

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

DISEÑO Y EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE UNA ESTACIÓN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA PARA REDUCIR PÉRDIDAS DE PRESIÓN Y ENERGÍA PARA UNA DEMANDA PROYECTADA DE 20 000 Sm³/h DE GAS NATURAL EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL Y ESTACIONES DE SERVICIO - LOCALIDAD EL PORVENIR ICA.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN ENERGÍA

AUTOR:

Bach. JESÚS ENRIQUE CASANA SIFUENTES
Bach. JOSÉ MANUEL MURILLO VENANCIO

ASESOR:

MG. LEÓNIDAS LUCAS YAURI GARCÍA

NUEVO CHIMBOTE
NOVIEMBRE, 2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

El presente trabajo de investigación titulado, DISEÑO Y EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE UNA ESTACIÓN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA PARA REDUCIR PERDIDAS DE PRESIÓN Y ENERGÍA PARA UNA DEMANDA PROYECTADA DE 20 000 Sm³/h DE GAS NATURAL EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL Y ESTACIONES DE SERVICIO- LOCALIDAD EL PORVENIR, ICA para optar el título profesional de Ingeniero en Energía a contado con el asesoramiento de quien deja constancia de su aprobación. Por tal motivo, firmo el presente trabajo en calidad de asesor.

Mg. Leónidas Lucas Yauri García.

ASESOR

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN ENERGÍA



CARTA DE CONFORMIDAD DEL JURADO
EVALUADOR DE TESIS

El presente jurado evaluador da la conformidad del presente informe, desarrollado en el cumplimiento del objetivo propuesto y presentado conforme al reglamento General para obtener el grado Académico de Bachiller y Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa (R.D N°492-2017-CU-R-UNS); titulado: DISEÑO Y EVALUACIÓN ENERGÉTICA DE UNA ESTACIÓN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA PARA REDUCIR PÉRDIDAS DE PRESIÓN Y ENERGÍA PARA UNA DEMANDA PROYECTADA DE 20 000 Sm³/h DE GAS NATURAL EN EL SECTOR RESIDENCIAL, COMERCIAL Y ESTACIONES DE SERVICIO- LOCALIDAD EL PORVENIR, ICA.

AUTORES: Bach. CASANA SIFUENTES, JESÚS ENRIQUE
 Bach. MURILLO VENANCIO, JOSÉ MANUEL

Revisado y Evaluado por el siguiente Jurado Evaluador



Mg. Pedro Paredes Gonzales
PRESIDENTE



Mg. Leónidas Yauri García
INTEGRANTE



Ing. Carlos M. Montañez Montenegro
INTEGRANTE

DEDICATORIA

A nuestros padres, por el esfuerzo y cariño entregado durante todas las etapas y en especial en los tiempos de formación académica, sus constantes motivaciones y apoyo contribuyeron a consolidar las metas trazadas y las que se persiguen constantemente.

A nuestros hermanos y familiares en general que con ánimos, esmero y buenos deseos nos apoyaron afectivamente y de gran voluntad para lograr los objetivos en el aspecto familiar y académica, a ustedes va dedicado el presente trabajo de investigación.

Jesús Casana & José Murillo.

AGRADECIMIENTOS

Con especial consideración, a nuestro profesor y asesor:

Mg. Ing. LEONIDAS L. YAURI GARCIA

Por las lecciones aprendidas, guía y sugerencias a través de su experiencia en el campo profesional y académico cuyos aportes contribuyeron para consolidar con éxito el presente informe de investigación de tesis.

A nuestros compañeros de la casa universitaria y a los profesores de la escuela de Ingeniería en Energía por su invaluable contribución en nuestra formación humanística, académica y profesional

A todas nuestras amistades en general.

Jesús Casana & José Murillo.

RESUMEN

El diseño y evaluación energética de la estación de regulación de presión y medición primaria de gas natural tiene como objetivo fundamental resolver los problemas de dimensionamiento toda vez que esta práctica afecta directamente al régimen de flujo del gas natural al interior de las tuberías influenciando en el comportamiento de la presión, energía de flujo, afectando la velocidad de la misma.

El trabajo de investigación propone el análisis de las condiciones de operación para el diseño de la estación de regulación de presión y medición primaria para cubrir la demanda actual de 10 000 Sm³/h y proyectar su expansión a 20 000 S m³/h, con el creciente auge de la industria que se convierte a gas natural y para abastecer a la demanda domiciliaria y estaciones de servicios en el Porvenir, Ica

Los resultados encontrados en relación al aumento de velocidad en los tramos agua arriba y aguas abajo del diseño radica en el paso del gas a través de los accesorios, se demostró la relación que la caída de presión influye directamente en el aumento de velocidad de forma brusca ,este comportamiento del gas puede ocasionar desde rotura del elemento filtrante así como descalibración de la instrumentación de medición y control así como de sensores , se logró la válvula de alivio con presión de apertura a 115% superior de la máxima presión regulada con área requerida de 2,318 cm² , se dimensiono la válvula SLAM SHUT con presión de bloqueo por baja presión de 3,6 bar , este valor es muy importante de lo contrario si la presión cae por debajo la velocidad del gas se incrementaría bruscamente , se dimensiono para el caso del elemento filtrante así como para el cálculo de su envolvente con espesor adoptado de 9,27 mm, selección del actuador y el valor de torque de 1092 N.m ,modelo RCIO280, necesario para abrir una válvula de 6 pulgadas , si se dimensionaría incurriamos en un retardo de apertura generando incremento de presión en el tramo de la estación.

ABSTRACT

The designs and energy evaluation of the station for the regulation of pressure and primary measurement of natural gas has as fundamental affection to solve the problems of over-dimensioning since this practice directly affects the flow regime of the natural gas to the interior of the pipes causing losses of Pressure, energy of flow and affecting in an increase of the speed of the same ones

The present research proposes the analysis of the operating conditions for the design of the primary pressure and pressure regulation station to cover the current demand of 10 000 Sm³ / h and to project its expansion to 20 000 S m³ / h with the Growing boom of the industry that is converted to natural gas and to supply the demand for domiciliary and service stations in the future, Ica

The results found in relation to the increase of velocity in the upstream and downstream sections of the design lies in the passage of the gas through the accessories, it was demonstrated the relation that the pressure drop directly influences the increase of speed in an abrupt way , This behavior of the gas can cause from breakage of the filter element as well as descalibration of the measurement and control instrumentation as well as sensors, the relief valve was achieved with opening pressure up to 15% higher than the maximum regulated pressure with a required area of 2,318 cm² , The SLAM SHUT valve is designed with a low pressure blocking pressure of 3.6 bar, this value is very important if the pressure falls below the gas velocity would increase abruptly, it is dimensioned for the case of the filter element as well as For the calculation of its envelope with thickness adopted of 9,27 mm selection of the actuator and the value of torque of 1092 Nm, model RCIO280, necessary to open a valve of 6 inches, if its size would incur an opening delay generating increase of Pressure in the section of the station

ÍNDICE

HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR	i
HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
CAPITULO I: ASPECTOS GENERALESREFERENTES AL ESTUDIO	03
1.1 IDENTIFICACIÓN DE LA EMPRESA	04
1.1.1. Denominación	04
1.1.2. Ubicación Geográfica	04
1.1.3. Actividad Económica	04
1.1.4. Estructura Organizacional:	04
1.2 Realidad Problemática	06
1.3 Antecedentes	08
1.4 Formulación del problema	10
1.5 Importancia y justificación	10
1.6 Hipótesis	11
1.7 Objetivo general.	11
1.7.1 Objetivos específicos	12
1.7.2 Identificación de variables	12
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	13
2.1. El gas natural	14
2.2. Propiedades físico químicas	14
2.3. Distribución del gas natural	15
2.3.1. Niveles de presión y operación	15
2.3.2. Criterios generales de diseño e ingeniería	16
2.3.3. Datos de operación de la ERP	22
2.3.4. Resistencia de tuberías	22
2.3.5. Tramos antes y después de la regulación	23
2.3.6. El medidor de gas natural	24
2.3.7. El regulador de Presión	25
2.3.8. Válvula de bloqueo por sobrepresión	28

2.3.9. Válvula de alivio	30
2.3.10. Calculo de caída de presión y velocidad	31
2.3.11. Elemento filtrante	32
2.3.12. Filtro según norma ASME VIII Div I	33
2.3.13. Sistema de transporte y distribución de gas natural	34
2.3.14. Normatividad Técnica Peruana y Estándares Internacionales	37
CAPÍTULO III: MATERIALES Y MÉTODOS	37
3.1 MATERIALES	40
3.1.1. Materiales de fabricación	40
3.1.2. Lista de equipos utilizados	41
3.2. Método de investigación	45
3.2.1 Método experimental	45
3.2.2 Procedimiento de dimensionado y análisis.	45
CAPÍTULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
4.1 Datos de operación de la ERP	44
4.1.1 Cálculo de resistencia de tuberías	44
4.1.2. Cálculo y selección del medidor	47
4.1.3 Selección del regulador	48
4.1.4 Selección de válvula SLAM SHUT	51
4.1.5 Selección de la válvula de alivio	52
4.1.6 Cálculo de la caída de presión	54
4.1.7 Análisis de la presión regulada de 10 bar y presión regulada de 4 bar	59
4.1.8 Análisis de la presión y velocidad aguas arriba a 19 bar y presión regulada de 4 bar.	63
4.1.9 Análisis de la presión y velocidad aguas arriba a 10 bar y presión regulada de 4 bar.	63
4.1.10 Selección del elemento filtrante	64
4.1.11 Cálculo de carcaza de filtro según ASME VIII Div I	66
4.2 Proceso Constructivo	74
4.2.1 Preparación y trabajos de soldadura en tuberías	75
4.2.2 Trabajo de pintura y acabados	75
4.2.3 Estructuras de soporte para tuberías	76
4.2.4 Procedimiento de montaje y nivelado de tuberías	76
4.3 Certificación de pruebas de calidad e inspección	78

5.0	Discusiones	88
6.0	Conclusiones	89
7.0	Recomendaciones	90
8.0	Referencias bibliográficas	91
9.0	ANEXOS:	93

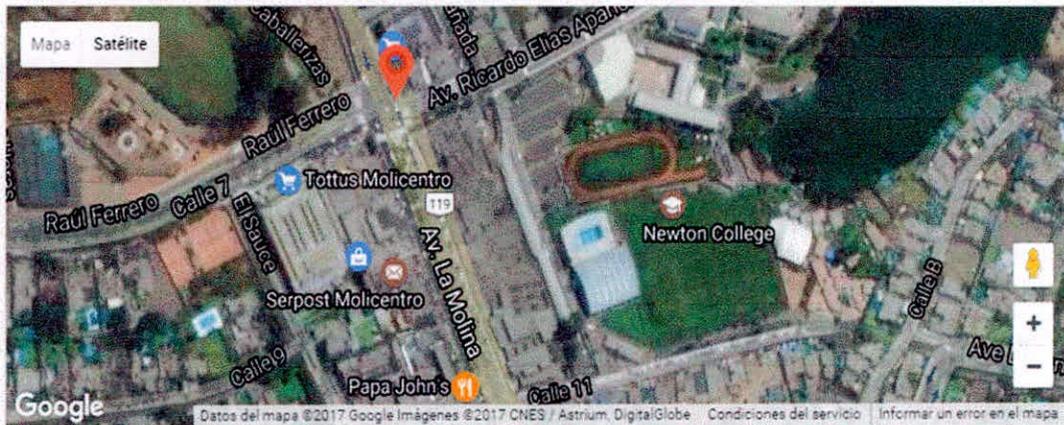
CAPÍTULO I
ASPECTOS GENERALES

1.1 IDENTIFICACION DE LA EMPRESA

1.1.1 Denominación: ABANTIA PERU S.A.C

1.1.2 Ubicación Geográfica

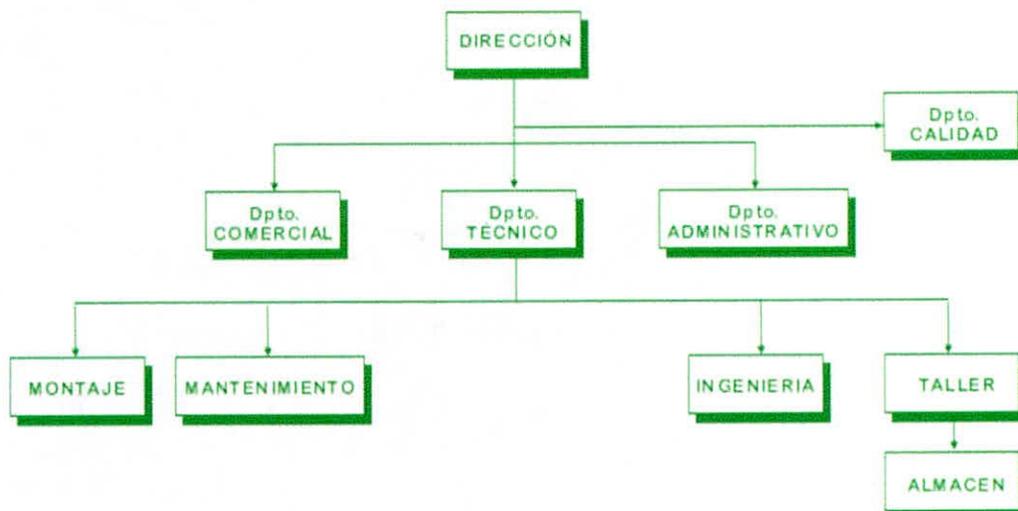
Mapa de localización - ABANTIA PERU S.A.C.



1.1.3 Actividad Económica

La empresa se dedica al rubro industrial de instalación, montaje y fabricación de sistemas de gas natural para red de distribución domiciliaria, centros de servicios y gas centros e industria en general.

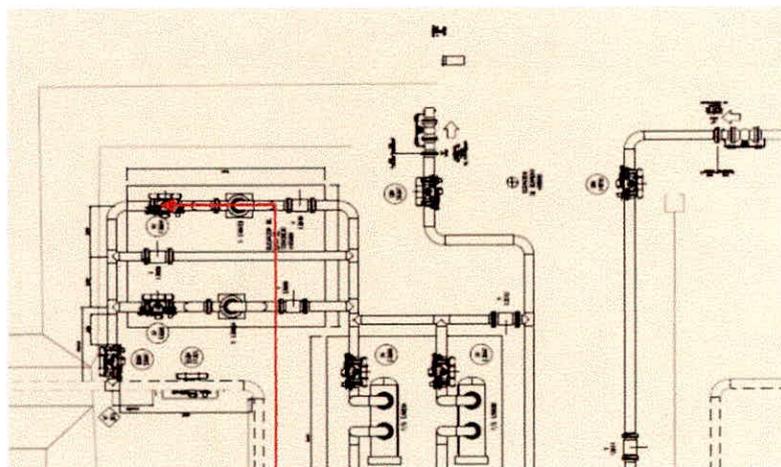
1.1.4 Estructura Organizacional:



1.2 REALIDAD PROBLEMATICA

El uso industrial del gas natural en la localidad del Porvenir y en el departamento de Ica forma parte del plan de masificación del gas natural impulsado por el estado con la llegada de este suministro a la ciudad de Lima y Callao. Actualmente estos proyectos están cubriendo gran parte de la demanda energética de la ciudad de Ica y la zona industrial de la localidad del Porvenir desplazando a otros combustibles tradicionales y mejorando el confort de un sector priorización para uso de gas doméstico. La importancia de esta expansión radica en la instalación de nuevos suministros de gas denominadas estación de regulación y medición y las de mayor envergadura , las estaciones de medición , regulación y medición primaria que administran un bloque de demanda de gas para tres sectores importantes , el sector residencial , el sector de las estaciones de servicio vehicular y la zona industrial que ha empezado a utilizar el gas natural para sus procesos industriales .Existe aún una situación de incertidumbre en cuanto a la confiabilidad del suministro dado que los reporte de falla en la ciudades contiguas de Lima y Callao han demostrado que el 50% de las fallas , salidas de servicio o emergencias ocasionadas en las estaciones han sido por elevados picos de presión , fugas y condensados formados en los ramales de las estaciones sobre todo en las de regulación y medición primaria ,siendo necesario emplear sistemas de control y detección muy sofisticados para corregir el problema pero aumentan los costó de operación y mantenimiento , en tanto a raíz de esos eventos se han realizado estudios previo pre operativos con el objetivo de detectar fallas en el diseño y mejorar la operación de las estaciones , en general se ha manifestado que los problemas más comunes en la estaciones de regulación y medición primaria son la de fallas por hermeticidad ,caídas y picos de presión ocasionados posiblemente por los elementos filtrantes seleccionados fuera de la proporción de su rango de operación o simplemente los cambios bruscos en el fluido de gas que le favorece a la condensación y por ende un cambio en la presión , para ello será determinante investigar esta situación problemática a fin de optimizar la operación mediante una evaluación energética para garantizar la seguridad y confiabilidad del suministro.

- *Caso de Diseño e instalación de la estación de filtración y medición primaria de gas natural para la industria VITA PHARMA –Praderas de Lurín, Lurín. realizado por la empresa Gas Energy Perú S.A.C(2014).* Donde el tramo de la estación es de doble ramal de tipo vertical , no se contaba con regulación debido a la baja presión suministrada por el concesionario para el cual se estimaron que las pérdidas no serían significativas ,al ponerse en operación la caída de presión bajo hasta el 20%, activando el sistema de seguridad ,cerrando automáticamente el ramal defectuoso ,el incidente se presentó 3 veces en 65 días ,bajo la supervisión por parte del ente fiscalizador y los técnicos de la empresa luego se determinó que la velocidad del gas sobrepaso los 25m/s recomendados en el ramal superior (aguas arriba),produciendo un diferencia de presión cercano a la de diseño , en las especificaciones técnicas se consideraron una presión de diseño de 19 bar , una presión máxima de suministro de 5 bar y una presión mínima de 2 bar ,destinándose un caudal máximo de 120 Sm³/h, para este requerimiento según cálculos se necesitaba 40.83 m³/h , llegando a un caudal de salida de solo 32 .7 m³/h esto ocasiono que el ramal principal acumule la máxima presión cerca a la de diseño generando destrucción de empaquetaduras y posteriormente válvulas de regulación , precintos de seguridad , dañando medidores de presión y caudal ,se estimó que las pérdidas de presión represento el 20 % y la disipación de energía se relaciona con la fuerza destructiva con la cual quedaron inoperativas empaquetaduras, válvulas y medidores de presión , representando un 70 % de disipación de energía.



Zona de falla, de sobrepresión por falla de apertura de válvula, incremento de presión ramal primario superior al 80 % y caída de presión en ramal bajo de 20 % con disipación de energía del 70%, generando destrucción de accesorios de medición y regulación.

Teniendo presente la proyección de masificación del gas natural para uso residencial e industrial es de gran importancia evaluar las situaciones de fallas que ocurrieron en las instalaciones de otros suministros en Lima y Callao , a fin de mejorar la infraestructura de diseño, montaje y pruebas para el sector del Porvenir de la ciudad de Ica, teniendo presente que se han proyectado un incremento de la demanda de gas natural residencial del 35 % para el año 2018, y en el sector industria el 20 % atendiendo las capacidades productivas específicamente a las empresas agroindustriales y de servicios.

1.3 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

- Melgar Gálvez. (2011), en su tesis titulada "Diseño óptimo del proceso de una planta de regulación, medición, acondicionamiento y gasoducto de gas natural para una central térmica en la ciudad de Ica, Universidad Nacional de Ingeniería, concluye que el diseño básico de los equipos está basado principalmente en las normas internacionales ASME B31.8 Gas Transmission and Distribution Piping Systems, ASME Boiler and Pressure Vessel Code, Section VIII, Division 1: Rules for Construction of Pressure Vessels y la Norma Técnica Peruana NTP 111 y Decreto Supremo DS-081-2007-EM para el diseño en la industria del Gas Natural y propone una flexibilidad para una demanda mínima de 1 MMPCD y hasta una demanda máxima de 30 MMPCD.
- Calderón Padros, B.(2014) , en su tesis titulada "Diseño de un sistema de medición y supervisión de Gas Natural para cuantificar , controlar y registrar el consumo de una planta generadora de ciclo combinado", Universidad Privada Antenor Orrego, concluye que los parámetros óptimos del diseño aguas debajo de la instalación compromete un 20% la seguridad del suministro si no se toman en cuenta las caídas de presión en el tramo B-C de la infraestructura de la estación de regulación y medición , permitiendo una caída de presión fuera del margen establecido esto compromete la confiabilidad del servicio y puede saturar el sistema de filtración y separación ya que el gas puede permitir aumento de su humedad haciéndola llevar cerca de su temperatura de rocío , para ello el tesista prevé un sistema de control automático para la detección y puesta en recuperación permitiéndole recuperar la confiabilidad de su suministro hasta el 20%, el proyecto involucra evaluación del

ramal principal donde detectaron pérdidas del 1,3% de la presión en accesorios como filtros y contadores.

- Monge Talavera, M(2002), en su tesis titulada “ Proyecto de instalación de una planta envasadora de gas licuado de petróleo en la ciudad de Arequipa”, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, concluye que el tanque de almacenamiento principal dispondrá de un cabezal semiesférico y manhole hermético en el domo , fabricado en concordancia con la norma técnica ASME sección VIII división 1 y 2 para recipientes a presión con planchas de acero de SA 36 de 1 pulgada , considerando que la presión de diseño es de 250 psi , el tanque será sometido a una presión de prueba de diseño de 250 psi , y sometido a una presión de prueba hidrostática de 375 a 400 psi , los cordones de soldadura del tanque serán probadas al 100% empleando radiografías. Las tuberías de llenado de GLP será de acero sin costura y Schedule 80, las cuales satisface a la norma ANSI B31.3 o del ANSI B31.4

- Bejar Barrieta, L (2013), en su tesis titulada “Diseño e implementación de una central detectora de Gas Natural y GLP”. Universidad Ricardo Palma, concluye que el sistema de alarma y cierre para protección de la subestación línea abajo permite un reducción de disparo de válvula de seguridad por fuga en 20%, al realizarse 25 pruebas regulando la presión de servicio en 5 etapas para ello empleo como soporte complementario un simulador con el programa ISIS 7, mejorando el desempeño de la estación de Gas Natural y GLP, esta reducción de fallas permitió establecer que los problemas asociados a la operación de la estación de regulación está en función a la presión y velocidad.

