

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTA MARÍA

**FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍAS FÍSICAS Y
FORMALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA MECÁNICA,
MECÁNICA ELÉCTRICA Y MECATRÓNICA**



**“DISEÑO DE LAS INSTALACIONES Y REDES INTERNAS DE
GAS NATURAL EN UNA PLANTA INDUSTRIAL DE
COCHINILLA EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”**

Tesis presentada por el Bachiller:

CHÁVEZ ORDOÑEZ, REMY ANTHONY

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

AREQUIPA - PERÚ

2017

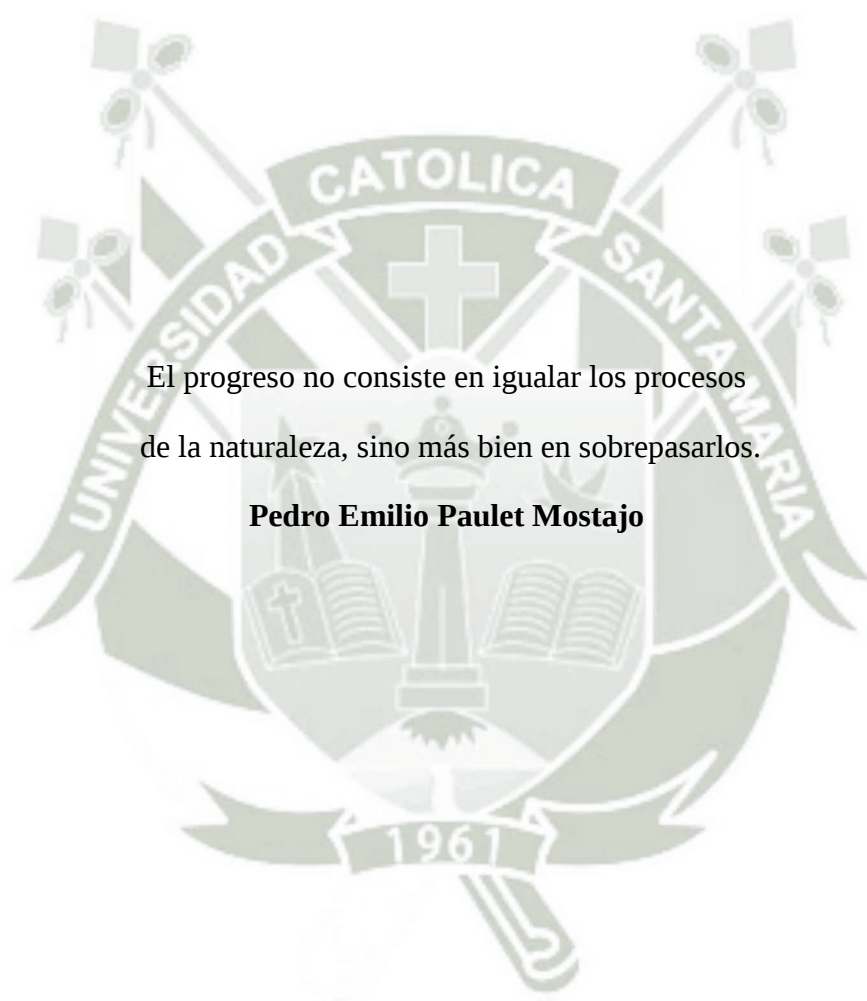


Dedicado a mis padres, que me enseñan
diariamente a vivir con alegría, me alientan, me
aman y son los mejores amigos que tengo



Agradezco a Dios por protegerme durante todo mi camino y darme la fortaleza para superar todas las dificultades que encontré a lo largo de mi vida

Al Ing. Carlos Gordillo y al Ing. Camilo Fernández, por su valiosa guía en la elaboración de la presente tesis



El progreso no consiste en igualar los procesos
de la naturaleza, sino más bien en sobrepasarlos.

Pedro Emilio Paulet Mostajo

RESUMEN

El presente trabajo de tesis se enfoca en el diseño de las instalaciones y redes internas de gas natural en una planta industrial de cochinilla al sur del Perú, en la ciudad de Arequipa, ubicada a 2328 msnm la cual necesita un suministro de 373,29 m³/h de gas natural para realizar sus operaciones. El diseño cumple con normas técnicas peruanas e internacionales, que se utilizan para instalaciones de gas natural en el sector industrial, por medio de un lay-out se tiene la distribución de los equipos en planta, y sobre el cual se realizó el dimensionamiento de tuberías, cálculos de ingeniería, selección de equipos, materiales y accesorios.

El sistema cuenta con dos estaciones de regulación de presión y medición de gas, la primera estación recibe el gas proveniente de las redes que pasan a través de la ciudad y que ingresan a la empresa con una presión de 8 bar, que es regulada a 4 bar y envía el gas a través de tuberías a la segunda estación, la cual regula la presión de 4 bar a 0,360 bar y así poder suministrar el gas a los quemadores de los equipos de consumo, que poseen una rampa de gas que regula finalmente la presión de 0,360 bar a 0,020 bar, que es una presión adecuada de trabajo para los quemadores. Si bien es cierto, el costo de la implementación del sistema tiene un valor considerable, que es alrededor de US\$ 90527,64 y se justifica plenamente ya que se tendrá un ahorro del 20% en costos de producción, un sistema de suministro de gas seguro y adecuado para los equipos en planta y una reducción de la emisión de CO₂ a la atmosfera.

PALABRAS CLAVES: Gas natural, planta industrial, tuberías.

ABSTRACT

This thesis focuses on the design of natural gas installations and networks in an industrial cochineal plant in the south of Peru, Arequipa city, located at 2328 masl which needs a supply of 373,29 m³/h of natural gas to carry out its operations. The design complies with peruvian and international technical standards used for natural gas installations in the industrial sector, through a lay-out has the distribution of plant equipment, and it was used to made the sizing of pipes, engineering calculations, selection of equipment, materials and accessories.

The system has two pressure regulation and gas metering stations, the first station receives the gas from the city networks with a pressure of 8 bar, which is regulated to 4 bar, and it sends the gas through pipes to the second station, which regulates the pressure from 4 bar to 0,360 and supply the gas to the burners of the consumption equipment, they have a ramp of gas that regulates finally the pressure from 0.360 bar to 0.020 bar, getting a suitable working pressure for the burners. Although it is true, the cost of the system implementation has a considerable value, it is around US\$ 90527,64 and is fully justified due to will be savings of 20% in production costs, a safe and adequate gas supply system for the plant equipment and a reduction of CO₂ emission to the atmosphere.

KEYWORDS: Natural gas, industrial plant, pipes.

INDICE

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Identificación y descripción del problema	1
1.2 Descripción del área de la planta	1
1.3 Objetivos	2
1.3.1. Objetivo general	2
1.3.2. Objetivos específicos	2
1.4 Justificación	2
1.5 Alcance del diseño	3
CAPÍTULO 2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Gas natural en el Perú	4
2.1.1 Características generales	5
2.1.2 Composición	6
2.1.3 Aplicaciones	7
2.1.4 Extracción y producción	8
2.2 Gas natural en el sur del Perú	10
2.3 Diseño en instalaciones de gas natural para industrias	13
2.3.1 Consideraciones generales	13
2.3.2 Presiones en diferentes puntos de una instalación	19
2.3.3 Materiales de tuberías en instalaciones internas de gas	20
2.3.4 Instalación de tuberías	22
2.3.5 Previsión de efectos por dilatación	26
2.3.6 Distancias de las tuberías a paredes y techos	26

2.3.7	Unión de tuberías y accesorios	27
2.3.8	Especificaciones de soportes en tuberías	29
2.3.9	Estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP).....	32
2.3.10	Estación de regulación de presión secundaria (ERPS).....	41
2.3.11	Evacuación de gases de combustión en equipos.....	46
2.4	Ensayos a la red de tuberías de Gas Natural	49
2.4.1	Prueba de hermeticidad	49
2.4.2	Inspección radiográfica	49
2.4.3	Señalización del sistema de tuberías	50
CAPÍTULO 3. CÁLCULOS DE INGENIERÍA		54
3.1	Cálculos de consumo energético en planta	54
3.1.1	Consumo en calderos	54
3.1.2	Consumo en hornos.....	55
3.1.3	Consumo en atomizadores	56
3.2	Cálculos de diseño en las redes internas	56
3.2.1	Cálculos de flujos de gas natural	56
3.2.2	Dimensionamiento de tuberías	59
3.2.2.1	<i>Tuberías troncales</i>	59
3.2.2.2	<i>Tuberías ramales</i>	64
3.2.2.3	<i>Tabla resumen</i>	72
3.3	Dimensionamiento del sistema de evacuación de gases de combustión	74
3.3.1	Dimensionamiento en atomizadores	75
3.3.2	Dimensionamiento en hornos	76
3.3.3	Dimensionamiento en calderos	77

