	SDR 17,6	SDR 11
PEMD PE 80	no usar	4 Bar
PEAD PE 100	6 Bar	6 Bar

PEMD Polietileno de media densidad

PEAD Polietileno de alta densidad

17.4 Los tres materiales acero, polietileno y cobre deben depositarse a cierta profundidad en zanjas. La zanja y el material de relleno deben estar exentos de objetos cortantes (por ejemplo piedras) a fin de evitar daños en las tuberías o el deterioro de su revestimiento. Las tuberías deben instalarse sobre un lecho de arena y la profundidad mínima de la capa de recubrimiento deberá ser de 60 cm.

17.5 Dentro de la zanja, la distancia con respecto a otras tuberías o cables debe ser, como mínimo, de 20 cm en los tramos paralelos y 10 cm en los puntos de cruce.

17.6 No deben instalarse tuberías subterráneas debajo de edificios o construcciones.

17.7 Las uniones metálicas deberán ser revestidas de manera de asegurar la continuidad del revestimiento de las tuberías. En el caso de las tuberías metálicas se recomienda aplicar la técnica de los tres componentes (capa de imprimación/cinta de butilo/cinta de PE). El método que se aplique deberá ser aprobado.

17.8 El recubrimiento de las tuberías de acero debe inspeccionarse cuidadosamente antes de instalar las mismas en las zanjas. Todo deterioro del recubrimiento debe repararse con la técnica de los tres componentes.

17.9 Antes de ingresar las tuberías en el recinto industrial, deberá efectuarse la transición de PE a acero/cobre a 1 metro de distancia del muro exterior.

17.10 Se deberán instalar carteles o una señalización adecuada para advertir la ubicación de la tubería enterrada.

17.11 Para mayores alcances de tuberías enterradas, revisar también el Reglamento de Distribución de Gas Natural por Red de Ductos D.S N° 042-99-EM.

18. CONSTRUCCIÓN DE TUBERÍAS DE SUPERFICIE

18.1 Las estructuras en las que se fijen las tuberías deben ser sólidas. Las tuberías no deben estar sujetas a ningún tipo de tensión.

18.2 Las uniones y los accesorios mecánicos deben quedar visibles.

18.3 Las tuberías que pasen a través de un muro o un suelo, deberán hacerlo instalando una camisa o tubo plástico alrededor de las mismas. Se recomienda plásticos con buenas características mecánicas como el PVC o PE.

18.4 El contacto con productos químicos o humedad constante debe evitarse instalando las tuberías como mínimo, a 5 cm por encima del nivel del suelo o piso.

18.5 Si la tubería se instala en un conducto, deberán cumplirse los siguientes requisitos:

- El conducto deberá ser recto.
- Sus paredes deberán ser ignífugas.
- La ventilación se efectuará por medio de dos aberturas, la más baja deberá ser de 200 cm² y la superior de 250 cm².

18.6 Todas las tuberías expuestas deberán pintarse de amarillo canario, a excepción de las tuberías de cobre, en la medida que queda evidente que éstas conducen gas.

18.7 La tubería de gas deberá estar conectada con la puesta a tierra de la instalación eléctrica.

18.8 No deben instalarse tuberías en pasadizos donde podrían ser objeto de golpes o daños por personas, vehículos o similar.

19. SOPORTES, ANCLAJES Y GANCHOS

19.1 Las tuberías deben ser soportadas con ganchos, abrazaderas, soportes colgantes o soportes de escuadra, de una resistencia y configuración adecuada, localizados en intervalos de espacio adecuados para prevenir o amortiguar una vibración excesiva. La tubería debe ser anclada para prevenir esfuerzos indebidos sobre los equipos conectados y no debe ser soportada por otras tuberías. Los ganchos y soportes de la tubería deben cumplir con la norma ANSI-MSS SP58.

19.2 El espaciamiento de los soportes en la tubería de gas no debe ser mayor que el indicado en la tabla 8.

TABLA 8 – Soportes de tuberías

Tamaño nominal de la tubería rígida (pulgadas)	Distancia entre soportes		Tamaño nominal de la tubería flexible (pulgadas)	Distancia entre soportes	
	m	pies		m	pies
1/2	1,85	6	1/2	1,25	4
3/4 o 1	2,45	8	5/8 o 3/4	1,85	6
1 1/4 ó mayores (horizontales)	3,0	10	7/8 o 1	2,45	8
1 1/4 ó mayores (verticales)	Una en cada nivel o piso				

19.3 Los soportes, ganchos y anclajes deben ser instalados de manera que no interfieran con la libre expansión y contracción de la tubería entre los puntos de anclaje.

Todas las partes del sistema de soporte deben ser diseñadas e instaladas de tal manera de evitar la corrosión y que no se desenganchen por el movimiento de la tubería.

19.4 Si la tubería que contiene el gas natural seco debe ser desmontada, la línea debe desconectarse de todas las fuentes de gas y ser purgada totalmente con aire, agua o un gas inerte antes de efectuar cualquier corte o soldadura.

20. PRUEBA DE HERMETICIDAD

20.1 Finalizada la construcción del sistema de tuberías, deberá ser probada para verificar su hermeticidad, utilizando como fluidos el aire, nitrógeno o cualquier gas inerte, en ningún caso, oxígeno o un gas combustible. El propósito es localizar y eliminar toda pérdida en la instalación. La prueba deberá efectuarse aumentando la presión gradualmente y tomando las medidas de seguridad que corresponda.

20.2 La prueba de presión de hermeticidad deberá ser de 1,5 veces la presión máxima admisible de operación (MAPO) por un lapso no menor 2 horas. En el caso de sistemas de tuberías con una MAPO de 60 mbar o menos, la presión de prueba de hermeticidad deberá ser 100 mbar como mínimo,

20.3 Se elaborará el ACTA DE HERMETICIDAD que deberán incluir como mínimo los siguientes datos:

- Identificación de la instalación comprobada, con su plano correspondiente
- Resultados de las pruebas de comprobación, que incluye presiones antes y después de las pruebas, duración, resultados
- Nombre y fecha de la empresa que efectúa la prueba
- Nombre y fecha del verificador.

**ANEXO 06 RESPUESTA DE VIABILIDAD DE SUMNISTRO DE GAS
NATURAL**

Fecha: 7 de Octubre de 2019

1. DATOS DE LA EMPRESA

Razón Social: CORPORACION FRUTOS DEL MAR S.A.C.
RUC: 20544125681

2. USO DEL GAS NATURAL

GENERACION DE VAPOR

3. DATOS DE LOCALIZACIÓN

Dirección de Planta que requiere el servicio | AV. LOS MARTILLOS S/N, SANTA ELENA, MZ. M, LT.6

4. CLASIFICACION DE SOLICITUD

a) Incorporado en la Base Tarifaria
b) No incorporado en la Base Tarifaria

5. DATOS TÉCNICOS DE SUMINISTRO

Coordenadas ubicación de válvula de derivación (UTM WGS-84)	E: 366389.00 N: 8476229.00
Caudal máximo horario (m ³ /h)	1,860.00
Caudal mínimo horario (m ³ /h)	0.00
Caudal nominal horario (m ³ /h)	300.00
Presión Mínima (bar)	5.00
Presión Máxima (bar)	19.00
Consumo diario promedio (m ³ /d)	5,067.00
Consumo mensual promedio (m ³ /mes)	101,340.00

NOTA

Corresponden a los Datos suministrados por el Cliente y validados por CONTUGAS. Cualquier modificación debera ser informada previamente por el Cliente para un nuevo analisis de viabilidad.

7. INFRAESTRUCTURA EXISTENTE

Sí X NO

8. VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

DETALLE DE INVERSION	Diámetro(pulg)	Longitud	Costo (US\$)
TOTAL			

CALCULO DERECHO DE CONEXIÓN INICIAL

Consumo mensual promedio (m3/mes)	101,340.00
Consumo diario promedio (m3/d)	5,067.00
Categoría	C
Factor Categoría ⁽¹⁾	16.86
Derecho de conexión (Usd) ⁽²⁾	85,429.62

VIABILIDAD ECONOMICA DEL PROYECTO

Sí X NO

9. APOORTE PARA VIABILIZAR EL PROYECTO

US\$

10. FECHA PREVISTA PARA CONEXIÓN

dd/mm/año 20/11/2019

11. PLANO DE LA RED DE ABASTECIMIENTO HASTA EL PUNTO DE SUMINISTRO REQUERIDO



11. OBSERVACIONES Y/O COMENTARIOS

- (1) Factor de Categoría según pliego tarifario vigente.
- (2) El Derecho de Conexión esta sujeto a variación según actualización de pliego tarifario, se considera el factor vigente a la fecha de firma de contrato.

Responsable de Revisión (Contugas)

Edgar R. Duran Solari
SUB-GERENTE DE GRANDES CLIENTES
CONTUGAS SAC

Firma: *Edgar Duran*
Nombre:

Fecha de última actualización: 12/04/2019

ANEXO 07 CERTIFICADO DEL FUSIONISTA

**Registro de Calificación de Desempeño (WPQ)**

De acuerdo a PE-3478-1
Rev.07-11/06/14
File : O/L ENERGY 151

N° : 729397
Fecha : 28-sep.-2016
Revisión N° : 0
Hoja N° : 1 de 1

REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE DESEMPEÑO

Nombre de la compañía	: PS INDUSTRIAL S.A.	Elaborado por	: Fredy Muñoz Flores
WPQ N°	: PSINDUSTRIAL-001-2020-WPQ	Fecha	: 22-feb.-2021 Rev. N° : 0
WPS seguido N°	: PE-3478-1	Fecha	: 20-may.-2012 Rev. N° : 0

SOLDADOR/FUSIONISTA

1. Nombres y apellidos	: Jorge Antonio Villavicencio Reyes	3. ID Interno	: PSI-EF01
2. Documento de Identidad N°	: 43702535	4. Fecha de prueba	: 25-Set-21

VARIABLES

	Testeado	Calificado
1.- Proceso	Electrofusión	Electrofusión
	Semi automático	Semi automático
2.- Tipo de unión	Union a traslape	Union a traslape
3.- Material	PE 80	PE 80
Tubería <input checked="" type="checkbox"/>	PG -2	PG -2
Lámina <input type="checkbox"/>	-	-
4.- Diámetro	160 mm	75 mm ≤ Diámetro < 200 mm
		Grupo de diámetro PG - 2
5.- Espesor	SDR 11	SDR 11
6.- Accesorio		
Tipo	Cupla de electrofusión	Cupla de electrofusión
Marca	PLASTITALIA	PLASTITALIA

ENSAYOS

1.- Evaluacion de hoja de vida	Aceptado <input checked="" type="checkbox"/>	Rechazado <input type="checkbox"/>
Comentario : Ninguno		
2.- Examen teórico	Aceptado <input checked="" type="checkbox"/>	Rechazado <input type="checkbox"/>
Comentario : Ninguno		
3.- Inspeccion visual de soldadura	Aceptado <input checked="" type="checkbox"/>	Rechazado <input type="checkbox"/>
Comentario : Ninguno.		
4.- Ensayo de descohesión	Aceptado <input type="checkbox"/>	Rechazado <input type="checkbox"/>
Comentario : No Aplica		

Elaborado por: SGS DEL PERU S.A.C. Fredy Muñoz Flores Inspector de SGS	Revisado por: Ing. Cristian Paredes L. AWS - CWI, Certified Welding Inspector Certificado: 14121091	Aprobado por:
---	--	---------------

ANEXO 08 PROCEDIMIENTOS Y HOMOLOGACION DE SOLDADORES



ESPECIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS)
(Section IX ASME Boiler and Pressure Vessel Code - CW-200 1 - 2010)

WPS-OAZ-ASME IX/19
2/2

EMISIÓN: 15/06/2019
 REVISIÓN: 0

POSICION (QW-405)		TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO (QW-407)										
Posicion(es) de ranura	Toda Posición	Rango de Temperatura	N/A									
Progresion: Asc:	X Desc.	Tiempo	N/A									
Posicion de filete												
PRECALENTAMIENTO (QW-406)		GAS (QW-408)										
Temp. PreCALENTAMIENTO Min:	15°C	Composicion Porcentual <table border="1"> <tr> <th>Gas(ea)</th> <th>Mezcla</th> <th>Caudal</th> </tr> <tr> <td>Argón</td> <td>99.90%</td> <td>13 - 22 L/min</td> </tr> <tr> <td>N/A</td> <td>N/A</td> <td>N/A</td> </tr> </table>		Gas(ea)	Mezcla	Caudal	Argón	99.90%	13 - 22 L/min	N/A	N/A	N/A
Gas(ea)	Mezcla			Caudal								
Argón	99.90%			13 - 22 L/min								
N/A	N/A	N/A										
Temp. Intepaso Max:												
Mantenencia de PreCALENTAMIENTO:												
		Proteccion										
		Arresto										
		Respaldo										

CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)

Corriente AC o DC DC Polaridad EN

Rango de Amperaje Ver Tabla Nº 1 Rango de Voltaje Ver Tabla Nº 1
(Amps and volts range should be recorded for each electrode size, position, and thickness, etc.)
 This information may be used listed in a tabular form similar to that show below

Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno EW th - 2, Ø2.4mm (Ø3/32") (Tungsteno toriado al 2%)

Modo de transferencia en GMAW N/A

Velocidad de alimentacion de alambre N/A

TECNICA (QW-410)

Pase ancho o angosto Angosto (Primer pase) /Ancho (Resto de pases)

Orificio o tamaño de proteccion gaseosa #6 (10.0 mm) a #8 (12.5 mm)

Limpieza inicial y entrespada (escobillado, esmerilado, etc) Esmerilado y/o escobillado

Metodo de resane de raíz Esmerilado

Oscilacion Como se Requiere

Distancia de boquilla a pieza de trabajo N.A.

Pase Multiple o Simple Multiple

Electrodo Multiple o Simple Simple

Velocidad de avance (rango) (cm/min) Ver Tabla Nº 1

Martilleo No permitido

Otros **METODO DE BISELADO:** Maquinado, con oxlicorte, corte por plasma y/o amolado



TABLA Nº 1

Pase Nº	Proceso	Metal de aporte		Corriente			Voltaje (Voltios)	Velocidad de avance (cm/min)	Progresión
		Clase	Diametro Ø	Tipo de corriente	Polaridad	Amperaje (Amperios)			
1	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC	EN	70 - 140	9 - 13	3 - 11	Progresión Ascendente
2	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC	EN	90 - 195	9 - 14	4 - 12	Progresión Ascendente
3	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC	EN	90 - 195	9 - 14	4 - 12	Progresión Ascendente
3 + n	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC	EN	80 - 160	9 - 13	3 - 11	Progresión Ascendente

ELABORADO POR:
FIRMA

WILMER MANTARI OLARTE
 NIVEL II RT-PT-VT
 OAZ S.A.C.

REVISADO POR:
FIRMA

Ricardo Carbajal Zarate
 CWI 14052471
 QC1-EXP. 5/1/2023

SUPERVISION:
FIRMA



REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO (PQR)
(Section IX ASME Boiler and Pressure Vessel Code - QW-200.1 - 2019)

PQR-OAZ-ASME IX/19
1 / 2

EMISION	15/09/2019
REVISION	0

Nombre de la Compañía: MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS ALFA S.A.C. Por: Wilmer Mantari Olarte
 Registro de Calificacion del Procedimiento No. PQR-ASME IX-MAP.02.21 Fecha: 27/10/2021
 Procedimiento de Soldadura No. WPS-ASME IX-MAP.02.21
 Proceso(s) de soldadura: GTAW Tipo: MANUAL
 (Automatic, Manual, Machine, or Semi-Auto.)

JUNTA (QW-402)
 Diseño de Junta: Ranura en V
 Material de Respaldo (Tipo) N/A
 (Referase a ambos el respaldo y los Retenedores)
 Metal Refractario
 No metalico Otros
 Angulo de Ranura 60°
 Simple: Doble Soldadura:

TI : 8.56 mm
 α : 60°
 f : 0 mm
 R : 4.0 mm
 S : 1.5 mm

PASES DE SOLDADURA
 1 : GTAW - ER 70S-6
 2 : GTAW - ER 70S-6
 3 : GTAW - ER 70S-6
 4 : GTAW - ER 70S-6

METAL BASE (QW-403)
 P-N° 1 Grupo N° 1 al P-N° 1 Grupo N° 1
 Especificacion del Material ASTM A 53
 Tipo/grado, No. UNS Gr. "B"
 Análisis químico y propiedades mecánicas: N/A
 Hasta el análisis químico y propiedades mecánicas: N/A
 Dimensiones del cupon de Prueba:
 Metal base (espesor): 8.56 mm (SCH80) Filete: Todos
 Diámetro exterior : 4 1/2" Filete: Todos
 Otros:

METAL DE APORTE (QW-404)	GTAW		
Especificacion N° (SFA)	5.18		
Clasificacion N° AWS	ER 70S-6		
F-N°	6		
A-N°	1		
Diámetro de metal de aporte	2.4 mm (3/32")		
Metal depositado	8.56 mm		
Rango de espesores:			
Ranura	Hasta 17.12 mm		
Filete	Ilimitado		
Fundente (clase)	.....	
Fundente nombre comercial	.....	
Inserto combustible	.....	
Otros:	Varilla		



POSICION (QW-405)
 Posicion(es) de ranura 6 G
 Progresion: Asc: Desc:

TRATAMIENTO DE POST-CALENTAMIENTO (QW-407)
 Rango de Temperatura: N/A
 Tiempo: N/A

PRECALENTAMIENTO (QW-406)

Temp. Pre calentamiento	15°C
Temp. Intre pasadas	N/A
Mantenencia de Pre calentamiento:	N/A
Otros:	.....

GAS (QW-408) Composición Porcentual

	Gas(es)	Mezcla	Flujo
Protección	Argón	99.90%	15 L/min
Arrastre	N/A	N/A	N/A
Respaldo	N/A	N/A	N/A



REGISTRO DE CALIFICACION DE PROCEDIMIENTO (PQR)
(Section IX ASME Boiler and Pressure Vessel Code - QW-200.1 - 2015)

PQR-OAZ-ASME IX/19
2 / 2

EMISION 15/09/2019
REVISION 0

CARACTERISTICAS ELECTRICAS (QW-409)

Corriente AC o DC DC Polaridad EN
Rango de Amperaje Ver Tabla N° 1 Rango de Voltaje Ver Tabla N° 1

(Amps and volts range should be recorded for each electrode size, position, and thickness, etc.)