- Reyes, A, Gutiérrez C.(2014), en su tesis “ Influencia de la caída de presión en el diseño de una Estación de regulación y medición primaria para abastecimiento de gas natural en la empresa Inversiones Pecuarias Lurín S.A”, Sostiene que el proyecto contempla la construcción de acometida, y líneas de conexión de gas natural para 4 calderos piro tubulares de 600 BHP y para el cual al ser sometidos a pruebas hidráulicas ,de compresibilidad, hermeticidad se comprobó que las pérdidas de presión están directamente relacionadas a las propiedades de humidificación del gas ,

demostrando que por cada bar de caída de presión el gas natural suministrado puede enfriarse 0.5 °C , este fenómeno acarrea la formación de condensados en los ramales que ocasionan la compresión del gas sobre el líquido que discurre en la líneas de la estación de regulación ocasionando golpes de ariete destruyendo accesorios tanto de regulación y control e indicadores , los efectos de sobre presión llegan a superar hasta 50% la presión de servicio siendo indispensable ,dimensionar correctamente los sistemas de purificación , las pruebas permitieron reemplazar la línea purificadora de gas tanto filtros ,separadores ,e instalar sensores y actuadores de mayor precisión , además concluyen que los daños ocasionados en la prueba represento un incremento de 6% en el costo total del proyecto, siendo de interés que el diseño desde las propiedades de control del gas como fluido sean atendidos dentro de sus parámetros establecidos por la norma técnica peruana referido a Calidda.

1.4 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.

¿Mediante la evaluación energética a los tramos de diseño que porcentajes de pérdidas de presión y energía se alcanzarán en la estación de regulación de presión y medición primaria para la demanda proyectada de 20 000 Sm³/h de gas natural en el sector residencial, comercial y estaciones de servicio, Localidad el Porvenir, -ICA.?

1.5 IMPORTANCIA Y JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO

La importancia del trabajo de investigación tiene un aporte importante a partir de la evaluación energética del diseño que se ha propuesto realizar para una estación de regulación y medición primaria de gas natural , el objetivo del estudio energético es identificar aquellos parámetros del diseño que se relacionan directa e indirectamente sobre las pérdidas de presión y cambios sobre las propiedades físicas y termodinámicas del gas natural , antes y después de su regulación de caudal , tomando en consideración los distintos parámetros de presión y caudal que se suministrarán a los sectores como residencial , estaciones de servicios e industriales.

La importancia radica en que al realizar el estudio energético al diseño de la estación de regulación y medición primaria de gas natural se identificaran las pérdidas de presión y energía producto del cambio de velocidades del gas natural, obteniendo información para la realización de una evaluación económica del proyecto y asegurar

que la fabricación y posteriores pruebas reporten información de operación dentro de los estándares normativos.

La evaluación se justifica desde el punto de vista energético, ya que se podrá relacionar la caída de presión con la pérdida de energía producto de la disipación de energía cinética por aumento o caída de la velocidad , este parámetro puede condicionar a la operación del sistema de filtrado de la estación de regulación y medición primaria de gas natural poniéndola a trabajar a valores muy próximos a su capacidad de diseño, los cambios de presión y velocidad del gas pueden afectar otros sistemas como a la válvula de alivio , accionándolas de manera inmediata al detectarse incrementos de velocidad , sacándolas de servicio temporalmente .

En tanto el trabajo de investigación se justifica también debido a la seguridad de la operación de la estación y desde el punto de vista del abastecimiento ininterrumpido, garantizando confiabilidad del servicio dentro de los parámetros de operación establecidos de su diseño y de las normatividades técnicas exigidas por la entidad supervisora.

Además, al operarse de manera ininterrumpida se podrá evitar las penalizaciones o sanciones por parte del ente fiscalizador Osinergmin.

1.6 HIPÓTESIS GENERAL DE INVESTIGACIÓN

Al someter a pruebas de operación y evaluación energética a los tramos de la estación de regulación de presión y medición primaria se alcanzarán pérdidas de presión hasta el 5.0 %, debido a la fricción y pérdida de energía de hasta 4%, respectivamente para la demanda proyectada de 20 000 Sm³/h de gas natural en el sector residencial, comercial y estaciones de servicio, Localidad el Porvenir, -ICA.?

1.7 OBJETIVO GENERAL

Realizar el diseño, construcción y evaluación energética de una estación de regulación de presión y medición primaria para reducir pérdidas de presión y energía para una demanda proyectada de 20 000 Sm³/h de gas natural en el sector residencial, comercial y estaciones de servicio- localidad el Porvenir, Ica.

1.7.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar la estructura mecánica de los componentes, equipos y accesorios de la estación de regulación de presión y medición primaria.
- Dimensionar la capacidad del medidor de caudal, regulador de presión, sistema de filtrado y componentes de sistema de filtrado de la estación de regulación de presión y medición primaria.
- Realizar la construcción, montaje y pruebas de la estación de regulación de presión y medición primaria según Norma Técnica Peruana, norma ASME VIII-div y estándares internacionales.
- Evaluar las pérdidas de presión, energía y velocidad de los parámetros de diseño y bajo pruebas de operación en los tramos y secciones de la estación de regulación de presión y medición primaria.

1.7.2 IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente:

- Diseño y construcción de la estación de regulación y medición primaria.

Variable Dependiente:

- Pérdidas de presión y energía.

1.7.3 Dimensiones e Indicadores

- Propiedades del diseño: Diámetro nominal, Schedule, longitud, pruebas de hermeticidad. Pruebas hidráulicas, pérdida de carga.
- Propiedades del fluido y pérdidas energéticas: Presión máxima, presión mínima de servicio, caudal, condensación caída de presión, pérdida de energía cinética.
- Evaluar las pérdidas de presión, energía y velocidad de los parámetros de diseño y bajo pruebas de operación en los tramos y secciones de la estación de regulación de presión y medición primaria.

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1 EL GAS NATURAL

Las propiedades del Gas Natural son particulares dependiendo de cada yacimiento y están relacionadas con la composición del mismo. Para la presente investigación se ha considerado la siguiente composición del Gas Natural de Camisea.

Tabla N° 01: Propiedades y composición del gas Natural

Componente	Fórmula	% Molar (ni)	% Volumen (vi)	% Masa (gi)
Nitrogeno	N ₂	0.723	0.725	1.141
Dioxido de Carbono	CO ₂	0.263	0.262	0.647
Metano	CH ₄	88.091	88.166	79.425
Etano	C ₂ H ₆	10.355	10.284	17.364
Propano	C ₃ H ₈	0.545	0.535	1.324
Iso-butano	C ₄ H ₁₀ I	0.012	0.012	0.038
Normal-butano	C ₄ H ₁₀ N	0.013	0.013	0.042
Iso-pentano	C ₅ H ₁₂ I	0.001	0.001	0.004
Normal-pentano	C ₅ H ₁₂ N	0.001	0.001	0.003
Otros hidrocarburos	C ₅ +	0.002	0.002	0.011
Oxígeno	O ₂	0.000	0.000	0.000
Helio	He	0.000	0.000	0.000

2.2 PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS

- Poder Calorífico Superior GHV : 38044 Btu/Sm³
- Poder Calorífico Inferior NHV : 34387 Btu/Sm³
- Densidad : 0.7462 kg/Sm³
- Densidad Relativa : 0.6175
- Peso Molecular : 17.8082 kg/kmol
- Volumen Molecular : 22.3409 Nm³/kmol

- Índice de Wobbe : 48.4100 Mbtu/Nm³
- Volumen Molecular : 22.3409 Nm³/kmol

2.3 DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL

Finalmente, operando al más bajo nivel de presión, las Redes de baja presión en polietileno, constituidas por tuberías de diversos diámetros, tendrán como objeto principal la distribución residencial, comercial y pequeña industria, alimentando dichos clientes a través de gabinetes de regulación y medición.

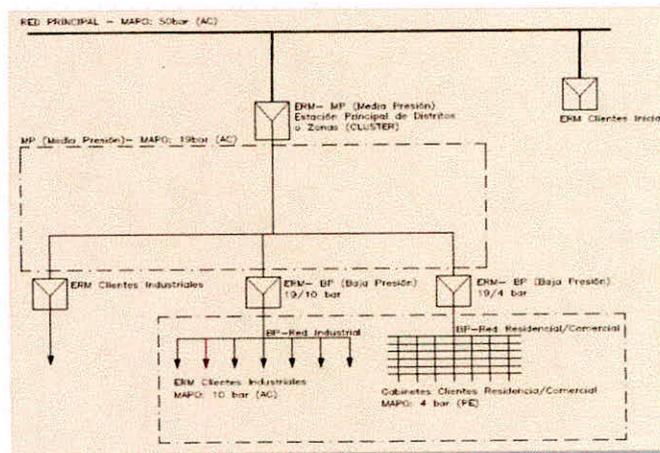


Figura 01. Esquema General de Distribución del Gas Natural.
Fuente. Contugas S.A.C

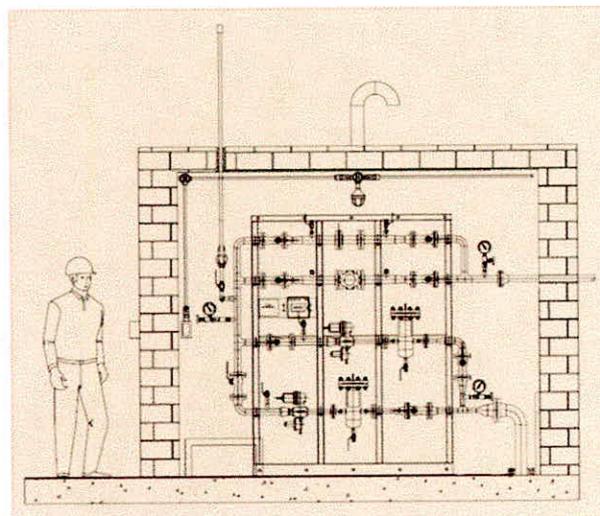


Figura 02. Esquema General de Distribución del Gas Natural.
Fuente. Contugas S.A.C

2.3.1 NIVELES DE PRESIÓN Y OPERACIÓN

Tabla N° 02.: Niveles de Presión del Diseño y Operación del Sistema de Distribución

Designación	Presión de Diseño	MAPO	Presión Mínima de Operación
Red Principal	50 bar	50 bar	27 bar
Red de Media Presión	19 bar	19 bar	Dependerá de los criterios operativos de GNLC \diamond 5bar
Red de Baja Presión-Acero	10 bar	10 bar	Dependerá de los criterios operativos de GNLC \diamond 5bar
Red de Baja Presión-Polietileno	5 bar	5 bar	0.5... 1 bar

Fuente: Calidda S.A

2.3.2 CRITERIOS GENERALES DE DISEÑO E INGENIERÍA

Consideración de los datos de entrada

- a) La presión de diseño máxima / mínima de ingreso a la ERMP, se deberán considerar los siguientes valores.
- 50 barg
 - 19 barg
- b) Presión de operación máxima/mínima de ingreso a la ERMP, se deberán considerar los siguientes valores:
- 50 barg/27 barg
 - 19barg/10 barg
 - 10 barg/7 barg
- c) Presión de operación Zona Post regulación, se deberán de considerar los siguientes valores.
- 19 barg
 - 10 barg
 - 5 barg

d) Caudal de diseño, se deberán considerar los siguientes valores.

- 50, 000 Sm³/h
- 20,000Sm³/h

e) Parámetros de garantía del caudal de diseño de la ERP

- El caudal deberá calcularse considerando la presión de operación mínima de ingreso a la ERP y la presión regulada en la zona de post regulación de la estación.
- La velocidad del gas en cualquier sección no debe exceder los 25m/s.
- La velocidad del gas en la sección circular entre el elemento filtrante y la carcasa de filtro no deberá ser superior a 15m/s
- La velocidad del gas a través de los elementos filtrantes no deberá exceder los 0.3 m/s
- Temperatura de diseño Máxima/Mínima: Se deberán considerar los siguientes valores. (50 °C/-20°C)
- Temperatura de operación ingreso/regulada.
- Temperatura de operación ingreso/regulada (15°C/15°C)

f) Selección de materiales y espesor de tuberías

- Los materiales de las tuberías y accesorios deberán ser de acero al carbono y deberán corresponder según las fichas técnicas de calidad.
- Los materiales y espesor de las tuberías y de los accesorios deberán seleccionarse considerando que la utilización máxima del esfuerzo circunferencial es siempre inferior al 40% del esfuerzo máximo de fluencia especificado (SMYS) del material de las tuberías o accesorios. Durante las pruebas de resistencia del gasoducto este valor de utilización máxima deberá estar de acorde a lo indicado por la norma ANSI/ASME B31.8. En ningún caso el espesor seleccionado no podrá ser inferior al espesor correspondiente al SCH 40.

g) Cargas de diseño

- El diseño estructural de la ERP deberá considerar las cargas por efectos de sismo y vientos establecidos en el reglamento nacional de edificaciones.

- Asimismo, se deberán de considerar en el diseño, las cargas que por efectos de operación o de prueba le sean aplicadas a la ERP, tales como: los esfuerzos producidos por la presión del agua durante las pruebas de resistencia y hermeticidad, etc.
- El arreglo estructural de la ERP debe ser diseñada con suficiente cantidad de elementos de sujeción de manera tal que impida la aparición de esfuerzos o deformaciones, se deberá poner especial atención a los puntos de conexión de la ERP con las tuberías de ingreso, salida y con las conexiones con las tuberías de agua hacia el calentador.

h) Configuración de la ERP

- Deberá de ser tipo modular, correspondiendo cada módulo a los siguientes procesos:
- Válvula de entrada
- Filtrado
- Zona de intercambio de calor
- Regulación
- Medición

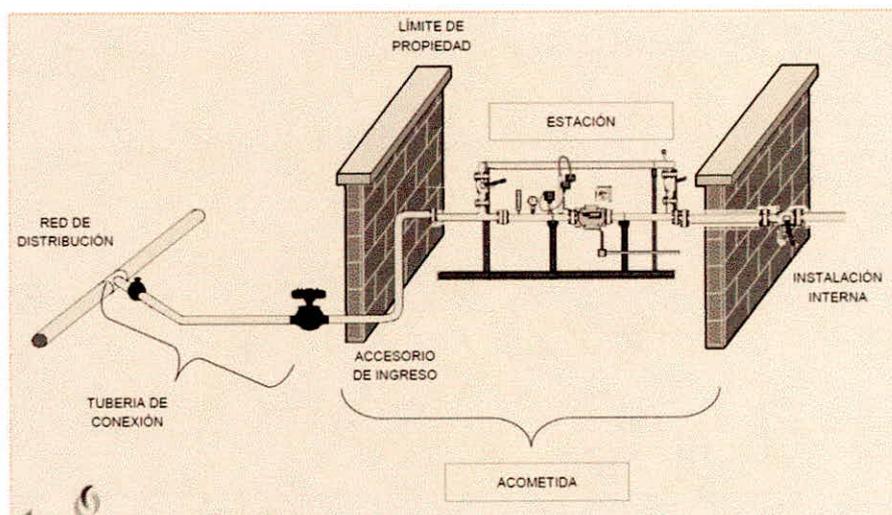


Figura 03. Esquema de instalación de estación y acometida.

Fuente. Contugas S.A.C

- Con excepción de la válvula de entrada, cada módulo de la ERP será de doble rama, cada rama deberá ser diseñada para atender el 100 % de la capacidad de diseño de la ERP, la rama en operación será la rama de la izquierda; esto en función de la dirección del flujo, y será denominado como rama A , la rama de la derecha será denominada rama B y permanecerá en stand by , esta rama B podrá entrar en operación de manera manual durante las tareas de mantenimiento de la Rama A.
- Asimismo. solamente la Rama B del módulo de regulación deberá estar seteada para poder ingresar en operación de manera automática en caso de fallas y bloqueo de la rama A, esto con la finalidad de asegurar la disponibilidad de la ERO en 100%.
- Las tuberías y equipos de la ERP deberán estar apoyada en una estructura también modular del tipo patín, la estructura del patín estará fabricada con perfiles de acero estructural se sección de canal C.
- La sujeción de la tubería será con pernos U-Bolt de sección adecuada para el requerimiento de esfuerzos de la estación y diámetro de las tuberías. La sujeción de las tuberías deberá estar siempre ubicada en un tramo recto de la tubería y nunca podrá estar debajo en un accesorio o brida.
- Se deberá instalar un material aislante del tipo neoprene entre la tubería y cada apoyo, Asimismo cada perno U-Bolt también deberá estar aislado por este mismo material.
- Cada patín deberá ser fabricado con la suficiente horizontalidad y verticalidad, En caso de instalarse pernos de nivelación estos deberán ser fabricados considerando la suficiente resistencia para soportar el peso de la estación.
- Se deberá considerar en cada módulo de soporte o patín un terminal para la conexión con la puesta a tierra de la estación de sección mínima equivalente a 50 mm² así mismo en cada módulo o patín deberá existir una conexión con la tubería principal de gases o piping mediante un cable de tierra flexible de sección mínima equivalente a 35 mm².

I) Tipos o configuraciones de ERPs :

Tabla N° 03. Parámetros normativos para evaluación de caudal de operación mínima y máxima.

TIPO	CAUDAL (Sm ³ /h)	PRESIÓN(BARG)						DIÁMETROS MÍNIMOS (PULGADAS- NOMINAL PIPE SIZE)		
		Ingreso			Regulada			Válvula Entrada	Filtrado	Medición
		Diseño (Max)	Clase ANSI	Operación (Max/Min)	Diseño (Max)	Clase ANSI	Operación			
1	50,000	50	300	50/27	19	150	19	8	8	10
2	50,000	50	300	50/27	19	150	10	8	8	12
3	20,000	50	300	50/27	5	150	5	6	6	10
4	20,000	19	150	50/27	5	150	5	8	8	10
5	20,000	19	150	50/27	5	150	5	10	10	10

J) Características de la ERP

- La ERP tiene por objeto asegurar una presión de salida (presión regulada) de valor constante independientemente de las variaciones en las presiones de ingreso establecidas por Calidda y del consumo en el caudal de la red a la que ERP alimenta.
- Independientemente de las características particulares de las redes del sistema de distribución de donde se derivan las ERPs, esta deberá garantizar la separación de sólidos y líquidos que en conjunto con la caída de temperatura aguas abajo de la regulación pudieran provocar daños una errónea medición. Asimismo, la ERP es un medio para garantizar la calidad del gas a los clientes que se conecten a las redes alimentadas por esta ERP.
- En general las tuberías deberán tener una longitud mínima de niple igual a 2 diámetros nominales y solamente para tuberías menores a 2 pulgadas la longitud mínima será de 100 mm.

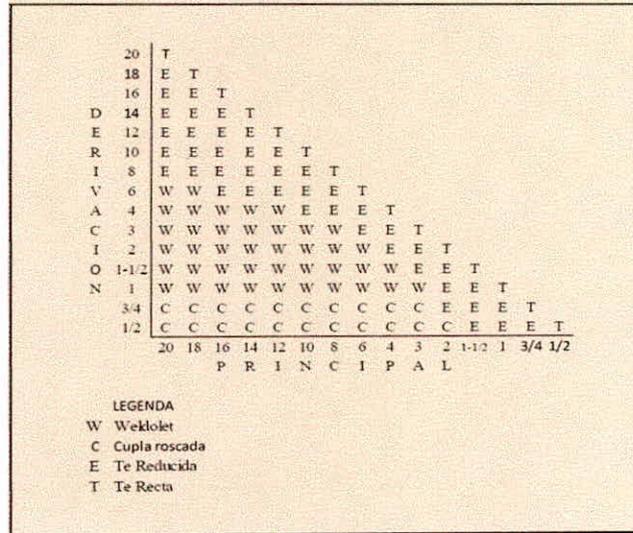


Figura 04. Gráfico de relación diámetro y derivación.
Fuente. Osinergmin - Área de Fiscalización.

- Las juntas serán del tipo espiro metálicas sin asbesto.
- Por rama en cada módulo, sea de filtrado, calentamiento, regulación, medición, etc deberá contar con una derivación de diámetro mínimo de 3/4 de pulgada o 1 pulgada que permita la despresurización del equipo o rama. Esta derivación deberá contar con un arreglo de válvula tapón más válvula esférica.
- Se deberá tener en cuenta un diseño ergonómico de la estación, de tal manera que permita el acceso para realizar operaciones de inspección, pruebas, calibración y mantenimiento sin impactar al personal. Cualquier elemento o equipo a ser manipulado deberá estar a una altura máxima de 1,40 m. en caso de exceder este valor se deberá implementar en la estructura del patín o soporte, peldaños o escaleras que permitan el cumplimiento del mismo.
- En general todos los recipientes a presión que sean componentes de la ERP como filtros intercambiadores de calor, calentadores, tanques pulmón deberán ser fabricados de acuerdo a la norma ASME SECCION VIII DIVISION 1 o 2, de preferencia con ESTAMPA ASME, se aceptara también la certificación según lo requerido por un ente

independiente del cumplimiento del diseño y fabricación según lo requerido por la norma ASME VIII DIVISION 1° 2. No debe considerarse sobre espesor por corrosión.

2.3.3 DATOS DE OPERACIÓN DE LA ERP

Para el presente trabajo de investigación se toma en cuenta los parámetros de diseño para una estación de regulación y medición primaria de gas natural que brindara la cobertura de servicio a la zona de influencia del proyecto, para ello se realizara los valores estimables para el caudal estimado de demanda propuesto (20 000 Sm³/h).

Tabla N°04. Parámetros regulados de caudal y presiones.

CAUDAL	ERP(ICA)
AGUAS ARRIBA DE LA REGULACIÓN	
Presión mínima de operación de entrada	10 bar
Presión de línea	17 bar
Presión máxima de operación de entrada	19 bar
Presión de diseño de entrada	19 bar
Temperatura mínima de operación de entrada	14 °C
Temperatura máxima de operación de entrada	21 °C
AGUAS DEBAJO DE LA REGULACIÓN	
Presión Regulada	4 bar
Presión de diseño de entrada	7 bar
Temperatura mínima de operación de entrada	6°C
Temperatura máxima de operación de entrada	20 °C

Fuente. Osinergmin - Área de Fiscalización.