CAPÍTULO 4. IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA	80
4.1 Selección de equipos y accesorios	80
4.1.1 Materiales, accesorios y artículos en tuberías de redes internas.....	80
4.1.2 Estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP).....	83
4.1.3 Estación de regulación de presión secundaria (ERPS).....	87
4.1.4 Quemadores en los equipos	91
4.2 Costo de implementación	93
CONCLUSIONES	96
OBSERVACIONES	97
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
ANEXOS	100



INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición de Gas Natural de los reservorios de Camisea.....	6
Tabla 2. Reservas probadas de gas natural en TCF (trillones americanos de pies cúbicos) en el Perú.....	9
Tabla 3. Primer plan de conexiones del contrato de concesión Suroeste.....	12
Tabla 4. Materiales de tubería respecto a su ubicación.....	20
Tabla 5. Técnicas para uniones en tuberías de gas.....	22
Tabla 6. Distancias entre soportes para tuberías de gas.....	31
Tabla 7. Distancias mínimas de seguridad de una estación de regulación de gas.....	34
Tabla 8. Comparación de tipos de mezcladores de inducción.....	44
Tabla 9. Descripción de tipos de artefactos a gas.....	47
Tabla 10. Esquemas de colores para contenido de tuberías.....	51
Tabla 11. Tamaño de letra según diámetro de tubería.....	52
Tabla 12. Consumo de gas natural de calderos en m ³ /h.....	55
Tabla 13. Consumo de gas natural de hornos en m ³ /h	56
Tabla 14. Consumo de gas natural de atomizadores en m ³ /h	56
Tabla 15. Factor de corrección de caudal en función a la altura de trabajo.....	57
Tabla 16. Consumo de gas natural en equipos de planta.....	58
Tabla 17. Dimensionamiento en tuberías troncales.....	60
Tabla 18. Condiciones de presión en el tramo C-G-H-I.....	62
Tabla 19. Dimensionamiento en el tramo C-G.....	62
Tabla 20. Dimensionamiento en el tramo G-H.....	63
Tabla 21. Dimensionamiento en el tramo H-I	63

Tabla 22. Dimensionamiento en el tramo C-D.....	64
Tabla 23. Dimensionamiento en el tramo D-E.....	65
Tabla 24. Dimensionamiento en el tramo D-F.....	65
Tabla 25. Dimensionamiento en el tramo E-S.....	66
Tabla 26. Dimensionamiento en el tramo E-V.....	66
Tabla 27. Dimensionamiento en el tramo H-R.....	67
Tabla 28. Dimensionamiento en el tramo G-J.....	68
Tabla 29. Dimensionamiento en el tramo J-M.....	68
Tabla 30. Dimensionamiento en el tramo M-N.....	69
Tabla 31. Dimensionamiento en el tramo M-O.....	69
Tabla 32. Dimensionamiento en el tramo J-K.....	70
Tabla 33. Dimensionamiento en el tramo K-L.....	70
Tabla 34. Dimensionamiento en el tramo K-P.....	71
Tabla 35. Planilla de cálculo en redes internas.....	72
Tabla 36. Número de accesorios y longitud de tuberías en redes internas de gas.....	73
Tabla 37. Número de uniones T para manómetros en estaciones de regulación y equipos.....	73
Tabla 38. Potencia de equipos en planta.....	74
Tabla 39. Diámetros de chimenea, accesorios y conectores metálicos para un atomizador de 120kW a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural)	75
Tabla 40. Diámetros de chimenea, accesorios y conectores, metálicos para un horno de 120kW a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural)	76
Tabla 41. Diámetros de chimenea, accesorios y conectores metálicos para un caldero de 150 BHP a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural).....	77

Tabla 42. Diámetros de chimenea, accesorios y conectores metálicos para un caldero de 70 BHP a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural).....	78
Tabla 43. Diámetros de chimenea, accesorios y conectores metálicos para un caldero de 100 BHP a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural).....	79
Tabla 44. Presupuesto para la implementación de las instalaciones y redes de gas natural.....	93



INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la planta en la ciudad de Arequipa.....	1
Figura 2. Extracción y composición de gas natural.....	9
Figura 3. Sistema de distribución para la masificación del gas natural al suroeste de Perú.....	11
Figura 4. Presiones en diferentes puntos de la instalación.....	20
Figura 5. Distancias mínimas de separación de una tubería vista con otras inmediaciones.....	23
Figura 6. Posición relativa de tuberías de gas frente a otros servicios.....	24
Figura 7. Tubería de gas a través de paredes o muros.....	25
Figura 8. Soldadura eléctrica y oxiacetilénica para tuberías de acero.....	28
Figura 9. Estación de regulación de presión y medición primaria de gas natural en un recinto metálico	33
Figura 10. Principales elementos de una estación de regulación de presión y medición primaria	35
Figura 11. Válvula de alivio de acción directa.....	37
Figura 12. Válvula de alivio pilotada.....	38
Figura 13. Regulador de acción directa.....	39
Figura 14. Regulador Pilotado	40
Figura 15. Esquema de una estación de regulación de presión secundaria.....	41
Figura 16. Estación de regulación de presión secundaria	42
Figura 17 Esquema de funcionamiento de un quemador atmosférico	43
Figura 18. Esquema de quemador de aire inyectado.....	44
Figura 19. Esquema de una rampa de gas	47

Figura 20. Chimenea individual con codos de 90° y 45°.....	48
Figura 21. Ejemplo de etiquetado de tuberías de gas	52
Figura 22. Posición de etiquetas de tuberías para buena visibilidad	53
Figura 23. Tramo A-C de las redes internas de gas.....	59
Figura 24. Tramo C-G-H-I de las redes internas de gas natural.....	61
Figura 25. Tuberías ramales en puntos C-D-F-E-V de redes internas de gas natural.....	64
Figura 26. Tuberías ramales en puntos J-K-L-P-M-O-N de redes internas de gas natural.....	67



Introducción

Debido a la fuerte demanda energética doméstica, industrial, automotriz, y generación de energía eléctrica en el sur del Perú, el 23 de julio del 2014, el Estado Peruano firmó el "Contrato de concesión del proyecto mejoras a la seguridad energética del país y desarrollo del gasoducto sur peruano", con la empresa concesionaria Gasoducto Sur Peruano S.A. Este proyecto consta de un sistema de ductos que tienen como fin transportar gas natural y líquidos asociados al sur del Perú. El Gasoducto Sur Peruano es el proyecto energético más ambicioso en la historia del Perú, por lo que trae importantes beneficios.

La construcción de este gasoducto tiene un impacto positivo en la economía del país, sobretodo en la macro región sur, y se calcula que contribuirá a que el Perú aumente su crecimiento en términos de PBI entre 1 y 2.5% anual. Actualmente, el Perú sólo cuenta con un gasoducto, que parte de Malvinas, en la región Cusco, y va por el centro hasta las regiones Ica y Lima, en la costa central. En cambio, el GSP partirá de Cusco y recorrerá el sur país, posibilitando que las regiones de Cusco, Apurímac, Puno, Arequipa, Moquegua y Tacna se beneficien de este combustible económico y amigable con el medio ambiente. La empresa Gas Natural Fenosa, que se encargará de la distribución del combustible en la zona sur oeste del país en ciudades como Arequipa, Moquegua y Tacna. El gas natural licuado (GNL) será trasladado en camiones cisternas desde la planta Pampa Melchorita hacia las plantas de regasificación ubicadas en las ciudades del sur, en Arequipa se instalarán dos plantas de regasificación que convertirán el GNL transportado en camiones a fase gaseosa. Los primeros distritos en Arequipa que serán abastecidos con gas natural, en los cuales se encuentran hogares, comercios e

industrias, deben estar preparados para poder recibir el suministro de este combustible, uno de los principales centros de consumo es el parque industrial de Arequipa en el cual se encuentran varias industrias para las cuales es una gran oportunidad migrar del consumo de combustibles tradicionales a gas natural. El presente trabajo de tesis tiene como objetivo fundamental el diseño de las instalaciones y redes internas de gas natural en una planta industrial de cochinilla la cual tiene como producto final el carmín y está ubicada en el parque industrial de la ciudad.