This information may be used listed in a tabular form similar to that show below

Tamaño y tipo de electrodo de tungsteno EW th - 2, Ø2.4mm (Ø3/32") (Tungsteno toriado al 2%)
 Modo de transferencia en GMAW N/A
 Velocidad de alimentación de alambre N/A
TECNICA (QW-410)
 Pase ancho o angosto Angosto (Primer pase) / Ancho (Resto de pases)
 Orificio o tamaño de protección gaseosa #6(10.0 mm)
 Limpieza inicial y entrepasada (escobillado, esmeritado, etc) Esmeritado y/o escobillado
 Metodo de resane de raiz N/A
 Oscilacion Como Requiera
 Distancia de boquilla a pieza de trabajo N/A
 Pase Multiple o Simple Multiple
 Electrodo multiple o Simple Simple
 Velocidad de avance (rango) Ver tabla N°1
 Martilleo No permitido
 Otros METODO DE BISELADO Maquinado, corte por plasma y/o amolado

TABLA N° 1 DE PARAMETROS ELECTRICOS DEL PROCESO DE SOLDADURA

Pase N°	Proceso	Metal de Aporte		Corriente		Voltaje (V)	Velocidad de avance (cm/min)	Otros
		Clase	Diametro Ø	Polaridad	Amperaje (A)			
1	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC EN	140.0	9.7	5.31	Progresión Ascendente
2	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC EN	165.6	13.6	7.30	Progresión Ascendente
3	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC EN	163.5	12.4	7.40	Progresión Ascendente
4	GTAW	ER 70S-6	2.4mm (3/32")	DC EN	142.5	12.2	7.36	Progresión Ascendente

PRUEBAS DE TENSION (QW-150)

Probeta N°	Ancho (mm)	Espesor (mm)	Área (mm ²)	Carga Maxima (kN)	Resistencia Maxima (MPa)	Tipo de Falla y Localización
1	19.00	8.24	156.56	7, 125.78	446.35	Fractura en metal base
2	19.30	8.47	163.47	7,527.55	451.58	Fractura en metal base

PRUEBAS DE DOBLEZ DIRIGIDA (QW 160)

Tipo y Figura N°	Resultado	Tipo y Figura N°	Resultado
Probeta 3 Doble de cara	Conforme	Probeta 4 Doble de Raíz	Conforme
Probeta 5 Doble de cara	Conforme	Probeta 6 Doble de Raíz	Conforme

PRUEBAS DE IMPACTO (QW - 170)

Prueba en Soldadura de Filete

Resultado satisfactorio: Si: N/A No: N/A Penetración en metal origen: Si: N/A No: N/A

Resultado de Macroataque N/A
Otras Pruebas
 Tipo de Prueba: Inspección Visual Resultado: Aceptado
 Tipo de Prueba: - Resultado: -
 Inspector: - Reporte Radiográfico: - Organización:
 Fecha: -

Nombre del Soldador: NIMA GOMEZ, Manuel Antonio Estampa N° MAP-01

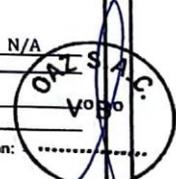
Pruebas Mecánicas conducidas por: **UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA** INFORME N° Lb4-0513.1-2021 Fecha: 08/11/2021

Certificamos que los datos en este registro son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldados y ensayados de acuerdo los requerimientos de la sección IX del código ASME - 2019

ELABORADO POR:
FIRMA:
WILMER MANTARI OLARTE
NIVEL II RT-PT-VT
OAZ S.A.C.

REVISADO POR:
FIRMA:
08.11.21
Ricardo Carballo Zarate
CWI 1405247
QC1 EXP. 07/2023

SUPEVISION:
FIRMA:



	REGISTRÓ DE CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)		039/OAZ-WPQ	
	FECHA	05/05/19		
	REVISIÓN	00		
PÁGINA			1 de 1	

QW 484A – REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ)
(See QW-301, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code- Ed. 2019)

Nombre del Soldador: NIMA GOMEZ, Manuel Antonio	DNI: 44885736	IDENTIFICACION: MAP-01
Identificación de WPS: WPS-ASME IX-MAP.02.21	Probeta: <input checked="" type="checkbox"/>	Soldadura de producción: <input type="checkbox"/>
Especificación de metal base (s): ASTM A 53 Gr."B"	Espesor: 8.56 mm (SCH 80)	Fecha: 08/11/2021

VARIABLES DE SOLDADURA (QW-350)	VALOR USADO EN LA CALIFICACION	RANGO CALIFICADO
Proceso de Soldadura (s)	GTAW	GTAW
Material Base	ASTM A 53 Gr. "B"	ASTM A 53 Gr, B / API 5L X42 / API 5L X52
Tipo (manual, semiautomático) usado	Manual	Manual
Respaldo (metal, soldadura, soldadura doble, etc.)	Sin respaldo	Con respaldo y sin respaldo
Tubería (X) Plancha ()	∅ Ext. 4 ½"	Desde ∅ 2 7/8" hasta ilimitado
Metal Base N° P ó S a N° P ó S	P N° 1 a P N° 1	P N° 1 a P N° 1
Especificación metal Aporte	AWS - 5.18	AWS - 5.18
Clasificación metal de Aporte	ER 70S-6	ER 70S-6
Metal de Aporte N° F	6	6
Inserto Consumible (GTAW ó PAW)	—	—
Tipo de Aporte (GTAW ó PAW)	Varilla Sólido	Varilla Sólido
Espesor depositado por cada proceso	8.56 mm	Hasta 2T (17.12 mm)
Posición Calificada (2G, 6G, 3F, etc.)	6G	A tope: todas / en filete Todas
Progresión Vertical (ascendente ó Descendente))	Ascendente	Ascendente
Tipo de gas Combustible (OFW)	—	—
Gas Inerte de Respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	Argón (99.9%)	Argón (99.9%)
Modo de Transferencia (GMAW)	—	—
Corriente Tipo / Polaridad (GTAW)	DC / EN	DC / EN

Resultado de la Inspección Visual (QW-302.4): Aceptado Informe: Tabla N° 1 parámetros eléctricos PQR-ASME IX-MAP.02.21
 Resultado de Prueba de Tracción: Conforme
 Resultado de Prueba de Doble: Conforme

() Lado QW-462-2		() Cara y Raíz Transversal (QW-462.3 -a)		(X) Cara y Raíz Longitudinal (QW-462.3- b)	
Probeta	Tipo	Resultado	Probeta	Tipo	Resultado
3	Cara	Conforme	4	Raíz	Conforme
5	Cara	Conforme	6	Raíz	Conforme

Inspeccionado Por: Ing. Winston Aceijas Pajares
 Organización: UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA
 Resultado de la prueba radiográfica (QW 19.1)
 Informe de Ensayo: Lb4-0513.1-2021
 Fecha: 08/11/2021



Identificación de la Película			Identificación de la Película		
Película	Resultado	Observaciones	Película	Resultado	Observaciones
.....

Inspeccionado Por: -
 Organización: -
 Otras pruebas: N. A.
 Informe: -
 Fecha: -

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo los requerimientos del Código ASME Sección IX – Ed. 2019.

ELABORADO POR Firma:  WILMER MANTARI OLLARTE NIVEL II RT-PT-VT OAZ S.A.C.	REVISADO POR: Firma:   Ricardo Caballero Zarate CWI 14052471 QQ1 EXP. 5/1/2023	SUPERVISION: Firma:
---	--	-------------------------------



INFORME TECNICO
Lb4 - 0513.1 - 2021

ENSAYOS MECÁNICOS EN TUBO DE ACERO SOLDADO

* SOLICITANTE : **MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS ALFA S.A.C**
* REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 107320
* FECHA : Lima, 08 de noviembre de 2021

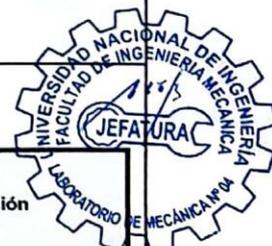
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN O MODIFICACIÓN PARCIAL O TOTAL DEL DOCUMENTO

1.	ANTECEDENTES	Se recibió una (01) muestra de tubo de acero soldado, con la finalidad de realizar lo siguiente: * Ensayo de tracción * Ensayo de doblez de cara * Ensayo de doblez de raíz
2.	DE LA MUESTRA	Se identificó según el cliente, como: Una (01) muestra de tubo de acero soldado, de características: * Soldador : NIMA GOMEZ, MANUEL ANTONIO * D.N.I. : 44885736 * Diámetro : 4" * Posición : 6G * Proceso : GTAW * Material : ASTM A 53 Gr. B * Espesor : 8.56 mm * Estampa : MAP-01 * Norma : ASME IX
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	* Máquina Universal de Ensayos mecánicos, marca LG, capacidad 60 Ton. * Vernier digital, marca MITUTOYO, aproximación 0,01 mm.
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	* T. : 18 °C * H.R. : 70 %
5.	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	Norma ASME IX

RESULTADOS

6.1 Ensayo de tracción

Probeta	Espesor (mm)	Ancho (mm)	Área (mm ²)	Fuerza Máxima kN (kgf)	Esfuerzo Máximo MPa (kg/mm ²)	Observación
1	8.24	19.00	156.56	69.88	446.35	Fractura en el material base.
				(7,125.78)	(45.51)	
2	8.47	19.30	163.47	73.82	451.58	Fractura en el material base.
				(7,527.55)	(46.05)	



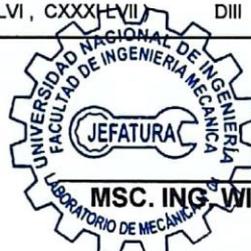


PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN O MODIFICACIÓN PARCIAL O

6.2 Ensayo de dobléz

Probeta	Tipo	Observación
3	Cara	Conforme
4	Raíz	Conforme
5	Cara	Conforme
6	Raíz	Conforme

* Código de autenticación : MLXXII (CXXXI LVI , CXXXI LVII) DIII DXIII.I CADE JUÑO



Winston Aceijas Pajares
MSC. ING. WINSTON ACEIJAS PAJARES
CIP: 34882
Jefe del Laboratorio de Mecánica - Lab. N° 4

	REGISTRÓ DE CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)	040/OAZ-WPQ
	FECHA	05/05/19
	REVISIÓN	00
		PÁGINA
		1 de 1

QW 484A – REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ) <small>(See QW-301, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code- Ed. 2019)</small>		
Nombre del Soldador: NIMA GOMEZ, Manuel Antonio	DNI: 44885736	IDENTIFICACION: MAP-01
Identificación de WPS: WPS-ASME IX-MAP.02.21	Probeta: <input checked="" type="checkbox"/>	Soldadura de producción: <input type="checkbox"/>
Especificación de metal base (s): ASTM A 53 Gr. "B"	Espesor: 3.91 mm (SCH 40)	Fecha: 09/11/2021

VARIABLES DE SOLDADURA (QW-350)	VALOR USADO EN LA CALIFICACION	RANGO CALIFICADO
Proceso de Soldadura (s)	GTAW	GTAW
Material Base	ASTM A 53 Gr. "B"	ASTM A 53 Gr, B / API 5L X42 / API 5L X52
Tipo (manual, semiautomático) usado	Manual	Manual
Respaldo (metal, soldadura, soldadura doble, etc.)	Sin respaldo	Con respaldo y sin respaldo
Tubería (X) Plancha ()	Ø Ext. 2 3/8"	Desde Ø 1" hasta ilimitado
Metal Base N° P ó S a N° P ó S	P N° 1 a P N° 1	P N° 1 a P N° 1
Especificación metal Aporte	AWS - 5.18	AWS - 5.18
Clasificación metal de Aporte	ER 70S-6	ER 70S-6
Metal de Aporte N° F	6	6
Inserto Consumible (GTAW ó PAW)	---	---
Tipo de Aporte (GTAW ó PAW)	Varilla Sólido	Varilla Sólido
Espesor depositado por cada proceso	3.91 mm	Hasta 2T (7.82 mm)
Posición Calificada (2G, 6G, 3F, etc.)	6G	A tope: todas / en filete Todas
Progresión Vertical (ascendente ó Descendente))	Ascendente	Ascendente
Tipo de gas Combustible (OFW)	---	---
Gas Inerte de Respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	Argón (99.9%)	Argón (99.9%)
Modo de Transferencia (GMAW)	---	---
Corriente Tipo / Polaridad (GTAW)	DC / EN	DC / EN

Resultado de la Inspección Visual (QW-302.4): Aceptado Resultado de Prueba de Tracción: - Resultado de Prueba de Doble: - () Lado QW-462-2 () Cara y Raíz Transversal (QW-462.3 -a) () Cara y Raíz Longitudinal (QW-462.3- b)	Informe: IV-OAZ/148
---	---------------------

Probeta	Tipo	Resultado	Probeta	Tipo	Resultado
---	---	---	---	---	---
---	---	---	---	---	---

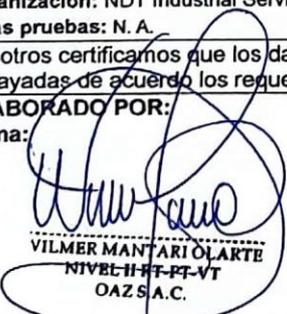
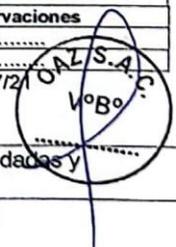
Inspeccionado Por: - Organización: - Resultado de la prueba radiográfica (QW 19.1)	Informe de Ensayo: - Fecha: -
--	----------------------------------

Identificación de la Película			Identificación de la Película		
Película	Resultado	Observaciones	Película	Resultado	Observaciones
PA	Aceptado	.....	.....	.....	.....
PB	Aceptado	.....	.....	.....	.....

Inspeccionado Por: Fernando Vásquez Rodríguez Organización: NDT Industrial Service S.A.C.	Informe: NDT-RT-OAZ-047/21 Fecha: 09/11/2021
--	---

Otras pruebas: N. A.

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo los requerimientos del Código ASME Sección IX – Ed. 2019.

ELABORADO POR: Firma:  VILMER MANTARI OLARTE NIVEL II-FT-PT-VT OAZ S.A.C.	REVISADO POR: Firma:  	SUPERVISION: Firma: 
---	---	---

 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Héroes del Alto Cenepa 891 - Comas - Lima Tlf: 5368147 - C: 984129801 E-mail: Administracion@ndtindustrialservice.com	REPORTE DE INSPECCIÓN RADIOGRAFICA	Reporte N°:	NDT-RT-OAZ-047/21
		Página:	1 de 1
		Fecha de Inspección:	09/11/2021

1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente:	MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS ALFA S.A.C.	1.3 Lugar de inspección:	Comas
1.2 Proyecto:	Calificación de Soldador (WPQ)	Av. Héroes del Alto Cenepa N°891	

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Soldador:	NIMA GOMEZ, Manuel Antonio / DNI: 44885736	2.4 Tipo de Material:	ASTM A53 Gr B
2.2 Identificación ó Serie:	PROBETA # 2	2.5 Espesor del Material Base:	3.91 mm
2.3 Dimensiones Generales:	Ø: 2"	2.6 Proceso de Soldadura:	GTAW

3. CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION:

3.1 Fuente	Ir 192	3.10 Pantallas:	0,005 – 0,010 in.
3.2 Actividad	45.9 Ci	3.11 IQI:	5to HILLO (Ø 0.20 mm). ASTM 1A
3.3 Tamaño de Foco	0,106 in.	3.12 Lado IQI:	Fuente (X) / Película ()
3.4 Dist. Fuente-Objeto	301.5 mm	3.13 Penumbra:	0.0002 in.
3.5 Dist. Objeto-Película	3.91 mm	3.14 Densidad:	2 @ 4
3.6 Tiempo de exposición	4min 10 seg	3.15 Código de Procedimiento:	ASME SECCION V ART 2 / ED. 2019
3.7 Tipo de Película	AGFA D4	3.16 Procedimiento RT N°:	NDT-PR-RT-001
3.8 Dimensiones de Película	70 x 200 mm	3.17 Criterio de Aceptación:	ASME SECCION IX
3.9 Técnica de Exposición:	Ver Gráficos debajo	3.18 Alcance de Inspección:	100 % X Random Spot

X













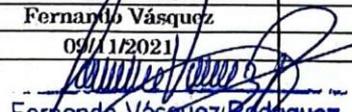

4. RESULTADOS DE LA INSPECCION:

Item	Identificación. Soldadura	Película	Tipos de Indicaciones y su Localización	Resultado	Soldador	Posición
1	NIMA GOMEZ, Manuel Antonio DNI: 44885736 PROBETA # 2	PA		A	MAP - 01	6G
2		PB		A	MAP - 01	6G
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						

Cant. de Películas:	02 de 02	Cant. de Exposiciones:	02	Resultado:	A=Aceptado / R=Rechazado
---------------------	----------	------------------------	----	------------	--------------------------

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura

IP	Falta de penetración.	BT	Quemón.	AP	Porosidad Alineada.	IPD	Falta de Penetración Dosal
ESI	Escoria Alargada.	C	Fisura.	ICP	Falta de Penetración Interna.	ISI	Escoria Aislada.
CC	Fisura en Cráter.	IF	Falta de Fusión. Porosidad	P	Porosidad Aislada.	IU	Mordedura/Socavad. Interna.
IFD	Falta de Fusión por borde frío.	CP	Anidada. Acumulación	EU	Mordedura/Socavad. Externa.	IC	Concavidad Interna.
HB	Porosidad túnel en raíz.	AJ	Imperfecciones.				