2.3.4 RESISTENCIA DE TUBERÍAS

Para el cálculo de resistencia de tuberías, nos basaremos en la Norma ASME B31.8 el cual establece que, para los sistemas de tuberías de gas, el espesor nominal de pared para una presión de diseño dada, se deberá determinar mediante la siguiente formula.

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot F \cdot E \cdot T} \quad (01)$$

donde:

- t : Espesor nominal de pared
P : Presión de diseño
D : Diámetro nominal
S : Tensión nominal de fluencia.
E : Factor de junta soldada
F : Factor de disminución de temperatura.

2.3.5 TRAMOS ANTES Y DESPUÉS DE LA REGULACIÓN

Para el diseño de las secciones y tramos con los respectivos accesorios se disponen de los siguientes parámetros para ambos lados de la estación de regulación y medición de presión.

- Presión máxima de diseño.
- Diámetro adoptado.
- Tensión nominal de fluencia para tuberías de material ASTM 106 Gr.B=35000 Psi.
- Factor de junta soldada según clase de localidad asignada.
- Factor de disminución de temperatura, menores a 250 °F

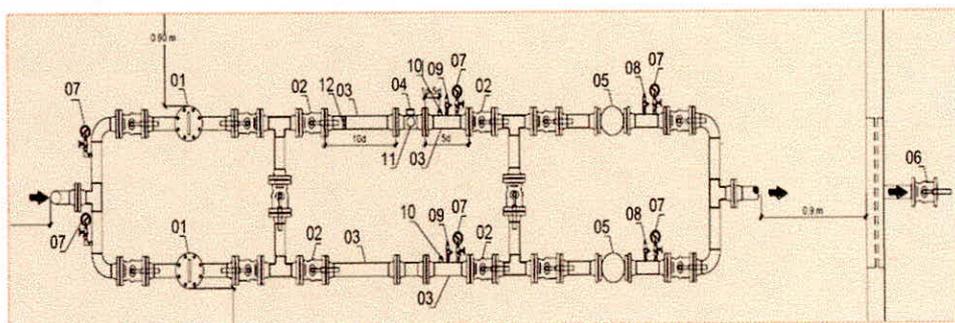


Figura 05. Esquema de Estación de regulación y medición primaria de gas natural.
Fuente. Osinergmin - Área de Fiscalización

2.3.6 EL MEDIDOR DE GAS NATURAL

La selección del medidor se basa en las fórmulas de Boyle-Gay Lussac o también conocida como la ley de Boyle y Charles , las cuales se muestran a continuación:

$$\frac{(Q_{st} \cdot P_{st})}{(T_{st} + 273,15)} = \frac{V_a \cdot (P_{e_{min}} + P_{atm})}{(T + 273,15)} \quad (02)$$

Despejando se tiene:

$$V_a = \frac{(Q_{st} \cdot P_{st})(T + 273,15)}{(T_{st} + 273,15)(P_{e_{min}} + P_{atm})} \quad (03)$$

Donde:

- $P_{e_{min}}$: Presión mínima manométrica de entrada en el medido, en bar.
- T : Temperatura a las condiciones de opera °C
- P_{at} : Presión atmosférica
- T_{st} : Temperatura a las condiciones estándar, °C
- Q_{st} : Caudal estándar requerido para la instalación, Sm^3/h
- V_a : Caudal comprimido a presión de trabajo, m^3/h

A continuación, se presenta el elemento de medición de caudal para la ERMP, Gas Natural. Cuando hablamos de flujos volumétricos de gas natural, o de cualquier corriente de gases, siempre debemos referirnos a las condiciones de presión, de temperatura y atmosféricas que determinan la medición. Sin embargo, si se miden los flujos de masa, se logra una independencia de los factores externos mencionados.

Dada la condición mencionada en el párrafo anterior, y teniendo en cuenta consideraciones adicionales, han sido desarrollados para las diferentes industrias los medidores de flujo másico. A pesar de no ser comúnmente utilizados en la industria del gas natural, son equipos de altas especificaciones técnicas en los cuales podemos resaltar las siguientes características:

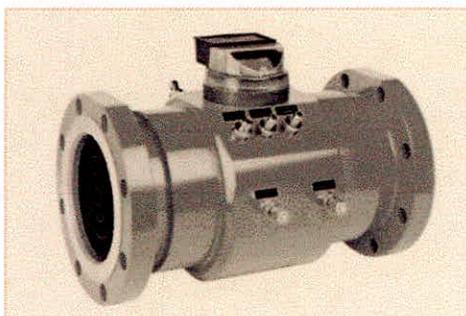


Figura 06. Medidor de caudal tipo turbina de calibre G -650, D.N 6".
Fuente. ABANTIA PERU.

2.3.7 EI REGULADOR DE PRESIÓN

Los reguladores son dispositivos de control independientes que utilizan energía del sistema controlado para funcionar, mientras que las válvulas de control requieren fuentes de alimentación externas, instrumentos de transmisión e instrumentos de control.

2.3.7.1 Tipos de reguladores de presión

Existen dos tipos principales de reguladores:

- Regulador de acción directa

Los reguladores de acción directa constituyen el estilo más simple de reguladores. A presiones bajas, normalmente por debajo de 0,07 bar / 1 psig, pueden lograr un control muy preciso ($\pm 1\%$). A presiones de control altas, de hasta 34,5 bar / 500 psig, se suele conseguir un control del 10 al 20%

En funcionamiento, el regulador reductor de presión de acción directa detecta la presión aguas abajo a través del registro interno de la presión o la línea de control externa. Esta presión aguas abajo se opone a un resorte que mueve el diafragma y el obturador de la válvula para cambiar el tamaño de la vía de caudal a través del regulado.

Los reguladores de acción directa tienen muchos usos domésticos y comerciales. Las aplicaciones típicas incluyen aire para instrumentos o servicios de gas doméstico, comercial e industrial.

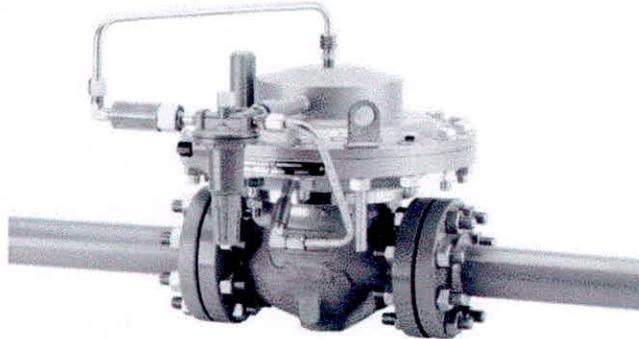


Figura 07. Regulador de caudal.

Fuente. Contugas S.A.

- Reguladores Pilotados

Los reguladores pilotados están indicados para coeficientes de caudal altos o aplicaciones que requieran un control preciso de la presión. Un tipo extendido de sistema accionado por piloto emplea un control de dos vías. En éste, el diafragma de la válvula principal responde rápidamente a los cambios de presión aguas abajo, generando una corrección inmediata en la posición del obturador de la válvula principal. Al mismo tiempo, el diafragma del piloto desvía parte de la presión de entrada reducida al otro lado del diafragma de la válvula principal, para controlar la posición final del obturador de la misma. El control de dos vías proporciona una respuesta más rápida y un control más preciso.



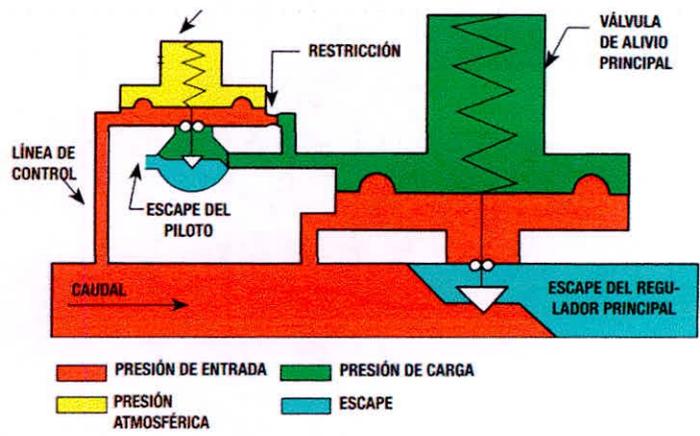


Figura 08. Regulador de caudal.

Fuente. Contugas S.A.

De acuerdo a las recomendaciones de diseño para este elemento.

Tabla N° 05. Valores de diseño para ERPM-El Porvenir-Ica.

ítem	Descripción	Valor actual
1	Presión máxima de operación	19 bar
2	Presión mínima de operación	10 bar
3	Presión regulada	4 bar
4	Caudal de operación	10 000 Sm ³ /h
5	Caudal proyectado	20 000 Sm ³ /h



Figura 09. Regulador de caudal.

Fuente. Contugas S.A.

Determinación del parámetro C_g .

$$C_g = \frac{Q}{P_1 \cdot \sqrt{\frac{520}{G \cdot T}} \cdot \sin\left(\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1}}\right) \text{deg.}} \quad (04)$$

Donde:

- Q : Caudal en Sm³/h
- P1 : Presión de entrada
- P2 : Presión de salida
- G : Gravedad específica 0.6
- T : Temperatura en ° C

2.3.8 VÁLVULA PARA BLOQUEO POR SOBREPRESIÓN

Las válvulas de alivio de presión, también llamadas válvulas de seguridad o válvulas de alivio (son elementos distintos, favor revisar norma ASME de elementos de sobrepresión para recipientes) , están diseñadas para aliviar la presión cuando un fluido supera un límite preestablecido (presión de tarado). Su misión es evitar la explosión del sistema protegido o el fallo de un equipo o tubería por un exceso de presión. Existen también las válvulas que alivian la presión de un fluido cuando la temperatura (y por lo tanto, la presión) supera un límite establecido Por el fabricante

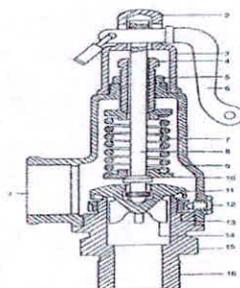


Figura 10. Regulador de caudal.

Fuente. Contugas S.A

El bloqueo por sobrepresión según especificaciones técnicas S-DIO-049, para válvulas del bloqueo por sobrepresión hasta 3" será hasta 20% por encima de la presión regulada. Para el proyecto tenemos.

Tabla N° 06. Parámetro de diseño en función a la presión máxima.

Presión Regulada	Presión de bloqueo por sobrepresión
$P_r = 4 \text{ bar}$	$P_{\text{bloqueo}} = 4,8 \text{ bar}$

El bloque por baja presión según especificaciones técnicas S-DIO-024 para válvula de bloqueo por sobrepresión hasta 3" será hasta el 10% por encima de la presión regulada, para el proyecto de investigación se tendrá.

Tabla N° 07. Parámetro de diseño en función a la presión mínima.

Presión Regulada	Presión de bloqueo por sobrepresión
$P_r = 4 \text{ bar}$	$P_{\text{bloqueo}} = 3.6 \text{ bar}$

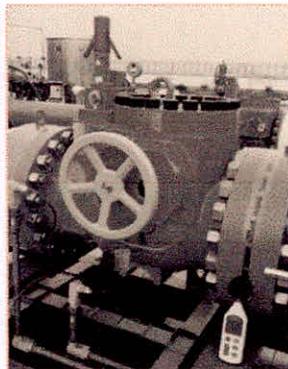


Figura 11. Válvula reguladora de accionamiento por sobrepresión.

Fuente. Abantia Perú S.A.C.

2.3.9 VÁLVULA DE ALIVIO

Las válvulas de alivio deben trabajar bajo las siguientes condiciones.

- Presión de apertura : 15% superior de la máxima presión regulada.
- Presión de cierre : 10% por debajo de la presión de apertura.
- Caudal máximo de venteo : 5% del caudal de operación.

Del cual se tendrá en consideración:

- La presión regulada
- El caudal autorizado

En tanto se determinará el área requerida del orificio mediante la evaluación de los siguientes factores de diseño.

Tabla N° 08. Parámetro termodinámico del gas para diseño preliminar

Símbolo	Descripción	Unidad
V	Caudal a ventear	Sm ³ /h
Ku	Factor de corrección debido al sistema de unidades	
C	Constante de gases	
Kd	Coefficiente de descarga	
P	Presión de venteo absoluta	bar
T	Temperatura °K(273+T°C)	°K
Z	Coefficiente de descompresibilidad	
G	Peso específico relativo de gases	

Fuente. Abantia Perú S.A.C

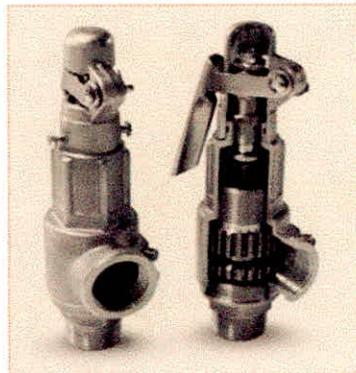


Figura N° 12. Válvula de alivio.

Fuente. Contugas S.A.C

Los siguientes parámetros se relacionan con la formula siguiente.

$$A = \frac{V}{K_u * C * K_d * P} * \sqrt{T * Z * G} \quad (05)$$

2.3.10 CÁLCULO DE LA CAIDA DE PRESIÓN Y VELOCIDAD

a) Caída de Presión.

El tramo de la estación es de doble ramal de tipo vertical, donde no cuenta con regulación debido a la baja presión suministrada por el concesionario (Calidda), se ha calculado con una caída máxima presión del 20%. De acuerdo a las características referenciales del gas de Camisea, se han usado los valores de 0,61 para la densidad relativa del gas y 0.01058 Cp para la viscosidad. Para el dimensionamiento de las tuberías se han usado las siguientes fórmulas de cálculo recomendadas. Para presiones en el rango de 50 mbarg a 4 barg, la fórmula de Renouard simplificada, y válida para $Q/D < 150$.

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 * S * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}} \quad (06)$$

Dónde:

Pa y Pb : Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en $\text{kg/cm}^2 \text{ A}$.

S : Densidad relativa del gas.

L : Longitud del tramo en metros, incluyendo la longitud equivalente de los accesorios que lo componen.

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

D : Diámetro en mm.

b) Velocidad.

En todos los puntos de la estación la velocidad de circulación del gas no debe superarlos 25 m/s. Para el cálculo de la velocidad de circulación del fluido se utilizará la siguiente fórmula.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P} \quad (07)$$

Dónde:

- Q : Caudal en m³/h (condiciones estándar) o, en kg/cm² A.
 P : Presión de cálculo en Kg/cm² absoluta.
 D : Diámetro interior de la tubería en mm.
 V : Velocidad lineal en m/s.

2.3.11 ELEMENTO FILTRANTE

Para el diseño del elemento filtrante se tendrá en cuenta los siguientes parámetros.

Tabla N° 09. Parámetros de diseño para la ERMP-El porvenir, Ica.

Parámetros	Símbolo	Unidad
Caudal	Q	Sm ³ /h
Presión	P	bar
Temperatura de operación	T	°C
Velocidad máxima en elemento filtrante	VEFmax	m/s
Tipo de elemento filtrante	Tipo	
cantidad de elemento filtrante	Cant.	Unidad
velocidad en elemento filtrante seleccionado	V	m/s
Caudal máximo según elemento filtrante seleccionado	Qmax	Sm ³ /h
Área unitaria de elemento filtrante	A	mm ²
Área total de elemento filtrante	A	mm ²
Área mínima de elemento filtrante para cubrir el caudal solicitado	Amin	mm ²
Factor de seguridad obtenido	F	
Factor de compresibilidad	Z	
Presión base	Pb	bar
Temperatura base	Tb	°C

2.3.12 FILTRO SEGÚN NORMA ASME VIII Div.I.

Para el cálculo de resistencia de filtros empleamos las formulas establecidas en el código ASME sección VIII-Div.I.

Para ellos se deberá de considerar las siguientes características específicas para su diseño y selección.

- Posición
- Presión de diseño
- Eficiencia de la junta

Para las especificaciones se define las siguientes ecuaciones.

a) Filtro de Gas.

El filtro tiene por objeto retener las impurezas arrastradas por el gas en su circulación, evitando así el depósito de cualquier impureza en los asientos del medidor y válvulas. El cuerpo del filtro es cilíndrico con conexiones bridadas. El cartucho filtrante se encuentra alojado en el interior del cuerpo, asimismo posee una válvula de purga para poder evacuar al exterior las impurezas que se hayan acumulado en el fondo del mismo, para determinar el tipo de filtro a utilizar se debe tener en cuenta las siguientes consideraciones:

b) Elemento filtrante

El cartucho o elemento filtrante se encuentra alojado en el interior del cuerpo del filtro y está constituido por un cilindro de rejilla metálica, alrededor del cual se adapta el material filtrante, generalmente de fibra sintética.

Para elegir el elemento filtrante adecuado se deberá aplicar las siguientes formulas:

o Factor de compresibilidad:

$$Z = \frac{1}{1 + \left(\frac{P_{avg} \cdot 344400 \times 10^{1.785 \cdot G}}{T_f^{3.825}} \right)} \quad (08)$$

Donde:

P_{avg} = Presión de diseño (psig). T_f = Temperatura de gas (°R). G = Gravedad del gas (aire=1).	
---	--

o Velocidad máxima del elemento filtrante:

$$V = 14,7349 * \left(\frac{P_b}{T_b} \right) * \left(\frac{ZT}{P} \right) * \left(\frac{Q_b}{D^2} \right) \quad (09)$$

Donde:

- V : Velocidad del gas (m/ds)
- Q_b:Caudal autorizado (Sm³/h)
- D : Diámetro del elemento filtrante (mm)
- P_b: Presión de base (bar)
- T_b: Temperatura de base(K)
- P: Presión del gas(bar)
- T: Temperatura del gas(K)
- Z : Factor de compresibilidad

2.3.13 Sistemas de Transporte y Distribución de gas

Según ASME B31.8 se aplica a la Sistemas de tuberías de transmisión y distribución de gas y es una de las varias secciones que componen el Código ASME para tuberías a presión B31.

a) Tubos de acero:

Acero al Carbono: Se considera acero al carbono cuando no se especifica contenido mínimo de Aluminio, Boro, Cromo, Cobalto, Molibdeno, Níquel, Niobio, Titanio, Tungsteno, Vanadio, Circonio o cualquier otro elemento que tenga efecto aleante, cuando el contenido mínimo especificado de cobre no excede 0.40% o cuando el contenido máximo especificado para cualquiera de los siguiente elementos no excede: Cu: 0.60% , Mn: 1.65%, Si: 0.60% .Las tuberías deben de cumplir con la última edición de API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106 ò ANSI/ASME B 36.10 o equivalente.

a) Tensión longitudinal

$$t = \frac{P \cdot R}{SE - 0.6 \cdot P} \quad (10)$$

b) Tensión circunferencial

$$t = \frac{P \cdot R}{2 \cdot SE + 0.4 \cdot P} \quad (11)$$

c) Tensión en el cabezal

$$t = \frac{P \cdot d}{2 \cdot SE + 0.2 \cdot P} \quad (12)$$

d) Cálculo de las conexiones

Mediante la siguiente ecuación se determinará el espeso adecuado de las conexiones.

$$trn = \frac{P \cdot R}{SE - 0.6 \cdot P} \quad (13)$$

e) Área de refuerzo requerido

Considerando el cálculo sin los refuerzos.

$$A = d \cdot tr \cdot F + 2 \cdot tn \cdot tr \cdot F(1 - fr1) \quad (14)$$

f_{r1} : Conexión apoyada a la pared del cuerpo.

f_{r1} : S_n/S_v , conexión insertada en la pared del cuerpo.

f_{r1} : 1.0

F : 1

$$A = (d + 2 \cdot tn(1 - fr1)) \cdot tr \cdot F \quad (15)$$

f) Calculo del espesor de la envolvente.

$$A = d(E1T - Ftr) - 2tn(E1i - Ftr)(1 - fr1) \quad (16)$$

$$A_1 = 2(t - t_n)(E1t - Ftr) - 2t_n(E1t - Ftr)(1 - fr1) \quad (17)$$

g) Sobre espesor de la conexión.

$$A_2 = 5(t_n - t_{nr}) * fr2 * t \quad (18)$$

donde se tiene.

$$fr2 = \frac{S_n}{S_v} \quad (19)$$

h) Sobre espesor de la conexión pasante.

$$A_3 = 2 * (t_n - c) * fr2 * h \quad (20)$$

Donde:

C: sobre espesor de corrosión

h: penetración de conexión

i) Sobre espesor de la soldadura externa de conexión.

$$A_{41} = (\text{leg})^2 * fr2 \quad (21)$$

Donde

Leg: Longitud equivalente de la soldadura.

j) Sobre espesor de la soldadura interna de conexión

Leg: Longitud equivalente de la soldadura.

k) Balance de áreas sin esfuerzos

Si $(A_1 + A_2 + A_{41} + A_{41}) \geq A$, La abertura esta adecuadamente reforzada. (22)

Si $(A_1 + A_2 + A_{41} + A_{41}) < A$, La abertura no está adecuadamente reforzada (23)

l) Cálculo y selección de actuador

Para seleccionar el actuador realizaremos los siguientes pasos, se calculará el torque necesario para abrir una válvula de paso reducido, de marca NEWAY aun diferencial.

$$TAN(N. m) = \text{Torque}(N. m) \times \text{Factor GN} \times \text{Factor Seguridad} \quad (24)$$

2.3.14 Normatividad Técnica Peruana y Estándares Internacionales

Par el diseño de la estación de regulación y medición primaria se consideran las Normatividad Peruana y los estándares americanos ASTM, referidos a las diversas etapas de la ingeniería para diseñar, fabricar y evaluar los equipos en la industria de aplicación del gas natural, a continuación, se mencionan cuáles son las normas y estándares utilizadas.

a) Código ASME para tubería a presión, B.31

Relativo a tuberías de proceso según el código ASME para tuberías a presión, B31 y corresponde a los siguientes procedimientos:

- Requisitos del servicio de fluidos para uniones de tuberías
- Juntas soldadas
- Uniones bridadas
- Juntas expandidas
- Juntas roscadas
- Juntas en tubos
- Juntas calafateadas
- Juntas con “ soldering” y soldadura”brazing”
- Juntas especiales
- Flexibilidad y soporte
- Flexibilidad de las tuberías
- Análisis de cargas sostenidas
- Soportes de las tuberías

- b) Código ASME Sección VIII Div.1, Diseño Construcción e Inspección de Tanques y Recipientes de Presión.