En el primer capítulo se da a conocer el planteamiento del problema, el objetivo general, objetivos específicos, justificación y alcance de diseño

El segundo capítulo presenta el marco teórico del gas natural en el Perú y de cómo se realizara el diseño de las instalaciones, consideraciones generales, materiales a utilizar, la instalación de tuberías y estaciones de regulación, evacuación de gases de combustión y ensayos en la red de tuberías.

En el capítulo tres se realiza los cálculos de ingeniería con respecto al consumo energético en planta y dimensionamiento de las redes internas y tuberías de evacuación de gases de combustión.

En el capítulo cuatro se detalla la implementación del sistema realizando la selección de equipos, accesorios y materiales, además se da el costo de la implementación.

Capítulo 1

Planteamiento del problema

1.1 Identificación y descripción del problema

Actualmente en la ciudad de Arequipa se usa GLP y petróleo diésel residual como principales combustibles en las industrias para el funcionamiento de sus equipos, que resultaran costosos frente a la llegada del gas natural a la región, y además incómodo porque las empresas necesitan ser abastecidas de estos combustibles cada cierto tiempo por medio de un camión cisterna, que debe ingresar a las empresas, lo cual genera un peligro para los trabajadores y también varias facturaciones de compra al mes, caso contrario, con respecto al gas natural, se distribuirá por medio de redes de tuberías con un suministro continuo en las plantas, a un precio más económico y solo se facturara una vez al mes.

1.2 Descripción del área de la planta

La planta está ubicada al sur del Perú, en la ciudad de Arequipa a una altura aproximada de 2328 msnm y con una temperatura de 25 °C en el aire, en la Avenida Los Incas.



Figura 1. Ubicación de la planta en la ciudad de Arequipa (Distrito de Jose Luis Bustamante y Rivero).

Fuente: Google Maps (2017). Avenida Los Incas [Foto].

1.4 Objetivos

1.4.1. Objetivo General

El objetivo de la presente tesis es diseñar las instalaciones y redes internas de suministro de gas natural en una planta industrial de cochinilla en la ciudad de Arequipa.

1.4.2. Objetivos específicos

- Definir el dimensionamiento apropiado para el sistema de redes internas de gas.
- Establecer los materiales a utilizar y equipos a seleccionar.
- Realizar un suministro seguro y adecuado de gas natural en los equipos de la planta.
- Disminuir los costos de producción y minimizar la emisión de CO_2 a la atmosfera.
- Determinar los costos de la instalación.

1.5 Justificación:

Con la masificación del gas natural en el sur de Perú y la empresa Fenosa que distribuirá por medio de tuberías este combustible, en la ciudad de Arequipa se sabe que una de estas tuberías pasará por la calle Miguel Forga situada frente a SENATI de la cual se tomará la alimentación de gas por varias industrias, incluida la de este trabajo, el cual se justifica debido a que es necesario diseñar un sistema de redes internas único que suministre dicho gas hacia los equipos que lo necesiten, pues al poder contar con este combustible la empresa podrá reducir sus costos de operación en un 20% y potenciar su negocio, además tomando referencia de proyectos similares se sabe que el tiempo de retorno a la inversión es aceptable.

1.6 Alcance del diseño

Este diseño incluye el estudio en las siguientes áreas:

Sala de Calderos.

- 1 caldero de 150 BHP
- 1 caldero de 70 BHP

Sala de secado.

- 4 hornos de 120 kW cada uno

Zona de atomizado.

- 2 atomizadores 120 kW cada uno

Futuras ampliaciones.

- 1 caldero de 100 BHP

Estaciones de regulación.

- Estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP)
- Estación de regulación de presión secundaria (ERPS)

Capítulo 2

Marco Teórico

2.1 Gas Natural en el Perú

La industria peruana de gas natural en el Perú está localizada en tres zonas geográficas: en Tumbes y Piura, en Ucayali, y en Cusco. La producción de gas de las dos primeras zonas es poco significativa y se destina casi en su totalidad a la generación eléctrica, de ahí que puede afirmarse que la gran industria de gas natural en el Perú se inicia con la explotación de los yacimientos de Camisea, en Cusco. La industria peruana del gas natural presentaba un incipiente desarrollo hasta el inicio del Proyecto Camisea en agosto de 2004. La puesta en marcha de este emprendimiento significó un gran avance en el aprovechamiento de los recursos energéticos que dispone la nación, hecho que trajo consigo una menor dependencia respecto a los energéticos importados y una notable modificación de la matriz energética. Actualmente, el gas natural de Camisea se utiliza en una alta proporción en la generación eléctrica, desplazando a lugares menos relevantes a otros combustibles como el petróleo residual, el diésel y el carbón usados también para producir electricidad. Este cambio se ha reflejado en una mayor seguridad en el suministro eléctrico con menores precios para los consumidores.

El gas natural es un combustible fósil extraído de yacimientos ubicados en el interior de la tierra y que es utilizado como fuente de energía para diferentes usos de tipo doméstico, industrial, comercial, incluida en estas aplicaciones la generación de energía eléctrica o como insumo para la obtención de otros productos, como en el caso de la petroquímica. El gas natural es una mezcla de hidrocarburos gaseosos que se encuentra en yacimientos, no asociado (solo),

disuelto o asociado (acompañando al petróleo o al carbón). Está compuesto principalmente de metano (alrededor de un 90%), acompañado de otros gases como nitrógeno, etano, CO₂, propano y butano, entre otros. Esta composición hace que el gas natural sea un combustible más limpio que los derivados del petróleo. Sin embargo, la composición del gas natural no es uniforme, ya que varía de un yacimiento a otro.

2.1.1 Características generales. Presenta las siguientes características:

Color y olor: en su estado natural el gas natural es incoloro e inodoro, pero para ser distribuido con total seguridad, se le odoriza con un aditivo llamado etil mercaptano que permite su detección ante una eventual fuga.

Peso: el gas natural es más liviano que el aire y ante cualquier fuga se disipa rápidamente, la gravedad específica del gas natural es de 0,60

Auto ignición: este hidrocarburo necesita llegar a una temperatura de 537 °C para estallar.

Poder calorífico: 9500 kcal / m³.

Estado físico: Para una presión atmosférica normal, si el gas natural se enfría a una temperatura de - 161°C aproximadamente, se condensa bajo la forma de un líquido llamado gas natural licuado (GNL). Un volumen de este líquido ocupa casi 600 veces menos espacio que el gas natural.

Combustión: su combustión da lugar a una llama de color azul bien definido, cuando los quemadores y el suministro funcionan correctamente. Las llamas amarillas, anaranjadas o rojizas, son señal de una mala combustión del gas natural.

2.1.2 Composición. Los elementos contenidos en los reservorios del yacimiento Camisea se observa que el Metano (CH_4) y el Etano (C_2H_6) son los elementos gaseosos predominantes, con cerca del 92% del total, además de una mínima proporción de gases inertes (Nitrógeno y Anhídrido Carbónico). El resto de los componentes está representado por los líquidos de gas natural (LGN), que una vez fraccionados producen gas licuado de petróleo (GLP), gasolinas naturales y diésel liviano. El GLP, está destinado en su mayor parte al mercado interno; las gasolinas que no tienen aplicación en el mercado local se destinan a las exportaciones y el diésel liviano que sirve de insumo para obtener biodiésel.

Tabla 1

Composición de gas natural de los reservorios de Camisea.

Composición en porcentajes				
Elementos	%	%	%	Promedio
Nitrógeno	0,55	0,99	0,73	0,76
Anhídrido Carbónico	0,18	0,10	0,27	0,20
Metano	80,59	83,89	83,34	82,80
Etano	9,80	8,07	8,39	8,65
Propano	3,80	2,95	3,00	3,19
Butano	1,70	1,26	1,28	1,38
Gasolina natural	3,38	2,74	2,99	3,02
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

Fuente: Osinerming (2015). Gas natural y sus diferencias [Folleto].

2.1.3 Aplicaciones. Sector residencial: el gas natural se emplea en la cocción de alimentos, el calentamiento de agua en termas, la climatización (en sistemas de aire acondicionado o calefacción, dependiendo de la estación del año) y el secado de ropa.

Sector comercial: el gas natural es empleado en comercios o negocios, como panaderías, restaurantes, hoteles, lavanderías, hospitales, clínicas, saunas, colegios, actividades artesanales y similares.