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISION
Inspeccionado:	Fernando Vásquez		
Revisado:	Fernando Vásquez		
Fecha:	09/11/2021		
Firma:	 Fernando Vásquez Rodríguez		

Formato: NDT- ASME IX

 NIVEL II-SNT-TC-1A-VT-PT-RT
 REG NDT-CP-004

Fecha de Diseño: 01-08-2010



REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL

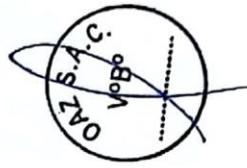
PROYECTO / CLIENTE: CALIFICACIÓN DE SOLDADOR: NINA GÓMEZ, Manuel Antonio / DNI: 44868738 DIMÉTRICO S&L (mpg) 2.3/8" (SCH 40) FECHA: 01/11/2021
 LUGAR DE EJECUCIÓN: UCV 28 LOTE 48 ASEINT. H. HUAYCAN DISTRITO: ATE WPS #: WPS-ASME IX-MAP.02.21 WPS-ASME IX-MAP.02.21 REGISTRO N°: IV-042/148

INSPECCIÓN VISUAL

ITEM	N° JUNTA	TUBERÍAS		VERIFICACION DE CALIDAD (WPS-ASME IX-MAP.02.21)	PRELIMPREZA (SI/NO)	VERIFICACION DE CALIDAD (WPS-ASME IX-MAP.02.21)	LARGO "A" (m)	LARGO "B" (m)	RAZ	RELLENO		TIPO DE DISCONT.	REPLAZO (V)		COMENTARIOS
		N° TUBERÍA "A"	N° TUBERÍA "B"							SI	NO		ACEPTADO	RECHAZADO	
1	PROBETA #2	TUB. -A1	TUB. -A2	SI	SI	0.250	0.250		MAP -01	MAP -01			OK		
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

CORTE DE TUBERÍA (Longitudes retes de campo)

ITEM	MOTIVO DE CORTE	ANTES		DEPUES		JUNTA DE REFERENCIA	ANGULO DE BISEL	WPS	CORTE DE JUNTA: PROBETA #2		ETIQUETA DE SOLDADOR: WPS-ASME IX-MAP.02.21		MAP-01		
		CODIGO	LARGITUD (mm)	CODIGO	LARGITUD (mm)				DIRECCION	POLARIDAD	VELOCIDAD (mm/min)	VELOCIDAD (mm/min)	VOLTAJE (volts)	AMPERAJE (amperes)	OTROS
1	TUB. -A	0.500	TUB. -A1	0.250	PROBETA #2	30°	1	ASCENDENTE	DC EN	5.20	10.80	91.30	15	15	15
2			TUB. -A2	0.250	PROBETA #2	30°	2	ASCENDENTE	DC EN	7.17	10.20	95.70	15	15	15
3							3	ASCENDENTE	DC EN	7.34	11.60	100.10	15	15	15
4							4								
5							5								



OBSERVACIONES:

DEFECTOS	DESCRIPCIONES
1	Porosidad
2	Inclusión
3	Escoria
4	Carburo
5	Exceso de metal
6	Rayado
7	Formación
8	Formación

INSTALADOR INTERNO REGISTRADO (03)
 Firma: _____
 Nombre: WILMER MANTARI OLARTE
 NIVEL III RT-PT-VT
 OZ-S.A.C.



REGISTRÓ DE CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)

041/OAZ-WPQ

FECHA	05/05/19
REVISIÓN	00
PÁGINA	1 de 1

QW 484A – REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ)
(See QW-301, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code- Ed. 2019)

Nombre del Soldador: RIOS RIOS, Noel DNI: 43985228 IDENTIFICACION: MAP-02

Identificación de WPS: WPS-ASME IX-MAP.02.21 Probeta: Soldadura de producción:

Especificación de metal base (s): ASTM A 53 Gr."B" Espesor: 8.56 mm (SCH 80) Fecha: 09/11/2021

VARIABLES DE SOLDADURA (QW-350)	VALOR USADO EN LA CALIFICACION	RANGO CALIFICADO
Proceso de Soldadura (s)	GTAW	GTAW
Material Base	ASTM A 53 Gr. "B"	ASTM A 53 Gr, B / API 5L X42 / API 5L X52
Tipo (manual, semiautomático) usado	Manual	Manual
Respaldo (metal, soldadura, soldadura doble, etc.)	Sin respaldo	Con respaldo y sin respaldo
Tubería (X) Plancha ()	∅ Ext. 4 1/2"	Desde ∅ 2 7/8" hasta ilimitado
Metal Base N° P ó S a N° P ó S	P N° 1 a P N° 1	P N° 1 a P N° 1
Especificación metal Aporte	AWS - 5.18	AWS - 5.18
Clasificación metal de Aporte	ER 70S-6	ER 70S-6
Metal de Aporte N° F	6	6
Inserto Consumible (GTAW ó PAW)	—	—
Tipo de Aporte (GTAW ó PAW)	Varilla Sólido	Varilla Sólido
Espesor depositado por cada proceso	8.56 mm	Hasta 2T (17.12 mm)
Posición Calificada (2G, 6G, 3F, etc.)	6G	A tope: todas / en filete Todas
Progresión Vertical (ascendente ó Descendente))	Ascendente	Ascendente
Tipo de gas Combustible (OFW)	—	—
Gas Inerte de Respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	Argón (99.9%)	Argón (99.9%)
Modo de Transferencia (GMAW)	—	—
Corriente Tipo / Polaridad (GTAW)	DC / EN	DC / EN

Resultado de la Inspección Visual (QW-302.4): Aceptado Informe: IV-OAZ/149

Resultado de Prueba de Tracción: -

Resultado de Prueba de Doble: -

() Lado QW-462-2		() Cara y Raíz Transversal (QW-462.3 -a)		() Cara y Raíz Longitudinal (QW-462.3- b)	
Probeta	Tipo	Resultado	Probeta	Tipo	Resultado
—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—

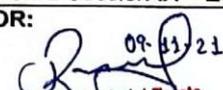
Inspeccionado Por: - Informe de Ensayo: -
Organización: - Fecha: -
Resultado de la prueba radiográfica (QW 19.1)

Identificación de la Película			Identificación de la Película		
Película	Resultado	Observaciones	Película	Resultado	Observaciones
P1	Aceptado	.....	P3	Aceptado	.....
P2	Aceptado	.....	.....	.....	.....

Inspeccionado Por: Fernando Vásquez Rodríguez Informe: NDT-RT-OAZ-048/21
Organización: NDT Industrial-Service S.A.C. Fecha: 09/11/2021

Otras pruebas: N. A.

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y **VPB** ensayadas de acuerdo los requerimientos del Código ASME Sección IX – Ed. 2019.

ELABORADO POR: Firma:  WILMER MANTARI OLARTE NIVEL I RT-PT-VT OAZ S.A.C.	REVISADO POR: Firma:  09-11-21  Ricardo Carbajal Zarate CWI 14052471 QCT EXP. 5/1/2023	SUPERVISION: Firma: 
--	---	---



 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Héroes del Alto Cenepa 891 - Comas - Lima Tlf 5368147 - C: 984129801 E-mail: Administracion@ndtindustrialservice.com	REPORTE DE INSPECCIÓN RADIOGRAFICA	Reporte N°:	NDT-RT-OAZ-048/21
		Página:	1 de 1
		Fecha de Inspección:	09/11/2021

1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente:	MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS ALFA S.A.C.	1.3 Lugar de inspección:	Comas
1.2 Proyecto:	Calificación de Soldador (WPQ)	Av. Héroes del Alto Cenepa N°891	

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Soldador:	RIOS RIOS, Noel / DNI: 43985228	2.4 Tipo de Material:	ASTM A53 Gr B
2.2 Identificación ó Serie:	PROBETA # 3	2.5 Espesor del Material Base:	8.56 mm
2.3 Dimensiones Generales:	Ø: 4"	2.6 Proceso de Soldadura:	GTAW

3. CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION:

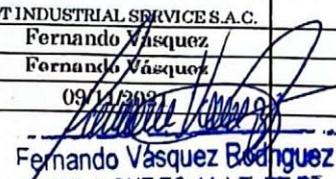
3.1 Fuente:	Ir 192	3.10 Pantallas:	0,005 – 0,010 in.
3.2 Actividad:	45.9 Ci	3.11 IQI:	Gto HILO (Ø 0.33 mm). ASTM 1B
3.3 Tamaño de Foco:	0,106 in.	3.12 Lado IQI:	Fuente () / Película (X)
3.4 Dist. Fuente-Objeto:	114.3 mm	3.13 Penumbra:	0.0002 in.
3.5 Dist. Objeto-Película:	8.56 mm	3.14 Densidad:	2 @ 4
3.6 Tiempo de exposición:	22 seg	3.15 Código de Procedimiento:	ASME SECCION V ART 2 / ED. 2019
3.7 Tipo de Película:	AGFA D4	3.16 Procedimiento RT N°:	NDT-PR-RT-001
3.8 Dimensiones de Película:	70 x 200 mm	3.17 Criterio de Aceptación:	ASME SECCION IX
3.9 Técnica de Exposición:	Ver Gráficos debajo	3.18 Alcance de Inspección:	100 % X Random Spot

X						
						

4. RESULTADOS DE LA INSPECCION:

Item	Identificación. Soldadura	Película	Tipos de Indicaciones y su Localización	Resultado	Soldador	Posición
1	RIOS RIOS, Noel DNI: 43985228 PROBETA # 3	P1		A	MAP - 02	6G
2		P2		A	MAP - 02	6G
3		P3		A	MAP - 02	6G
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
Cant. de Películas:		03 de 03	Cant. de Exposiciones:	03	Resultado: A=Aceptado / R=Rechazado	

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura					
IP	Falta de penetración.	BT	Quemón.	AP	Porosidad Alineada.
ESI	Escoria Alargada.	C	Fisura.	ICP	Falta de Penetración Interna.
CC	Fisura en Cráter.	IF	Falta de Fusión. Porosidad	P	Porosidad Aislada.
IFD	Falta de Fusión por borde frío.	CP	Anidada. Acumulación	EU	Mordedura/Socavad. Externa.
HB	Porosidad túnel en raíz.	AI	Imperfecciones.		
				IPD	Falta de Penetración Desal
				ISI	Escoria Aislada.
				IU	Mordedura/Socavad. Interna.
				IC	Concavidad Interna.

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISION
Inspeccionado:	Fernando Vásquez		
Revisado:	Fernando Vásquez		
Fecha:	09/11/2021		
Firma:	 Fernando Vásquez Rodríguez		

Formato: NDT- ASME IX

REG NDT-CP-004

Fecha de Diseño: 01-08-2010



REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL

PROYECTO / CLIENTE: UCV 26 LOTE 46 ASENT. H. HUAYCAN DISTRIC: ATE WPS N°: WPS-ASME IX-MAP-02.21
 CALIFICACIÓN DE SOLDADOR: RIOS RIOS, Noel / DNI: 49885228 DIÁMETRO E.C. (mm): 4 1/2" (SCH 80) FECHA: 01/11/2021
 LUGAR DE EJECUCIÓN: WPS N°: WPS-ASME IX-MAP-02.21 REGISTRO N°: IV-0427149

ITEM	IF JUNTA	TUBERIAS										REPARACION (N)		COMENTARIOS	
		N° TUBERIA "A"	PRE LIMPIEZA TUBERIA "A" (SI/NO)	VERIFICACION DE OVALIDAD TUBERIA "A" (SI/NO)	LONG. "A" (m)	N° TUBERIA "B"	PRE LIMPIEZA TUBERIA "B" (SI/NO)	VERIFICACION DE OVALIDAD TUBERIA "B" (SI/NO)	LONG. "B" (m)	RAJZ	ESTAMPA DE SOLDADOR		RECALZADO (N)		
		TUB. - B1	SI	SI	0.250	TUB. - B2	SI	SI	0.250	MAP -02	MAP -02	MAP -02	MAP -02	ACEPTADO	RECHAZADO
1	PROBETA #3														
2															
3															
4															
5															
6															
7															
8															
9															
10															

CORTE DE TUBERIA (Longitudes reales de campo) TOMA DE DATOS DE SOLDADURA

ITEM	MOTIVO DE CORTE	CALIFICACION DE SOLDADOR				ANGULO DE BIHEL	WPS	ESTAMPA DE SOLDADOR									
		ANTES	DESPUES	DESPUES	DESPUES			VELOCIDAD (cm/min)	VOLTAJE (volts)	AMPERAJE (amperes)	OTROS						
		LONGITUD (m)	LONGITUD (m)	LONGITUD (m)	LONGITUD (m)	PROBETA #	WPS-ASME IX-MAP 02.21	POLARIDAD	DIRECCION	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN
1	TUB. - B	0.500	TUB. - B1	0.250	PROBETA # 3	30°	1	ASCENDENTE	ASCENDENTE	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN
2			TUB. - B2	0.250	PROBETA # 3	30°	2	ASCENDENTE	ASCENDENTE	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN
3							3	ASCENDENTE	ASCENDENTE	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN
4							4	ASCENDENTE	ASCENDENTE	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN
5							5	ASCENDENTE	ASCENDENTE	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN	DC EN

OBSERVACIONES:

LETRA	DESCRIPCIONES
A	Formado
B	Excesivo
C	Excesivo
D	Excesivo
E	Excesivo
F	Excesivo
G	Excesivo
H	Excesivo
I	Excesivo
J	Excesivo
K	Excesivo
L	Excesivo
M	Excesivo
N	Excesivo
O	Excesivo
P	Excesivo
Q	Excesivo
R	Excesivo
S	Excesivo
T	Excesivo
U	Excesivo
V	Excesivo
W	Excesivo
X	Excesivo
Y	Excesivo
Z	Excesivo

INSTALADOR INTERNO REGISTRADO (PJS)
 Firma: *[Firma]* Nombre: WILMER MANTARI OLARTE
 CONTROL DE CALIDAD (PJS)
 Firma: *[Firma]* Nombre: NIVEL INT-RELEV
 OAZ S.A.C.

	REGISTRÓ DE CALIFICACION DE SOLDADORES (WPQ)	042/OAZ-WPQ	
	FECHA	05/05/19	
	REVISIÓN	00	
		PÁGINA	1 de 1

QW 484A – REGISTRO DE CALIFICACION DE SOLDADOR (WPQ) <small>(See QW-301, Section IX, ASME Boiler and Pressure Vessel Code- Ed. 2019)</small>			
Nombre del Soldador: RIOS RIOS, Noel		DNI: 43985228	IDENTIFICACION: MAP-02
Identificación de WPS: WPS-ASME IX-MAP.02.21	Probeta: <input checked="" type="checkbox"/>	Soldadura de producción: <input type="checkbox"/>	
Especificación de metal base (s): ASTM A 53 Gr. "B"	Espesor: 3.91 mm (SCH 40)	Fecha: 09/11/2021	

VARIABLES DE SOLDADURA (QW-350)	VALOR USADO EN LA CALIFICACION	RANGO CALIFICADO
Proceso de Soldadura (s)	GTAW	GTAW
Material Base	ASTM A 53 Gr. "B"	ASTM A 53 Gr, B / API 5L X42 / API 5L X52
Tipo (manual, semiautomático) usado	Manual	Manual
Respaldo (metal, soldadura, soldadura doble, etc.)	Sin respaldo	Con respaldo y sin respaldo
Tubería (X) Plancha ()	Ø Ext. 2 3/8"	Desde Ø 1" hasta ilimitado
Metal Base N° P ó S a N° P ó S	P N° 1 a P N° 1	P N° 1 a P N° 1
Especificación metal Aporte	AWS - 5.18	AWS - 5.18
Clasificación metal de Aporte	ER 70S-6	ER 70S-6
Metal de Aporte N° F	6	6
Inserto Consumible (GTAW ó PAW)	—	—
Tipo de Aporte (GTAW ó PAW)	Varilla Sólido	Varilla Sólido
Espesor depositado por cada proceso	3.91 mm	Hasta 2T (7.82 mm)
Posición Calificada (2G, 6G, 3F, etc.)	6G	A tope: todas / en filete Todas
Progresión Vertical (ascendente ó Descendente))	Ascendente	Ascendente
Tipo de gas Combustible (OFW)	—	—
Gas Inerte de Respaldo (GTAW, PAW, GMAW)	Argón (99.9%)	Argón (99.9%)
Modo de Transferencia (GMAW)	—	—
Corriente Tipo / Polaridad (GTAW)	DC / EN	DC / EN

Resultado de la Inspección Visual (QW-302.4): Aceptado	Informe: IV-OAZ/150												
Resultado de Prueba de Tracción: -													
Resultado de Prueba de Doble: -													
<input type="checkbox"/> Lado QW-462-2 <input type="checkbox"/> Cara y Raíz Transversal (QW-462.3 -a) <input type="checkbox"/> Cara y Raíz Longitudinal (QW-462.3- b)													
<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Probeta</th> <th>Tipo</th> <th>Resultado</th> <th>Probeta</th> <th>Tipo</th> <th>Resultado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">—</td> </tr> </tbody> </table>	Probeta	Tipo	Resultado	Probeta	Tipo	Resultado	—	—	—	—	—	—	
Probeta	Tipo	Resultado	Probeta	Tipo	Resultado								
—	—	—	—	—	—								

Inspeccionado Por: -	Informe de Ensayo: -
Organización: -	Fecha: -
Resultado de la prueba radiográfica (QW 19.1)	

Identificación de la Película			Identificación de la Película		
Película	Resultado	Observaciones	Película	Resultado	Observaciones
PA	Aceptado	.....	.....	.....	.....
PB	Aceptado	.....	.....	.....	.....

Inspeccionado Por: Fernando Vásquez Rodríguez	Informe: NDT-RT-OAZ-049/21
Organización: NDT Industrial Service S.A.C.	Fecha: 09/11/2021
Otras pruebas: N.A.	

Nosotros certificamos que los datos registrados son correctos y que las probetas fueron preparadas, soldadas y ensayadas de acuerdo los requerimientos del Código ASME Sección IX – Ed. 2019.