Está relacionado a las temperaturas máximas y mínimas así como las presiones de diseño , también evalúa las cargas , esfuerzos máximos admisibles del material, Diseño a condiciones a presión interna y externa ,anillos de refuerzo, refuerzo de huecos para conexiones, conexiones y sus cálculos, superficies arriostradas, ligamentos ,soportes de los tanques y cargas en las conexiones , fabricación ,tolerancias ,requerimientos de soldadura, impacto y tratamientos térmicos, inspección y pruebas ,documentación y certificación, accesorios para alivio de presiones.

- c) Especificaciones técnicas de diseño, construcción e instalación de una acometida (Código S-DIO-049)

Esta norma forma parte de la Normativa Peruana y tiene como objetivo detallar las consideraciones técnicas que el diseñador registrado con categoría IG3 y contratado por un futuro cliente deberá de observar, seguir y cumplir durante el proceso del diseño y construcción de una acometida.

El requerimiento de cumplimiento deberá de contemplar lo siguiente:

- Especificación técnica de bridas de acero al carbono (S-DIO-042)
- Especificación técnica elementos filtrantes (S-DIO-043)
- Especificación técnica Manómetros(S-DIO-044)
- Especificación técnica Filtros(S-DIO-045)
- Especificación técnica Medidor Rotativo desde G 16 hasta G 250(S-DIO-046)
- Especificación técnica medidor de Turbina desde G 160 hasta G 1600(S-DIO-047)
- Especificación Técnica Unidad Correctora de Volumen(S-DIO-048)
- Especificación Técnica Válvula de Bloqueo por Sobrepresión (S-DIO-049)
- Especificación Técnica Válvula de Seguridad y Alivio Roscadas hasta 2" (S-DIO-050)
- Especificación Técnica válvulas Reguladoras Bridas hasta 3" (S-DIO-051)
- Especificación Técnica Válvulas Reguladoras Roscadas hasta 2" (S-DIO-052)

1.1.1.1. MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales utilizados en el presente estudio son:

1.1.1.1.1. Materiales de partida

1.1.1.1.2. Materiales de partida

1.1.1.1.3. Materiales de partida

1.1.1.1.4. Materiales de partida

1.1.1.1.5. Materiales de partida

1.1.1.1.6. Materiales de partida

1.1.1.1.7. Materiales de partida

1.1.1.1.8. Materiales de partida

1.1.1.1.9. Materiales de partida

1.1.1.1.10. Materiales de partida

1.1.1.1.11. Materiales de partida

1.1.1.1.12. Materiales de partida

1.1.1.1.13. Materiales de partida

1.1.1.1.14. Materiales de partida

1.1.1.1.15. Materiales de partida

1.1.1.1.16. Materiales de partida

1.1.1.1.17. Materiales de partida

1.1.1.1.18. Materiales de partida

1.1.1.1.19. Materiales de partida

1.1.1.1.20. Materiales de partida

CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

1.1.1.1.21. Materiales de partida

1.1.1.1.22. Materiales de partida

1.1.1.1.23. Materiales de partida

1.1.1.1.24. Materiales de partida

1.1.1.1.25. Materiales de partida

1.1.1.1.26. Materiales de partida

1.1.1.1.27. Materiales de partida

1.1.1.1.28. Materiales de partida

1.1.1.1.29. Materiales de partida

1.1.1.1.30. Materiales de partida

1.1.1.1.31. Materiales de partida

1.1.1.1.32. Materiales de partida

1.1.1.1.33. Materiales de partida

1.1.1.1.34. Materiales de partida

1.1.1.1.35. Materiales de partida

		NG
7	2 Unid.	Válvula esférica 8" S-150, paso total de 2 piezas, bridada RF, esfera guiada, Marca PBV, Modelo 6810-712200-GH-NG
8	1 Unid.	Válvula esférica 8" S-150, paso total de 2 piezas, bridada RF, esfera guiada, Marca PBV, Modelo 6810-712200-GH-NG
9	1 Unid.	Válvula de globo 3" S-150, bridado RF, operada con volante, Marca WALWORTH, Modelo 5275.
10	1 Unid.	Válvula de globo 1" S-150, bridado RF
11	3 Unid.	Válvula de bola 1" S-150
12	10 Unid.	Válvula de bloqueo y purga 1/2" 6000PSI, Marca ABAC, Modelo VI550 CT
13	1 Unid.	Válvula de seguridad, Marca: Flowsafe, MODELO: F-84-6, RF 150 de 1" x 1/2"
14	1 Unid.	Computador de flujo
15	1 Unid.	Actuadores de 6"
16	1 Unid.	Actuadores de 8"

3.3 ELEMENTOS DE TRANSMISORES DE PRESIÓN Y SENSORES

Tabla N° 12. Lista de instrumentos utilizados en el proyecto.

1	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2088G3S22A1M5D4B4K1Q4S5
2	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2088G3S22A1M5D4B4K1Q4S5
3	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2088G3S22A1M5D4B4K1Q4S5
4	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2088G3S22A1M5D4B4K1Q4S5
5	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2051CD3A02A1AS5K1M5D4P9Q4
6	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2051CD3A02A1AS5K1M5D4P9Q4
7	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2051CD3A02A1AS5K1M5D4P9Q4
8	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2051CD3A02A1AS5K1M5D4P9Q4
9	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2088A3S22A1M5D4B4K1Q4S5
10	1 Unid.	Transmisor de presión, Marca: Rosemount, Modelo: 2088A3S22A1M5D4B4K1Q4S5
11	1 Unid.	Thin-Film Platinum RTD Sensor, Marca: Rosemount, Modelo: 2088G2S22A1M5D4B4K1Q4S5
12	1 Unid.	Thin-Film Platinum RTD Sensor, Marca: Rosemount, Modelo: 2088G2S22A1M5D4B4K1Q4S5
13	1 Unid.	Thin-Film Platinum RTD Sensor, Marca: Rosemount, Modelo: 2088G2S22A1M5D4B4K1Q4S5

14	1 Unid.	Thin-Film Platinum RTD Sensor, Marca: Rosemount, Modelo: 2088G2S22A1M5D4B4K1Q4S5
15	1 Unid.	Thin-Film Platinum RTD Sensor, Marca: Rosemount, Modelo: 0068N11A30A060T38E5X8Q4XA
16	1 Unid.	Thin-Film Platinum RTD Sensor, Marca: Rosemount, Modelo: 0068N11A30A060T38E5X8Q4XA
17	1 Unid.	Thin-Film Platinum RTD Sensor, Marca: Rosemount, Modelo: 0068N11A30A080T38E5X8Q4XA
18	1 Unid.	Thin-Film Platinum RTD Sensor, Marca: Rosemount, Modelo: 0068N11A30A080T38E5X8Q4XA

Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria de Gas Natural sector el Porvenir - La Paz

Proceso de funcionamiento de la estación de Regulación y Medición Primaria.

Regulación del consumo de presión y energía en la Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria de Gas Natural

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 DATOS DE OPERACIÓN DE LA ERP

Para el presente trabajo de investigación se tomó en cuenta los parámetros de diseño para una estación de regulación y medición primaria de gas natural que brinda la cobertura de servicio a la zona de influencia, para ello se realizara los valores estimables para el caudal estimado de demanda propuesto (20 000 Sm³/h).

Tabla N°14. Parámetros regulados de caudal y presiones.

CAUDAL	ERP(ICA)
AGUAS ARRIBA DE LA REGULACIÓN	
Presión mínima de operación de entrada	10bar
Presión de línea	17 bar
Presión máxima de operación de entrada	19 bar
Presión de diseño de entrada	19 bar
Temperatura mínima de operación de entrada	14 °C
Temperatura máxima de operación de entrada	21 °C
AGUAS DEBAJO DE LA REGULACIÓN	
Presión Regulada	4 bar
Presión de diseño de entrada	7 bar
Temperatura mínima de operación de entrada	6°C
Temperatura máxima de operación de entrada	20 °C

4.1.1 CÁLCULO DE RESISTENCIA DE TUBERÍAS

Para el cálculo de resistencia de tuberías, nos basaremos en la Norma ASME B31.8 el cual establece que, para los sistemas de tuberías de gas, el espesor nominal de pared para una presión de diseño dada, se deberá determinar mediante la siguiente ecuación (01).

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot F \cdot E \cdot T} \quad (01)$$

donde:

- t : Espesor nominal de pared
- P : Presión de diseño
- D : Diámetro nominal

S: Tensión nominal de fluencia.

E: Factor de junta soldada

F: Factor de disminución de temperatura.

Para el tramo antes de la regulación:

- P_{max} de diseño = 19 bar
- $D_{adoptado} = 1'$ y $6'$
- S para tuberías de material ASTM 106 Gr.B=35 000 Psi.
- E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura =1
- F según clase de localidad asignada =0,4
- T para temperaturas menores a 250 F=1

Reemplazando se tiene: Para diámetro adaptado de 1'

$$t = \frac{14,5 * 19 * 1}{2 * 35\ 000 * 1 * 0,4 * 1}$$

$$t = 0,0099 \text{ pulgadas}$$

$$t = 0,2534 \text{ mm}$$

Para diámetro adaptado de 6'.

$$t = \frac{14,5 * 19 * 6}{2 * 35\ 000 * 1 * 0,4 * 1}$$

$$t = 0,0598 \text{ pulgadas}$$

$$t = 1,520 \text{ mm}$$

Se elabora en la siguiente tabla según los cálculos.

Tabla N° 15. Parámetros de cálculo y selección de tubería.

Espesor calculado	Espesor adoptado
$T_1 \text{ pulg}=0,2534 \text{ mm}$	$T_1 \text{ pulg}=4,55 \text{ mm}$ SCH 80
$T_6 \text{ pul}=1,520 \text{ mm}$	$T_6 \text{ pul}=7,11 \text{ mm}$ SCH 40

Para el tramo después de la regulación

- $P_{\text{Diseño}} = 7 \text{ bar}$
 - $D_{\text{Adoptado}} = 3' \text{ y } 8'$
 - S para tuberías de material ASTM 106 Gr.B= 35 000 Psi
 - E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura=1
 - F según clase de localidad asignada =0,4
 - T para temperaturas menores a 250 F=1
- Para diámetro adoptado de 3 pulgadas

$$t = \frac{14,5 * 7 * 3}{2 * 35\ 000 * 1 * 0,4 * 1}$$

$$t = 0,0110 \text{ pulgadas}$$

$$t = 0,2800 \text{ mm}$$

Para diámetro adaptado de 6'.

$$t = \frac{14,5 * 7 * 6}{2 * 35\ 000 * 1 * 0,4 * 1}$$

$$t = 0,029 \text{ pulgadas}$$

$$t = 0,7366 \text{ mm}$$

Tabla N° 16. Parámetros de cálculo y selección de tubería.

Espesor calculado	Espesor adoptado
$T_3 \text{ pulg}=0,2800\text{mm}$	$T_3 \text{ pulg}=5,40 \text{ mm}$ SCH 40
$T_8 \text{ pul}=0,7366\text{mm}$	$T_8 \text{ pul}=8,18 \text{ mm}$ SCH 40

4.1.2 CÁLCULO Y SELECCIÓN DEL MEDIDOR

La selección del medidor se basa en las fórmulas de Boyle-Gay Lussac o también conocida como la ley de Boyle y Charles , cuyo caudal comprimido a presión de trabajo se determina mediante la ecuación (03)

$$\frac{(Q_{st} * P_{st})}{(T_{st} + 273,15)} = \frac{V_a * (P_{e_{min}} + P_{atm})}{(T + 273,15)}$$

Despejando se tiene:

$$V_a = \frac{(Q_{st} * P_{st}) * (T + 273,15)}{(T_{st} + 273,15) * (P_{e_{min}} + P_{atm})}$$

Donde:

- $P_{e_{min}}$: Presión mínima manométrica de entrada en el medido, en bar.
- T : Temperatura a las condiciones de opera °C
- P_{at} : Presión atmosférica
- T_{st} : Temperatura a las condiciones estándar, °C
- Q_{st} : Caudal estándar requerido para la instalación, Sm³/h

Caudal de etapa de operación : $Q = 10\ 000\ \text{Sm}^3/\text{h}$

- $P = 10\ \text{bar}$
- $T = 21\ ^\circ\text{C}$
- $P_{atm} = 1,0325\ \text{bar}$
- $T_{st} = 19^\circ\text{C}$
- $P_{st} = 1,01325\ \text{bar}$

$$V_a = \frac{(1\ 000 * 1,01325) * (21 + 273,15)}{(19 + 273,15) * (10 + 1,01325)}$$

Tabla N° 17. Caudales para medidor tipo G

Q_{\max} actual (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	G650
1600	G1000

$$V_{\text{autorizado}} = 926,32 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

De acuerdo a la tabla N° 17 de caudales para los medidores tipo G, tendremos. El medidor seleccionado es un medidor Turbina de calibre G 650 de D.N 6”



Figura N°1. Medidor tipo turbina de calibre G 650 DN. 6”

Fuente. Abantia Peru S.A.C

4.1.3 SELECCIÓN DEL REGULADOR

De acuerdo a la información solicitada, el regulador deberá ser seleccionado bajo las siguientes condiciones y usando la ecuación(04), para determinar el parámetro Cg.

Tabla N° 18. Valores de diseño para ERPM-El Porvenir-Ica.

ítem	Descripción	Valor actual
1	Presión máxima de operación	19 bar
2	Presión mínima de operación	10 bar
3	Presión regulada	4 bar
4	Caudal de operación	10 000 Sm ³ /h
5	Caudal proyectado	20 000 Sm ³ /h

$$C_g = \frac{Q}{P_1 * \sqrt{\frac{520}{G * T}} * \text{sen}\left(\sqrt{\frac{P_1 - P_2}{P_1}}\right) \text{deg.}} \quad (04)$$

Donde:

- Q : Caudal en Sm³/h
- P1 : Presión de entrada
- P2 : Presión de salida
- G : Gravedad específica 0.6
- T : Temperatura en ° C

Reemplazando para un caudal de 10 000 Sm³/h se obtiene :

$$C_g = \frac{1,699008 * 0,95 * 10000}{10 * \sqrt{1,29} * \text{sen}(\sqrt{1})}$$

$$C_g = 1688,82$$

Reemplazando para un caudal de 20 000 Sm³/h se obtiene :

$$C_g = \frac{1,699008 * 0,95 * 20000}{10 * \sqrt{1,29} * \text{sen}(\sqrt{1})}$$

$$C_g = 3377,65$$

Según catálogo:

Tabla N° 19. Características para selección de regulador.

Nominal Steer	Stock mi NO.	En* Connectl	Max Preñare Nominal d»w	Cg	Cv	c,	Face to Face	Walgw] ««M«m	
1	FG 11 &	Npt/Swe	1480	r	450	134	34	700	11IDS i
1	FG 54**	150 0 Fio	285	r	450	13.4	34	725	14 lis 1
1	FG 55**	300 a Fio	740	r	450	13.4	34	7.75	16 lis [
1	FG 56**	600 Cj	1480	r	450	13.4	34	825	18 lis.
1-1/4	FG 13 &	Npt/Swe	1480	r	450	134	34	7.00	11 Sis.
1-1/2	FG 47 &	Npi'Swe	1480	r	480	13.4	36	700	11 lis.
1	FG 24	No?	250-	r	428	13.1	32	700	8 lis
1-1/4	FG 25	No?	250*	r	432	13.6	31	7.00	8 fes
1-1/12	FG 26	No?	250*	r	457	14	32	700	8 lis.
2*1	FG 29 &	Npt/Swe	1480	r	500	13.4	37	700	14 lis.
2*1	FG 51	150 Cl	285	r	500	13.4	37	10 00	23 lis
2*1	FG 52	300 Q Fio	740	r	500	134	37	1050	26 lis
2*1	FG 53	600 0 Fia	1480	r	500	13.4	37	11 25	30 lis
2	FG 1 & 2	NofSwe	1480	2* sto	1130	32	35	800	25 lis
2	FG 3	150 Cj	285	2* SW	1130	32	32	10.00	37 lis.
2	FG 4	300 0 Fio	740	2* Std	1130	32	35	1050	39 lis.
2	FG 5	600 Cl	1480	rao	1130	32	35	1125	43 lis
2	FG 27 &	Npt/Swe	1480	ru>	1420	40	35	800	25 fes
2	FG 29	150 a fio	285	ru	1420	40	35	10.00	34 fes.
2	FG 30	300 a Flg	740	2' Lo	1420	40	35	1050	37 fes.
2	FG 31	eoocFig	1480	2'U>	1420	40	35	1125	40 fes
2	FG 82	NPT	250*	2* Lo	1600	46	35	800	17 tos.
2	FG 83	150 Cl Rg	250*	2* Le	1600	46	35	1000	22 tos
8		150 Cl	250*		1600	46	mJL	„,1000	ajE-1
	HJ1B	150 vi nQ							yjfc s i
	Ha M	JUU 11					"SP	ww	
3	FG 18	600 a Flg	1480	3'	3450	96	36	1325	94 fes.
4	FG 39	150 Cl Rg	285	«'	6500	172	38	1388	103 fes.
4	FG 40	300 Ci Rg	740	4"	6500	172	38	14.50	117 tos.
4	FG 41	600 0 Rg	1480	4	6500	172	38	1550	143 tos.
6	FG 44	150 Cl Rg	285	6"	12500	313	40	17 75	200 fes
6	FG 45	300 (3 Rg	740	6	12500	313	40	18 62	240 tos
6	FG 46	600CIRQ	1480	6*	12500	313	40	20 00	330 fes
8	FG 72	150 a Rg	285	r	20200	530	38	21 38	450 fes
8	FG 73	300 CIRg	740	8*	20200	530	38	2238	500 lbs.
8	FG 80	600 Q Flg	1480	r	20200	530	38	24 00	650 lbs.

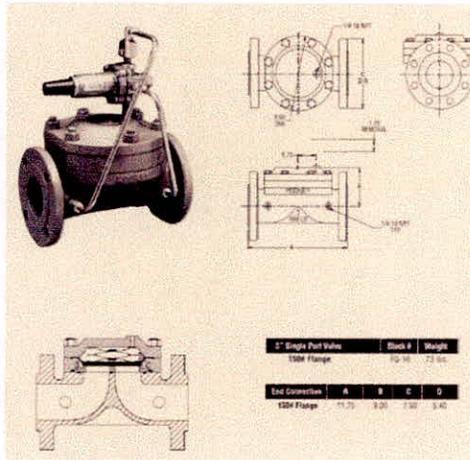


Figura N° 14 Se selecciona el regulador FG-16-50-75 D.N.3' Marca Dresser.

Fuente. Abantia Peru S.A.C

4.1.4 SELECCIÓN DE VÁLVULA SLAM SHUT

El bloqueo por sobrepresión según especificación técnica S-DIO-049 para válvulas de bloqueo por sobrepresión hasta 3' será hasta 20% por encima de la presión regulada. Para el diseño tenemos.

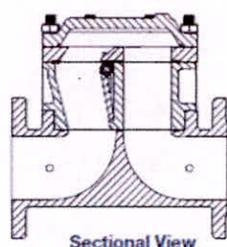
Tabla N° 20. Parámetro de regulación de presión de válvula Slam Shut.

Presión Regulada	Presión de bloqueo por sobrepresión
$P_r=4$ bar	$P_{\text{bloqueo}}= 4,8$ bar

El bloqueo por baja presión según especificación técnica S-DIO-024 para válvulas de bloqueo por sobrepresión hasta 3' será hasta el 10% por encima de la presión regulada. Para el diseño tenemos.

Tabla N° 21. Parámetro de regulación de presión de válvula Slam Shut.

Presión Regulada	Presión de bloqueo por sobrepresión
$P_r=4$ bar	$P_{\text{bloqueo}}= 3,6$ bar



Sectional View

4" Monney Slam Shunt	Stock Number	Weight
150# Flange	SA-39	163 lbs
300# Flange	SA-40	178 lbs
150/300# Butt weld	SA-63	146 lbs

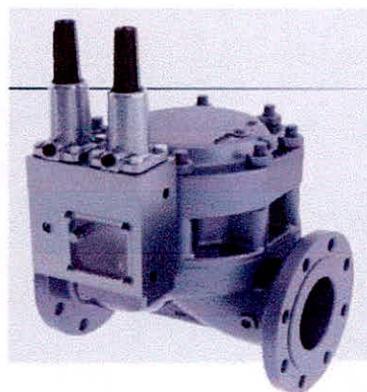


Figura N° 15. Esquema de corte y vista de válvula Slam Shunt.

Fuente. Abantia Peru S.A.C

4.1.5 SELECCIÓN DE LA VÁLVULA DE ALIVIO

Las válvulas de alivio deben de trabajar bajo las siguientes condiciones:

- La presión de apertura : 15% superior de la máxima presión regulada.
- Presión de cierre : 10% por debajo de la presión de apertura
- Caudal máximo de venteos : 5% del caudal de operación.

Analizando las presiones de válvula de alivio en función al porcentaje de apertura máximo de la presión regulada.

Tabla N° 22. Parámetro de presión regulada proyectada de 20 000 Sm³/h

Ítem	Descripción	Valor actual
1	Presión regulada	4,0 bar
2	Caudal autorizado	20 000 Sm ³ /h

De lo expuesto tenemos que la válvula de alivio será regulada de la siguiente manera.

Tabla N° 23. Parámetro de presión regulada actual de 10 000 Sm³/h

Presión de apertura	4,6 bar
Presión de cierre	4,14 bar
Caudal de venteo	1 000 Sm ³ /h

Para hallar el orificio consideramos los siguientes parámetros y fórmulas.

Tabla N° 24. Parámetro de presión regulada actual de 10 000 Sm³/h

SIMBOLO	DESCRIPCION	VALOR	UNIDAD
V	Caudal a ventear	1000	Sm ³ /h
Ku	Factor de corrección debido al sistema de unidades	3,341	
C	Constante de gases	344	
Kd	Coefficiente de descarga	0,855	
P	Presión de venteo absoluta	6,073	bar
T	Temperatura K(273+T°C)	293	°K
Z	Coefficiente de descompresibilidad	0,997522	
G	Peso específico relativo de gases	0,655	

$$A = \frac{V}{K_u * C * P} * \sqrt{T * Z * G}$$

El área requerida es de 2,318 cm²

Tabla N° 25. Parámetro de selección de válvula según especificación técnica.