Sector industrial: el gas natural es empleado con eficiencia en diferentes ramas industriales que utilizan hornos y calderos en sus procesos productivos. En la fabricación del acero es usado como reductor para la producción de hierro esponja.

Industria de alimentos: el gas natural se utiliza, como combustible para disponer de energía calórica en procesos de esterilización, pasteurización, deshidratación, cocción y secado, entre otros.

Industria textil: el gas natural permite la aplicación directa de la llama, aplicaciones de calentamiento por contacto, aplicaciones de calentamiento por radiación, el calentamiento directo de los equipos por convección en secadores y otros.

Industria del vidrio: las propiedades físico-químicas del gas natural han hecho posible la construcción de quemadores que producen una llama limpia, luminosa y radiante que permite una óptima transmisión de la energía calórica en la masa de cristal.

Fundición de metales: las características del gas natural lo hacen apto para el calentamiento de hornos en procesos metalúrgicos.

Industria de cerámicas: el gas natural permite la producción de piezas de alta calidad con menores costos de producción.

Industria del cemento: los hornos de las cementeras que utilizan gas natural son más eficientes y tienen mayor vida útil, reducen sus costos de mantenimiento y los gases de la combustión del gas natural son menos contaminantes.

Cogeneración: la cogeneración es la producción simultánea de energía eléctrica y energía térmica, empleando un único combustible como el gas natural. Las plantas de cogeneración producen electricidad y calor para aplicaciones descentralizadas.

Sector eléctrico: en el sector eléctrico, el gas natural reemplaza con significativas ventajas económicas y ambientales a otros combustibles fósiles como el carbón, el diesel y el petróleo residual, ya sea en centrales de ciclo simple o ciclo combinado, dando como resultado un suministro eléctrico con menores tarifas.

Petroquímica: en este sector, el gas natural es utilizado como materia prima en diversos procesos químicos e industriales. De manera relativamente fácil y económica se puede convertir en hidrógeno, etileno, o metanol, para la producción de plásticos y fertilizantes.

Sector transporte: en transporte el gas natural es empleado como combustible (GNV) para activar los motores de los vehículos, ya que éste es un producto mucho más barato y más limpio.

2.1.4 Extracción y producción. La extracción consiste en sacar el gas natural de sus reservorios naturales subterráneos y traerlo a la superficie terrestre. Una vez extraído el gas, el siguiente paso es la producción, que consiste en el acondicionamiento del producto para su posterior transporte. Primero el gas es tratado para eliminar las impurezas que acompañan al hidrocarburo en el momento de su extracción, se hace una remoción de ácido sulfúrico, agua y dióxido de carbono. Luego, el gas natural seco es separado de los líquidos. Es necesario precisar

que no todo el gas natural que se extrae de los pozos puede ser transportado al mercado, motivo por el cual una buena proporción de la producción de gas natural se reinyecta al yacimiento.

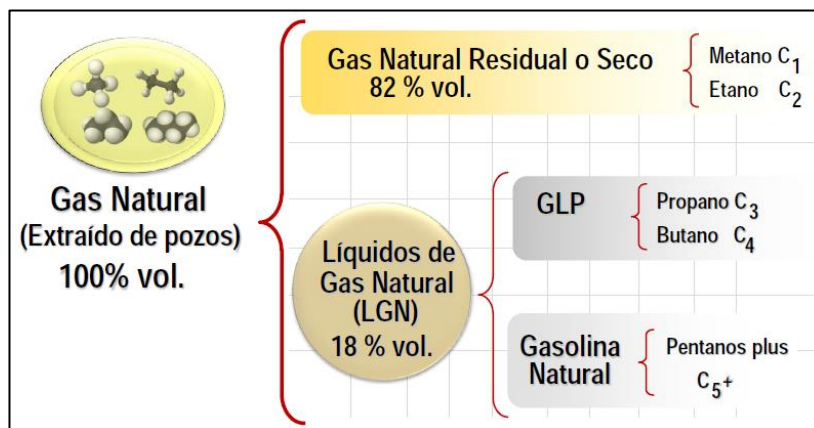


Figura 2. Extracción y composición de gas natural.

Fuente: Carlos Palacios Olivera (2014). Composición del precio del gas natural en el programa de masificación [Ponencia].

Según el Libro Anual de Reservas de Hidrocarburos publicado por el Ministerio de Energía y Minas, las reservas probadas de gas natural al 31 de diciembre de 2015, a nivel nacional, se han estimado en 14,086 TCF.

Tabla 2.

Reservas probadas de gas natural en TCF (trillones americanos de pies cúbicos) en Perú.

Año	Probadas
2014	14,626
2015	14,086
Variación	-539
% Variación	-3.69%

Fuente: Ministerio de Energía y Minas (2015). Libro anual de reservas de hidrocarburos [Publicación].

2.2 Gas natural en el sur de Perú

La empresa española Gas Natural Fenosa tiene como meta instalar 64 mil conexiones gratuitas a viviendas en los primeros 8 años de concesión, tanto en Arequipa como en Moquegua, Ilo y Tacna, los primeros servicios podrían estar habilitados en febrero del 2017. Los trabajos para la habilitación de redes en Arequipa comenzaron en octubre del 2015 con la infraestructura matriz que distribuirá el gas natural a partir de febrero del 2017 desde pampa Melchorita (Ica) que se traerá el GNL en nueve cisternas con capacidad de 27 toneladas (55 metros cúbicos de gas). En los siguientes años se incorporarán al servicio un total de 30 camiones cisternas. Se tiene dos plantas de regasificación, una está en el distrito de Sabandía y la otra en Cerro Colorado, cada planta cuenta con tres tanques con capacidad de 150 metros cúbicos de Gas Natural Licuado (GNL) cada una y con 12 evaporadores atmosféricos que permite transformar de la fase líquida a gaseosa el gas. La primera contempla la red que pasa por José Luis Bustamante y Rivero y llega hasta el Cercado. La planta de Cerro Colorado cuenta con una red que parte en la Vía de Evitamiento, y pasa por Cerro Colorado y Yanahuara, estos son los cinco primeros distritos en donde actualmente se está trabajando. El plan de Fenosa es comenzar en el 2017 con la instalación de redes en Sachaca, Paucarpata y Cayma, en el 2018 se hará lo propio en Mariano Melgar y Socabaya, en el 2019 en Miraflores y al año siguiente en Alto Selva Alegre. Conforme la red de infraestructura avance, poco a poco se irá aumentando la capacidad de incorporar más clientes, para acceder al beneficio de la conexión gratuita, todo depende de la respuesta de la comunidad. A medida que se vaya metiendo la red de infraestructura o matriz, se espera que la gente se conecte, no se tiene cifras por cada distrito, porque habrán más usuarios donde la gente lo pida, para ello, la población solo debe hacer una solicitud y lo demás queda en

manos de la empresa, que enviará a su personal para que vaya casa por casa explicando las ventajas del servicio.