ELABORADO POR: Firma:  WILMER MANTARI OLARTE NIVEL II-RT-PT-VT OAZ S.A.C.	REVISADO POR: Firma:   Ricardo Cardona Zarate CWI 11052471 QS-1 EXP. 6/1/2023	SUPERVISION: Firma:
---	--	-------------------------------



 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Héroes del Alto Cenepa 891-Comas-Lima Tlf: 5368147 - C: 984129801 E-mail: Administracion@ndtindustrialervice.com	REPORTE DE INSPECCIÓN RADIOGRAFICA	Reporte N°:	NDT-RT-OAZ-049/21
		Página:	1 de 1
		Fecha de Inspección:	09/11/2021

1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente:	MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS ALFA S.A.C.	1.3 Lugar de inspección:	Comas
1.2 Proyecto:	Calificación de Soldador (WPQ)	Av. Héroes del Alto Cenepa N°891	

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Soldador:	RIOS RIOS, Noel / DNI: 43985228	2.4 Tipo de Material:	ASTM A53 Gr B
2.2 Identificación ó Serie:	PROBETA # 4	2.5 Espesor del Material Base:	3.91 mm
2.3 Dimensiones Generales:	Ø: 2"	2.6 Proceso de Soldadura:	GTAW

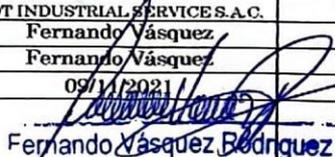
3. CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION:

3.1 Fuente:	Ir 192	3.10 Pantallas:	0,005 – 0,010 in.
3.2 Actividad:	45.9 Ci	3.11 IQI:	5to HILO (Ø 0.20 mm). ASTM 1A
3.3 Tamaño de Foco:	0,106 in.	3.12 Lado IQI:	Fuente (X) / Película ()
3.4 Dist. Fuente-Objeto:	301.5 mm	3.13 Penumbra:	0.0002 in.
3.5 Dist. Objeto-Película:	3.91 mm	3.14 Densidad:	2 @ 4
3.6 Tiempo de exposición:	4min 10 seg	3.15 Código de Procedimiento:	ASME SECCION V ART 2 / ED. 2019
3.7 Tipo de Película:	AGFA D4	3.16 Procedimiento RT N°:	NDT-PR-RT-001
3.8 Dimensiones de Película:	70 x 200 mm	3.17 Criterio de Aceptación:	ASME SECCION IX
3.9 Técnica de Exposición:	Ver Gráficos debajo	3.18 Alcance de Inspección:	100 % X Random Spot

4. RESULTADOS DE LA INSPECCION:

Item	Identificación. Soldadura	Película	Tipos de Indicaciones y su Localización	Resultado	Soldador	Posición
1	RIOS RIOS, Noel DNI: 43985228 PROBETA # 4	PA		A	MAP - 02	6G
2		PB		A	MAP - 02	6G
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
Cant. de Películas:		02 de 02	Cant. de Exposiciones:	02	Resultado: A=Aceptado / R=Rechazado	

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura					
IP	Falta de penetración.	BT	Quemón.	AP	Porosidad Alineada.
ESI	Escoria Alargada.	C	Fisura.	ICP	Falta de Penetración Interna.
CC	Fisura en Cráter.	IF	Falta de Fusión, Porosidad	P	Porosidad Aislada.
IFD	Falta de Fusión por borde frío.	CP	Anidada. Acumulación	EU	Mordedura/Socavad. Externa.
HB	Porosidad túnel en raíz.	AI	Imperfecciones.	JPD	Falta de Penetración Desal
				ISI	Escoria Aislada.
				IU	Mordedura/Socavad. Interna.
				IC	Concavidad Interna.

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICES S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISION
Inspeccionado:	Fernando Vásquez		
Revisado:	Fernando Vásquez		
Fecha:	09/11/2021		
Firma:	 Fernando Vásquez Rodríguez		

Formato: NDT- ASME IX

NIVEL II-SNT-TC-1A-VT-PT-RT
REG NDT-CP-004

Fecha de Diseño: 01-08-2010



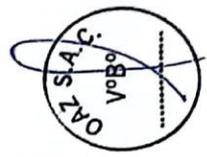
REGISTRO DE INSPECCIÓN VISUAL

PROYECTO / CLIENTE: CALIFICACIÓN DE SOLDADOR: RÍOS RÍOS, Noel / DNI: 43888228
 LUGAR DE EJECUCIÓN: UCV 28 LOTE 46 ASENT. H. HUAYCAN
 DISTRITO: ATE
 WPS #: WPS-ASME IX-MAP.02.21
 DIÁMETRO Ex. (pulg): 2 3/8" (SCH 40)
 FECHA: 9/11/2021
 REGISTRO #: 14-042/130

ITEM	N° JUNTA	VERIFICACION DE OVALIDAD (EN LA SUPERFICIE DE LA TUBERIA)		LONG "X" (in)	N° TUBERIA "Y"	PRELIMINAR TUBERIA "Y" (SI/NO)	PRELIMINAR TUBERIA "X" (SI/NO)	PRELIMINAR TUBERIA "Z" (SI/NO)	INDICACIONES (SI/NO)	LONG "Y" (in)	RASA	ESTAMPADO DE SOLDADOR		RECALIBRO (in)		COMERCIALIZADO
		PRELIMINAR TUBERIA "X" (SI/NO)	PRELIMINAR TUBERIA "Y" (SI/NO)									RELLENO	OTROS	ACUMULO	TPO. DE PROYECT.		RECALIBRO ACEPTADO	RECALIBRO RECHAZADO
1	PROBETA # 4	TUB. - C1	SI	0.250	TUB. - C2	SI	SI	SI	MAP	0.250	MAP -01	MAP	MAP -01	OK	-	-
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																

CORTE DE TUBERÍA (Longitudes reales de campo)

ITEM	MOTIVO DE CORTE	JUNTA DE REFERENCIA		ANGULO DE TUBERÍA	FASE	DIRECCION		POLARIDAD	VELOCIDAD (mm/min)		VOLTAJE (volts)	AMPERAJE (amperes)	OTROS
		PROBETA #	PROBETA #			ASCENDENTE	DESCENDENTE		DC EN	DC EN			
1	TUB. - C	0.500	TUB. - C1	30°	1	ASCENDENTE	DC EN	5.30	9.80	92.10	15	limin	
2	TUB. - C2	0.250	TUB. - C2	30°	2	ASCENDENTE	DC EN	6.34	10.10	98.10	15	limin	
3					3	ASCENDENTE	DC EN	6.45	9.81	100.30	15	limin	
4					4								
5					5								



INSTALADOR INTERNO REGISTRADO (03)
 Firma: _____
 Nombre: WILMER MANTARILARTE
 NIVEL: H-RE-PT-VT
 ORZ S.A.C.

CONTROL DE CALIDAD (CASO) INSTALADOR
 Firma: _____
 Nombre: _____

ENTREGA	DECOMISIONADO
M. Exp.	F. Funcionamiento
M. Mante.	F. Inspeccion
M. Análisis	F. Control de Calidad
M. Análisis	F. Control de Materiales
M. Análisis	F. Control de Equipos
M. Análisis	F. Control de Personal



REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPG)
(Según API 1104 - Edición 2018)

OAZ SAC WPG / 2018	
Rev.	0
Fecha	6/06/2018
Hoja	1 de 1

OAZ-WPG.020/21

ESPECIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (API 1104 Edición 2018)

Empresa : MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS S.A.C.

Nombre del Soldador : NIMA GOMEZ, Manuel Antonio

WPS N°: WPS-API1104-MAP.04.21

Estampa: MAP-01

DNI: 44889738

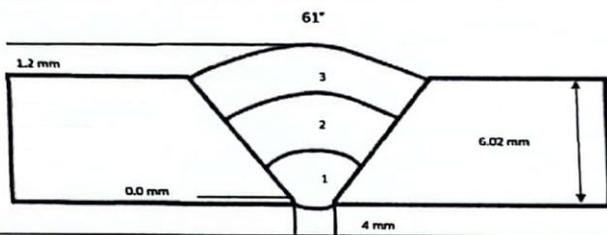
PQR N°: PQR-API1104-MAP.04.21

Probeta N°: PROBETA # 5

Fecha Aprobación: 27/10/2021

Variables de Soldadura	Valor Usado en la Calificación
Proceso de Soldadura	GTAW (Raíz, Relleno y Acabado)
Material (tubos y accesorios)	ASTM A 53 Gr. B
Diámetro Exterior	4 1/2" (114.3 mm)
Espesor de pared	6.02 mm
Diseño de junta	Ver Figura 1
Metal de aporte (raíz)	AWS A5.18 (ER70S - 6, Grupo 5)
Metal de aporte (relleno y acabado)	AWS A5.18 (ER70S - 6, Grupo 5)
Características eléctricas	Ver Cuadro de Datos de Soldadura
Dirección de soldadura	Ascendente
Posición de la junta	Fija 45°
Número de soldadores	1
Tiempo entre pasadas	1 minutos entre el 1er y 2do pase
Tipo de presentador de alineamiento	-
Retiro de presentador de alineamiento	-
Limpieza y/o amolado	Cepillo circular y/o Esmeril
Pre calentamiento	Temperatura Ambiente (15 °C)
Post calentamiento	-
Gas protector	Argón 99.99 %
Fuente	N/A
Caudal	15 l/min
Otros:	-

Figura 1



RESULTADO DE INSPECCIÓN VISUAL

Aprobado (X)

No Aprobado ()

Inspeccionado por: Wilmer Mantari Olarte

Fecha: 27/10/2021

N° de reporte: Ver cuadro de Datos de Soldadura

RESULTADO DE ENSAYOS MECÁNICOS

Tipo	N° Probeta	Resultado	Fecha	N° de Certificado
Ensayo de doblez	1	Conforme	08.11.2021	Lb4-0513.2-2021
Ensayo de Nick Break	2	Conforme	08.11.2021	Lb4-0513.2-2021
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

RESULTADO DE PRUEBA DE FILETE

Apariencia: -	Dimensión de Filete: -
Prueba Fractura Penetración de Raíz: -	Macro ataque: -
Inspeccionado por: -	Número de ensayo: -
	Fecha: -

RESULTADO DE PRUEBA RADIOGRÁFICA

Interpretado por: -	Informe radiográfico N°: -
Organización: -	Fecha: -

DATOS DE SOLDADURA

Pase (S)	Proceso	Metal de Aporte		Corriente Tipo/Polaridad	Amperaje	Voltaje	Vel. Avance (cm/min)
		Clase	Diámetro (mm)				
PROBETA # 5							
1	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	98.65	10.31	5.10
2	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	147.50	11.80	7.10
3	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	120.00	12.00	7.28

OBSERVACIONES: La Empresa OAZ S.A.C. deja constancia de que la probeta de calificación fue preparada, soldada e inspeccionada en concordancia con los requerimientos del Estándar API 1104 Ed. 2018

WILMER MANTARI OLARTE
 NIVEL II-III-PT-VT
 INSPECCIÓN

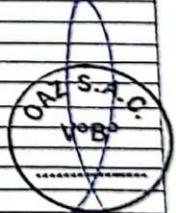


08.11.21

Ricardo Carbajal Zurate
 CWI 14062471
 QOL EXP. 6/1/2023

INSPECTOR CERTIFICADO DE SOLDADURA

SUPERVISIÓN



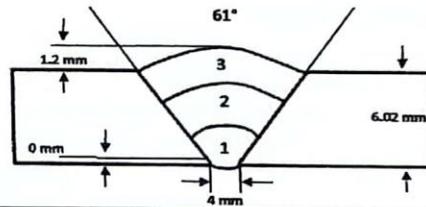
	REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO (PQR) (Según API 1104 - Edición 2018)	OAZ-PQR-19	
		Version	0
		Fecha	20/09/2019
		Hoja	1 de 1

Empresa : MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS S.A.C.
 Nombre del Soldador : NIMA GOMEZ, Manuel Antonio
 WPS : WPS-API1104-MAP.04.21 Estampa: MAP-01 DNI: 44885736
 PQR : PQR-API1104-MAP.04.21 Probeta N° : 05 27/10/2021

Variables de Soldadura	Valor Usado en la Calificación
Proceso de Soldadura	GTAW
Electrodo (simple o múltiple)	Simple
Polaridad de Raíz DC(+/-)	Ver cuadro de datos de soldadura
Polaridad de otros pases DC(+/-)	Ver cuadro de datos de soldadura
N° de Soldadores	1
Posición:	Fija inclinada 45° respecto del eje horizontal, Posicion Calificada: 6G
Dirección de Soldadura(ASC/DESC):	
Pase de Raíz	Ascendente
Pases de relleno y acabado	Ascendente
Material Base	ASTM A 53 Gr B
Diametro exterior	114.3 mm (4 1/2")
Diseño de Junta :	
Bisel	A Tope, chafan en "V", como se indica en el Diseño de la Junta (Fig. 1)
Espesor	6.02 mm
Material de Aporte:	
Especificación AWS:	A5.18 (ER70S-6)
Grupo N°:	5
Tipo gas/ Fundente:	Argón 99.97%
Tiempo entre pasadas	1 minutos entre primer pase y segundo pase.
Pre calentamiento	Temperatura Ambiente (15 °C)
Caudal	15 L/min.
Limpieza y/o amolado	Cepillo Circular
Otros:	N/A

Diseño de Junta : Fig. 1

DISEÑO DE JUNTA	
Ángulo de Ranura (a)	61°
Talón (f)	0 mm
Espesor (t)	6.02 mm
Abertura de Raíz (b)	4 mm
Sobremonta (r)	1.2 mm



RESULTADO DE ENSAYOS MECANICOS

Tipo	N° Probeta	Resultado	Fecha	N° de Certificado
Ensayo de Doblez	1	OK	08.11.2021	Lb4 - 0513.2 - 2021
Ensayo de Nick Break	2	OK	08.11.2021	Lb4 - 0513.2 - 2021

RESULTADO DE PRUEBA DE FILETE

Apariencia : —	Dimensión de Filete: —
Prueba Fractura Penetración de Raíz: —	Macro ataque: —
Inspeccionado por: —	Fecha: —

RESULTADO DE PRUEBA RADIOGRAFICA

Interpretado por: -	Informe radiográfico N°: -
Organización: -	Fecha: -

DATOS DE SOLDADURA

Pase (S)	Proceso	Metal de Aporte		Corriente	Amperaje (A)	Voltaje (V)	Vel. Avance (cm/min)
		Clase	Diámetro (mm) Ø				
1	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	98.65	10.31	5.10
2	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	147.50	11.80	7.10
3	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	120.00	12.00	7.26

OBSERVACIONES: La Empresa OAZ S.A.C. deja constancia de que la probeta de calificación fue preparada, soldada e inspeccionada en concordancia con los requerimientos del Estándar API 1104 Ed. 2018

WILMER MANTAROLARTE
 NIVEL II RT-PT-VT
 ELABORADO



08.11.21
 Ricardo Carbajal Zarate
 CWI 14052471
 QG4 EXP. 5/17/2023

INSPECTOR DE SOLDADURA

SUPERVISION



INFORME TECNICO
Lb4 - 0513.2 - 2021

ENSAYOS MECÁNICOS EN TUBO DE ACERO SOLDADO

* SOLICITANTE : MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS ALFA S.A.C
* REFERENCIA : Orden de Laboratorio N° 107320
* FECHA : Lima, 08 de noviembre de 2021

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN O MODIFICACIÓN PARCIAL O TOTAL DEL DOCUMENTO

1.	ANTECEDENTES	Se recibió una (01) muestra de tubo de acero soldado, con la finalidad de realizar lo siguiente: * Ensayo de dobléz de raíz * Ensayo de Nick Break
2.	DE LA MUESTRA	Se identificó según el cliente, como: Una (01) muestra de tubo de acero soldado, de características: * Soldador : NIMA GOMEZ, MANUEL ANTONIO * D.N.I. : 44885736 * Diámetro : 4" * Posición : 6G * Proceso : GTAW * Material : ASTM A 53 Gr. B * Espesor : 6.02 mm * Estampa : MAP-01 * Norma : API 1104
3.	EQUIPOS UTILIZADOS	* Máquina Universal de Ensayos mecánicos, marca LG, capacidad 60 Ton. * Vernier digital, marca MITUTOYO, aproximación 0,01 mm.
4.	CONDICIONES DE ENSAYO	* T. : 19 °C * H.R. : 70 %
5.	PROCEDIMIENTO DE ENSAYO	Norma API 1104
RESULTADOS		
6.1 Ensayo de dobléz de raíz		
6.	Probeta	Observación
	1	Conforme
6.2 Ensayo de Nick Break		
6.	Probeta	Observación
	2	6.37 mm
* Código de autenticación : MLXXII (CXXXI LVI, CXXXI LVI) DIII DXIII.II CADE JUÑO		



MSC. ING. WINSTON ACEIJAS PAJARES
CIP: 34882
Jefe del Laboratorio de Mecánica - Lab. N° 4

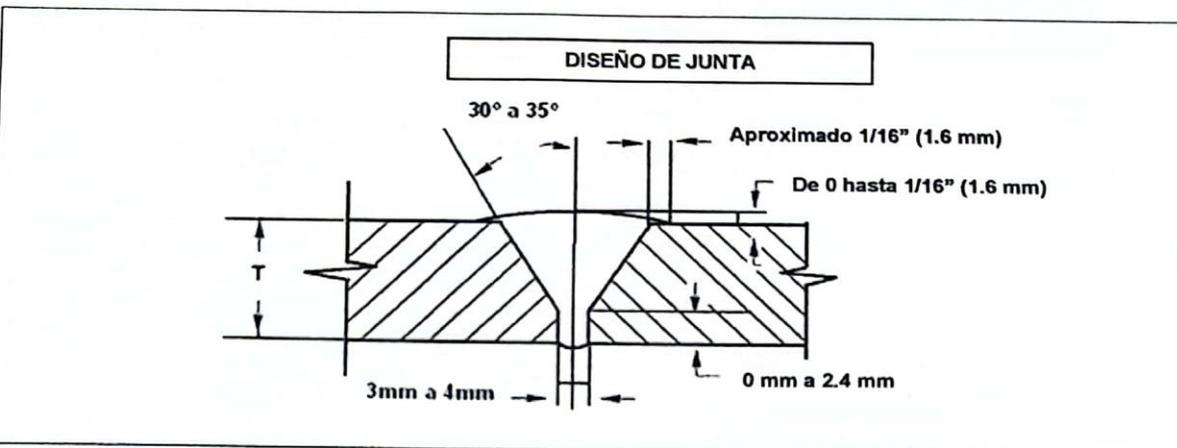
	ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (Según API 1104 Edición 2018)	WPS-API1104-MAP.04.21	
		Revisión	0
			Fecha	20/09/19
		Hoja	1 de 2

ESPECIFICACION DE LAS VARIABLES	
N° PQR: PQR-API1104-MAP.04.21	FECHA: 26/10/2021
VARIABLES	DESCRIPCION
Proceso	GTAW
Material (Tuberías y accesorios)	Límite de fluencia menor o igual al API 5L X 42
Diámetro Ext.	Desde 60.3 mm (2.375") hasta 323.9 mm (12.750")
Espesor de pared	Desde 4.8 mm (0.188") hasta 19.1 mm (0.750")
Diseño de la junta	A tope, bisel Ranura en V. Ver gráfico - hoja 2/2
Metal de aporte	Grupo 5 – AWS A5.18 - ER 70S-6 (Raíz, Relleno, Acabado)
Número de cordones	Múltiple
Características eléctricas	Ver tabla 1
Posición de la junta	Inclinada a 45° (Todas las posiciones, fija)
Dirección de soldadura	Ascendente
Número de soldadores	01
Tiempo entre pasadas	Máximo 7 minutos entre 1 ^{er} pase (raíz) y 2 ^{da} pase
Tipo de presentador	Externo mecánico manual, apuntalado // retirar luego de por lo menos ejecutado el 50% del pase de raíz
Limpieza y/o amolado	Cepillo circular y/o Esmeril
Pre calentamiento	Temperatura Ambiente (15°C como mínimo)
Temperatura de interpase	-----
Gas protector	Argón
Caudal	12 – 23 L/min
Fúndente protector	N. A.
Velocidad de soldadura	Ver cuadro de variables operativas en hoja 2/2
Pos-calentamiento	N. A.
Esquemas y tablas adjuntas	Ver hoja 2/2