CODIGO	CONEXIONES Entr.*Salida	ORIFICIO (Desig)	Área Efectiva	
			cm ²	pulg ²
054.D	¾" x 1"	D	0,709	0,110
055.E	1" x 1 1/2"	E	1,264	0,196
057.F	1 1/2" x 2"	F	2,835	0,439
058.H	2" x 2 1/2 "	H	5,064	0,785
058.J	2" x 2 1/2 "	J	8,303	1,287

Para una presión de 4,6 bar tiene un caudal máximo de 1 250 Sm³/h, la válvula más próxima y comercial es.

- Orificio : F
- Válvula de alivio código : 057 F
- Diámetro (Entrada/Salida): 1'x1,1/2'
- Conexión : Brida RF ANSI 150#

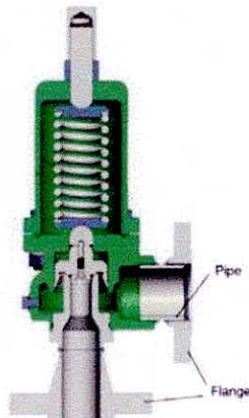


Figura 16. Válvula de alivio 057 F

Fuente. Crane S.A

4.1.6 CÁLCULO DE LA CAIDA DE PRESION

En función a los tramos en las que se ha dividido idealmente la estación, se evalúan los efectos de caída de presión sobre la velocidad del gas en su paso por los accesorios.

Tramo A-B:

$L_{real} = 1.619$ m, es la longitud que se mide de forma directa.

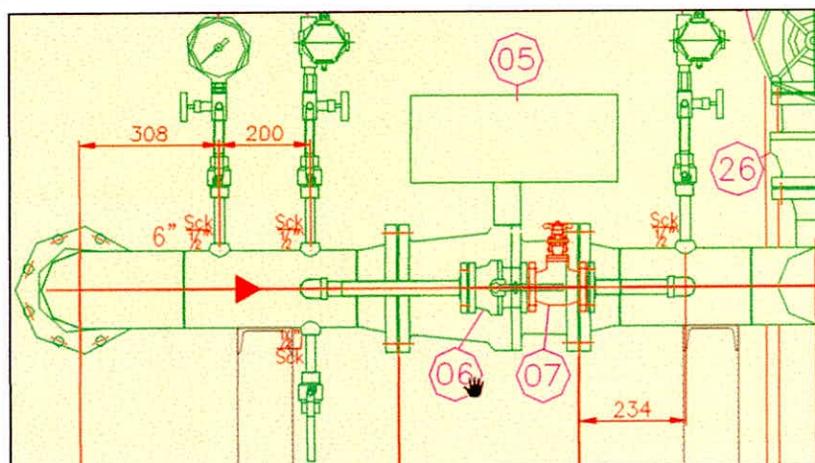


Figura 17. Tramo A-B, con los accesorios de tuberías

Tabla N° 26. Lista de accesorios contenidos en el tramo A-B

7	2	Válvula de globo	1"	150#	-
6	2	Válvula de bola c/palanca	1"	150#	-
5	1	Válvula de bola/ actuador	6"	150#	PBV
4	4	Manómetro Φ esf:100mm Cl.1 inox(Solid front) 0-60 bar, NPT	1/2"	-	-
3	4	Transmisor de presión 0-100 bar E exi NPT hembra con CLT para telemedida	1/2"		-
2	10	Manifold	1/2"	6000#	ABAC
1	17	Válvula de bola SW-SW	1/2"	150#	-
Pos.	Cant.	Descripción	DN	PN	Marca

○ **CÁLCULOS DE PARÁMETROS DE DISEÑO PARA UNA PRESIÓN REGULADA DE 19 bar Y PRESIÓN REGULADA DE 4 bar.**

Cálculo de caída de presión empleando la fórmula a través de la fórmula de Renouard, especificada por la NTP 111.010 -2003 (Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales).

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 * S * L * \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}}$$

Despejando se tiene.

- S: Densidad relativa del gas natural
- L: Longitud real medida en (m)
- Q: Caudal del gas en unidades estándar (Sm³/h)

Reemplazando se tiene.

$$P_2 = \sqrt{(P_1)^2 - 48,6 * S * L * \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}}}$$

Evaluando para los tramos siguientes:

TRAMO A-B:

L=1,619 m

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(19)^2 - 48,6 * 0,61 * 1,619 * \frac{(20\ 000)^{1,82}}{(154,06)^{4,82}}}$$

$$P_2 = 18,95 \text{ bar}$$

Cálculo de la velocidad en el tramo A-B; Aplicando la formula siguiente.

$$Q = 20\ 000 \text{ Sm}^3/\text{h}$$

$$D_n = 6 \text{ pulgadas (nominal)}$$

Para el cálculo se usará el diámetro interno, para una cedula de 40.

$$D = 154,06 \text{ mm}$$

V= Velocidad del gas en tuberías en m/s.

P= Presión del gas en kg/cm²

La presión equivalente es de 18,997 bar = 19,3749 kg/cm²

Reemplazando se tiene:

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 19,3749}$$

$$V = 15,43 \text{ m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o pérdidas de carga por accesorios en el tramo A-B. Se consideraron los siguientes accesorios, en función al tramo A-B (Figura)



Figura 18. Válvula esférica de 6 pulgadas, acero inoxidable

Fuente. Abantia Perú S.AC.

Tabla N° 27. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión	Longitud equivalente(L_e/D)
1	Válvula esférica	6 pulgadas	150
2	Válvula esférica	½ Pulgada	150
1	Válvula esférica	1 Pulgada	150

Empleando el catálogo de accesorios, para determinar la longitud equivalente de cada accesorio con el objetivo de encontrar la longitud calculada a partir del principio de pérdida de carga por fricción o rozamiento originado por los accesorios. Realizando los cálculos se tendrá.

$$1 \text{ Válvula de globo} \quad 1 \text{ Pulgada} \quad : \frac{L_e}{D} = 340 * 20,64 \text{ mm} = 7,0176 \text{ m}$$

$$1 \text{ Válvula de bola con actuador} \quad 6 \text{ Pulgada} \quad : \frac{L_e}{D} = 150 * 154,06 \text{ mm} = 22,339 \text{ m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 7,0176 \text{ m} + 22,109 \text{ m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 29,35 \text{ m}$$

Tabla N° 28. Cuadro resumen de parámetros de diseño considerando: Presión de diseño 19 bar y presión regulada 4 bar.

PRESION DE DISEÑO 19 bar Y PRESION REGULADA 4 bar											
TRAMO	Caudal (Sm ³ /h)	Longitud(m)		Presión (bar)		(P1-P2)bar	Diámetro Calculado(mm)	Diámetro seleccionado(mm)	Tubería Seleccionada (pulg)	Velocidad (m/s)	Unión
		real	calculado	P1	P2						
A-B	20000	1,619	29,35	19	18,95	0,04118	120,89	168,3	6"	15,43	Soldada
B-C	20000	1,842	51,14	18,95	18,88	0,0731	121,01	168,3	6"	15,48	Soldada
C-D	20000	6,074	59,99	18,88	18,79	0,0861	121,24	168,3	6"	15,55	Soldada
D-E	20000	2,31	25,42	18,79	18,76	0,0366	121,50	168,3	6"	15,58	Soldada
E-F	20000	1,45	43,04	18,76	18,70	0,621	121,61	168,3	6"	15,63	Soldada
F-G	20000	4,45	34,86	4	3,94	0,531	201,78	219,08	8"	24,44	Soldada
G-H	20000	2,556	43,11	3,94	3,88	0,0625	202,07	219,08	8"	24,60	Soldada

4.1.7 ANÁLISIS DE LA PRESIÓN REGULADA DE 10 bar Y PRESIÓN REGULADA DE 4 bar.

Cálculo de caída de presión empleando la fórmula a través de la fórmula de Renouard, especificada por la NTP 111.010 -2003 (Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales).

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 * S * L * \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}}$$

Despejando se tiene.

S: Densidad relativa del gas natural : (kg/ m³)

L: Longitud real medida en : (m)

Q: Caudal del gas en unidades estándar : (Sm³/h)

Reemplazando se tiene.

$$P_2 = \sqrt{(P_1)^2 - 48,6(S)(L) \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}}}$$

Evaluando para los tramos siguientes:

TRAMO A-B:

L=1,619 m

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(10)^2 - 48,6 * 0,61 * 1,619 * \frac{(20\ 000)^{1,82}}{(154,06)^{4,82}}}$$

$$P_2 = 9,92 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo A-B; Aplicando la formula siguiente.

$$Q= 20\ 000\ \text{Sm}^3/\text{h}$$

$$D_n= 6\ \text{pulgadas (nominal)}$$

Para el cálculo se usará el diámetro interno, para una cedula de 40, de tablas se tendrá.

$$D= 154,06\ \text{mm}$$

V= Velocidad del gas en tuberías en m/s.

P= Presión del gas en Kg/cm²

La presión equivalente es de 9,92 bar =10,108 Kg/cm² reemplazando se tiene.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 10,108}$$

$$V = 22,19\ \text{m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo A-B. Se consideraron los siguientes accesorios, en función al tramo A-B (Figura)



Figura 19. Válvula esférica de 6 pulgadas, acero inoxidable

Fuente. Abantia Perú S.AC.

Tabla N° 29. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión	Long. equivalente(L_e/D)
1	Válvula esférica	6 pulgadas	150
2	Válvula esférica	½ Pulgada	150
1	Válvula esférica	1 Pulgada	150

Empleando el catálogo de accesorios, para determinar la longitud equivalente de cada accesorio con el objetivo de encontrar la longitud calculada a partir del principio de pérdida de carga por fricción o rozamiento originado por los accesorios. Realizando los cálculos se tendrá.

$$1 \text{ Válvula de globo} \quad 1 \text{ ' : } \frac{L_e}{D} = 340 * 20,64 \text{ mm} = 7,0176 \text{ m}$$

$$1 \text{ Válvula de bola con actuador} \quad 6 \text{ ' : } \frac{L_e}{D} = 150 * 154,06 \text{ mm} = 22,339 \text{ m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 7,0176 \text{ m} + 22,339 \text{ m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 29,35 \text{ m}$$

Se procede a completar los cálculos para los tramos establecidos, los cuales se colocarán en anexos.

Tabla N° 30. Cuadro resumen de parámetros de diseño considerando: Presión de diseño 10 bar y presión regulada 4 bar.

PRESION DE DISEÑO 10 BAR Y PRESION REGULADA 4 BAR											
TRAMO	Caudal (Sm ³ /h)	Longitud(m)		Presión (bar)		(P1-P2)bar	Diámetro Calculado (m)	Diámetro seleccionado (mm)	Tubería Seleccionada (pulg)	Velocidad (m/s)	Unión
		real	calculado	P1	P2						
A-B	20000	1,619	29,35	10	9,92	0,076	120,89	168,3	6"	22,19	Soldada
B-C	20000	1,842	51,14	9,92	9,78	0,134	121,01	168,3	6"	22,54	Soldada
C-D	20000	6,074	59,99	9,78	9,63	0,159	121,24	168,3	6"	22,96	Soldada
D-E	20000	2,31	25,42	9,63	9,56	0,068	121,50	168,3	6"	23,15	Soldada
E-F	20000	1,45	43,04	9,56	9,44	0,11	121,61	168,3	6"	23,48	Soldada
F-G	20000	4,45	34,86	4	3,94	0,53	201,78	219,08	8"	24,44	Soldada
G-H	20000	2,556	3,94	3,94	3,88	0,062	202,07	219,08	8"	24,60	Soldada

4.1.8 Análisis de la presión y velocidad aguas arriba a 19 bar y presión regulada de 4 bar.

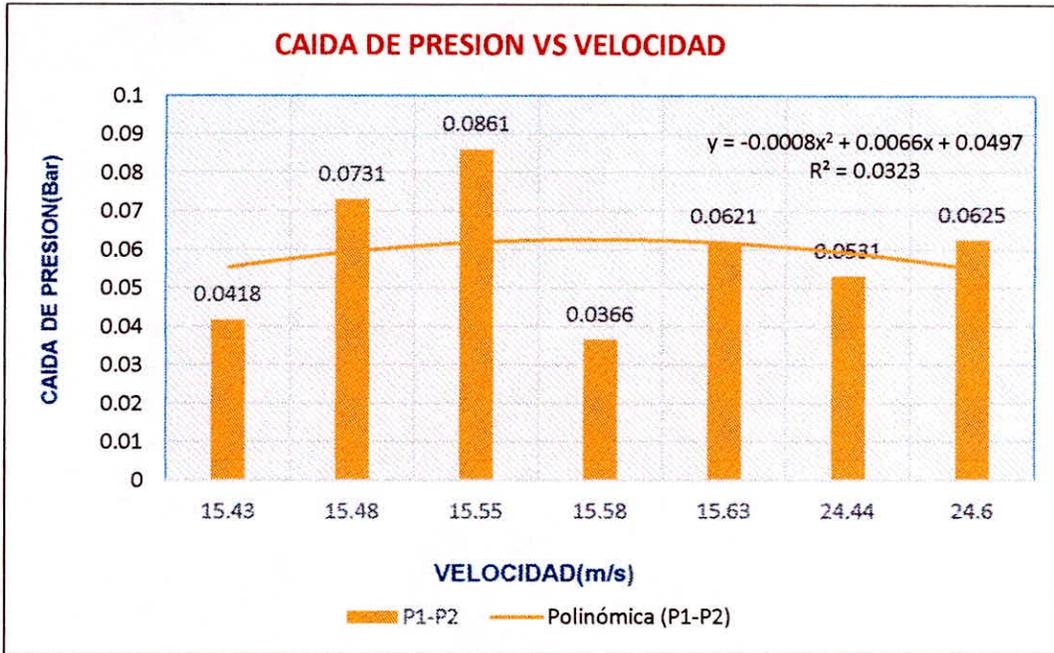


Figura 20. Influencia de la caída de presión en la velocidad del gas natural

4.1.9 Análisis de la presión y velocidad aguas arriba a 10 bar y presión regulada de 4 bar.

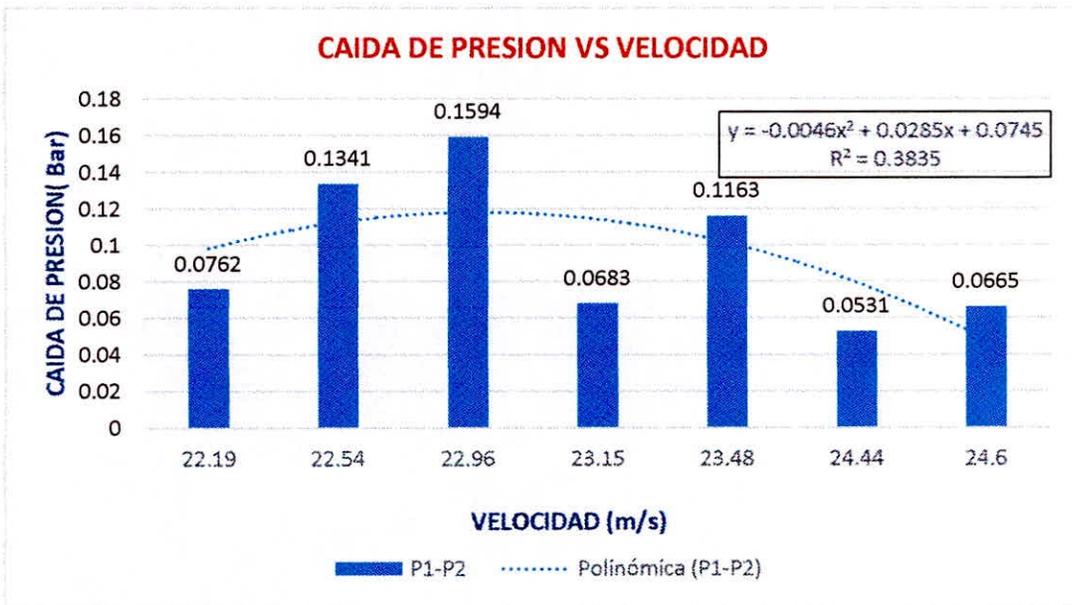


Figura 21. Influencia de la caída de presión en la velocidad del gas natural

4.1.10 SELECCIÓN DEL ELEMENTO FILTRANTE

Datos de diseño:

Tabla N° 31. Datos de diseño a base de presión y caudal.

DATOS DE DISEÑO				
$P_{\text{mínima}}$	10	bar	Velocidad máxima en el elemento (m/s)	
Q_{max}	20000	Sm^3/h	Factor de seguridad mínimo	0,3
$T_{\text{operacion}}$	21	$^{\circ}\text{C}$		125%

Tabla N° 32. Parámetros de diseño considerando accesorios.

PARAMETROS	SIMBOLO	VALOR	UNIDAD
Caudal	Q	10 000,00	Sm^3/h
Presión	P	10,00	bar
Temperatura de operación	T	21,00	$^{\circ}\text{C}$
Velocidad máxima en elemento filtrante	V_{EFmax}	0,30	m/s
Tipo de elemento filtrante	Tipo	G 2,5	---
Cantidad máximo según elemento filtrante	Cantidad	3,00	Unidad
Velocidad en elemento filtrante seleccionado	V	0,23	m/s
Caudal máximo según elemento filtrante seleccionado	Q_{max}	25 702,15	Sm^3/h
Área unitaria de elemento filtrante	A	725,000	mm^2
Área total de elemento filtrante	A	2 175,00	mm^2
Área mínima de elemento filtrante para cubrir el caudal solicitado	A_{min}	1 692,465	mm^2
Factor de seguridad obtenido	F	129%	---
Factor de compresibilidad	Z	0.97	---
Presión base	P_b	1 ,03325	bar
Temperatura base	T_b	15,00	$^{\circ}\text{C}$

Analizando la caída de presión gráficamente en el elemento filtrante para diversos casos aplicados.

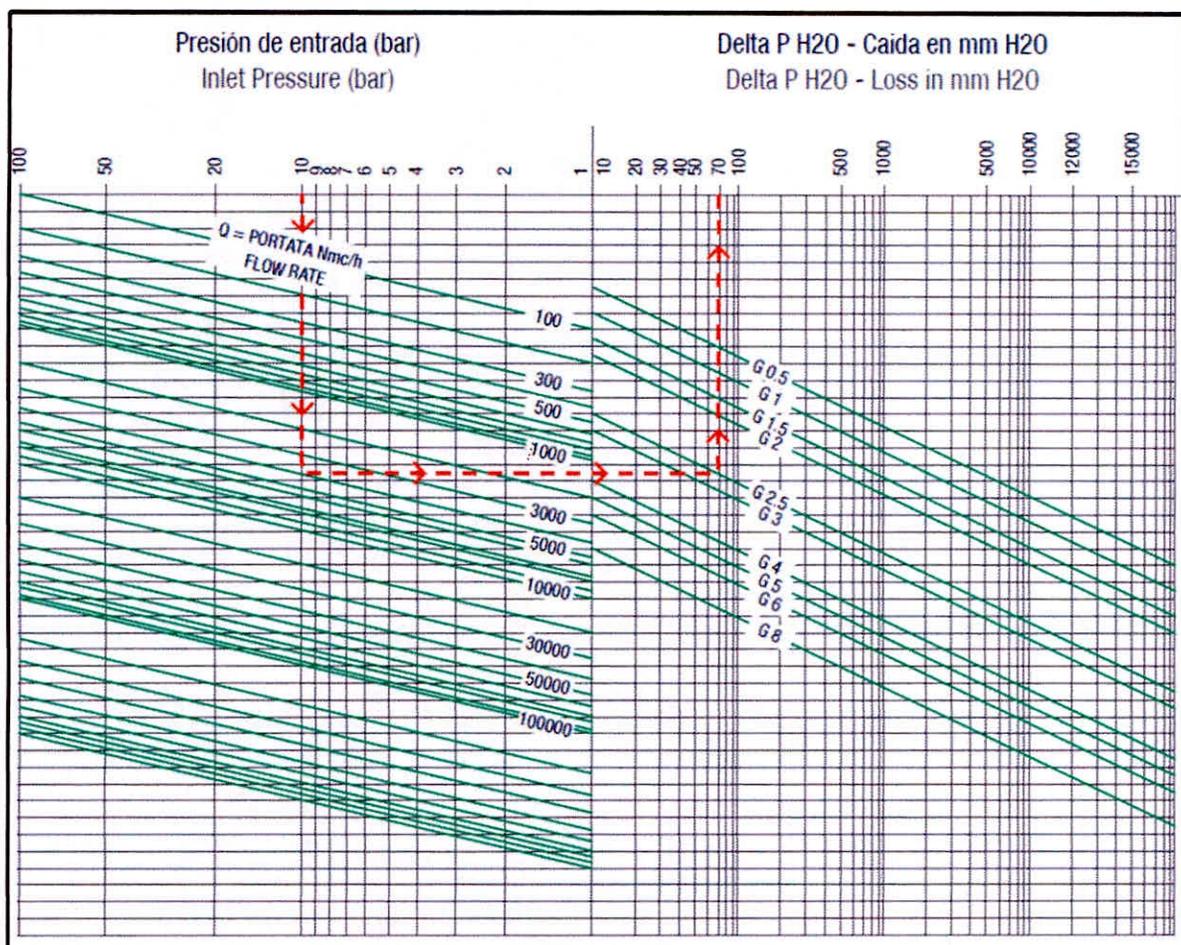


Figura 22. Influencia de la caída de presión en la velocidad del gas natural

Tomando la presión a $P = 10$ bar, se proyecta hasta la línea de caudal de $10,000.00 \text{ m}^3/\text{h}$, y se extiende a la derecha hasta localizar el modelo del elemento filtrante G2.5, luego se levanta una perpendicular y se lee aproximadamente $500 \text{ mmH}_2\text{O}$, que equivale aproximadamente a $0,049 \text{ bar}$

Tabla N° 33. Características de elemento filtrante.