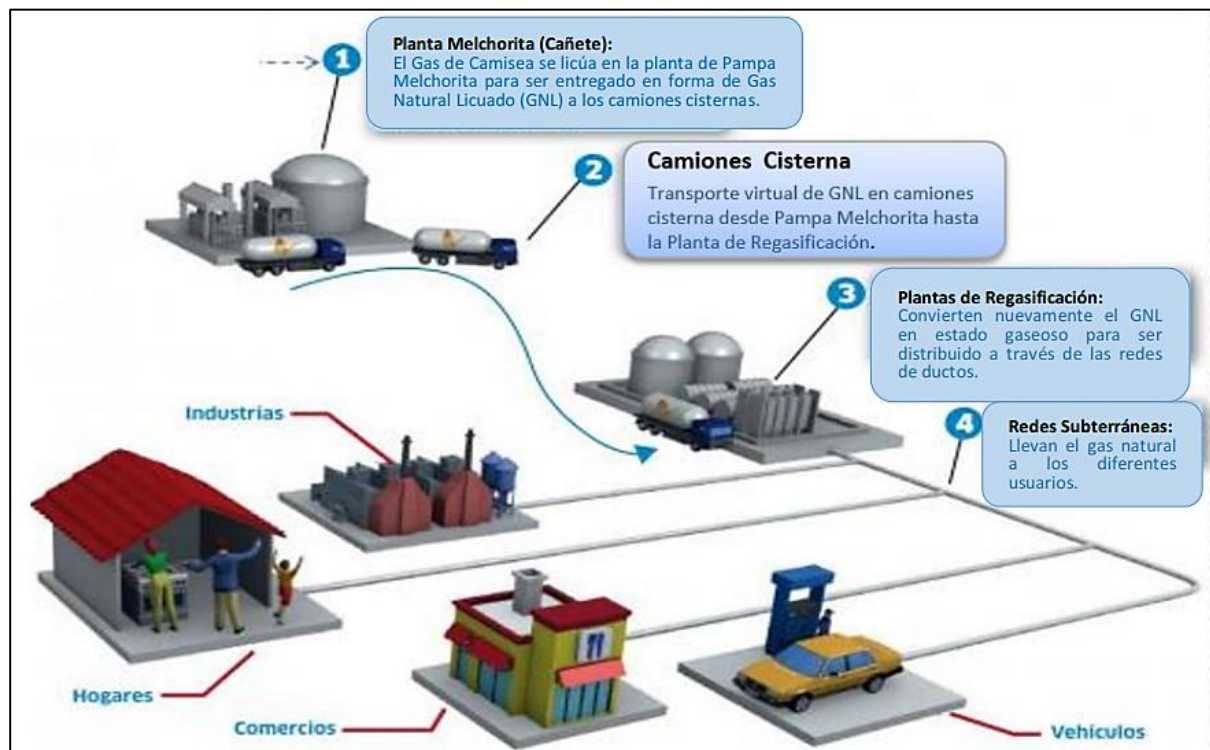


Figura 3. Sistema de distribución para la masificación del gas natural al suroeste de Perú

Fuente: Osinerming (2014). Masificación del uso de gas natural a nivel nacional concesión suroeste [Publicación].

De acuerdo al contrato de concesión, las primeras conexiones para las 64 mil familias serán gratis hasta el primer punto de conexión, que es la cocina. No tendrá que pagar derecho de conexión, ni la instalación. Pero, si quiere un segundo punto, como es la terma, eso no estará incluido, en este caso, tendrán que pagar. Para agilizar el plan comercial trabajan con Osinergmin y el Ministerio de Energía y Minas, la idea es comenzar a comercializar lo más antes posible. Se quiere hacer esto como un inicio anticipado y etapa preparativa, porque si bien en el

2016 no hubo gas aún, dado que llega en febrero del 2017, se pueda empezar a hacer las instalaciones en las casas para que la gente tenga todo listo y cuando llegue el gas sean los primeros en favorecerse.

Tabla 3.

Primer plan de conexiones del contrato de concesión Suroeste.

Localidad	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total por localidad
Arequipa	1,404	4,664	12,081	6,473	9,874	3,467	2,199	40,162
Moquegua	114	392	999	623	838	291	186	3,443
Tacna	557	1,856	4,773	2,585	3,905	1,371	870	15,917
Ilo	155	521	1,346	726	1,100	385	245	4,478
Total por año	2,230	7,433	19,199	10,407	15,717	5,514	3,500	64,000

Fuente: Osinerming (2014). Masificación del uso de gas natural a nivel nacional concesión suroeste [Publicación].

El día 23 de noviembre del 2016 la empresa Fenosa inauguro su primera planta de regasificación en ubicada en el distrito de Cerro Colorado y también informó que en la Ciudad Blanca la construcción de redes domiciliarias tiene un avance del 88%, con el extendido de 30 kilómetros de tuberías en los 5 distritos que se está trabajando primero. En Tacna ya se culminó la construcción de la planta de regasificación en Magollo y se instalaron 12 kilómetros de redes. El inicio de obras en Moquegua e Ilo está previsto en enero de 2017. En estas ciudades se abastecerá con gas natural a 23 mil hogares.

2.3 Diseño en instalaciones de gas natural para industrias

2.3.1 Consideraciones generales. Antes de empezar con los cálculos de las instalaciones debemos tener en cuenta los siguientes conceptos:

Definir las tuberías troncales y ramales de las instalaciones para emplear las fórmulas adecuadas en su dimensionamiento. Todos los cálculos de la instalación deberán estar dimensionados para conducir el caudal requerido por los equipos en su máxima demanda y se debe considerar la altura con respecto al nivel del mar en el cual van a operar las instalaciones, ya que la presión atmosférica en el lugar de trabajo afectará en el dimensionamiento de las instalaciones y el consumo de gas. Asimismo, para las ampliaciones futuras previstas, se debe tener en cuenta las pérdidas de carga, longitud de tubería y la velocidad circundante del gas en las instalaciones. Los componentes de la instalación comprendidos entre el punto de entrega en el límite municipal y las válvulas reguladoras de presión, deberán ser aptos para soportar la presión máxima de suministro que fija la distribuidora. Los elementos de la instalación de los reguladores se diseñan considerando la presión máxima a la que puedan estar sometidos teniendo en cuenta el valor de las sobrepresiones que puedan ocurrir mediante defectos de funcionamiento de las respectivas válvulas de regulación y acción de sistemas de protección previstos de regulación y acción de sistemas de protección previstos como válvulas de seguridad de alivio o por bloqueo.

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

tuberías de la instalación con todos los accesorios, el dimensionamiento de los diferentes tramos y derivaciones, la capacidad necesaria para cubrir la demanda y la ubicación del punto de entrega de gas, entre otros.

Los tramos de red interna comprendidos entre dos etapas de la regulación se calculan con una caída máxima de 20% de la presión regulada al comienzo de esos tramos. Los tramos de tuberías que alimentan directamente artefactos de consumo serán calculados de tal manera que la presión entre el regulador que los abastece y los artefactos no exceda el 10%. Las caídas admisibles mencionadas no comprenden las pérdidas localizadas en el medidor, placas de restricción del odorizador, inyector de metanol, limitadora de caudal, etc. En el caso de medidores a baja presión la pérdida de carga mínima a considerar es 1,1 mbar. Cuando el sistema de medición asignado contemple la instalación de una placa limitadora de caudal, se considera que esta produce una caída de presión de 12% del valor de la presión aguas arriba de la misma.

En total se puede considerar, para este tipo de instalaciones que el sistema de medición ocasiona una caída de presión del 15% de la presión aguas arriba de la válvula de bloqueo anterior al medidor. Aquellos tramos de tubería con presiones de trabajo iguales o inferiores a 0,034 bar no deberán tener una caída de presión superior aguas abajo del medidor de 0,95 mbar. Tomando como base a la NTP 111.010 en todos los puntos de la instalación la velocidad de circulación del gas natural deberá ser siempre inferior a 30 m/s, para evitar ruidos excesivos en las redes internas de la planta y evitar malestar en el personal.

Teniendo en cuenta las siguientes equivalencias podemos manejar el consumo de los equipos en kcal/h y determinar el caudal requerido en m³/h de gas natural.

$$1 \text{ BHP} = 33741.4 \text{ BTU/h} = 8434.65 \text{ kcal/h} = 9.804 \text{ kW}$$

$$1 \text{ kW} = 3413 \text{ BTU/h} = 860 \text{ kcal/h}$$

$$\text{Poder calorífico superior del Gas Natural} = 9500 \text{ kcal/m}^3$$

Caudal de un equipo:

$$Q = \frac{P_N}{PCS}$$

Dónde:

Q = Caudal en m³/h

P_N = Potencia nominal en kcal/ h

PCS = Poder calorífico superior del gas natural en kcal/m³

Presión atmosférica:

$$P_{atm} = P_o \cdot e^{\frac{-g(Z-Z_o)}{R.T}}$$

Dónde:

P_o = Presión atmosférica a nivel del mar (kPa)

g = Gravedad (9.81 m/s²)

R = Constante universal de los gases, en este caso aire (J / kg °K)

T = Temperatura del aire a la altura a medir (°K)

Z = Altura a medir la presión atmosférica (m)

Z_o = Altura de referencia, nivel del mar (m)

Para realizar el predimensionamiento de las instalaciones, se toma en tuberías ramales y troncales:

$$\Delta P_{aprox} = P_o \cdot Z$$

Dónde:

ΔP_{aprox} = Variación aproximada de presión en un tramo

P_o = Presión inicial en el tramo

Z = Porcentaje de pérdida en el tramo (troncales 15% y ramales 20%)

Para tuberías troncales:

$$\Delta P_{max} = \left(\Delta P_{aprox} - \sum \Delta P_{ant} \right) \cdot \frac{L}{L_t}$$

Donde:

ΔP_{max} = Variación aproximada en un tramo de una tubería troncal (bar)

ΔP_{aprox} = Variación aproximada total permitida en la tubería, desde

el comienzo de la tubería troncal, hasta el final de esta (bar)