ELABORADO POR: FIRMA:  WILMER MANTARI OLARTE NIVEL I RT-PT VT OAZ S.A.C.	REVISADO POR: FIRMA:  08-11-21  Ricardo Carbajal Zarate CWI 140524X1 OCT EXP. 5/1/2023	SUPERVISION: FIRMA:
---	---	------------------------

	ESPECIFICACION DE PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA (WPS) (Según API 1104 Edición 2018)		WPS-API1104-MAP.04.21	
			Revisión	0
			Fecha	20/09/19
			Hoja	2 de 2



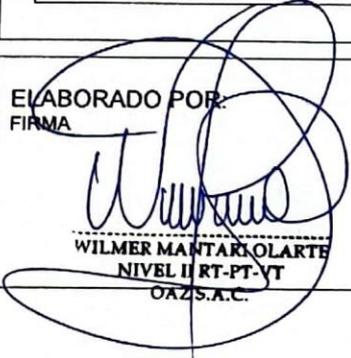
VARIABLES DE SOLDADURA

TABLA 1

ESPESOR (T)	CORDONES (pases)			
	1	2	2+n	—
Desde 4.8 mm (0.188") hasta 19.1 mm (0.750")	1	2	2+n	—

VARIABLES	1er pase	2do pase	(2+n) pase	
Proceso	GTAW	GTAW	GTAW	
AWS (Clasificación)	ER70S-6	ER70S-6	ER70S-6	
Diámetro pulgadas (mm) Ø	2.4 mm (3/32")	2.4 mm (3/32")	2.4 mm (3/32")	
Amperaje (Amperios)	70 - 130	90 - 180	90 - 150	
Voltaje (Voltios)	9 - 13	9 - 14	9 - 13	
Velocidad (cm/min)	3 - 9	3 - 13	4 - 10	
Tipo de corriente	DC	DC	DC	
Polaridad (+/-)	(-)	(-)	(-)	
Dirección Ascendente (A)↑ Descendente (D)↓	A↑	A↑	A↑	



ELABORADO POR: FIRMA:  WILMER MANTARIOLARTE NIVEL II RT-PT-VT OAZ S.A.C.	REVISADO POR: FIRMA:  Ricardo Carbajal Zarate CWI 12052471 OCT EXP 01/2023 	SUPERVISION: FIRMA:
--	--	------------------------



REGISTRO DE CALIFICACIÓN DE SOLDADORES (WPS)
(Según API 1104 - Edición 2018)

OAZ-SAG WPS/2018

Rev.	0
Fecha	09/2018
Hoja	1 de 1

OAZ-WPS.021/21

ESPECIFICACIÓN DE LAS VARIABLES (API 1104 Edición 2018)

Empresa: MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS S.A.C.

Nombre del Soldador: RIOS RIOS, Noel

WPS N°: WPS-API1104-MAP.04.21

Estampa: MAP-02

DIR: 4398228

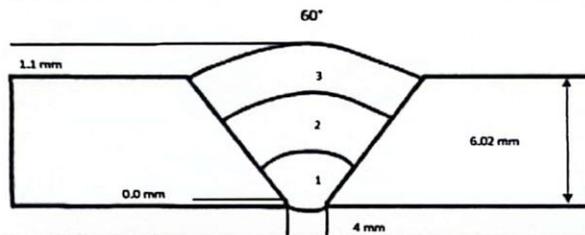
POR N°: POR-API1104-MAP.04.21

Probeta N: PROBETA # 6

Fecha Aprobación: 09/11/2021

Variables de Soldadura	Valor Usado en la Calificación
Proceso de Soldadura	GTAW (Raíz, Relleno y Acabado)
Material (tuberías y accesorios)	ASTM A 53 Gr. B
Diámetro Exterior	4 1/2" (114.3 mm)
Espesor de pared	0.02 mm
Diseño de junta	Ver Figura 1
Metal de aporte (raíz)	AWS A5.10 (ER70S-6, Grupo 5)
Metal de aporte (relleno y acabado)	AWS A5.10 (ER70S-6, Grupo 5)
Características eléctricas	Ver Cuadro de Datos de Soldadura
Dirección de soldadura	Ascendente
Posición de la junta	Fija 45°
Número de soldadores	1
Tiempo entre pasadas	2 minutos entre el 1er y 2do pase
Tipo de presentador de alineamiento	-
Retiro de presentador de alineamiento	-
Limpieza y/o amolado	Cepillo circular y/o Esmeril
Pre calentamiento	Temperatura Ambiente (15 °C)
Post calentamiento	-
Gas protector	Argón 99.99 %
Fundente	N/A
Caudal	15 l/min
Otros:	-

Figura 1



RESULTADO DE INSPECCIÓN VISUAL

Aprobado (X)

No Aprobado ()

Inspeccionado por: Wilmer Mantari Olarte

N° de reporte: Ver cuadro de Datos de Soldadura

Fecha: 09/11/2021

RESULTADO DE ENSAYOS MECÁNICOS

Tipo	N° Probeta	Resultado	Fecha	N° de Certificado
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-

RESULTADO DE PRUEBA DE FILETE

Apariencia: -

Dimensión de Filete: -

Prueba Fractura Penetración de Raíz: -

Macro ataque: -

Inspeccionado por: -

Número de ensayo: -

Fecha: -

RESULTADO DE PRUEBA RADIOGRÁFICA

Interpretado por: Fernando Vásquez Rodríguez

Informe radiográfico N°: NDT-RT-OAZ-060/21

Organización: NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.

Fecha: 09/11/2021

DATOS DE SOLDADURA

Pase (S)	Proceso	Metal de Aporte		Corriente Tipo/Polaridad	Amperaje	Voltaje	Vel. Avance (cm/min)
		Clase	Diámetro (mm)				
PROBETA # 6							
1	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	92.50	10.80	5.21
2	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	130.50	11.41	6.18
3	GTAW	ER70S-6	2.4 mm (3/32")	DC (-)	140.20	11.01	6.23

OBSERVACIONES: La Empresa OAZ S.A.C. deja constancia de que la probeta de calificación fue preparada, soldada e inspeccionada en concordancia con los requerimientos del Estándar API 1104 Ed 2018

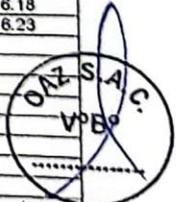
Wilmer Mantari Olarte
WILMER MANTARI OLARTE
NIVEL II RT-PT-VT
OAZ-SAG



Ricardo Carbajal Paroto
Ricardo Carbajal Paroto
CWI 14032473
QC1 EXP. 6/1/2023

INSPECTOR CERTIFICADO DE SOLDADURA

SUPERVISIÓN



 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Héroes del Alto Conoqa 801 - Comuna Lima Tlf: 6368147 - C: 084120801 E-mail: Administracion@ndtindustrialervice.com	REPORTE DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA	Reporte N°:	NDT-RT-002-060/21
		Página:	1 de 1
		Fecha de Inspección:	09/11/2021

1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente:	MANTENIMIENTO, INGENIERIA Y PROYECTOS ALFA S.A.C.	1.3 Lugar de Inspección:	Comas
1.2 Proyecto:	Calificación de Soldador (WPQ)	Av. Héroes del Alto Conoqa N°891	

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Soldador:	RIOS RIOS, Noel / DNI: 43985228	2.4 Tipo de Material:	ASTM A53 Gr B
2.2 Identificación ó Serie:	PROBETA # 6	2.5 Espesor del Material Base:	6.02 mm
2.3 Dimensiones Generales:	Ø: 4"	2.6 Proceso de Soldadura:	GTAW

3. CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION:

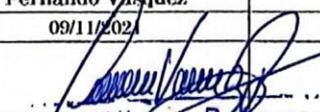
3.1 Fuente	Ir-192	3.10 Pantallas:	0,005 – 0,010 in.
3.2 Actividad	45.9 Ci	3.11 IQI:	5to HILLO (Ø 0.23 mm). ASTM 1A
3.3 Tamaño de Foco	0.106 in.	3.12 Lado IQI:	Fuente () / Película (X)
3.4 Dist. Fuente-Objeto	114.3 mm	3.13 Penumbra:	0.0002 in.
3.5 Dist. Objeto-Película	6.02 mm	3.14 Densidad:	2 @ 4
3.6 Tiempo de exposición	35 seg	3.15 Código de Procedimiento:	API 1104
3.7 Tipo de Película	AGFA D4	3.16 Procedimiento RT N°:	NDT-PR-RT-004
3.8 Dimensiones de Película	70 x 300 mm	3.17 Criterio de Aceptación:	API 1104
3.9 Técnica de Exposición:	Ver Gráficos de abajo	3.18 Alcance de Inspección:	100 % <input checked="" type="checkbox"/> Random <input type="checkbox"/> Spot <input type="checkbox"/>

4. RESULTADOS DE LA INSPECCION:

Item	Identificación. Soldadura	Película	Tipos de Indicaciones y su Localización	Resultado	Soldador	Notas
1	RIOS RIOS, Noel DNI: 43985228 PROBETA # 6	P1	---	A	MAP - 02	6G
2		P2	---	A	MAP - 02	6G
3		P3	---	A	MAP - 02	6G
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
Cant. de Películas:		03 de 03	Cant. de Exposiciones:	03	Resultado: A=Aceptado / R=Rechazado	

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura

IP	Falta de penetración.	BT	Quemón.	AP	Porosidad Alineada.	IPD	Falta de Penetración Desal
EI	Indicación Alargada.	C	Fisura.	ICP	Falta de Penetración Interna.	ISI	Escoria Aislada.
CC	Fisura en Cráter.	IF	Falta de Fusión.	P	Porosidad Aislada.	IU	Mordedura/Socavad. Interna.
IPD	Falta de Fusión por borde frío.	CP	Porosidad Anillada.	EU	Mordedura/Socavad. Externa.	IC	Concavidad Interna.
HB	Porosidad túnel en raíz.	AI	Acumulación Imperfecciones.	TI	Inclusión de Tungsteno		

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISION
Inspeccionado:	Fernando Vásquez		
Revisado:	Fernando Vásquez		
Fecha:	09/11/2021		
Firma:			

Formato: NDT- API 1104

Fernando Vásquez Rodríguez
NIVEL II-SNT-TC-1A-VT-PT-R1
REG NDI-CP-004

Fecha de Diseño: 01-08-2010

ANEXO 09 REPORTE RADIOGRAFICO DE UNIONES SOLDADAS

 <p>INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Títulos del Alto Concepción 691 - Ciudad Lima Tf: 55581147 - C: 9841326601 E-mail: Administracion@ndtindustrial.com</p>	REPORTE DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA	Reporte N°:	NDT-RT-001/22
		Página:	1 de 3
		Fecha de Inspección:	29/03/2022

1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente:	CONSERMETAL SAC	1.3 Lugar de inspección:	CALLAO
1.2 Proyecto:	INSTALACION DE RED DE GAS NATURAL		Av. B Nra. S. Lofa, 06 Ex Fundo Oquendo

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Nombre Descriptivo:	RED DE GAS NATURAL	2.4 Tipo de Material:	ASTM A53 GrB
2.2 Identificación ó Serie:	Varias	2.5 Espesor del Material Base:	6.02 mm, 5.49 mm 3.91 mm
2.3 Dimensiones Generales:	Ø: 4", 3", 2"	2.6 Proceso de Soldadura:	GTAW

3. CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION:

3.1 Fuente:	Ir-192	3.10 Pantallas:	0.008 - 0.010 in.
3.2 Actividad:	30 Ci	3.11 IQI:	ASTM 1A
3.3 Tamaño de Foco:	0.100 in.	3.12 Lado IQI:	Fuente () / Película (X)
3.4 Dist. Fuente-Objeto:	Ø2: 800 mm, Ø3: 88.9 mm Ø4: 114.30	3.13 Penumbra:	0.0002 in.
3.5 Dist. Objeto-Película:	Ø2: 3.91 mm, Ø3: 5.49 mm Ø4: 6.02 mm	3.14 Densidad:	2 @ 4
3.6 Tiempo de exposición:	Ø2: 4 min 16 seg Ø3: 10 seg Ø4: 16 seg	3.15 Código de Procedimiento:	ASME B31.3
3.7 Tipo de Película:	AGFA D4	3.16 Procedimiento RT N°:	NDT-PR-RT-002
3.8 Dimensiones de Película:	70 x 300 mm	3.17 Criterio de Aceptación:	ASME B31.3
3.9 Técnica de Exposición:	Ver Gráficas debajo	3.18 Alcance de Inspección:	100 % <input checked="" type="checkbox"/> Random <input type="checkbox"/> Spot <input type="checkbox"/>

X	Ø 3 y 4"	X	Ø 2"						
									

4. RESULTADOS DE LA INSPECCION:

Item	Identificación Soldadura	Película	Tipos de Indicaciones y su Localización	Resultado	Soldador	Notas
1	21-01	PA	---	A	MAP-02	---
2		PB	---	A	MAP-02	---
3						
4	21-04	PA	---	A	MAP-02	---
5		PB	---	A	MAP-02	---
6						
7	31-02	P1	---	A	MAP-02	---
8		P2	---	A	MAP-02	---
9		P3	---	A	MAP-02	---
10						
11	31-03	P1	---	A	MAP-02	---
12		P2	---	A	MAP-02	---
13		P3	---	A	MAP-02	---
14						
Cant. de Películas:		10 de 28	Cant. de Exposiciones:	10	Resultado: A=Aceptado / R=Rechazado	

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura

IP	Falla de penetración	RT	Quemado	AP	Porosidad Aliviada	IPD	Falla de Penetración Doble
RI	Inclusión Alargada	C	Fluoreo	ICP	Falla de Penetración Interna	ISI	Escoria Aliviada
OC	Fluoreo en Orilla	IP	Falla de Punto	P	Porosidad Aliviada	III	Indicaciones/Quemado Interno
IPD	Falla de Punto por fondo del	CP	Porosidad Aliviada	EU	Indicaciones/Quemado Externa	IC	Cruce de Interno
RR	Porosidad aliviada en raíz	AI	Acumulación Imperfecciones	TI	Inclusión de Tungsteno		

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISOR
Inspeccionado:	Fernando Vásquez		
Revisado:	Fernando Vásquez		
Fecha:	29/03/2022		
Firma:	 Fernando Vásquez Rodríguez		

 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Miraflores del Alto Cecepa 891-Ciudad/Lima Tlf: 52881147 - C: 984129801 E-mail: Administracion@ndt-industrial-service.com	REPORTE DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA	Reporte N°:	NDT-RT-001/22
		Página:	2 de 3
		Fecha de Inspección:	29/03/2022

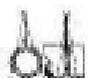
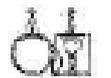
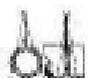
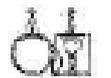
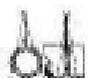
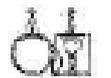
1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente:	CONSERMETAL SAC	1.3 Lugar de inspección:	CALLAO
1.2 Proyecto:	INSTALACION DE RED DE GAS NATURAL	Av. 8 Mta. 8 Lote. 08 Ex-Fundo Caguano	

2. CARACTERÍSTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Nombre Descriptivo:	RED DE GAS NATURAL	2.4 Tipo de Material:	ASTM A58 GrB
2.2 Identificación ó Serie:	Varia	2.5 Espesor del Material Base:	6.02 mm, 5.49 mm, 5.91 mm
2.3 Dimensiones Generales:	Ø 4", 3", 2"	2.6 Proceso de Soldadura:	GTAW

3. CARACTERÍSTICAS DE LA INSPECCION:

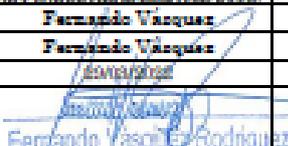
3.1 Fuente:	Ir-192	3.10 Pantallas:	0.008 – 0.010 in.																
3.2 Actividad:	30 Ci	3.11 IQE:	ASTM 1A																
3.3 Tamaño de Foco:	0.106 in.	3.12 Lado IQE:	Fuente () / Película (X)																
3.4 Dist. Fuente-Objeto:	Ø2: 100 mm, Ø3: 88.9 mm Ø4: 114.30	3.13 Penumbra:	0.0002 in.																
3.5 Dist. Objeto-Película:	Ø2: 3.91 mm, Ø3: 5.49 mm Ø4: 6.02 mm	3.14 Densidad:	2 @ 4																
3.6 Tiempo de exposición:	Ø2: 4 min 16 seg Ø3: 10 seg Ø4: 16 seg	3.15 Código de Procedimiento:	ASME B31.3																
3.7 Tipo de Película:	AGFA D4	3.16 Procedimiento RT N°:	NDT-PR-RT-002																
3.8 Dimensiones de Película:	70 x 300 mm	3.17 Criterio de Aceptación:	ASME B31.3																
3.9 Técnica de Exposición:	Ver Gráficos debajo	3.18 Alcance de Inspección:	100 % X Random <input type="checkbox"/> Spot <input type="checkbox"/>																
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td>X</td> <td>Ø 3 y 4"</td> <td>X</td> <td>Ø 2"</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				X	Ø 3 y 4"	X	Ø 2"												
X	Ø 3 y 4"	X	Ø 2"																
																			

4. RESULTADOS DE LA INSPECCION:

Item	Identificación Soldadura	Película	Tipos de Indicaciones y su Localización	Resultado	Soldador	Notas
1	33-05	P1	---	A	MAP-02	---
2		P2	---	A	MAP-02	---
3		P3	---	A	MAP-02	---
4						
5	43-05	P1	---	A	MAP-02	---
6		P2	---	A	MAP-02	---
7		P3	---	A	MAP-02	---
8						
9	33-07	P1	---	A	MAP-02	---
10		P2	---	A	MAP-02	---
11		P3	---	A	MAP-02	---
12						
13						
14						
Cant. de Películas:		10 de 08	Cant. de Exposiciones:	00	Resultado: A=Aceptado / R=Rechazado	

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura

IP	Falta de penetración.	RF	Quemado.	AP	Porosidad Alargada.	IPD	Falta de Penetración Doble
RI	Indicaciones Alargadas.	C	Fuente.	ICP	Falta de Penetración Interna.	IRI	Escoria Alada.
OC	Fuente en Cráter.	IP	Falta de Puente.	P	Porosidad Alada.	IUI	Indicaciones/Quemado Interna
IPD	Falta de Puente por Inada B&L	CP	Porosidad Alargada.	EU	Indicaciones/Quemado Externa.	IC	Circunferencia Interna.
RR	Porosidad Alada en raíz.	AI	Accumulación Imperfecciones.	TI	Inclusión de Tungsteno.		