CARACTERISTICAS DEL ELEMENTO FILTRANTE	
Marca	GORA
Modelo	G 2,5
Cantidad de cartuchos	3
Material	Filtro de poliéster
Grado de retención(micrómetros)	5
Diámetro exterior(mm)	200
Diámetro interior(mm)	110
Altura(mm)	283
Protección exterior	Malla metálica



Figura 23. Filtro de carcaza.
Fuente. Crane S.A

4.1.11 CÁLCULO DE CARCAZA DE FILTRO SEGÚN ASME VIII Div.I.

Para el cálculo de resistencia de filtros emplearemos las formulas establecidas en el código ASME sección VIII-Div.I.

Características del filtro.

- Posición : Horizontal
- Presión de diseño : 19 kg/cm^2
- Eficiencia de la junta : 1,00

Tabla N° 34. Características de elemento filtrante.

Tipo	Material	Tensión	D	Espesor	d	R	Ro
		Kg/cm ²	mm	mm	mm	mm	mm
Envolvente 10'	ASTM A-53 Gr.B	1,206	273,05	9,27	254,51	127,255	136,525
Cabeza 10'	ASTM A-234 WPB	1,206	273,05	9,27	254,51	127,255	136,525
Conexión 6'	ASTM A-53 Gr.B	1,206	163,8	7,11	154,08	77,04	84,15

o **Cálculo de la envolvente**

a) Tensión longitudinal, reemplazando se tiene:

$$t = \frac{P * R}{SE - 0,6 * P} = \frac{19 * 127,255}{1206 * 1 - 0,6 * 19}$$

$$t = 20,2 \text{ mm}$$

b) Tensión circunferencial, reemplazando se tiene:

$$t = \frac{P * R}{2 * SE + 0,4 * P} = \frac{19 * 127,255}{2 * 1206 * 1 + 0,4 * 19}$$

$$t = 0,999 \text{ mm}$$

c) Tensión en el cabezal

$$t = \frac{P * d}{2 * SE - 0,2 * P} = \frac{19 * 254,51}{2 * 1206 * 1 - 0,2 * 19}$$

$$t = 2,001 \text{ mm}$$

De los cálculos realizados tenemos:

Tabla N° 35. Características de espesor calculado y adoptado.

Descripción	Espesor calculado	Espesor adoptado
Espesor máximo en la carcasa	2,02 mm	9,27 mm
Espesor mínimo en la carcasa	2,001 mm	9,27mm

d) Cálculo de las conexiones

Mediante la siguiente ecuación se determina los espesores adecuados de las conexiones.

$$tr_n = \frac{PxR}{SE-0.6xP} = \frac{19x77.04}{1206x1-0.6x19} \quad (14)$$

$$tr_n = 1,23 \text{ mm}$$

e) Área de refuerzo requerido

Considerando el cálculo sin los refuerzos.

$$A = d * tr * F + 2 * t_n * tr * F(1 - fr_1) \quad (15)$$

f_{r1} : Conexión apoyada a la pared del cuerpo.

f_{r1} : S_n/S_v , conexión insertada en la pared del cuerpo.

f_{r1} : 1.0

F : 1

$$A = (d + 2 * t_n(1 - fr_1)) * tr * F \quad (16)$$

$$A = (154,08 + 2 * 7,11(1 - 1)) * 2,02 * 1)$$

$$A = 311,2 \text{ mm}^2$$

f) Calculo del espesor de la envolvente.

$$A_1 = d(E1t - Ftr) - 2tn(E1i - Ftr)(1 - fr1)$$

$$A_1 = (E1t - Ftr)[d - 2tn(1 - fr1)]$$

$$A_1 = (1 * 9,27 - 1 * 2,02)[154,08 - 2 * 7,11(1 - 1)]$$

$$A_1 = 1117,08 \text{ mm}^2$$

$$A_1 = 2(t - tn)(E1t - Ftr) - 2tn(E1t - Ftr)(1 - fr1) \quad (18)$$

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

$$A_1 = 2(1 * 9,27 - 1 * 2,02)(9,27 - 7,11 * (1 - 2 * 1))$$

$$A_1 = 237,51 \text{ mm}^2$$

De ambos A_1 , se adopta por lo tanto $A_1 = 1117 \text{ mm}^2$

g) Sobre espesor de la conexión.

$$A_2 = 5 * (tn - tnr) * fr2 * t \quad (19)$$

$$A_2 = 5 * (tn - tnr) * fr2 * tn$$

donde se tiene.

$$fr2 = \frac{S_n}{S_v} = 1 \quad (20)$$

$$A_2 = 5 * (7,11 - 1) - 1 * 9,27$$

$$A_2 = 283,2 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 5 * (7,11 - 1) * 1 * 7,11$$

$$A_2 = 217,21 \text{ mm}^2$$

De ambos A_2 , se utiliza el de menor valor, se adopta, por lo tanto, $A_2=217.21 \text{ mm}^2$

h) Sobre espesor de la conexión pasante.

$$A_3 = 2 * (t_n - c) * f_r * h \quad (21)$$

Donde:

C: sobre espesor de corrosión $c=0 \text{ mm}$

h: penetración de conexión $h=0 \text{ mm}$

$$A_3 = 2 * (7,11 - 0) * 1 * 0$$

$$A_3 = 0 \text{ mm}^2$$

i) Sobre espesor de la soldadura externa de conexión.

$$A_{41} = (\text{leg})^2 * f_r \quad (22)$$

Donde

Leg: Longitud equivalente de la soldadura. Leg= 6.4 mm

$$A_{41} = (6,4)^2 * 1$$

$$A_{41} = 40,32 \text{ mm}^2$$

j) Sobre espesor de la soldadura interna de conexión

$$A_{42} = (\text{leg})^2 * f_r$$

Leg: Longitud equivalente de la soldadura.

$$A_{42} = (0)^2 * 1$$

$$A_{42} = 0\text{mm}^2$$

k) Balance de áreas sin esfuerzos

Si $(A_1 + A_2 + A_{41} + A_{41}) \geq A$, La abertura esta adecuadamente reforzada. (23)

Si $(A_1 + A_2 + A_{41} + A_{41}) < A$, La abertura no está adecuadamente reforzada. (24)

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

$$(1117,08 + 217,21 + 40,32 + 0) \geq 311,2\text{mm}^2$$

$$1374,61\text{mm}^2 \geq 311,2\text{mm}^2$$

Por lo tanto, no se necesitará refuerzo.

l) Cálculo y selección de actuador

Para seleccionar el actuador realizaremos los siguientes pasos, se calcula el torque necesario para abrir una válvula de paso reducido, de marca NEWAY aun diferencial de 6 bares.

Tabla N° 36. Rango para selección de actuador.

NEWAY Floating Ball Valve Design Operating Torque					
Size (inch)	Design Operating Torque (N.M)				
	150LB	300LB	600LB	900LB	1500LB
1/2	6	9	16	20	32
3/4	7	12	20	35	45
1	15	20	42	70	115
1-1/2	40	60	90	140	171
2	60	70	130	200	296
2-1/2	80	90	150	320	440
3	90	120	200	431	590
4	130	230	370		
6	360	350			
8	980	2197			
10	2000	4500			
12	3500				

Fuente. Crane S.A

Torque necesario para abrir la válvula NEWAY de 6' serie 150 libras, es 560 N.m, con este dato realizaremos la selección del actuador:

$$TAN(N.m) = \text{Torque}(N.m) \times \text{Factor GN} \times \text{Factor Seguridad} \quad (25)$$

$$TAN(N.m) = 560 * 1,30 * 1,50$$

$$TAN(N.m) = 1092$$

$$TAN(lbf.in) = 9664,96$$

Se selecciona el actuador marca rotor de acuerdo a la válvula de 6" y el torque necesario para poder abrirla se selección de actuador seleccionado es un modelo RCIO280.

Model	Function	Position	Output Torque (lbf-in)*							
		0° = closed 90° = open	2.1 bar 30 psi	2.8 bar 40 psi	3.5 bar 50 psi	4.2 bar 60 psi	4.5 bar 65 psi	5.5 bar 80 psi	6 bar 87 psi	7 bar 100 psi
RCI210	Spring	0°	62	85	106	133	142	177	186	221
		60°	23	32	41	49	53	66	69	80
		90°	27	38	49	58	62	80	89	102
	Air	0°	46	64	80	97	106	133	143	168
		45°	25	34	43	53	57	71	80	89
		90°	40	55	71	89	89	115	127	152
RCI220	Spring	0°	124	177	221	266	292	363	381	443
		60°	47	64	80	97	106	133	137	159
		90°	59	80	106	124	133	168	177	204
	Air	0°	97	124	159	195	212	266	292	336
		45°	50	68	87	106	115	142	159	190
		90°	83	115	142	177	195	239	266	305
RCI230	Spring	0°	239	327	416	504	549	682	743	823
		60°	87	115	150	186	204	248	266	292
		90°	106	142	186	221	239	301	336	354
	Air	0°	186	257	327	389	425	531	549	664
		45°	97	133	168	204	221	274	292	363
		90°	150	204	257	319	345	425	456	584
RCI240	Spring	0°	496	682	867	1,044	1,151	1,416	1,593	1,682
		60°	177	239	310	372	407	504	575	602
		90°	221	301	381	460	496	620	708	726
	Air	0°	372	513	646	788	859	1,062	1,089	1,372
		45°	195	274	345	416	460	566	584	743
		90°	310	425	540	655	717	885	859	1,195
RCIO250	Spring	0°	743	1,018	1,283	1,549	1,726	2,124	2,345	2,699
		60°	266	372	469	566	620	770	850	991
		90°	327	443	566	690	752	929	1,062	1,151
	Air	0°	575	788	974	1,195	1,328	1,637	1,726	1,991
		45°	301	416	531	646	699	867	920	1,089
		90°	478	655	867	1,018	1,106	1,372	1,416	1,726
RCIO260	Spring	0°	1,549	2,124	2,655	3,275	3,540	4,425	4,779	5,487
		60°	558	761	974	1,195	1,283	1,593	1,726	1,947
		90°	682	929	1,195	1,416	1,549	1,947	2,168	2,478
	Air	0°	1,195	1,637	2,036	2,478	2,496	3,408	3,540	4,116
		45°	620	850	1,062	1,328	1,310	1,770	1,859	2,213
		90°	974	1,328	1,682	2,036	1,956	2,788	2,921	3,496
RCI265	Spring	0°	2,222	2,965	3,708	4,425	4,744	5,930	6,461	7,523
		60°	814	1,089	1,363	1,549	1,664	2,036	2,301	2,655
		90°	1,000	1,328	1,664	1,991	2,133	2,655	2,876	3,310
	Air	0°	1,664	2,213	2,770	3,319	3,558	4,425	4,647	5,487
		45°	894	1,195	1,496	1,770	1,894	2,301	2,567	2,965
		90°	1,398	1,859	2,328	2,788	2,992	3,540	3,930	4,647
RCIO270	Spring	0°	3,098	4,248	5,487	6,638	7,169	8,919	9,736	11,063
		60°	1,151	1,549	1,949	2,390	2,567	3,231	3,540	3,983
		90°	1,372	1,859	2,390	2,832	3,058	3,894	4,248	4,868
	Air	0°	2,390	3,275	4,160	5,045	5,487	6,815	7,346	8,851
		45°	1,283	1,726	2,213	2,655	2,921	3,629	3,896	4,779
		90°	2,036	2,744	3,452	4,248	4,602	5,709	6,019	7,169
RCIO280	Spring	0°	6,461	8,851	11,240	13,630	14,781	18,410	19,914	22,127
		60°	2,301	3,186	4,071	4,868	5,310	6,638	6,904	7,258
		90°	2,832	3,804	4,956	6,019	6,550	8,143	8,851	9,736
	Air	0°	4,956	6,815	8,674	10,444	11,417	14,161	15,046	17,702
		45°	2,567	3,540	4,514	5,487	5,930	7,390	7,966	9,736
		90°	4,071	5,576	7,125	8,674	9,382	11,683	12,214	15,046

PROCESO CONSTRUCTIVO

ESTACIÓN DE REGULACIÓN DE PRESIÓN Y MEDICIÓN PRIMARIA

4.2.1 PREPARACIÓN Y TRABAJOS DE SOLDADURA EN TUBERÍAS

El proceso consta de la preparación de las piezas de tuberías que conformaran la estructura de la estación, para ello se ha dispuesto de los parámetros de diseño especificando tubería de 6 pulgadas.



Figura 24. Piezas de Tubería



Figura 25. Soldadura y acabados

4.2.2 TRABAJO DE PINTURA Y ACABADO

El procedimiento consta en el acabado de los tubos adhiriéndose una película de pintura cuyo espesor corresponde a especificaciones técnicas normativas.



Figura 26. Proceso de pintado

4.2.3 ESTRUCTURAS DE SOPORTE PARA TUBERÍAS

Se colocan los soportes para las tuberías y se procede al montaje de las piezas para la unión y soldadura.



Figura 27. Acondicionado de soporte

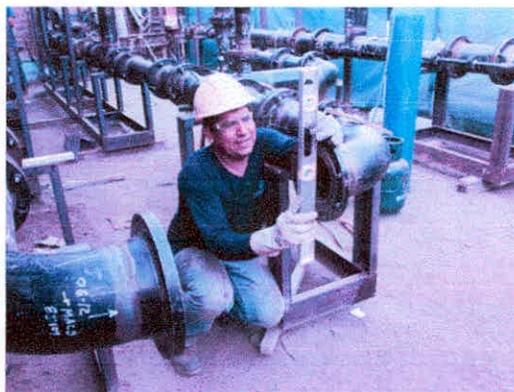


Figura 28. Nivelado y empalme de tuberías

4.2.4 PROCEDIMIENTO DE MONTAJE Y NIVELADO DE TUBERÍAS

Se procede a colocar y empalmar cada pieza de tubo de la estación, seguido del procedimiento de nivelación.

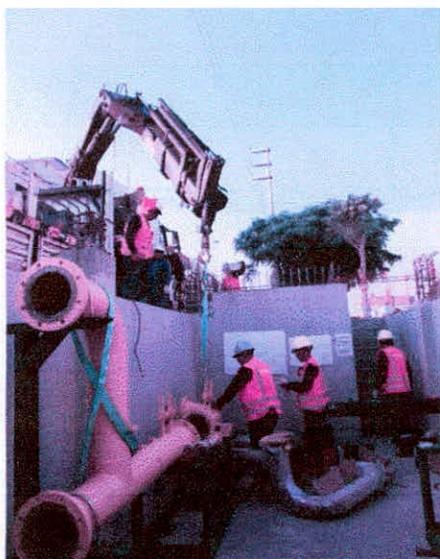
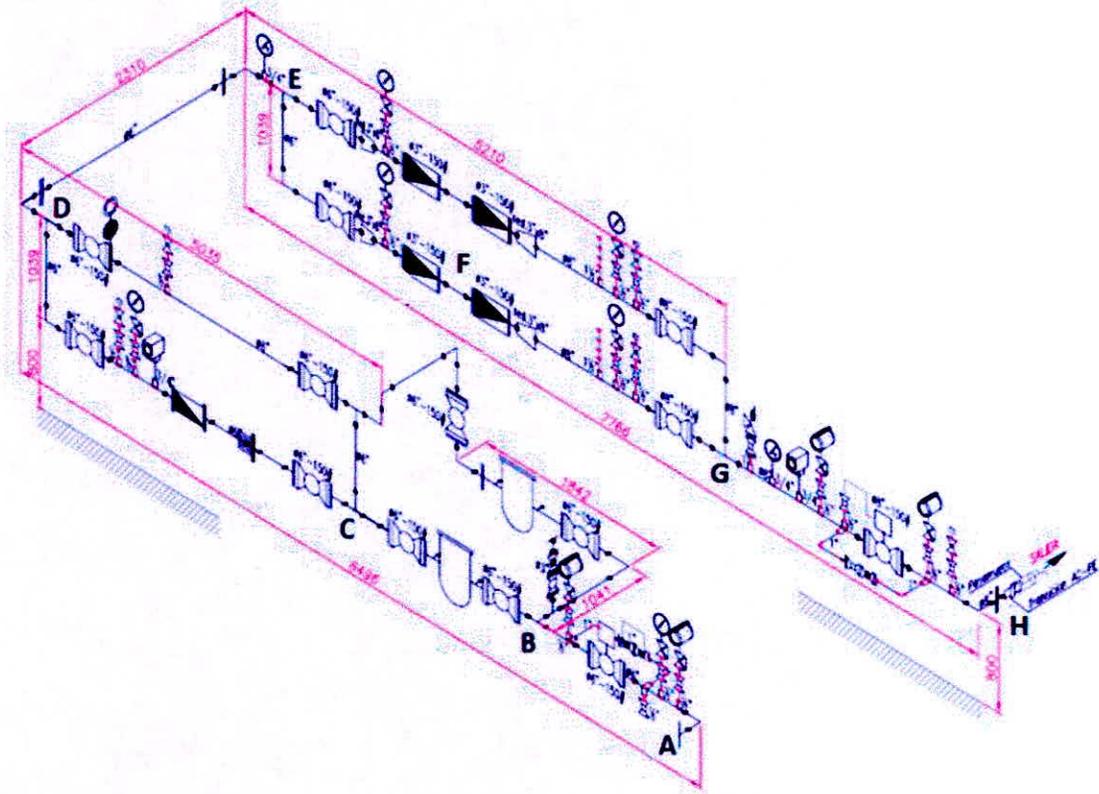


Figura 29. Montaje de tuberías ERMP



Figura 30. Ensamblado final de tuberías

ESQUEMA ISOMÉTRICO DE ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN
PRIMARIA DE GAS NATURAL PROYECTADO.



4.3 CERTIFICACIÓN DE PRUEBAS DE CALIDAD E INSPECCIÓN

	REPORTE DE INSPECCION POR RADIOGRAFIA	END- F- IRT- 02	
		FECHA	03/11/2014
		VERSION	04
		REPORTE N°108-15-CC 1 de 1	
CLIENTE : ABANTIA PERU S.A.C.		LUGAR : Jr. Alemania N° 2324 - Cercado De Lima	
PROYECTO : GASODUCTO URBANO DE ICA - ED ICA		FECHA : 13 De Enero Del 2015	
TRAMO : ERP -SPOOL 14			
DATOS DEL ELEMENTO INSPECCIONADO			
CODIGO : EDIC/00/08/6"70	MATERIAL : ASTM A 106 Gr "B"	SOLDADOR : APE - 001	
ESPESOR : SCH 40(7.11mm)	DIAMETRO : 6 5/8"	ELEMENTO : Brida - Reducción Concentrica	
PROCESO : GTAW	SOBRE Esp. : SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	INSPECCION : 100% <input checked="" type="checkbox"/> SPOT <input type="checkbox"/>	
DATOS DELENSAYO			
FUENTE : Ir 192	PANTALLAS : 0,005"y 0,010"	Dist. FUENTE PELICULA : 168 mm	
ACTIVIDAD : 49 Ci	INDICADOR (ICI) : ASTM 1 - B	TIEMPO DE EXPOSICION : 11Seg.	
T. PELICULA : KODAK - D7	DIMENSION F : 3.000 x 3.125 mm	DENSIDAD DE PELICULA : 2-4	
TECNICA DELENSAYO			
POSICION DE LA FUENTE: EXTERIOR: <input checked="" type="checkbox"/> INTERIOR: <input type="checkbox"/> CENTRADA: <input type="checkbox"/> DESCENTRADA: <input checked="" type="checkbox"/>			
TÉCNICAS: Simple pared / s. imagen : <input type="checkbox"/> Doble pared / s. Imagen: <input checked="" type="checkbox"/> Doble pared / d. Imagen: <input type="checkbox"/>			
METODO DE INSPECCION		CRITERIO DE ACEPTACION	
STANDARD API 1104 - 2013 TITULO 11.1		STANDARD API 1104 - 2013 - Titulo 9.3	
INSPECCION			
CODIGO	Tipo y Ubicación de Discontinuidades (cm.)	Aceptado	Rechazado
EDIC/00/08/6"70			
Placa 1	-----	√	-----
Placa 2	P	√	-----
Placa 3	P	√	-----
			
Total = 03 Radiografias			
DESCRIPCION DE DISCONTINUIDADES			
IP : Penetración Inadecuada sin "High low"	BT : Soldadura Quemada	HB : Porosidad Alargada	
IPD : Penetración Inadecuada por "High low"	ESI : Inclusiones de Escoria Alargada	C : Grietas	
ICP : Penetración Inadecuada Transversal	ISI : Inclusiones de Escoria Aislada	IU : Socavado Interno	
IF : Fusión Incompleta	P : Porosidad Aislada	EU : Socavado Externo	
IFD : Fusión Incompleta por Unión Fria.	CP : Porosidad Agrupada	AD : Acumulación de Discontinuidades	
IC : Concavidad Interna			
INSPECTOR: Ing. Carlos Cisneros T. NIVEL : II SNT TC 1A - RT FECHA : 13/01/2015 FIRMA :  <small>CARLOS A. CISNEROS TERRAZOS SNT-TC 1A LEVEL II RT-UT PT-VT END PERU S A C</small>		CLIENTE: ABANTIA PERU S.A.C. FECHA : 13/01/2015 FIRMA :	
		SUPERVISION: (Clientes) FECHA: FIRMA :	

INSPECCIONES RADIOGRÁFICAS PARA ACABADO DE SOLDADURA



REPORTE DE INSPECCION POR LIQUIDOS PENETRANTES - PT

END- F-IPT-01

FECHA : 30/10/2014

VERSION : 02

REPORTE N° 73-15-CC

1 de 1

CLIENTE : ABANTIA PERU S.A.C. LUGAR : Jr. Alemania N°2324 - Cercado de Lima
PROYECTO : GASODUCTO URBANO DE ICA - ED ICA FECHA : 22 De Enero 2015
TRAMO : ERP - SPOOL 19

DATOS DEL ELEMENTO INSPECCIONADO

CODIGO : EDIC/00/08/3/4"99 MATERIAL : ASTM A 106 Gr "B" / A105 SOLDADOR : APE-007
ESPESOR : 2.87mm(SCH 40) DIAMETRO : 3/4" ELEMENTO : Tubería - Thredolet
PROCESO : GTAW SOBRE Esp. : SI NO TIPO DE JUNTA : A TOPE FILETE

DATOS DEL ENSAYO

PRE EXAMINACION <i>Preparación de la Superficie</i>	ESCOBILLADO MANUAL/MECÁNICO
PRODUCTO <i>Marca del Producto</i>	CANTESCO-MADE IN USA
METODO DE INSPECCION <i>Seco / Húmedo</i>	AGENTE VISIBLE / REMOCIÓN POR SOLVENTE
POST EXAMINACION <i>Limpieza (Si Requiere)</i>	N/A
METODO DE INSPECCION: STANDARD API 1104 - Ed. 2013-Titulo 11.3-ASTM E165	CRITERIO DE ACEPTACION STANDARD API 1104 - Ed. 2013-Titulo 9.5

INSPECCION

CODIGO	Tipo y Ubicación de Discontinuidades (cm.)	Aceptado	Rechazado	Observaciones
EDIC/00/08/3/4"99	-----	√	-----	



ESQUEMA DE INSPECCION



DESCRIPCION DE DISCONTINUIDADES

P : Porosidad Aislada EU : Mordedura / Socavación IL : Indicación Lineal
CP : Porosidad Agrupada C : Grietas IF : Falta de Fusión

INSPECTOR : Juan C. Barrientos Nuflo
NIVEL : II SNT TC 1A - PT
FECHA : 22-01-2015
FIRMA :

JUAN C. BARRIENTOS NUFLO
SNT-TC 1A LEV. II (T) PT
END PERU S.A.C.