$\sum \Delta P_{ant}$ = Sumatoria de variaciones reales de presión en tramos aguas arriba

con respecto al tramo al cual se está calculando la ΔP_{max} en la
tubería troncal (bar)

L = Longitud del tramo en el cual se está calculando la ΔP_{max} (m)

L_t = Longitud desde el inicio del tramo en el cual se está calculando la ΔP_{max} hasta
el punto más alejado de la tubería troncal aguas abajo (m)

Formula simplificada de Renouard cuadrática

Para:

Presiones entre 0 bares y 4 bares

Relación $Q/D < 150$

Velocidad $V \leq 40 \text{ m/s}$

$$P_i^2 - P_f^2 = 46,76 \cdot S \cdot L_E \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

Dónde:

P_i = Presión absoluta al inicio del tramo de la tubería (bar)

P_f = Presión absoluta al final del tramo de la tubería (bar)

S = Densidad relativa del fluido (gas natural $S=0,61$)

L_E = Longitud equivalente del tramo (m)

Q = Caudal de la tubería (m^3/s)

D = Diámetro interno de la tubería (mm)

Se calcula el valor de P_f y P_i lo cual nos permite ver la caída de presión que se produce en el tramo, que debe ser menor que la caída máxima de presión en dicho tramo. Para el cálculo de la velocidad circundante del gas natural se emplea la siguiente formula:

$$V = 358.364 \frac{Q}{D^2 \cdot P_f}$$

Donde:

V = Velocidad del gas circundante (m/s)

Q = Caudal de gas en la tubería (m^3/s)

D = Diámetro interno de la tubería (mm)

P_f = Presión absoluta al final del tramo de la tubería (bar)

La velocidad de circulación en las instalaciones debe ser inferior a 30 m/s, esto es para prevenir niveles de ruido excesivo y erosiones en las tuberías.

$$V = 358,364 \frac{Q}{D^2 \cdot P_f} \leq 30 \text{ m/s}$$

A partir de esta ecuación se puede estimar el diámetro requerido de tubería para que circule un caudal Q, y tomando en cuenta la presión final del tramo de tubería:

$$D = 3,456 \sqrt{\frac{Q}{P_f}}$$

Donde:

D = Diámetro interno de la tubería (mm)

Q = Caudal de gas en la tubería (m³/s)

P_f = Presión absoluta al final del tramo de la tubería (bar)

Una vez efectuado este cálculo de diámetro interno de tubería, se selecciona un diámetro comercial de tubería

2.3.2 Presiones en diferentes puntos de una instalación. Una correcta regulación de presión en las redes de distribución de gas, permite un funcionamiento óptimo de los quemadores que utilizan los equipos, siendo esta presión alrededor de 20 a 22 mbar generalmente. La regulación se da de la siguiente manera, teniendo en cuenta que la presión de entrada a la planta viene de la red de distribución en la ciudad que según el DS 040-2008-EM máximo puede ser de 10 bar debido a que las redes de distribución pasan por la ciudad, se tiene una ERPMP la cual regulará a 4 bar en la salida de esta, aguas abajo también se reducirá la presión con una ERPS la cual tiene como salida una de 0,360 bar, esta presión llega a una rampa de gas y entra al quemador aproximadamente a 0.020 bar la cual es una adecuada presión de trabajo.

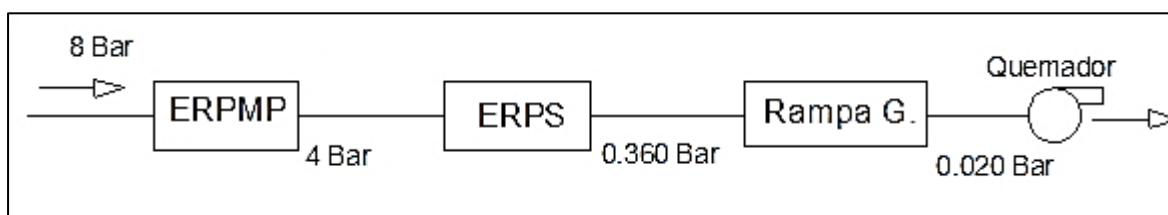


Figura 4. Presiones en diferentes puntos de la instalación.

Fuente: Elaboración propia basado en la teoría de presiones en diferentes puntos de una instalación.

2.3.3 Materiales de tuberías en instalaciones internas de gas. En las instalaciones internas industriales se podrán utilizar los siguientes tres materiales: acero, cobre y polietileno (PE). La selección del material se hará entre otros, en función de:

- El lugar en que se ubicará la tubería
- La presión
- El diámetro necesario
- Los riesgos de corrosión específicos
- Circunstancias o factores de deterioro específicos.
- La disponibilidad del material en el mercado local

Con respecto a su ubicación de la tubería tenemos la siguiente tabla:

Tabla 4.

Materiales de tubería respecto a su ubicación

Tubería subterránea	Tubería de superficie
Acero revestido / PE / Cobre revestido	Acero pintado / Cobre

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 (2014). Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales [Norma].

No se podrán usar otros materiales tales como: caucho, policloruro de vinilo (PVC), asbesto-cemento, hierro fundido, plomo, y tuberías de polietileno destinadas a aplicaciones distintas que no cumplan con normas específicas para gas natural (por ejemplo, distribución de agua).

Las tuberías y los accesorios retirados de una instalación de gas natural seco, o de una instalación que ha transportado gas licuado de petróleo (GLP) pueden ser vueltos a emplear para conducir gas natural seco, siempre que se determine que las tuberías y los accesorios que se van a reutilizar cumplan con las exigencias de la norma técnica peruana 111.010 y las tuberías y los accesorios que van a ser reutilizados hayan sido limpiados, inspeccionados, probados y cumplan con los requerimientos de la norma técnica peruana. Las instalaciones industriales existentes cuyo sistema de tuberías está transportando GLP, pueden ser vueltos a emplear para conducir el gas natural seco, siempre que, las tuberías y accesorios cumplan con las exigencias normativas y consideraciones para los materiales y las pruebas de hermeticidad indicadas en la norma técnica peruana 111.010

Las tuberías de acero deberán cumplir con la última edición de las normas: API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106 ó ANSI/ASME B 36.10 o equivalente. De manera general se evitará, para las tuberías metálicas, el uso de diámetros muy pequeños (inferiores a 12,7 mm (1/2")) que podrían ser susceptibles de ser involuntariamente dañados o doblados. Las tuberías de acero de superficie serán protegidas contra la corrosión con pintura o galvanización, o ambas. Para realizar una correcta protección contra la corrosión de tuberías de acero no galvanizadas se ha de realizar, como mínimo, lo siguiente:

- Limpieza mecánica o manual para desprender el óxido y la suciedad adherida.
- Cepillado y desengrasado de la tubería.

- Aplicación de una imprimación anticorrosiva adecuada.
- Aplicación de una pintura de acabado para exteriores (dos capas como mínimo)

2.3.4. Instalación de tuberías. Las tuberías de gas deben instalarse, en la medida de lo posible, en líneas rectas, debiéndose evitar los cambios de dirección innecesarios, las tuberías deberán ser instaladas de manera que sean fácilmente accesibles para la inspección y el mantenimiento. Asimismo, que su operación no presente dificultades ni implique riesgos, debiendo para tal fin instalarse cuando resulte necesario pasarelas, plataformas, conductos, etc. Se deberán prever elementos de unión suficientes tales como bridas, uniones dobles, otros, que permitan el cambio de los elementos y/o aparatos que componen la instalación. Las principales técnicas de uniones son:

Tabla 5

Técnicas para uniones en tuberías de gas.

Material de tubería	Técnica de empalme		
Cobre	Soldadura fuerte (Temperatura de fusión >450°C)		
Polietileno	Unión de tope con termofusión o cuplas de electrofusión		
Acero	Diámetro ≤5,08 cm (2 in)	Diámetro >5.08 cm (2 in)	
Acero Negro	Junta roscada o soldada	Soldadura	Bridas
Acero Galvanizado	Junta roscada	*****	*****

Fuente: Norma Técnica Peruana 111.010 (2014). Gas Natural Seco. Sistema de tuberías para instalaciones internas industriales [Norma].

Para tuberías de acero, se puede realizar las técnicas de roscado, soldadura y unión por bridas en las redes de gas. No deben instalarse tuberías a menos de las distancias mínimas

respecto a otras inmediaciones de cables eléctricos, tuberías de calefacción u otras instalaciones que puedan causar daños.