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE	SUPERVISION
Inspeccionado:	Fernando Vásquez		
Revisado:	Fernando Vásquez		
Fecha:	29/03/2022		
Firma:	 Fernando Vásquez Rodríguez		

 INDUSTRIAL SERVICE S.A.C. Av. Miraflores del Alto Corsepa 891 - Consur/Umas Tlf 5988147 - C/ 264129601 E-mail: Administracion@ndtindustrial-service.com	REPORTE DE INSPECCIÓN RADIOGRÁFICA	Reporte N°:	NDT-RT-001/22
		Página:	3 de 3
		Fecha de Inspección:	29/03/2022

1. DATOS GENERALES:

1.1 Cliente:	CONSERMETAL S.A.C	1.3 Lugar de inspección:	CALLAO
1.2 Proyecto:	INSTALACION DE RED DE GAS NATURAL		Av. B Mza. B Lote. 05 En Fundo Oquendo

2. CARACTERISTICAS DEL EQUIPO, COMPONENTE y/o ELEMENTO INSPECCIONADO:

2.1 Nombre Descriptivo:	RED DE GAS NATURAL	2.4 Tipo de Material:	ASTM A53 GrB
2.2 Identificación ó Serie:	Varias	2.5 Espesor del Material Base:	6.02 mm, 5.49 mm 5.91 mm
2.3 Dimensiones Generales:	Ø 4", 3", 2"	2.6 Proceso de Soldadura:	GTAW

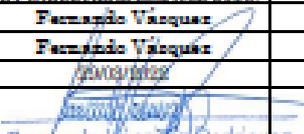
3. CARACTERISTICAS DE LA INSPECCION:

3.1 Fuente:	Ir-192	3.10 Pantallas:	0.005 - 0.010 in.																		
3.2 Actividad:	30 Ci	3.11 IQI:	ASTM 1A																		
3.3 Tamaño de Foco:	0.108 in.	3.12 Lado IQI:	Fuente () / Película (X)																		
3.4 Dist. Fuente-Objeto:	Ø2: 500 mm, Ø3: 66.9 mm Ø4: 114.30	3.13 Penumbra:	0.0002 in.																		
3.5 Dist. Objeto-Película:	Ø2: 3.91 mm, Ø3: 5.49 mm Ø4: 6.02 mm	3.14 Densidad:	2 @ 4																		
3.6 Tiempo de exposición:	Ø2: 4 min 16 seg Ø3: 10 seg Ø4: 16 seg	3.15 Código de Procedimiento:	ASME B31.3																		
3.7 Tipo de Película:	AGFA D4	3.16 Procedimiento RT N°:	NDT-PR-RT-002																		
3.8 Dimensiones de Película:	70 x 300 mm	3.17 Criterio de Aceptación:	ASME B31.3																		
3.9 Técnica de Exposición:	Ver Gráfica de abajo	3.18 Alcance de Inspección:	100 % <input checked="" type="checkbox"/> Random <input type="checkbox"/> Spot <input type="checkbox"/>																		
<table border="1" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> X</td> <td>Ø 3 y 4"</td> <td><input checked="" type="checkbox"/> X</td> <td>Ø 2"</td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> <td><input type="checkbox"/></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>				<input checked="" type="checkbox"/> X	Ø 3 y 4"	<input checked="" type="checkbox"/> X	Ø 2"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>									
<input checked="" type="checkbox"/> X	Ø 3 y 4"	<input checked="" type="checkbox"/> X	Ø 2"	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>													
																					

4. RESULTADOS DE LA INSPECCION:

Item	Identificación Soldadura	Película	Tipos de Indicaciones y su Localización	Resultado	Soldador	Notas
1	4J-08	P1	---	A	MAP-02	---
2		P2	---	A	MAP-02	---
3		P3	---	A	MAP-02	---
4						
5	4J-09	P1	---	A	MAP-02	---
6		P2	---	A	MAP-02	---
7		P3	---	A	MAP-02	---
8						
9	3J-10	P1	---	A	MAP-02	---
10		P2	---	A	MAP-02	---
11		P3	---	A	MAP-02	---
12						
13						
14						
Cant. de Películas:		28 de 28	Cant. de Exposiciones:	00	Resultado: A=Aceptado / R=Rechazado	

Abreviaturas de los Defectos de Soldadura						
IP	Falla de penetración.	RP	Quemado.	AP	Porosidad Aliviada.	
RI	Inclusión Alargada.	C	Pinces.	ICP	Falla de Penetración Interna.	
OC	Pinces en Cráter.	IP	Falla de Pusillo.	P	Porosidad Aliviada.	
IPD	Falla de Pusillo por fondo del.	CP	Porosidad Aliviada.	EU	Inclusión/Quemad. Externa.	
RR	Porosidad libada en raíz.	AL	Acumulación Imperfecciones.	TI	Inclusión de Tapping.	
					IPD	Falla de Penetración Dual
					RII	Quemad. Aliviada.
					IU	Inclusión/Quemad. Interna.
					IC	Corrosión Interna.

Organización:	NDT INDUSTRIAL SERVICE S.A.C.	CLIENTE:	SUPERVISION:
Inspeccionado:	Fernando Vásquez		
Revisado:	Fernando Vásquez		
Fecha:	29/03/2022		
Firma:	 Fernando Vásquez Rodríguez		

NIVEL II-SNT-TC-1A-VT-PT-RT
REG NDT-CP- 004

ANEXO 10 PRUEBA DE HERMETICIDAD

	CONSTANCIA DE INSPECCION DE PRUEBA DE HERMETICIDAD	Código: F-IND-252
		Versión: 01 Fecha: 18/12/2018

S/T IND : _____ **Cliente :** MAZPRO ALFA S.A.C.
Usuario: ANDECORP S.A.C.
Servicio: SUPERVISION DE PRUEBA DE HERMETICIDAD DE LA RED INTERNA / TRAMO HOPE
Lugar de inspeccion : AV. LOS MARCELLOS MZ M. LT 6, SANTA ELENA DE PARACAS, PARACAS, PISCO, ICA.
Fecha de inspeccion: 04/06/2022
El servicio se realizó normalmente ? : SI NO
Resultado del Servicio : En coordinación con el ING. PAUL QUIJANO MARTINEZ, representante de la Empresa, MAZPRO ALFA S.A.C., se realizó la Prueba requerida por la NTP 111.010:2003 - 2019 de la Red Interna para Gas Natural del Tramo ENTERADO DE HOPE

PRUEBA DE HERMETICIDAD

HORA	PRESION	TEMPERATURA
Hora Inicio : 12:30 PM	Presión Inicio: 6.2/6.2 BAR	T Inicio: 22/22°C
Hora Final : 16:30 PM	Presión Final: 6.2/6.2 BAR	T Final : 22/22°C

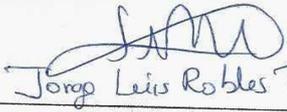
Equipos Utilizados

Nombre del Equipo	Codigo del Equipo	Certificado de calibracion	Fecha de calibración
MANOMETRO (0 a 20 BAR)	MFP-8122	CPV-1294-2021	2021-10-28
MANOMETRO (0 a 20 BAR)	MFP-8123	CPV-1295-2021	2021-10-28
TERMOMETRO (0 a 50°C)	UMT-3074	CTV-003-2022	2022-01-04
TERMOMETRO (0 a 50°C)	UMT-3095	CTV-2925-2021	2021-11-02

Observaciones:

Nota! El presente documento sólo acredita la presencia del inspector/supervisor en el lugar de inspección y declara cualquier eventualidad ocurrida.
 En caso de tomar muestras, estas serán desechadas despues de haber transcurrido 3 meses. Inspectorate al no conservar contramuestras, no dará por procedente reclamos posteriores sobre los resultados encontrados

Se tomó muestras ? : SI **Cantidad :** _____ **NO**


Jorge Luis Robles Tunay
 Nombre / Firma
Inspector / Supervisor
INSPECTORATE SERVICES PERU S.A.C

 Nombre / Firma
Rpte. Del Cliente

Información proporcionada por:

Bureau Veritas	
Inspectorate	X



Formato de Toma de Datos en Inspecciones de Pruebas de Presión (Gas Natural)

Código: F-IND-226
 Versión: 03
 Fecha: 29/10/2018

Cliente: HAINPRO ALFA S.A.C.
 Usuario: ANDECORP S.A.C. S/T IND.:
 Dirección: AV. LOS MARTILLOS N° 116, SANTO ELENA DE PONSPAS, PANACAS, P.S.O. Fecha: 04/06/2022
 Registro de prueba: HERMETICIDAD DEL TRAMO ENTRENADO
 Fluido de Trabajo: GAS NATURAL Tubería: Ø 110 mm HDPE y Ø 4" AIC SCH 40
 Presión de trabajo: 4 BAR Especificación técnica: NFP 111.010.2203 (2017)
 Fluido de prueba: NITROGENO Presión de prueba: 6.216.2 BAR

Hora	Presión (bar.)		Temperatura °C		Fecha
	Presión 1	Presión 2	Temp. 1	Temp. 2	
12:30	6.2	6.2	22	22	
12:45	6.2	6.2	22	22	
13:00	6.2	6.2	22	22	
13:15	6.2	6.2	22	22	
13:30	6.2	6.2	22	22	
13:45	6.2	6.2	22	22	
14:00	6.2	6.2	22	22	
14:15	6.2	6.2	22	22	
14:30	6.2	6.2	22	22	
14:45	6.2	6.2	22	22	
15:00	6.2	6.2	22	22	
15:15	6.2	6.2	22	22	
15:30	6.2	6.2	22	22	
15:45	6.2	6.2	22	22	
16:00	6.2	6.2	22	22	
16:15	6.2	6.2	22	22	
16:30	6.2	6.2	22	22	
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/
/	/	/	/	/	/

Hora Final	Presión Final (bar.)		Temperatura Final °C		Fecha
	Manómetro 1	Manómetro 2	Termómetro 1	Termómetro 2	
16:30	6.2	6.2	22	22	04-06-2022

EQUIPOS DE MEDICIÓN:
 MANOMETRO: MFP-8122 Cert. Calib.: CPV-1294-2021 Fecha de Calib.: 2021-10-28
 MANOMETRO: MFP-8123 Cert. Calib.: CPV-1292-2021 Fecha de Calib.: 2021-10-28
 TERMOMETRO: UMT-3074 Cert. Calib.: CPV-003-2022 Fecha de Calib.: 2022-01-04
 TERMOMETRO: UMT-3095 Cert. Calib.: CPV-2323-2021 Fecha de Calib.: 2021-11-02

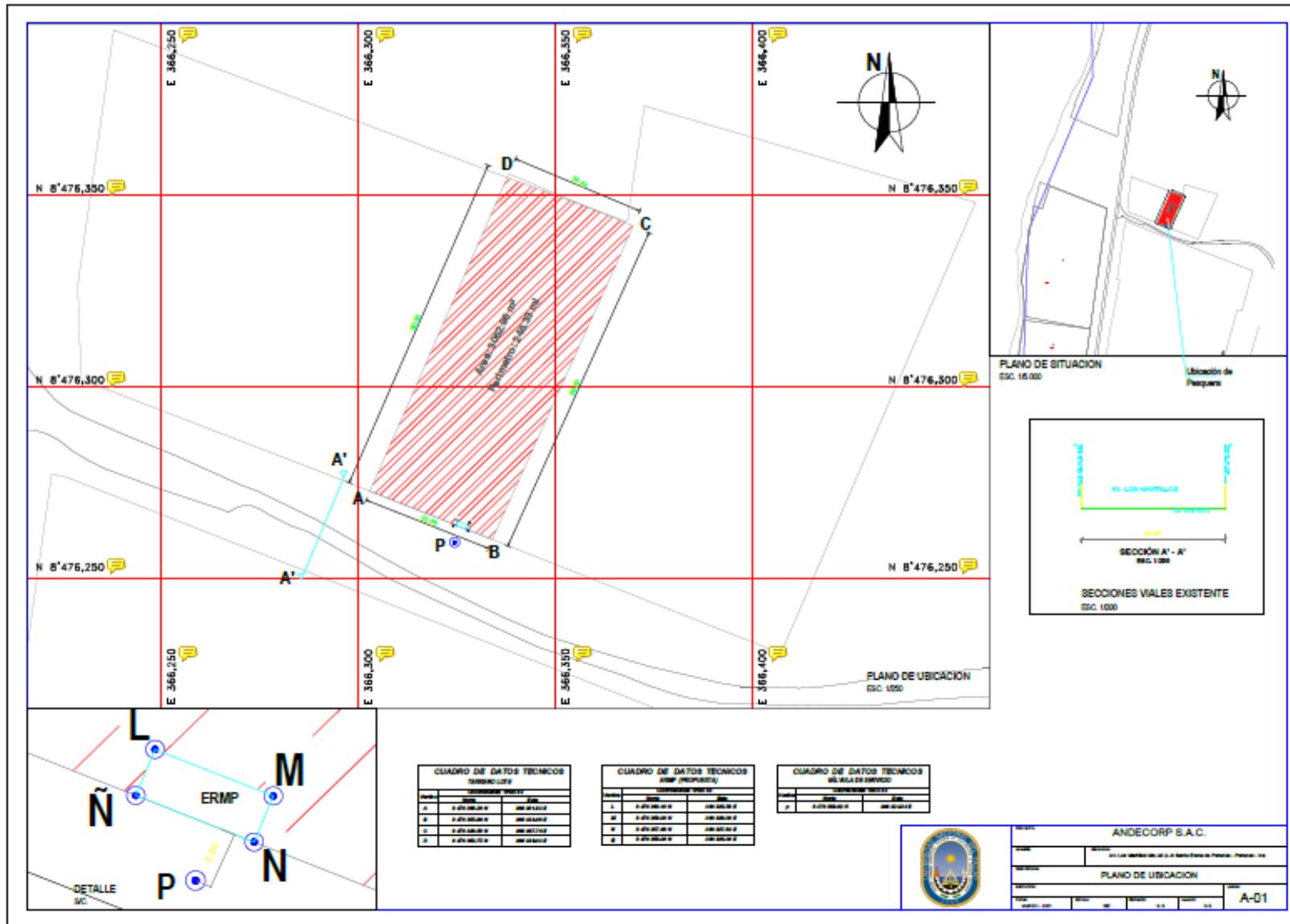
OBSERVACIONES: LA PRUEBA DE HERMETICIDAD ES CORRECTA.

Jorge Luis Rostes Tuma
 Inspector de Inspectorate Services Perú S.A.C.