CLIENTE: ABANTIA PERU S.A.C.
FECHA : 22-01-2015
FIRMA :

SUPERVISION:
(Cliente)
FECHA :
FIRMA :

5.0 DISCUSIONES

- Observando el comportamiento para el diseño en el tramo EF a FG, se genera una caída de presión brusca de 14,76 bar produciéndose un cambio de diámetro desde 168,3 mm a 219mm para compensar el esfuerzo generado afectándose además a la velocidad del gas desde 15,63 m/s hasta 24.44 m/s esta situación puede representar un punto muy determinante para el diseño y la seguridad operativa ya que se da una caída de presión que va desde 0.61 bar a 0.531 bar.
- Se observa que en el tramo EF a FG existe una caída brusca de presión desde 9,56 a 4 bar, y la velocidad del gas se incrementa desde 23,48m/s a 24,44 m/s en este tramo de la estación, identificándose un incremento de presión desde 0,11 a 0.53 siendo indispensable evaluar también los parámetros de los accesorios que están presentes en la línea del tramo.
- Se observa que en el diseño a partir del tramo FG , el diámetro de dimensionado cambia de 6 pulgadas a 8 pulgadas , se relaciona este aumento de diámetro a la variación brusca de velocidad y cambios de presión , y que son necesario para compensar los esfuerzos mecánicos producidos a la vez que también se modifica ligeramente el régimen de flujo ya que el cambio de presión está relacionado a la variación de velocidad del gas.

6.0 CONCLUSIONES

- Se concluye que mediante el diseño de la estación de regulación y medición primaria de gas natural para cubrir la demanda de gas natural en el sector el Porvenir permitió establecer la relación directa entre el efecto de la caída de presión con la velocidad del gas en los elementos y componentes de la estación permitido resolverse mediante la selección correcta de accesorios , el estudio contempla también que la expansión de demanda hasta 20 000 S m³ /h permite operar a la estación en óptimas condiciones .
- El diseño de la estructura mecánica corresponde al tipo de tubería de acero inoxidable de 6 pulgadas de espesor 7.11 mm Sch 40 , sin costura, ASTM 106 Gr. B (25000 psi), así como accesorios tienen las siguientes características técnicas la válvula de alivio con presión de apertura al 15% superior de la máxima presión regulada con área requerida de 2,318 cm², cálculo de su envolvente con espesor adoptado de 9.27mm, selección del actuador y el valor de torque de 1092 N.m , modelo RCIO280.
- La realización de pruebas y montaje de la estructura se dio bajo el seguimiento de las normas y estándares supervisadas por el ente regulador Osinergmin y Calidda , encargada de las operaciones comerciales de gas en la localidad.
- La pérdida de energía debido a los cambios de presiones representa el 4.61% y 3.59% en pérdidas de energía por velocidades, estimando caídas de presión de 19 bar hasta 4 bar para el tramo F-G donde la velocidad se incrementa de 15.43 hasta 24.44 m/s, aunque el diseño normal debe compensar este incremento, los criterios de ingeniería para dimensionar y seleccionar pueden ser determinantes para la salida de operación de accesorios de control, regulación o medición. Es por ello que se hace énfasis para el tramo de evaluación a presión mínima de diseño de 10 bar con presión regulada de 4 bar que la presión cae desde 10 bar a 3.94 bar en el tramo final G-H, obteniéndose un incremento de velocidad desde 22.19 m/s hasta 24.60m/s, donde el gradiente o diferencial es menor y menos perjudicial para la estación de regulación y medición primaria.

7.0 RECOMENDACIONES

- Se recomienda precisar el cálculo rigurosamente del elemento filtrante ya que el subdimensionamiento ocasionaría una caída de presión brusca influenciando en el incremento de la velocidad del gas natural.

- Para el caso del sobredimensionado del elemento filtrante puede ocurrir que el gas natural no se filtre adecuadamente transportando partículas hacia los accesorios de control y medición de la estación produciendo obstrucción.

- Se recomienda realizar una inspección diaria al filtro para verificar su correcta operación, ya que los sensores pueden presentar ciertas deficiencias por efectos de cambios de régimen de flujo al aumentar o disminuir la velocidad en función a la presión de operación al interior de la estación.

- Se recomienda seguir las pautas de seguridad y realizar una inducciones y capacitación para evitar accidentes

8.0 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- o Béjar Barrueta, L. A. (2013). Diseño e implementación de una central detectora de gas natural y GLP.
- o Castillo Ponce, E. A., & Malca Reyes, S. A. (2015). Análisis y propuesta para el diseño de un sistema de supervisión y control para un centro operacional de distribución de gas natural en la Región Ica.
- o Cortijo Lázaro, M. (2011). Evaluación de la factibilidad técnica y económica de la instalación de un gasocentro virtual de gas natural vehicular en la ciudad de Huacho.
- o Faustor Alva, E. C. E., Morales, I., Martín, R., Morote Siccha, G. A., & Vásquez Díaz, E. L. (2016). Implementación de mejora en la distribución y venta de una empresa distribuidora de gas licuado de petróleo dirigida al uso doméstico y de negocio.
- o Melgar Gálvez, J. R. (2011). Diseño óptico del proceso de una planta de regulación, medición, acondicionamiento y gaseoducto de gas natural para una central térmica en la ciudad de Ica.
- o Muro, C., Alicia, B., Cortijo Centurion, Z. D. J., Nakamura Rivera, N. L., Allcca, N., & Luis, J. (2016). Desarrollo de un plan para la Dirección Del Proyecto: Ampliación de la Red de Gas de Cálidda–Tramo 1
- o Pezo Altamirano, R. M. (2010). Diseño del ramal de alimentación de 1460 sm³/h de gas natural para la compañía minera Luren.
- o Rincón, M. D., & Monroy, E. F. C. (2004). APLICACIÓN DE ESQUEMAS DE CONTROL AVANZADOS EN EL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN DEL GAS NATURAL. *Scientia Et Technica*, 1(24), 239-244.

- o Ruiz, R. O. L. (2014). Gestión de riesgos en el sistema de distribución de gas natural de Lima y Callao según lineamientos “Recommendations on transmission and distribution practice” y la gestión de los riesgos del proyecto del PMI (2008). *Industrial Data*, 17(1), 88-96.
- o ASME B40.100:1998 Pressure gauges and gauge attachments.
- o ASTM A 234:2002 Standard specification for piping fitting of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and high temperature services.

ANEXO

A.1- CÁLCULO DE PARAMETROS: PRESION DE DISEÑO 19 bar Y PRESION REGULADA 4 bar, PROYECTADA PARA 20 000 Sm³/h

TRAMO B-C:

L=1.842 m

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(18,997)^2 - 48,6 * 0.61 * 1,842 * \frac{(20\ 000)^{1.82}}{(154.06)^{4.82}}}$$

$$P_2 = 18.88 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo A-B, Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 19,3715}$$

$$V = 15,48 \text{ m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo B-C.



Figura 32. Válvula esférica de 6 pulgadas, acero inoxidable

Fuente. Fiorentinna S.A



Figura 33. Filtro de cartucho vertical de 6' pulgadas, acero inoxidable.

Fuente. Fiorentinna S.A

Tabla N°36. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión	Longitud equivalente(L _e /D)
2	Válvula esférica	6 pulgadas	150
1	Filtro de cartucho Vertical	½ Pulgada	

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 Filtro de cartucho vertical 6' : 4,922 m
- 2 Válvula 6'' : $\frac{L_e}{D} = 150 * 154,06 \text{ mm} = 2 * 23,109 \text{ m} = 46,218 \text{ m}$

$$L_{e,\text{total}} = 46,218 + 4,9\text{m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 51,14 \text{ m}$$

TRAMO C-D:

$$L = 6.074 \text{ m}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(18,994)^2 - 48,6 * 0,61 * 6,074 * \frac{(20\ 000)^{1,82}}{(154,06)^{4,82}}}$$

$$P_2 = 18,79 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo C-D:

Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 19,358}$$

$$V = 15,55\text{m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo C-D.



Figura 34. Válvula esférica de 6 pulgadas, acero inoxidable

Fuente. Fiorentinna S.A

Tabla N° 37. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L _e /D)
2	Válvula esférica	6	150
1	Trans. De temperatura 4-20 mA+HART,EExia IIAT3+vaina bridada NPT	1/2	
1			

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 medidor de flujo
- 1 calentador
- 1 Filtro de cartucho vertical 6' : 4,922 m

$$\circ \text{ 2 Válvula 6''} : \frac{L_e}{D} = 150 * 154,06 \text{ mm} = 2 * 23,109 \text{ m} = 46,218 \text{ m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 46,218 + 4,9\text{m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 59,99 \text{ m}$$

Calculo de la perdida de carga por acción de la válvula esférica

$$h_L = k_L * \frac{V^2}{2 * g}$$

Expresando las perdidas menores en función de la longitud equivalente

$$h_L = k_L * \frac{V^2}{2 * g} = f * \frac{L_c}{D} * \frac{V^2}{2 * g}$$

Reemplazando se tiene:

$$h_L = 0,015 * \frac{51,11\text{m}}{154,06\text{m}} * \frac{(15,55\text{m})^2}{2 * 9.8\text{m/s}^2}$$

$$h_L = 0,0613$$

TRAMO D-E:

$$L = 2,310 \text{ m}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(18,984)^2 - 48,6 * 0,61 * 2,310 * \frac{(20\ 000)^{1.82}}{(154,06)^{4.82}}}$$

$$P_2 = 18,76 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo D-E:

Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365.35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154.06)^2 * 19,351}$$

$$V = 15,58\text{m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo E-F

Cuadro N° 29. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L_e/D)
1	Bridas	6	8

Realizando los cálculos se tendrá.

○ 2 bridas de 2": $\frac{L_e}{D} = 2 * (8 * 154,06 \text{ mm}) = 25426\text{mm} = 25,42\text{m}$

$$L_{e,\text{total}} = 25,42\text{m}$$

TRAMO E-F:

$$L = 1.45 \text{ m}$$

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 * S * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(18,980)^2 - 48,6 * 0,61 * 1,45 * \frac{(20\ 000)^{1.82}}{(154,06)^{4.82}}}$$
$$P_2 = 18,76\text{bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo E-F:

Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 19,354}$$

$$V = 15,63\text{m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo E-F



Figura 35. Válvula esférica de 6 pulgadas, acero inoxidable

Fuente. Abantia Perú. S.A.C

Tabla N° 38. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L_e/D)
1	Válvula esférica	6	150
1	Codo 90°	6	50
1	Trans. De temperatura 4-20 mA+HART,EExia IIAT3+vaina bridada NPT		

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 medidor de flujo
- 1 calentador
- Válvula esférica 6'' : $\frac{L_e}{D} = ((150 + 50) * 154,06 \text{ mm}) = 43046 \text{ mm} = 43,04\text{m}$

$$L_{e,\text{total}} = 43,04\text{m}$$

TRAMO F-G:

$$L = 4.45 \text{ m}$$

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 * S * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(18,977)^2 - 48,6 * 0,61 * 4,45 * \frac{(20\,000)^{1.82}}{(193,88)^{4.82}}}$$

$$P_2 = 4 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo F-G:

Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(193,88)^2 * 4,07}$$

$$V = 24,44\text{m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo F-G

Tabla N° 39. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L _e /D)
1	Válvula esférica	6	150
1	Trans. De temperatura 4-20 mA+HART,EExia IIAT3+vaina bridada NPT		

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 medidor de flujo :Le:7m
- 1 calentador :Le:4m
- Válvula esférica 6'' : $\frac{L_e}{D} = (150) * 154,06 \text{ mm} = 2386 \text{ mm} = 23,86\text{m}$

Sumando se tiene:

$$L_{e,\text{total}} = 34,86\text{m}$$

TRAMO G-H:

$$L = 2,556 \text{ m}$$

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 * S * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(4)^2 - 48,6 * 0,61 * 4,45 * \frac{(20\ 000)^{1.82}}{(193,88)^{4.82}}}$$

$$P_2 = 3,94 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo E-F, Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(193,88)^2 * 4,017}$$

$$V = 24,60 \text{ m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o pérdidas de carga por accesorios en el tramo G-H

Tabla N° 40. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L _e /D)
1	Válvula esférica	6	150
1	Trans. De temperatura 4-20 mA+HART,EExia IIAT3+vaina bridada NPT		

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 medidor de flujo: Le: 4m
- 1 calentador: Le:4m
- 1 Manómetro : Le:5m
- Válvula esférica 6'' : $\frac{L_e}{D} = (150 * 193,88 \text{ mm}) = 29082\text{mm} = 29,082\text{m}$

Sumando se tiene:

$$L_{e,\text{total}} = 43,11\text{m}$$

A.2- CÁLCULO DE PARAMETROS: PRESION DE DISEÑO 100 bar Y PRESIÓN REGULADA 4 bar, PROYECTADA PARA 20 000 Sm³/h

TRAMO B-C:

$$L=1,842 \text{ m}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(10)^2 - 48,6 * 0,61 * 1,842 * \frac{(20\ 000)^{1.82}}{(154.06)^{4.82}}$$

$$P_2 = 9,92\text{bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo A-B:

Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 10,108}$$

$$V = 22,54 \text{ m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo B-C.



Figura 36. Válvula esférica de 6 pulgadas, acero inoxidable

Fuente. Fiorentinna S.A



Figura 37. Filtro de cartucho vertical de 6' pulgadas, acero inoxidable.

Fuente. Fiorentinna S.A

Tabla N° 41. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión	Longitud equivalente(L _e /D)
2	Válvula esférica	6 pulgadas	150
1	Filtro de cartucho Vertical	½ Pulgada	

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 Filtro de cartucho vertical 6' : 4.922 m
- 2 Válvula 6'' : $\frac{L_e}{D} = 150 * 154,06 \text{ mm} = 2 * 23,109 \text{ m} = 46,218 \text{ m}$

$$L_{e,\text{total}} = 46,218 + 4,9\text{m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 51,14 \text{ m}$$

TRAMO C-D:

$$L = 6.074 \text{ m}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(9,92)^2 - 48,6 * 0,61 * 6,074 * \frac{(20\ 000)^{1,82}}{(154,06)^{4,82}}}$$

$$P_2 = 9,78 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo C-D, Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 9,965}$$

$$V = 22,96\text{m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo C-D.



Figura 38. Válvula esférica de 6 pulgadas, acero inoxidable

Fuente. Fiorentinna S.A

Tabla N° 42. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L _e /D)
2	Válvula esférica	6	150
1	Trans. De temperatura 4-20 mA+HART, EExia IIAT3+vaina bridada NPT	1/2	
1			

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 medidor de flujo
- 1 calentador
- 1 Filtro de cartucho vertical 6" : 4,922 m

$$2 \text{ Válvula } 6'' : \frac{L_e}{D} = 150 * 154,06 \text{ mm} = 2 * 23,109 \text{ m} = 46,218 \text{ m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 46,218 + 4,9\text{m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 59,99 \text{ m}$$

Calculo de la perdida de carga por acción de la válvula esférica

$$h_L = k_L * \frac{V^2}{2 * g}$$

Expresando las perdidas menores en función de la longitud equivalente

$$h_L = k_L * \frac{V^2}{2 * g} = f * \frac{L_c}{D} * \frac{V^2}{2 * g}$$

Reemplazando se tiene:

$$h_L = 0,015 * \frac{51,11m}{154,06m} * \frac{(15,55m)^2}{2 * 9,8m/s^2}$$

$$h_L = 0,0613$$

TRAMO D-E:

$$L = 2.310 \text{ m}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(9,78)^2 - 48,6 * 0,61 * 2,310 * \frac{(20\,000)^{1,82}}{(154,06)^{4,82}}}$$

$$P_2 = 9.56 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo D-E, aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 9,741}$$

$$V = 23,15 \text{ m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo E-F

Cuadro N° 29. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L_e/D)
1	Bridas	6	8

Realizando los cálculos se tendrá.

$$2 \text{ bridas de } 2'' : \frac{L_e}{D} = 2 * (8 * 154,06 \text{ mm}) = 25426 \text{ mm} = 25,42 \text{ m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 25,42 \text{ m}$$

TRAMO E-F:

$$L = 1.45 \text{ m}$$

$$P_a^2 - P_b^2 = 48.6 * S * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(9,56)^2 - 48.6 * 0,61 * 1,45 * \frac{(20\ 000)^{1.82}}{(154,06)^{4.82}}}$$

$$P_2 = 9,44 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo E-F:

Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(154,06)^2 * 9,619}$$

$$V = 23,48 \text{ m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo E-F



Figura 39. Válvula esférica de 6 pulgadas, acero inoxidable

Fuente. Abantia Peru. S.A.C

Cuadro N° 43. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L _e /D)
1	Válvula esférica	6	150
1	Codo 90°	6	50
1	Trans. De temperatura 4-20 mA+HART, EExia IIAT3+vaina bridada NPT		

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 medidor de flujo
- 1 calentador

$$\text{Válvula esférica } 6'' : \frac{L_e}{D} = ((150 + 50) * 154,06 \text{ mm}) = 43046 \text{ mm} = 43,04\text{m}$$

$$L_{e,\text{total}} = 43,04\text{m}$$

TRAMO F-G:

$$L = 4,45 \text{ m}$$

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 * S * L * \frac{Q^{1,82}}{D^{4,82}}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(18,977)^2 - 48,6 * 0.61 * 4,45 * \frac{(20\ 000)^{1.82}}{(193,88)^{4.82}}}$$

$$P_2 = 4 \text{ bar}$$

Cálculo de la velocidad en el tramo E-F, Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(193,88)^2 * 4,07}$$

$$V = 24,44\text{m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo F-G

Tabla N° 44. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L _e /D)
1	Válvula esférica	6	150
1	Trans. De temperatura 4-20 mA+HART,EExia IIAT3+vaina bridada NPT		

Realizando los cálculos se tendrá.

○ 1 medidor de flujo :Le:7m

○ 1 calentador :Le:4m

Válvula esférica 6'' : $\frac{L_e}{D} = (150) * 154,06 \text{ mm} = 2386 \text{ mm} = 23,86\text{m}$

Sumando se tiene:

$$L_{e,\text{total}} = 34.86\text{m}$$

TRAMO G-H:

L= 2.556 m

$$P_a^2 - P_b^2 = 48,6 * S * L * \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Reemplazando se tiene:

$$P_2 = \sqrt{(4)^2 - 48,6 * 0,61 * 4,45 * \frac{(20\ 000)^{1,82}}{(193,88)^{4,82}}}$$

$$P_2 = 3,94 \text{ bar}$$

Calculo de la velocidad en el tramo E-F, Aplicando la formula siguiente.

$$V = \frac{365,35 * Q}{D^2 * P}$$

$$V = \frac{365,35(20000)}{(193,88)^2 * 4,076}$$

$$V = 24,60 \text{ m/s}$$

Determinación de la longitud equivalente o perdidas de carga por accesorios en el tramo G-H

Tabla N° 45. Lista de accesorios del tramo.

Cantidad	Tipo de accesorio	Dimensión Pulgadas	Longitud equivalente(L _e /D)
1	Válvula esférica	6	150
1	Trans. De temperatura 4-20 mA+HART, EExia IIAT3+vaina bridada NPT		

Realizando los cálculos se tendrá.

- 1 medidor de flujo: Le: 4m
- 1 calentador: Le: 4m
- 1 Manómetro : Le: 5m

$$\text{Válvula esférica } 6'' : \frac{L_e}{D} = (150 * 193,88 \text{ mm}) = 29082 \text{ mm} = 29,082 \text{ m}$$

Sumando se tiene:

$$L_{e,\text{total}} = 43,11 \text{ m}$$

A-3: CUADRO DE ESPECIFICACIONES DE DIAMETRO COMERCIAL DE TUBERIAS

DIAMETRO NOMINAL	DIAMETRO EXTERIOR	SCHEDULE 80				SCHEDULE 40			
		D.I	E.P	P.M.P	PESO	D.I	E.P	P.M.P	PESO
pulg	mm	mm	mm	P.S.I	Kg/m	mm	mm	P.S.I	Kg/m
14	355.60	317.60	19.00	7125.00	157.54	333.40	11.10	6880.17	94.31
12	323.85	288.89	17.48	7094.16	132.07	303.23	10.31	6836.99	79.71
10	273.05	242.87	15.09	7033.87	96.00	254.51	9.27	6760.7	60.24
8	219.08	193.88	12.70	6952.55	64.64	202.72	8.18	6682.02	42.49
6	160.2	140.34	10.97	6873.43	42.55	154.06	7.11	6675.22	26.26
5	141.30	122.24	9.53	6787.75	30.97	128.2	6.55	6606.02	21.77
4	114.30	97.10	8.56	6715.48	22.33	102.26	6.02	6431.62	16.08
3	88.90	73.66	7.62	6629.93	15.20	77.92	5.49	6344.38	11.29
2 1/2	73.03	59.01	7.01	6563.67	11.41	62.71	5.16	6202.47	8.64
2	60.33	49.25	5.54	6353.21	7.49	52.51	3.91	5972.71	5.44
1 1/2	48.26	38.10	5.08	6266.45	5.41	40.90	3.60	5897.44	4.05
1 1/4	42.16	32.46	4.85	6217.95	4.46	35.04	3.56	5855.26	3.39
1	33.40	24.30	4.55	6148.65	3.23	20.64	3.30	5787.67	2.50
3/4	20.07	10.85	3.91	5972.51	2.20	20.93	2.87	6582.02	1.08
1/2	21.34	13.88	3.73	5914.38	1.62	15.80	2.77	5510.61	1.26
3/8	17.15	10.75	3.20	5714.29	1.10	12.53	2.31	5234.14	0.85
1/4	13.72	7.60	3.02	5634.33	0.80	9.24	2.24	5106.10	0.63

A-4: CUADRO DE LONG. EQUIVALENTE TUBERÍAS DE ACERO COMERCIAL.