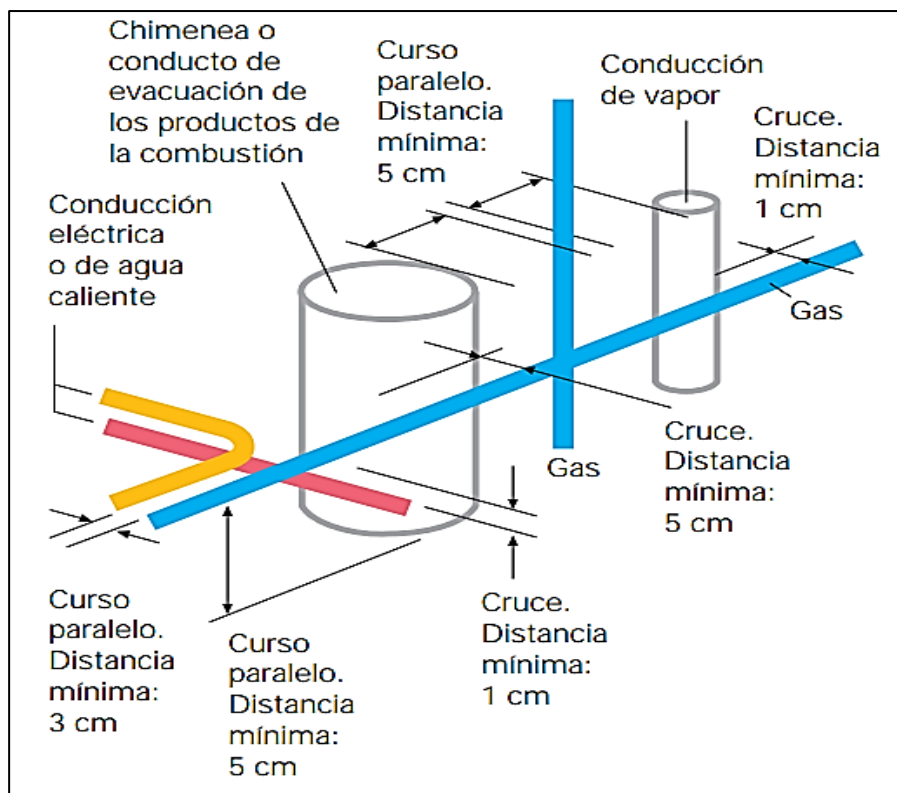


Figura 5. Distancias mínimas de separación de una tubería vista con otras inmediaciones.

Fuente: Fenosa. Manual de instalaciones receptoras [manual].

Las tuberías deberán ser instaladas de tal manera de evitar tensiones, los cambios de dirección en las tuberías metálicas se deberán realizar por medio de accesorios normalizados, no pudiendo en consecuencia efectuarse doblado de tuberías. Las tuberías deberán contar con soportes intermedios en intervalos regulares, de acuerdo a su peso y diámetro.

Está prohibido instalar tuberías de gas en el interior de otros conductos o canalizaciones utilizadas para fines distintos como, por ejemplo, las tuberías de ventilación o los conductos para

la evacuación de desperdicios, pozos de ascensores, desagües, sistemas de alcantarillado, etc. Si las tuberías están instaladas en ductos, estos deberán tener uniones soldadas. Así mismo, deberán contar con ventilaciones inferiores y superiores, y ser accesibles para el mantenimiento y la inspección. Las estructuras en las que se fijan las tuberías deben ser sólidas y las tuberías no deben estar sujetas a ningún tipo de tensión, las uniones y los accesorios mecánicos deben quedar visibles. Cuando se instalen en el mismo plano vertical conducciones de agua, gas y electricidad, la situación relativa de las tres conducciones que se recomienda, respetando las distancias, será la siguiente:

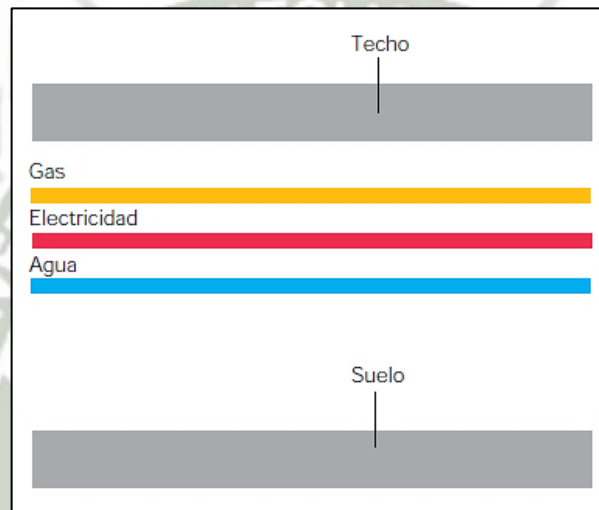


Figura 6. Posición relativa de tuberías de gas frente a otros servicios

Fuente: Fenosa. Manual de instalaciones receptoras [manual]

Las tuberías que pasen a través de un muro o un suelo, deberán hacerlo instalando una camisa, pasta no endurecible o tubo plástico alrededor de las mismas, se recomienda plásticos con buenas características mecánicas como el PVC o PE.

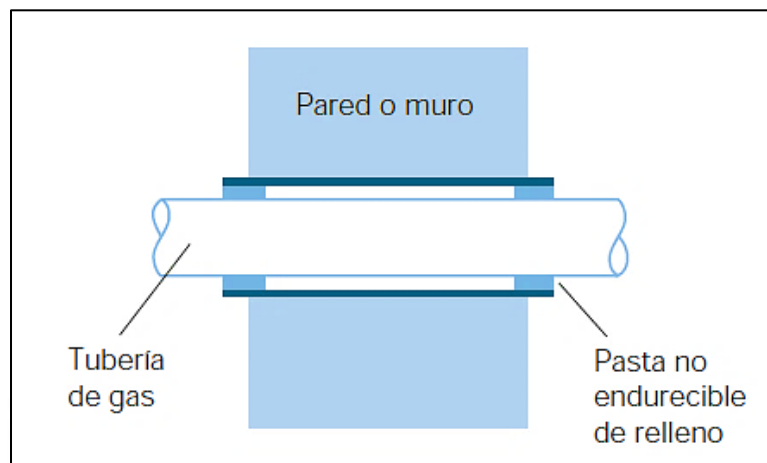


Figura 7. Tubería de gas a través de paredes o muros.

Fuente: Fenosa. Manual de instalaciones receptoras [manual].

No se podrán instalar tuberías en pasadizos donde vehículos o personas puedan dañarlas, tropezando, golpeándolas o ejerciendo presión sobre ellas. Se evitará en la medida de lo posible instalar tuberías en ductos no ventilados, cavidades, cielos rasos, o empotrados en paredes. El contacto con productos químicos o humedad constante debe evitarse instalando las tuberías como mínimo, a 5 cm por encima del nivel del suelo o piso.

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

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

Todas las tuberías expuestas deberán pintarse de amarillo canario, las tuberías de gas deberán estar conectadas con la puesta a tierra de la instalación eléctrica. No deben instalarse tuberías en pasadizos donde podrían ser objeto de golpes o daños por personas, vehículos o similar.

2.3.5 Previsión de efectos por dilatación. Cuando las tuberías de gas se instalen por el interior de garajes o por espacios sometidos a radiación solar directa o a saltos térmicos o estacionales muy fuertes ($DT > 35^\circ$), deberá diseñarse la instalación teniendo en cuenta que es conveniente dotarlas de una mayor protección ante dilataciones importantes de la tubería, por lo que debe preverse un trazado que permita la deformación de las conducciones por efecto de la dilatación sin llegar a romperlas. Para ello, deberán existir los cambios de dirección necesarios para absorber las dilataciones producidas por lo cual se deberá tomar ciertas distancias de las tuberías con respecto a los techos y paredes.

2.2.6 Distancias de las tuberías a paredes y techos. Para facilitar las operaciones de limpieza, revisión y mantenimiento, es recomendable que las tuberías estén separadas una cierta distancia de paredes y techos, y a continuación se indican cuáles son las distancias mínimas aconsejables en cada caso:

Distancia a paredes: La distancia de separación entre una tubería de gas y una pared en la que se instale discurriendo paralelamente a la misma será, como mínimo, la equivalente a su radio exterior y en ningún caso inferior a 10 mm.

Distancia a techos: La distancia de separación entre una tubería de gas y un techo en el que se instale discurriendo paralelamente al mismo será, como mínimo, de 10 mm.