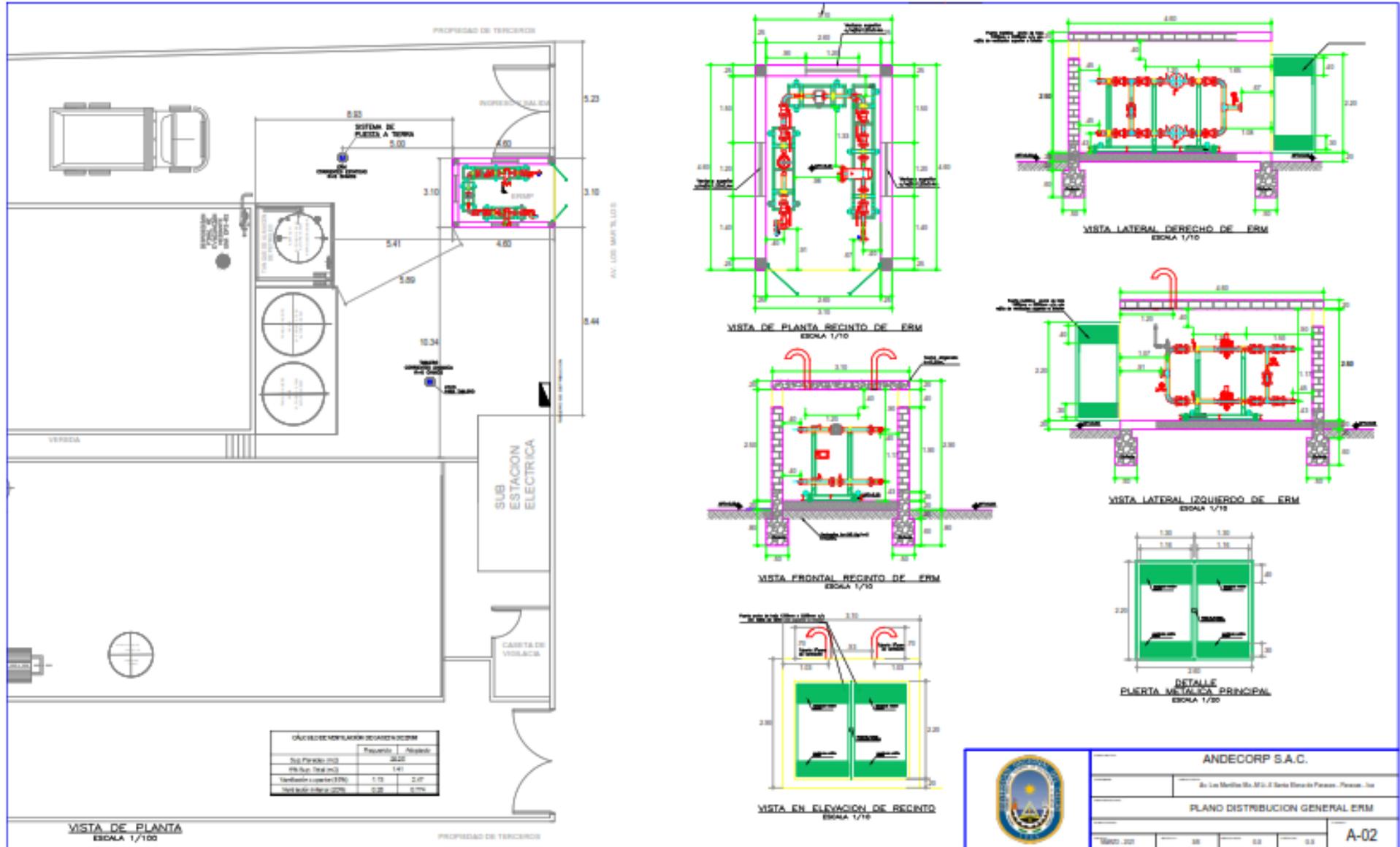
Profesional Responsable

Información proporcionada por: Bureau Veritas Inspectorate

ANEXO 11 PLANO DE UBICACIÓN



**ANEXO 12 PLANO DEL RECINTO DE LA ESTACION DE
REGULACION PRIMARIA**



ANEXO 13 PLANO DE PLANTA

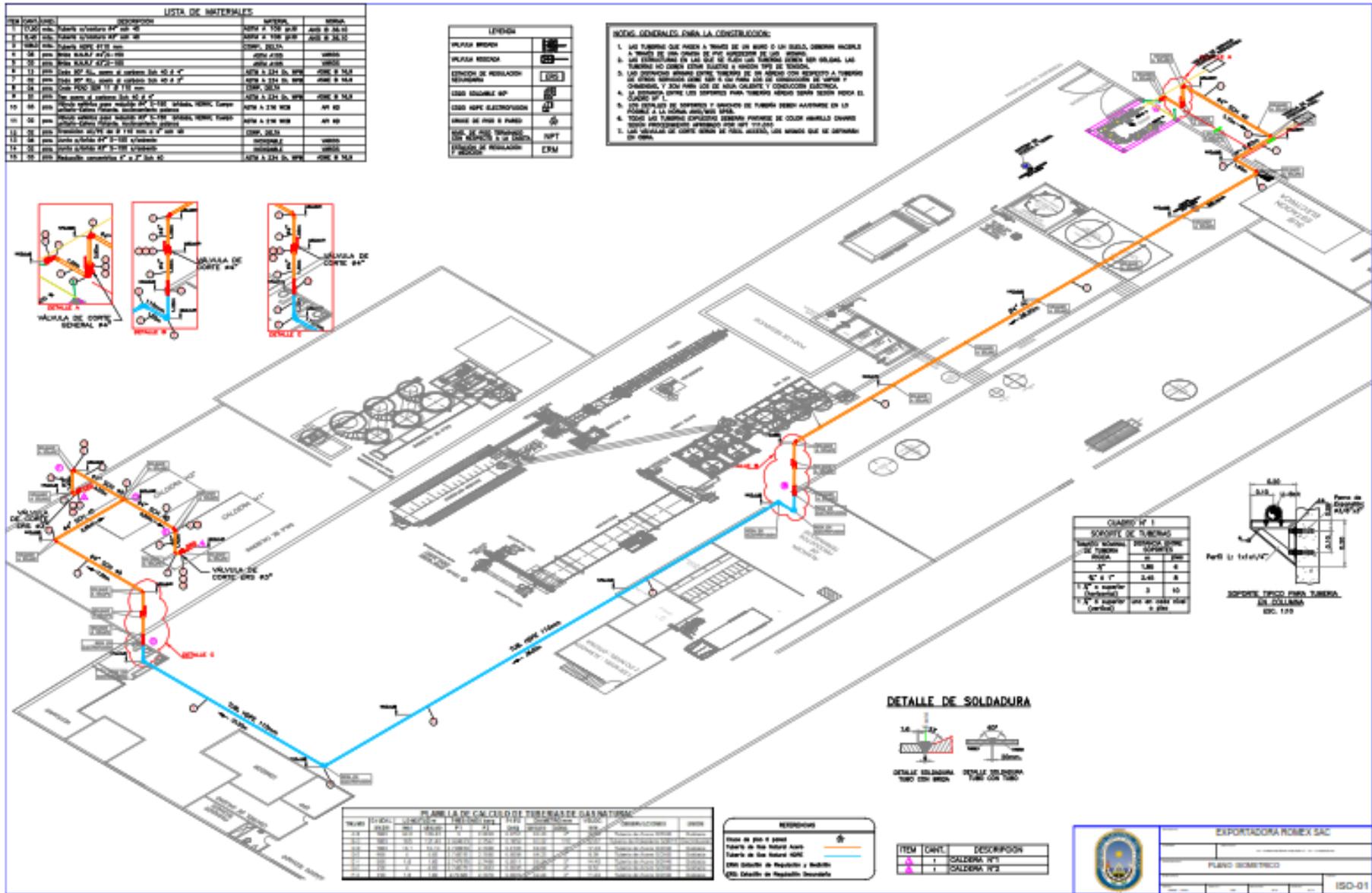
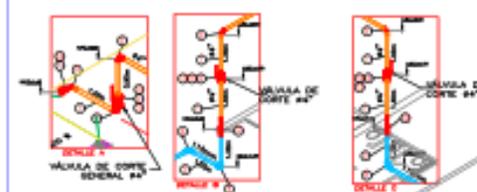
ANEXO 14 PLANO ISOMETRICO

LISTA DE MATERIALES			
ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD
1	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
2	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
3	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
4	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
5	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
6	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
7	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
8	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
9	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
10	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
11	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
12	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
13	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
14	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00
15	1/2" O.D. 1/8" W.T. GALV. GALVANIZADO 40' x 40'	MTR x 1/2" O.D.	4000.00

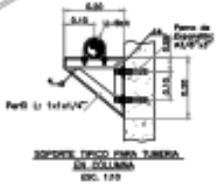
LEYENDA	
PISTON PROFON	
VALVULA REDONDA	
SEÑAL DE REDONDA	
SEÑAL DE CUADRO	
SEÑAL DE RECTANGULO	
SEÑAL DE TRIANGULO	
SEÑAL DE CIRCULO	
SEÑAL DE CUADRO	
SEÑAL DE RECTANGULO	
SEÑAL DE TRIANGULO	
SEÑAL DE CIRCULO	

NOTAS GENERALES PARA LA CONSTRUCCION:

1. LAS TUBERIAS QUE PASAN A TRAVES DE UN MURO O UN DEDO, DEBERAN PASAR A TRAVES DE UN DEDO DE PVC QUE PASA POR EL MURO.
2. LAS CONEXIONES EN LAS CAYAS DE TUBERIA DEBERAN SER VALVULAS. LAS TUBERIAS NO DEBERAN TENER UNIONES DE TUBERIA.
3. LAS UNIONES DEBERAN SER HECHAS DE UN MODO QUE RESPECTO A TUBERIA DE ALTA PRESION, COMO ASER A UN MODO QUE DE CONEXIONES DE TUBERIA DE BAJA PRESION, Y ASER PARA LOS DE AGUA CALIENTE Y CONDUCCION ELECTRICA.
4. LA TUBERIA DEBE SER ENTERRADA PARA TUBERIA DE AGUA CALIENTE EN EL CASO DE 1".
5. LAS TUBERIAS DE BAJA PRESION Y BAJA PRESION DEBEN ENTERRARSE EN LA FORMA A LA FORMA ANTERIOR.
6. TODAS LAS TUBERIAS DEBERAN SER ENTERRADAS DE CADA MANERA COMO SE MUESTRA EN EL DISEÑO Y EN EL CASO DE TUBERIA DE AGUA CALIENTE DEBEN ENTERRARSE EN LA FORMA ANTERIOR.
7. LAS TUBERIAS DE BAJA PRESION DEBEN SER ENTERRADAS EN LA FORMA ANTERIOR.



CUADRO Nº 1	
ESPECIFICACIONES DE TUBERIAS	
TIPO DE TUBERIA	1.500



PLANILLA DE CALCULO DE FIBERAS DE CEMENTO NATURAL									
ITEM	DESCRIPCION	CANT.	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50

REFERENCIAS	
1	...
2	...
3	...
4	...
5	...
6	...
7	...
8	...
9	...
10	...
11	...
12	...
13	...
14	...
15	...
16	...
17	...
18	...
19	...
20	...
21	...
22	...
23	...
24	...
25	...
26	...
27	...
28	...
29	...
30	...
31	...
32	...
33	...
34	...
35	...
36	...
37	...
38	...
39	...
40	...
41	...
42	...
43	...
44	...
45	...
46	...
47	...
48	...
49	...
50	...

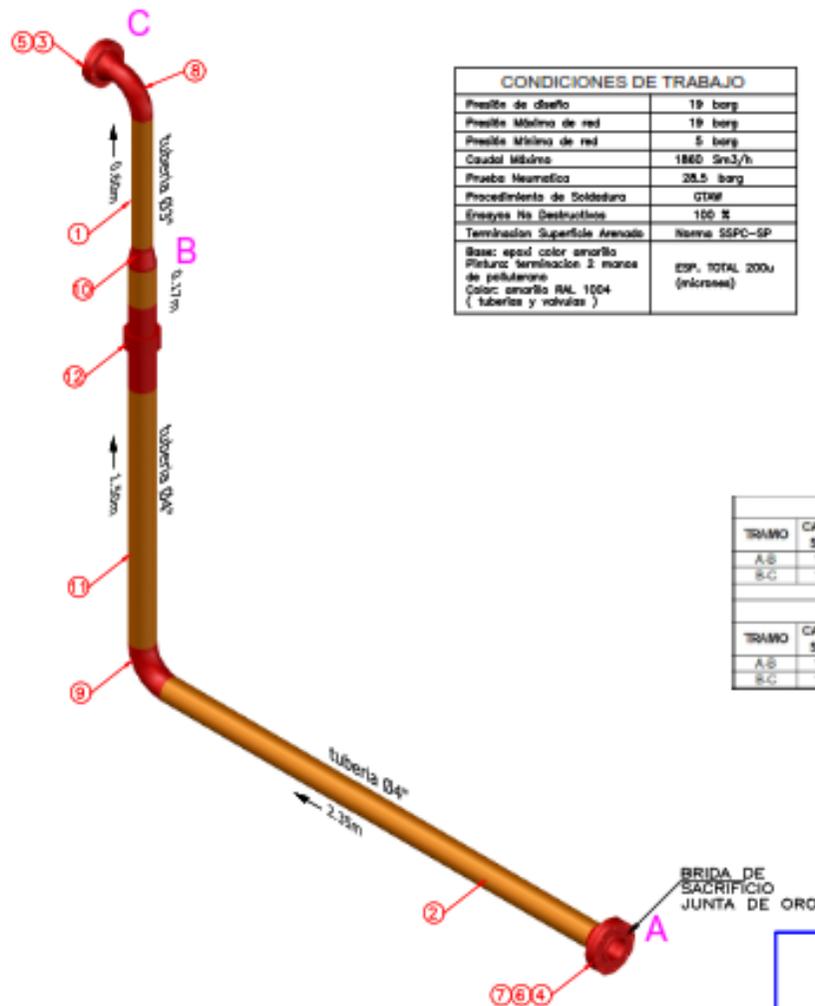
ITEM	CANT.	DESCRIPCION
1	1	VALVULA 1/2"
2	1	VALVULA 1/2"

EXPORTADORA ROMEX SAC

PLANO ISOMETRICO

ISO-01

ANEXO 15 PLANO ISOMETRICO AIE



CONDICIONES DE TRABAJO	
Presión de diseño	19 barg
Presión Máxima de red	19 barg
Presión Máxima de red	5 barg
Caudal Máximo	1860 Sm ³ /h
Prueba Neumática	28.5 barg
Procedimiento de Soldadura	GDW
Ensayos No Destructivos	100 %
Terminación Superficie Acabada	Norma SSPC-SP
Base: epoxi color amarillo Pintura terminación 2 manos de poliuretano Color: amarillo RAL 1004 (tuberías y válvulas)	ESP. TOTAL 200u (micrones)

LISTA DE MATERIALES				
ITEM	CANT	UMD	DENOMINACION	ESPECIFICACIONES
1	0.60	m	Tubería de A.C., S/C Sch-40 ø3"	ASTM A53 Gr.B /A106 /API 5L
2	2.35	m	Tubería de A.C., S/C Sch-120 ø4"	ASTM A53 Gr.B /A106 /API 5L
3	4	pza	Esparragos c/tuerca 5/8" 3"	ASTM A193 Gr B7
4	4	pza	Esparragos c/tuerca 5/8" 4"	ASTM A193 Gr B7
5	1	pza	Brida W.N.R.F., S-150, ø3"	ASTM A105 / ANSI B16,5
6	1	pza	Brida W.N.R.F., S-300, ø4"	ASTM A105 / ANSI B16,5
7	1	pza	Brida ciega, S-300, ø4"	ASTM A105 / ANSI B16,5
8	1	pza	Codo 90° A.C., Sch-40 ø3"	ASTM A234 WPB
9	1	pza	Codo 90° A.C., Sch-80 ø4"	ASTM A234 WPB
10	1	pza	Reducción concentrica A.C., Sch-80 ø4"Xø3"	ASTM A234 WPB
11	1.78	m	Tubería de A.C., S/C Sch-40 ø4"	ASTM A53 Gr.B /A106 /API 5L
12	1	pza	Junta monolitica Sch-150 ø4"	ASTM A234 WPB

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	1860	4.8	4.80	19	18.982	0.0019	33.19	4"	3.20	Tubería de Acero SCH120	Soldada
B-C	1860	0.75	0.75	18.982	18.9870	0.0007	33.19	3"	10.23	Tubería de Acero SCH40	Soldada

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm ³ /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO mm		VELOC. m/s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	1860	4.8	4.80	5	4.3076	0.0021	67.49	4"	10.89	Tubería de Acero SCH120	Soldada
B-C	1860	0.75	0.75	4.967993	4.9666	0.0013	67.50	3"	18.76	Tubería de Acero SCH40	Soldada

ANDECORP S.A.C.

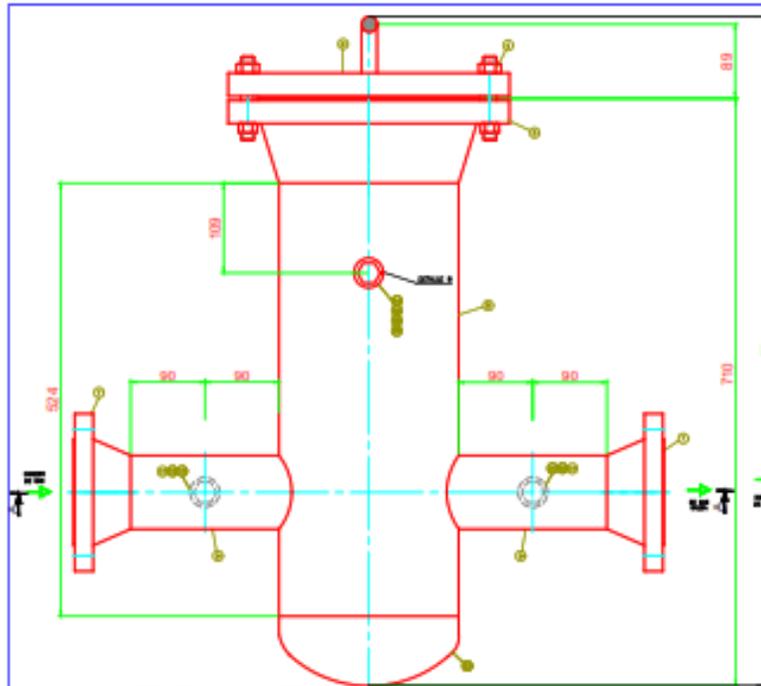
UBICACION:
Av. Los Martillos Mz.-M Ll.-6 Santa Elena de Paracas - Paracas - Ica

PLANO MECANICO ISOMETRICO - AIE

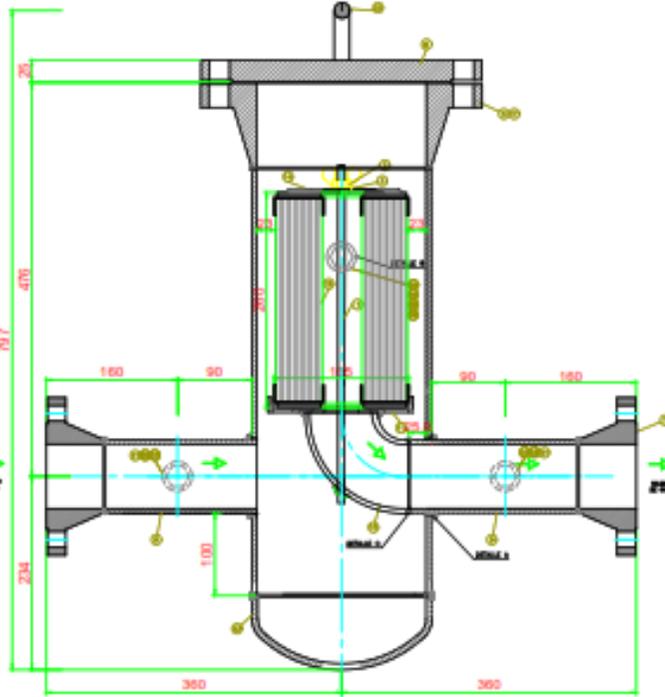
LABOR:
M-02

FECHA: MARZO - 2021	ESCALA: 1:1	REVISADO: O.S	Aprobado: O.S
------------------------	----------------	------------------	------------------

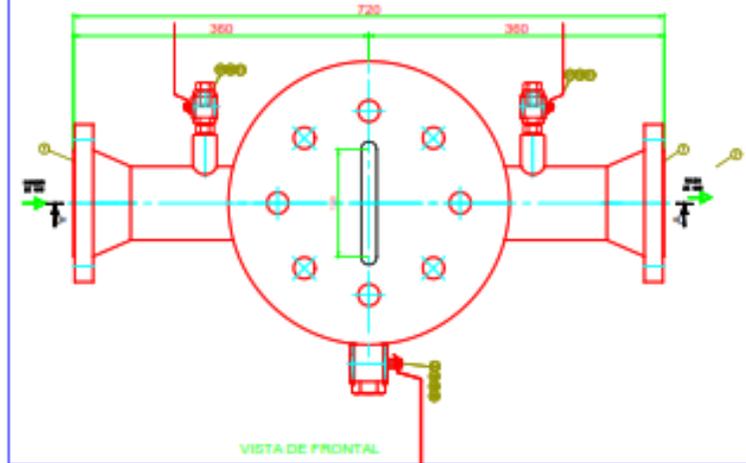
ANEXO 16 PLANO DE FILTRO



VISTA DE PLANTA INFERIOR

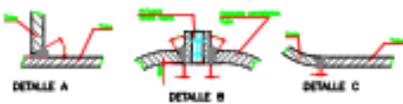


VISTA DE PLANTA INFERIOR SECCIONADA



VISTA DE FRONTAL

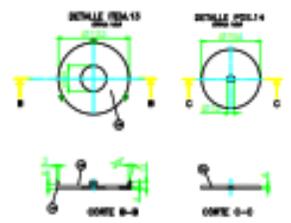
NOTA
PREPARACION DE SUPERFICIA Y PINTADO:
 -GRADO DE LAMPEDA SSPC-SP10
 -RUGOSIDAD MINIMA 3.00 Mils
 -ZINC HERMANTICO 3.00 EP.S Mils
 -EPÓXIDO DE ALTO SÓLIDOS 500 EP.S Mils
 -POLIURETANO AERIAL 3.00 EP.S Mils
 * FILTROS: 9AL-9010