TIPO	LONGITUD EQUIVALENTE L / D
Válvula de globo----- Completamente abierta	340
Válvula de ángulo---- Completamente abierta	150
Válvula de compuerta ---Completamente abierta	8
---- 3/4 abierta	35
---- 1/2 abierta	160
---- 1/4 abierta	900
Válvula de verificación-----tipo giratorio	100
Válvula de verificación-----tipo de bola	150
Válvula de mariposa-----completamente abierta	45
Codo estándar de 90°	30
Codo de radio largo de 90°	20
Codo de calle de 90°	50
Codo estándar de 45°	16
Codo de calle de 45°	26
Codo de devolución cerrada	50
Te estándar-----con flujo a través de un tramo	20
Te estándar-----con flujo a través de una rama	60

AUTORIZACIÓN

Yo, Luis Enrique Alvarez Ortiz, identificado con DNI: 80332734 en calidad de gerente general de la empresa UNIGAS SAC, autorizo el uso de los planos de diseño mecánico y de detalles del proyecto de diseño e instalación de una Estación de Regulación y medición primaria ejecutada para el cliente, empresa Abantia Peru, la cual es contratada por la empresa contugas para ejecutar la obra en el Porvenir, Ica, para uso académico en la elaboración del proyecto de investigación con fines de titulación profesional de los bachilleres en ingeniería en Energía, Jesús Casana Sifuentes, identificado con DNI: 41809381, y José murillo Venancio, identificado con DNI: 45556317

Si otro en particular, dejo constancia de autorización para los fines mencionados que los interesados crean conveniente.

Lima, 11 de mayo de 2017



Luis E. Alvarez O.
GERENTE GENERAL
UNIVERSAL GAS S.A.C.

Gerente General
UNIGAS SAC.



1	OBJETIVOS			
1.1	Establecer las Especificaciones Técnicas necesarias que deben cumplir las bridas de acero al carbono que sean instaladas en los gasoductos, Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Estaciones de Regulación y Medición de las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.			
2	ALCANCE			
2.1	Todas las bridas de acero al carbono de 1" hasta 20" de diámetro a instalarse en los gasoductos, Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Estaciones de Regulación y Medición de las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.			
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO			
3.1	N/A			
4	DEFINICIONES			
4.1	N/A.			
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA			
5.1	ASME B16.5: Pipe Flanges and Flanged Fittings			
5.2	ASTM A105: Standard Specification for Carbon Steel Forgings for Piping Applications			
5.3	ISO 9001: Quality management systems -- Requirements			
5.4	ISO 9002: Quality systems -- Model for quality assurance in production, installation and servicing			
6	DISPOSICIONES ESPECIFICAS			
6.1	GENERAL	1	DIÁMETRO	De 1" hasta 20"
		2	SERVICIO	Gas Natural
		3	RAMAL	Principal o Secundario
		4	FUNCIÓN	Unión de elementos
		5	DISEÑO	ASME B16.5
		6	CERTIFICADO DE INSPECCIÓN	Del Fabricante donde se muestre el cumplimiento de los requerimientos mecánicos y características dimensionales de acuerdo a la ASME B16.5 y ASTM
		7	MATERIAL	ASTM A 105 o superior
		8	ESPESOR	Para bridas Welding Neck: El mismo espesor de la tubería donde se soldará
		9	TIPO	Slip on RF o Welding Neck RF
		10	SERIE	150 / 300
6.1	FABRICANTE	11	SISTEMA DE CALIDAD	ISO 9001 o ISO 9002
6.2	Notas: Se priorizará el uso de bridas Welding Neck			
7	DESARROLLO			
ITEM	DESCRIPCION			
7.1	N/A			

8	REGISTROS
8.1	N/A
9	ANEXO
9.1	Anexo 01: Información del cliente.
10	CONTROL DE CAMBIOS
10.1	No aplica para la primera versión.

ANEXO 01
Información del Cliente

		Proveedor	Marca	Cantidad	Código Calidda
	ITEM	DESCRIPCION	CUMPLE (SI -NO)	Sustento	Ofrece
GENERAL	0	CÓDIGO DE FABRICA			
	1	DIÁMETRO			
	2	SERVICIO			
	3	RAMAL			
	4	FUNCIÓN			
	5	DISEÑO			
	6	CERTIFICADO DE INSPECCIÓN			
	7	MATERIAL			
	8	ESPESOR			
	9	TIPO			
	10	SERIE			
FABRICANTE	11	SISTEMA DE CALIDAD			

Elaboración, Revisión y Aprobación de la Especificación Técnica:		
Elaboración	Revisión	Aprobación
Danny Wong	Eduardo Jara	Pedro Flores
Ingeniero de Proyectos	Coordinador de Proyectos	Sub-Gerente de Ingeniería
		

1	OBJETIVOS					
1.1	Establecer las Especificaciones Técnicas que deberán cumplir elementos filtrantes que sean instalados en Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.					
2	ALCANCE					
2.1	Todos los elementos filtrantes a instalarse en las tuberías de flujo principal en Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda. Quedan excluidos aquellos elementos filtrantes que sean necesarios y puntuales para pilotos de válvulas reguladoras.					
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO					
3.1	N/A.					
4	DEFINICIONES					
4.1	N/A.					
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA					
5.1	ASTM B556: Standard Guide for Measurement of Thin Chromium Coatings by Spot Test.					
5.2	ASTM B578: Standard Test Method for Microhardness of Electroplated Coatings.					
5.3	ISO 9001: Quality management systems – Requirements.					
5.4	ISO 9002: Quality systems -- Model for quality assurance in production, installation and servicing.					
6	DISPOSICIÓN ESPECÍFICA					
6.1	GENERAL	1	TIPO DE ELEMENTO FILTRANTE	Molecular para partículas sólidas (FM) con orificio en ambos extremos tipo tubular.		
		2	SERVICIO	Gas natural.		
		3	MATERIAL FILTRANTE	Papel plisado 100% poliéster resistente al gas, agua e hidrocarburos pesados.		
		4	RAMAL	Principal ó secundario.		
		5	FUNCIÓN	Retención de partículas sólidas desde afuera hacia adentro.		
		6	MATERIAL DE ESTRUCTURA INTERIOR	MATERIAL DE ESTRUCTURA EXTERIOR	Chapa perforada con soldadura en todos los puntos de contacto entre sí, de por lo menos 1,2 mm de espesor con tratamiento anticorrosivo según ASTM B-556 Y ASTM B-578.	Malla metálica de diámetro adecuado ó chapa perforada con soldadura en todos los puntos de contacto entre sí, de por lo menos 1,2 mm de espesor con tratamiento anticorrosivo según ASTM B-556 Y ASTM B-578.
			7	TIPO Y MATERIAL DE TAPAS	Tapas tipo arandelas planas de chapa de por lo menos 1,2 mm de espesor con tratamiento anticorrosivo según ASTM B-556 Y ASTM B-578.	
		8	MATERIAL Y DIMENSIÓN DE JUNTAS	Junta plana de Buna N ó Nitrilo con cobertura en toda la superficie de ambas tapas, con un espesor mínimo de 3mm.		
		9	SELLOS	El material sellante entre el medio filtrante y las tapas y entre las juntas y las tapas debe ser adecuado para el tipo de material a sellar y para las condiciones operativas en que se encuentre el filtro y con una cobertura total de las superficies adheridas.		

ENSAYOS Y CERTIFIC.	10	DIMENSIONES		Ver Tabla 1.	
	11	REPORTE DE COLAPSO		Reporte estándar del fabricante con los resultados obtenidos por cada tipo de elemento filtrante.	
	12	REPORTE DE EFICIENCIA		Reporte estándar del fabricante, debiendo contener como mínimo la curva de eficiencia del elemento por cada tipo ó modelo de elemento filtrante. Material utilizado para la prueba: óxido de hierro.	
	13	SISTEMA DE CALIDAD		Certificación del fabricante ISO 9001 y/o ISO 9002.	
SERVICIO	14	FLUIDO	GRAVEDAD ESPECÍFICA	Gas natural.	0.61.
	15	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN		40 °c.	
	16	PRESIÓN DIFERENCIAL DE REEMPLAZO		1 barg.	
	17	PRESIÓN DIFERENCIAL DE COLAPSO		Mayor/igual a 3 barg.	
	18	PRESIÓN DIFERENCIAL MÁXIMA CON FILTRO LIMPIO		140 mbarg a caudal máximo.	
	19	CANTIDAD DE SÓLIDOS A RETENER		Mínimo: 5 gr/m3 de gas.	
20	SÓLIDOS/EFICIENCIA		Menores a 5 micrones/ 100 % para sólidos iguales ó mayores a 5 micrones.		

6.2 Tabla 1 (1): Dimensiones de elementos filtrantes.

TIPO	ALTURA [mm]	DIÁMETRO INTERIOR [mm]	DIÁMETRO INTERIOR [mm]
0	FALTA	FALTA	FALTA
0.5	FALTA	FALTA	FALTA
1	94	49	167
1.5	123	69	212
2	168	86	260
2.5	215	110	283

Nota (1): en caso de que la aplicación así lo amerite se podrán sumar las capacidades de dos tipos de elementos filtrantes y colocarlos uno encima del otro para cubrir las necesidades de la manera más eficiente. Las dimensiones contemplan todos los componentes del elemento y pueden tener una variación para todas las dimensiones de +/- 5mm.

7	DESARROLLO
ITEM	DESCRIPCIÓN
7.1	N.A
8	REGISTROS
8.1	N.A
9	ANEXO
9.1	Anexo 01: Información del cliente.
10	CONTROL DE CAMBIOS
10.1	No aplica para la primera versión.

ANEXO 01
Información del Cliente

SISTEMAS DE GESTIÓN

		Proveedor	Marca	Cantidad	Código Cálidda
ITEM	DESCRIPCION	CUMPLE (SI -NO)	Sustento	Ofrece	
GENERAL	0	CÓDIGO DE FABRICA			
	1	TIPO DE ELEMENTO FILTRANTE			
	2	SERVICIO			
	3	MATERIAL FILTRANTE			
	4	RAMAL			
	5	FUNCIÓN			
	6	MATERIAL DE ESTRUCTURA INTERIOR			
	7	MATERIAL DE ESTRUCTURA EXTERIOR			
	8	TIPO Y MATERIAL DE TAPAS			
	9	MATERIAL Y DIMENSIÓN DE JUNTAS			
	10	SELLOS			
	11	DIMENSIONES			
ENSAYOS Y CERTIFIC.	12	REPORTE DE COLAPSO			
	13	REPORTE DE EFICIENCIA			
	14	SISTEMA DE CALIDAD			
SERVICIO	15	FLUIDO			
	16	GRAVEDAD ESPECÍFICA			
	17	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN			
	18	PRESIÓN DIFERENCIAL DE REEMPLAZO			
	19	PRESIÓN DIFERENCIAL DE COLAPSO			
	20	PRESIÓN DIFERENCIAL MÁXIMA CON FILTRO LIMPIO			
	21	CANTIDAD DE SÓLIDOS A RETENER			
	22	SÓLIDOS/EFICIENCIA			

Elaboración, Revisión y Aprobación de la Especificación Técnica:		
Elaboración	Revisión	Aprobación
Danny Wong	Eduardo Jara	Pedro Flores
Ingeniero de Proyectos	Coordinador de Proyectos	Sub-Gerente de Ingeniería
		

1	OBJETIVOS			
1.1	Establecer las Especificaciones Técnicas que deberán cumplir los indicadores de presión que sean instalados en Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.			
2	ALCANCE			
2.1	Todos los indicadores de presión a instalarse en Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.			
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO			
3.1	N/A.			
4	DEFINICIONES			
4.1	N/A.			
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA			
5.1	IP: Índice de Protección contra polvo y agua			
5.2	ISO 9001: Quality management systems -- Requirements			
5.3	ISO 9002: Quality systems -- Model for quality assurance in production, installation and servicing			
6	DISPOSICIONES ESPECIFICAS			
6.1	GENERAL	1	TIPO DE ELEMENTO SENSOR	Tubo Bourdon, soldado.
		2	SERVICIO	Gas natural.
		3	MATERIAL ELEMENTO SENSOR	Acero inoxidable 316.
		4	FUNCIÓN	Indicador de presión de proceso, presión de entrada y salida de la ERM.
		5	MATERIAL DE LA AGUJA DE INDICACIÓN	Acero inoxidable.
		6	MATERIAL DE LA CARCASA	Acero inoxidable.
		7	MATERIAL DEL VISOR	Vidrio plano ó policarbonato irrompible plano.
		8	MATERIAL DEL CUADRANTE	Aleación de aluminio.
		9	RELLENO DE AMORTIGUACIÓN	Glicerina.
		10	DIMENSIÓN DEL DIAL	100 mm.
		11	PROFUNDIDAD CARCASA	Mínimo 25mm, máximo 30 mm.
		12	DIÁMETRO CARCASA	Máximo 110 mm.
		13	COLOR DEL DIAL	Blanco con la escala y numeración en negro.
		14	GRADO DE PROTECCIÓN	IP 65
		15	CONEXIÓN A PROCESO	½" NPT, inferior.
		16	RANGO (1)	0-100 mbarg; para presiones menores a 1 barg.

				<p>0-300 mbarg: para presiones menores a 1 barg.</p> <p>0-500 mbarg: para presiones menores a 1 barg.</p> <p>0-1 barg: para presiones menores a 1 barg.</p> <p>0-4 barg: para presiones operativas de 1 a 2 barg.</p> <p>0-6 barg: para presiones operativas de 2 a 4 barg.</p> <p>0-10 barg: para presiones operativas de 4 a 6 barg.</p> <p>0-15 barg: para presiones operativas de 6 a 10 barg.</p> <p>0-25 barg: para presiones operativas de 10 a 19 barg.</p> <p>0-60 barg: para presiones operativas de 20 a 50 barg.</p>
		17	EXACTITUD	+/- 1,6% del fondo de escala.
	CERTIF.	18	FABRICACIÓN/CONSTRUCCIÓN	Certificación estándar del fabricante por cada manómetro.
		19	SISTEMA DE CALIDAD	Certificación del fabricante ISO 9001 y/o ISO 9002.
		20	CALIBRACIÓN	Certificación estándar del fabricante por cada manómetro.
	SERVICIO	21	FLUIDO	Gas natural.
		22	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN	40 °c.
		23	GRAVEDAD ESPECÍFICA	0.61.
		24	SÓLIDOS	Menores a 5 micrones.
6.2	Notas: (1) En caso que la presión que debe indicar el manómetro sea menor a 1 barg se debe seleccionar una de las escalas mencionadas de acuerdo al valor de presión a medir.			
7	DESARROLLO			
ITEM	DESCRIPCIÓN			
7.1	N/A.			
8	REGISTROS			
8.1	N/A.			
9	ANEXO			
9.1	Anexo 01: Información del cliente.			
10	CONTROL DE CAMBIOS			
10.1	No aplica para la primera versión.			

ANEXO 01
Información del Cliente

SISTEMAS DE GESTIÓN

		Proveedor	Marca	Cantidad	Código Cálida
ITEM	DESCRIPCION	CUMPLE (SI -NO)	Sustento	Ofrece	
GENERAL	0	CÓDIGO DE FABRICA			
	1	TIPO DE ELEMENTO SENSOR			
	2	SERVICIO			
	3	MATERIAL ELEMENTO SENSOR			
	4	FUNCIÓN			
	5	MATERIAL DE LA AGUJA DE INDICACIÓN			
	6	MATERIAL DE LA CARCASA			
	7	MATERIAL DEL VISOR			
	8	MATERIAL DEL CUADRANTE			
	9	RELLENO DE AMORTIGUACIÓN			
	10	DIMENSIÓN DEL DIAL			
	11	PROFUNDIDAD CARCASA			
	12	DIÁMETRO CARCASA			
	13	COLOR DEL DIAL			
	14	GRADO DE PROTECCIÓN			
	15	CONEXIÓN A PROCESO			
	16	RANGO			
17	EXACTITUD				
CERTIF.	18	FABRICACIÓN/CONSTRUCCIÓN			
	19	SISTEMA DE CALIDAD			
	20	CALIBRACIÓN			
SERVICIO	21	FLUIDO			
	22	TEMPERATURA MÁXIMA DE OPERACIÓN			
	23	GRAVEDAD ESPECÍFICA			
	24	SÓLIDOS			

Elaboración, Revisión y Aprobación de la Especificación Técnica:

Elaboración	Revisión	Aprobación
Danny Wong	Eduardo Jara	Pedro Flores
Ingeniero de Proyectos	Coordinador de Proyectos	Sub-Gerente de Ingeniería
		

 Cálidda <small>Gas Natural del Tercer</small>	Especificación Técnica Filtros	Fecha de Vigencia:
		07 DIC. 2012
Versión: 01	Código: S-DIO-045	

1	OBJETIVOS			
1.1	Establecer las Especificaciones Técnicas que deberán cumplir los filtros de acero al carbono que sean instalados en Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Estaciones de Regulación y Medición de las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.			
2	ALCANCE			
2.1	Todos los filtros de acero al carbono de 1" hasta 6" de diámetro a instalarse en Estaciones de Regulación de Presión, en Estaciones de Regulación y Medición y en las Estaciones de Regulación y Medición de las Acometidas del Sistema de Distribución, cuya operación es responsabilidad de Cálidda.			
3	EQUIPO MULTIDISCIPLINARIO			
3.1	N/A.			
4	DEFINICIONES			
4.1	N/A.			
5	DOCUMENTOS DE REFERENCIA			
5.1	ASME A53: Standard Specification for Pipe, Steel, Black and Hot-Dipped, Zinc-Coated, Welded and Seamless			
5.2	ASME A106: Standard Specification for Seamless Carbon Steel Pipe for High-Temperature Service			
5.3	ASME VIII: Boiler and Pressure Vessel Code -Rules for Construction of Pressure Vessels Division 1			
5.4	ASME IX: Boiler and Pressure Vessel Code - Rules for Inservice Inspection of Nuclear Power Plant Components			
5.5	ASTM A 194: Standard Specification for Carbon and Alloy Steel Nuts for Bolts for High Pressure or High Temperature Service, or Both			
5.6	API 6D: Specification for Pipeline Valves			
5.7	Especificación Técnica Elementos Filtrantes (S-DIO-043).			
6	DISPOSICIONES ESPECIFICAS			
6.1	GENERAL	1	DIÁMETRO	De 1" hasta 6"
		2	SERVICIO	Gas Natural
		3	RAMAL	Principal o Secundario
		4	FUNCIÓN	Filtrado de Gas Natural
		5	DISEÑO	ASME VIII Div. 1
		6	CERTIFICADOS	Del fabricante de pruebas de resistencia y hermeticidad y resultados de ensayos no destructivos.
		7	MATERIAL	ASTM A53 / 106 Grado B o superior
		8	CONEXIONES	Bridadas RF
		9	PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	ASME IX
		10	PINTURA	Epoxi. Espesor con acabado: 200 micrones.
		11	TIPO DE TAPA	Bridada con manija.

		12	PLACA DE IDENTIFICACION	De aluminio de 1 mm de espesor con los siguientes datos: - Envoltente: Diámetro, espesor, material - Cabezal: Diámetro, espesor, material - Presión de Diseño - Presión de Prueba - Caudal - Elemento Filtrante: Tipo, Cantidad, Tamaño de partículas que retiene - Dirección de Flujo
		13	REQUERIMIENTOS PARA FIJACIÓN DE ELEMENTOS FILTRANTES	- Varilla de acero al carbono SAE 1010 de 3/8", con rosca en extremo superior para fijación de elementos filtrantes - Tuerca mariposa de 3/8" de bronce - Arandela plana de 3/8" - ASTM A 194-2H - Placa guía para elementos filtrantes de Acero al carbono SAE 1010 - Tapa soporte de elementos filtrantes de Acero al carbono SAE 1010 de 4 mm de espesor.
		14	OTROS	- Válvula esférica roscada según API 6D de 1/2" para purga, con tapón roscado - Cuplas con válvulas esféricas roscadas de 1/4" al ingreso y salida para toma de presión diferencial.
7	DESARROLLO			
ITEM	DESCRIPCIÓN			
7.1	N/A.			
8	REGISTROS			
8.1	N/A.			
9	ANEXO			
9.1	Anexo 01 : Información del cliente.			
10	CONTROL DE CAMBIOS			
10.1	No aplica para la primera versión.			

ANEXO 01
Información del Cliente

		Proveedor	Marca	Cantidad	Código Cálidda
ITEM	DESCRIPCION	CUMPLE (SI -NO)		Sustento	Ofrece
GENERAL	0	CÓDIGO DE FABRICA			
	1	DIÁMETRO			
	2	SERVICIO			
	3	RAMAL			
	4	FUNCIÓN			
	5	DISEÑO			
	6	CERTIFICADOS			
	7	MATERIAL			
	8	CONEXIONES			
	9	PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA			
	10	PINTURA			
	11	TIPO DE TAPA			
	12	PLACA DE IDENTIFICACION			
	13	REQUERIMIENTOS PARA FIJACIÓN DE ELEMENTOS FILTRANTES			
14	OTROS				

Elaboración, Revisión y Aprobación de la Especificación Técnica:

Elaboración	Revisión	Aprobación
Danny Wong	Eduardo Jara	Pedro Flores
Ingeniero de Proyectos	Coordinador de Proyectos	Sub-Gerente de Ingeniería
		