CANTO DE EJECUCION	
1	BRONCE BRUNO
2	COBRE 1/2"
3	ALUMINIO 1/2"
4	COBRE 1/2"
5	ALUMINIO 1/2"
6	BRONCE BRUNO
7	COBRE 1/2"
8	ALUMINIO 1/2"
9	BRONCE BRUNO
10	COBRE 1/2"
11	ALUMINIO 1/2"
12	BRONCE BRUNO
13	COBRE 1/2"
14	ALUMINIO 1/2"
15	BRONCE BRUNO
16	COBRE 1/2"
17	ALUMINIO 1/2"
18	BRONCE BRUNO
19	COBRE 1/2"
20	ALUMINIO 1/2"
21	BRONCE BRUNO
22	COBRE 1/2"
23	ALUMINIO 1/2"
24	BRONCE BRUNO
25	COBRE 1/2"
26	ALUMINIO 1/2"
27	BRONCE BRUNO
28	COBRE 1/2"
29	ALUMINIO 1/2"
30	BRONCE BRUNO
31	COBRE 1/2"
32	ALUMINIO 1/2"
33	BRONCE BRUNO
34	COBRE 1/2"
35	ALUMINIO 1/2"
36	BRONCE BRUNO
37	COBRE 1/2"
38	ALUMINIO 1/2"
39	BRONCE BRUNO
40	COBRE 1/2"
41	ALUMINIO 1/2"
42	BRONCE BRUNO
43	COBRE 1/2"
44	ALUMINIO 1/2"
45	BRONCE BRUNO
46	COBRE 1/2"
47	ALUMINIO 1/2"
48	BRONCE BRUNO
49	COBRE 1/2"
50	ALUMINIO 1/2"
51	BRONCE BRUNO
52	COBRE 1/2"
53	ALUMINIO 1/2"
54	BRONCE BRUNO
55	COBRE 1/2"
56	ALUMINIO 1/2"
57	BRONCE BRUNO
58	COBRE 1/2"
59	ALUMINIO 1/2"
60	BRONCE BRUNO
61	COBRE 1/2"
62	ALUMINIO 1/2"
63	BRONCE BRUNO
64	COBRE 1/2"
65	ALUMINIO 1/2"
66	BRONCE BRUNO
67	COBRE 1/2"
68	ALUMINIO 1/2"
69	BRONCE BRUNO
70	COBRE 1/2"
71	ALUMINIO 1/2"
72	BRONCE BRUNO
73	COBRE 1/2"
74	ALUMINIO 1/2"
75	BRONCE BRUNO
76	COBRE 1/2"
77	ALUMINIO 1/2"
78	BRONCE BRUNO
79	COBRE 1/2"
80	ALUMINIO 1/2"
81	BRONCE BRUNO
82	COBRE 1/2"
83	ALUMINIO 1/2"
84	BRONCE BRUNO
85	COBRE 1/2"
86	ALUMINIO 1/2"
87	BRONCE BRUNO
88	COBRE 1/2"
89	ALUMINIO 1/2"
90	BRONCE BRUNO
91	COBRE 1/2"
92	ALUMINIO 1/2"
93	BRONCE BRUNO
94	COBRE 1/2"
95	ALUMINIO 1/2"
96	BRONCE BRUNO
97	COBRE 1/2"
98	ALUMINIO 1/2"
99	BRONCE BRUNO
100	COBRE 1/2"

LISTADO DE MATERIALES

ITEM	CANT.	DESIGNACION	MATERIAL	NORMA
1	1	Varilla res. 3/8"Ø con elemento fibra de K1/8"	AL. EL. COMBINO	SAC 1510
2	1	Tuerca acrílica K1/8"	BRONCE	
3	1	Arandela plana 3/8"	ASTM A 193-09/194-09	ANSI B 18.2
4	8	Tap. 3/16" x 4 1/2" x/4 con tornillos y arandelas planas de aluminio y siliconado	ASTM A 193-09	ANSI B 18.2
5	1	WMS K1/8", 1/2", 3/4"	ASTM A 193	ANSI B 18.2
6	1	WMS 1/2", 3/4"	ASTM A 193	ANSI B 18.2
7	2	WMS K1/8", 1/2", 3/4"	ASTM A 193	ANSI B 18.2
8	8	WMS 1/2", 3/4"	ASTM A 193	ANSI B 18.2
9	8	WMS 1/2", 3/4"	ASTM A 193	ANSI B 18.2
10	1	Codo 90° R.C. 1/2", 3/4"	ASTM A 234	ANSI B 16.9
11	1	Codo para fibra, galvanizado 3/2 x 1 1/2"	AL. EL. COMBINO	SAC 1510
12	2	Capa rasada 1/2" 3-2000 x/4" tapón	ASTM A 193	ANSI B 18.2
13	1	Ar. base de apoyo elemento fibra, chapa esp.4mm.	AL. EL. COMBINO	SAC 1510
14	1	Tapo soporte elemento fibra, chapa esp.4mm.	AL. INOXIDABLE	SAC 1510
15	1	Fibra 3/8"Ø refuerzo acero 9000 1000 1000	VARIO	
16	1	Tapón res. 3/8" 3-2000	ASTM A 193	ANSI B 18.2
17	1	Junta p/Ø de 1/2" 3-2000	FLUORALIC 9F	
18	1	Junta para res. 3/8" 3-2000	ASTM	
19	1	WMS acrílica res. 1/2" 3-2000 1000 1000	AL. INOXIDABLE	
20	2	WMS acrílica res. 1/2" 3-2000 1000 1000	AL. INOXIDABLE	
21	2	Tapón res. 1/2" 3-2000	ASTM A 193	ANSI B 18.2
22	1	WMS acrílica res. 1/2" 3-2000	AL. EL. COMBINO	SAC 1510
23	1	Ar. para tap. de 1/2" 3-2000	ASTM A 193	SAC 1510
24	1	Capa rasada 1/2" 3-2000	AL. EL. COMBINO	ANSI B 18.2



DATOS DE DISEÑO	
Presión de diseño	10 barg
Presión	Min. 10 barg
Presión de prueba	20.0 barg
Temperatura de diseño	70 °C
Temperatura de prueba	70 °C
Coeficiente de expansión	1000 1000mm
Procedimiento de soldadura	GTAW
WMS	100%
Estándar	ASTM A 193
Perfil exterior	Base: 5 milímetros espesor Terminado: 10 milímetros espesor
Diámetro fibra	3/8" 1000 1000
	Materia: carbono 100%



ANDECORP S.A.C.
 Av. Los Baños No. 3711 - El Centro Pisco de Pisco - Pisco - Perú

PLANO MECÁNICO FILTRO 2 150"

M-02-B

**ANEXO 17 PLANO DE LA ERMP DE LA ESTACION DE REGULACION
Y MEDICION PRIMARIA**

ANEXO 18 PRESUPUESTO

Cotización: **INSTALACION DE RED DE GAS NATURAL AIE / ERMP / INST.INTERNAS**

Señores: **ANDECORP PISCO**

Atención:

Referencia: **PISCO**

Asunto: **PRUEBAS Y OTROS GASTOS**



De nuestra consideración:

Por medio de la presente nos es grato saludarlos y a la vez cotizarles nuestra mejor oferta de los servicios solicitados:

RESUMEN DE COSTOS DEL PROYECTO _ ANDECORP _ GAS NATURAL A CALDEROS			
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDADES	COSTO TOTAL
1	AIE - SUMINISTRO ES INSTALACION DE TRONCAL HACIA ESTACION DE LA ERMP	und	5,875.60
2	ERMP - SUMINISTRO E INSTALACION DE ESTACION DE REGULACION PRIMARIA	und	39,218.78
3	SUMINISTRO E INSTALACIONES ELECTRICAS DE LA ESTACION ANTIEXPLOSIVO CLASE 1 DIVISION 1	und	6,795.00
4	INSTALACIONES INTERNAS DESDE LA ERMP HACIA LOS CALDEROS	und	26,860.80
5	PRUEBAS_ GASTOS ADMINISTRATIVOS OTROS	und	16,475.80
TOTAL, DOLARES			95,225.98

PRESUPUESTO DEL AIE				
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
INSTALACION DE ACCESORIOS DEL AIE				
1	Suministro e Instalación de tubería de Acero al Carbono 4" SCH 160 x 4 ml	und	1	451.50
2	Servicio de Arenado de la tubería de Acero	und	1	210.00
3	Suministro e Instalación de Cinta Polyguard	und	1	400.00
4	Excavación de zanja de 4 ml x 1.20 metros de profundidad x 0.60 metros de ancho	und	1	385.00
5	excavación de zanjas para tuberías y relleno en tierra 1.2 mts	und	1	190.00
6	Suministro e Instalación de cama de arena para tuberías	und	1	300.00
7	Servicio de Holiday Detectora prueba	und	1	260.00
8	Análisis de Suelo: Elaboración de Cálculo	und	1	400.00
9	Servicio de Protección catódica	und	1	650.00
10	Junta Dieléctrica de 4"	und	1	250.00
11	Junta Monolítica 4"0 X 150lb, SCH40, MARCA APS ISOJT-USA	und	1	501.50
12	Prueba de Compactación	und	1	270.00
13	Prueba de Continuidad	und	1	196.60
14	Prueba de Resistividad	und	1	760.50
15	Atibado con costales de Arena, para la zanja, donde el soldador realizara la interconexión de la junta de oro, aproximado 4m x 4m	und	1	650.50
TOTAL, DOLARES				5,875.60

PRESUPUESTO DE LA ERMP				
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
ESTACION DE REGULACION Y MEDICION ERMP				
1	Suministro de tubería y accesorios de Acero al Carbono.	glb	1	4,680.00
2	Fabricación y Montaje del SKID de Medición y Regulación de 3".	glb	1	728.00
3	Fabricación y Montaje de Filtros Coalescentes de cuerpo de 8" x 3" de brazos	glb	1	650.00
4	Fabricación y Montaje de la Estructura de Soportaría	glb	1	338.00
5	Servicio de Granallado y pintado con Base Epoxica y acabado en Poliuretano	glb	1	1,040.00
INSTRUMENTACION DE LA ESTACION DE GAS NATURAL				
6	Medidor de gas tipo Rotativo marca FMG, Mod. FMR G100, ANSIB28:B40 150, bridado	und	1	13,000.00
7	Filtro Gasket de 2" ANSI 150, Pmax 50 bar, 100 micras empaquetadura Nam 30.	und	1	200.00
8	Computador de Flujo (FC) marca Eagle Research modelo ARTU/1 Gabinete Fibra de Vidrio Nema 4X, Clase 1. Div. 2.	und	1	3,400.00
9	XAUPS/1-001 XA Power supply, UPS, 7 a/h, Wall mount NEMA 4 x10" x 8" x 6", Quick Release 120VAC or 240VAC Input - 12VDC Output Power 2A Over Current & Low Battery Protection 7AH Back-up Battery Wall Mount Kit	und	1	1,000.00
10	Barrera Turck MK15 Amplificador de Señal, Para conexión de pulsos de medidor, computador de flujo.	und	1	348.00
11	Estabilizador con Transformador de Aislamiento	und	1	410.00
12	Transmisor de presión manométrica Yokogawa Modelo: EJA530E-JCS7N- 032EL/FU1/D3 Con señal de salida de 4 a 20 mA DC comunicación digital Hart, rango calibrado: 0 a 40 bar para 4 a 20 mA, amplitud del span: 5 a 100 bar.	und	1	895.32
13	Transmisor de temperatura Yokogawa Modelo: YTA610-JA1A2DN/ FU1 Con señal de salida de 4 a 20 mA DC comunicación digital Hart, rango calibrado: 0 a 60°C, conexión eléctrica: 1/2" NPT hembra	und	1	916.92
14	Sensor de temperatura RTD Pt-100 Pyromation, Clase A, certificado FM/CSA explosion proof, diámetro y material de bulbo: 1/4" SS316. Termopozo, tipo heavy duty en SS316, longitud de inserción: 2 1/2" dimensión U, 4" dimensión S, con cabezal de aluminio a prueba de explosion	und	1	409.32
15	Tubing para conexión de la toma de presión del medidor al corrector 1/4 X 1.5m, SS316.	und	1	75.40
16	Conector para tubing 1/4 OD X 1/4 NPT, SS316	und	1	20.80
17	Conector recto hembra 1/4" OD X 1/2" NTP H	und	1	31.20
18	Valvula reguladora de presion ø2" modelo DIVAL 600 marca FIORENTINI Pe: 05-19 bar, Prec. 3 bar, P.bloq. Alta 4 bar, P.bloq. baja 1.8 bar Q:1860 Sm3/h (VER CUADRO N° 2)	und	2	3,395.00
19	Regulador de presion ø1" modelo DIVAL 600 marca FIORENTINI, (VER CUADRO N° 2)	und	1	609.12
20	Servicio de conexonado de trasmisores, medidor y computador de flujo	und	1	520.00
21	Medidor de gas tipo Rotativo marca FMG, Mod. FMR G160, ANSI 150, bridado	und	1	3,090.00
22	Accesorios de conexonado	und	1	860.00
23	verificación inicial en laboratorio GPI	und	1	500.00

24	Gabinete para alojamiento de XAUPS - ESTABILIZADOR	und	1	120.00
25	Prueba de Rugosidad	und	1	390.00
26	Prueba de compactación	und	1	426.40
27	Prueba de Continuidad	und	1	174.20
28	Prueba de Espesor de Pintura	und	1	191.10
29	Pruebas de (Gamma grafiado/Tintes Penetrantes al 100 %)	und	1	800.00
TOTAL, DOLARES				39,218.78

PRESUPUESTO DE INSTALACIONES ELECTRICAS				
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
INSTALACION ELECTRICA PARA LA CASETA DE GAS NATURAL				
1	Suministro de Materiales Eléctricos para instalación de Alumbrado, detector de gas y tomacorriente antiexplosivo	und	1	4,500.00
2	Suministro de Materiales para Instalación de dos (02) pozos a tierra	und	1	765.00
3	Servicios de Instalación Eléctrica	und	1	850.00
4	Instalación de Pozos a tierra con sus PROTOCOLO DE PAT	und	1	80.00
5	instalaciones tubería de galvanizada pesada, accesorios, para el cableado eléctrico	und	1	600.00
TOTAL, DOLARES				6,795.00

PRESUPUESTO DE INSTALACIONES INTERNAS				
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
1	INSTALACION DE LA RED INTERNA DE GAS NATURAL			
2	Suministro de Materiales y Accesorios de Polietileno y Acero	und	1	11,440.00
3	Suministro e Instalación de tubería de Polietileno de 90 mm	und	1	5,304.00
4	Suministro e Instalación de tuberías de Acero al carbono de 2"	und	1	234.00
5	Excavación y cierre de zanjas de 1.2 metro de profundidad x 60 ml x 0.4 metros de ancho.	und	1	1,040.00
6	Suministro e Instalación de cama de arena para tuberías	und	1	452.40
7	Eliminación de desmonte y limpieza general	und	1	364.00
8	Servicio de Soldadura de tubería y Accesorios de ACERO	und	1	1,560.00
9	Servicio de Granallado y Pintado con base epoxica y acabado en poliuretano	und	1	1,040.00
10	Suministro e Instalación de 02 Estaciones de Regulación Secundaria (ERS)	und	1	2,730.00

11	Regulador de presión 2" modelo DIVAL 500 Marca Fiorentini con bloqueo por alta presión Pe: 3bar, Pr: 180mbar Q: 900 Sm3/h	und	2	1,880.00
12	Prueba de rugosidad	und	1	390.00
13	Prueba de compactación |	und	1	426.40
TOTAL, DOLARES				26,860.80

PRESUPUESTO DE PRUEBAS Y GASTOS ADICIONALES				
PARTIDA	DESCRIPCION	UNIDADES	CANTIDAD	COSTO UNITARIO
	PRUEBA DE CERTIFICACION			
1	Certificación del PIG1 y PIG2 de las 3 etapas del proyecto (AIE, ERMP, INT INTERNAS)	und	1	1,770.00
2	Incluye costos operativos del certificador para el día de la prueba de Hermeticidad (VER CUADRO N° 1)	und	1	944.00
3	Incluye traslado, alimentación y alojamiento del Certificador. (VER CUADRO N° 1)	und	1	100.00
4	Ensayos No Destructivos al 100% de las juntas de Acero del AIE y EFMP	und	1	800.00
5	Ensayos No Destructivos al 20% de las juntas de Acero de la Red Interna	und	1	760.00
	GASTOS ADMINISTRATIVOS			
6	Elaboración del Diseño del proyecto de Gas Natural	und	1	472.00
7	Elaboración de Memorias (Mecánicas, Civiles, Eléctricas)	und	1	354.00
8	Elaboración de Planos (Mecánicos, Civiles y Eléctricos)	und	1	413.00
9	Elaboración de Registros de Control de Calidad de todo el Proyecto	und	1	236.00
10	Elaboración de Expedientes PIG1 y PIG2 firmados por los especialistas para Certificación u aprobación de contugas	und	1	2,478.00
11	Staff de Especialistas para la Administración y Control del Proyecto	und	1	495.60
12	Profesionales de las especialidades involucradas (Ingeniería Civil, Mecánica, eléctrica).	und	1	967.60
13	Gestión de la totalidad de trámites con la Concesionaria y la Certificadora	und	1	413.00
14	Insumos para la generales para la Obra (VER CUADRO N° 2)	und	1	2,400.00
15	Movilidad y Transporte de Materiales, accesorios y Equipos para la obra de nuestro taller a Andecor Pisco	und	1	767.00
16	Hospedaje, Alimentación de todo el personal operativo e Ingeniero residente aproximado 15 días	und	1	648.00
17	Gastos Administrativos involucrados a la gestión del proyecto. Reunión con contugas, reuniones con la certificadora y reuniones con la certificadora de soldadura	und	1	900.00
18	Caldera Mca. Distral de 1990 de 700 BHP	und	1	590.00
19	Caldera en Backup Mca. Distral de 1994 de 900 BHP	und	1	967.60
TOTAL, DOLARES				16,475.80