Distancia a rincones: Se considera rincón cuando el ángulo que forman dos paredes contiguas, o el techo y una pared, sea menor de 135° . Cuando una tubería de gas se instale paralela a un rincón vertical, las separaciones mínimas serán de 1 radio de la tubería a una pared y de 2 radios de la tubería respecto a la pared contigua. Cuando una tubería de gas se instale

paralela a un rincón horizontal, las separaciones mínimas serán de 10 mm al techo y 2 radios de la tubería a la pared. Excepcionalmente, y para evitar excesivos cambios de dirección en la instalación, se admitirá el contacto con los pilares o relieves que no sean metálicos en longitudes que no superen los 70 cm.

2.3.7 Unión de tuberías y accesorios. Se tiene las siguientes uniones:

Unión mediante soldadura: la unión mediante soldadura puede realizarse para tuberías del mismo material (acero-acero o acero inoxidable-acero inoxidable) o para tuberías de distinto material (acero-acero inoxidable), pudiendo en este último caso intercalar elementos de transición de aleación de cobre. Asimismo, puede realizarse la unión mediante soldadura entre tuberías de acero o acero inoxidable con accesorios de aleación, básicamente para la instalación de dispositivos de corte, tomas de presión, etc.

Acero-acero: las uniones de tuberías de acero entre sí o con sus accesorios (manguitos, codos, curvas, reducciones, derivaciones, etc.), se realizarán, en general, mediante soldadura eléctrica, pudiéndose utilizar la soldadura oxiacetilénica para la unión de tubos de DN 50 mm o inferior, aunque se recomienda la soldadura eléctrica para tramos en presiones alrededor de 4 bar. En el caso de que los tubos estén protegidos contra la corrosión mediante galvanizado, antes de efectuar el proceso de soldadura deberá eliminarse previamente la capa de zinc de protección de los extremos a unir. Si no es posible eliminar esta protección, se procederá a efectuar soldadura oxiacetilénica utilizando un conjunto de varilla y desoxidante que impida la destrucción de la capa protectora galvanizada. Debido a que el proceso de soldadura para tubos

galvanizados es complicado y de difícil ejecución, al igual que su proceso de pintado, se recomienda utilizar siempre el tubo de acero sin revestimiento galvánico.

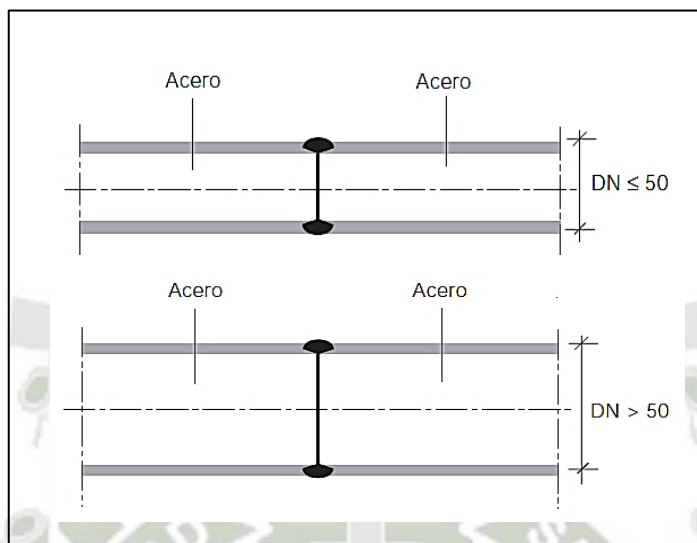


Figura 8. Soldadura eléctrica y oxiacetilénica para tuberías de acero.

Fuente: Fenosa. Manual de instalaciones receptoras [manual].

Uniones mediante sistemas mecánicos: las uniones mediante sistemas mecánicos se utilizarán principalmente para unir elementos o accesorios, como pueden ser contadores, reguladores, llaves de corte, tomas de presión, etc. a las tuberías de gas. Las uniones mediante sistemas mecánicos sólo podrán utilizarse en tuberías vistas o alojadas en armarios o cajetines, no pudiéndose utilizar este tipo de uniones cuando la tubería discorra empotrada, por el interior de vainas o conductos o por un semisótano o primer sótano. Las uniones mediante sistemas mecánicos para tuberías enterradas estarán limitadas a la unión de tubo de polietileno con acero o cobre mediante enlaces de transición fijos o monobloc.

Todos los accesorios roscados deberán tener rosca cónica conforme a las normas ISO 7.1, ISO 228.1, ANSI / ASME B1.20.1 ó equivalente. Para asegurar la estanqueidad de la rosca, se utilizará un sello de fibra no orgánica, cinta de teflón o sello líquido (tipo locktite o similar). El

asbesto; el cáñamo u otras fibras orgánicas están prohibidos. Las bridas deben cumplir con ANSI/ASME B16.1 ó ANSI/ASME B16.20. Las juntas de estanqueidad no deben contener asbesto y deben ser resistentes a temperaturas elevadas. Los espárragos y sus tuercas correspondientes deberán cumplir con las normas ASTM A 193 y ASTM A 194.

2.3.8 Especificaciones de soportes en tuberías. Las tuberías deben ser soportadas con ganchos, abrazaderas, soportes colgantes o soportes de escuadra, de una resistencia y configuración adecuada, localizados en intervalos de espacio adecuados para prevenir o amortiguar una vibración excesiva, estos elementos de sujeción podrán ser, en función de la tipología de la instalación, simples o múltiples, es decir, que sujeten a una sola tubería o a varias (peine de tubos proveniente de la centralización de contadores). La tubería debe ser anclada para prevenir esfuerzos indebidos sobre los equipos conectados y no debe ser soportada por otras tuberías. Los ganchos y soportes de la tubería deben cumplir con la norma ANSI-MSS SP58. Los soportes, ganchos y anclajes deben ser instalados de manera que no interfieran con la libre expansión y contracción de la tubería entre los puntos de anclaje. Todas las partes del sistema de soporte deben ser diseñadas e instaladas de tal manera de evitar la corrosión y que no se desenganchen por el movimiento de la tubería. Si la tubería que contiene el gas natural seco debe ser desmontada, la línea debe desconectarse de todas las fuentes de gas y ser purgada totalmente con aire, agua o un gas inerte antes de efectuar cualquier corte o soldadura.

Sujeción de las tuberías: Las tuberías que componen una instalación vista deben quedar convenientemente sujetas para soportar el peso de los tramos y evitar deslizamientos. Asimismo, cuando se considere necesario, podrán tener unos puntos fijos que habrán de servir de anclaje de

la tubería para que los esfuerzos por dilatación se originen a partir de ellos, construyéndose soldando a la tubería un elemento robusto que posteriormente se acoplará mediante tornillos a un soporte anclado a una pared o techo. Para tubería de acero, se podrá aceptar como sustitución del elemento soldado la utilización de dos abrazaderas (tipo varilla curvada) separadas entre sí la distancia equivalente a un diámetro de la tubería, de manera que quede firmemente sujeta a dos soportes anclados en la pared. Las tuberías de gas necesitan disponer de elementos de sujeción en los tramos horizontales y verticales. Los elementos de sujeción deben aislarse convenientemente cuando se instalen en el exterior, aunque es conveniente que se aíslen también los situados en el interior de locales. Tanto en los tramos verticales como en los horizontales estos elementos de sujeción serán abrazaderas, aunque en los tramos que discurren por garajes o aparcamientos podrán ser soportes-guía cerrados en los tramos horizontales y soportes de apoyo sin guía en los cambios de dirección de los tramos horizontales. Debe preverse un elemento de sujeción lo más cerca posible de las conexiones de las llaves de corte, a no ser que éstas lo lleven incorporado, de los reguladores, de las válvulas de seguridad por defecto de presión y de los elementos y accesorios en general pertenecientes a la instalación. Tanto las abrazaderas como los soportes guía cerrados no deben ejercer una fuerte presión sobre la tubería una vez han sido apretados, sino que deben apretar lo justo para soportarla. La separación máxima entre los elementos de sujeción de las tuberías, considerando ésta como la separación entre dos soportes o entre soporte y llave de paso, depende del material y diámetro de las mismas y de si se trata de tramos horizontales o verticales, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 6.

Distancias entre soportes para tuberías de gas

Material de la tubería	Diámetro de la tubería	Separación máxima (m)	
		Tramo horizontal	Tramo vertical
Acero	$D \leq 1/2"$	1,5	2,0
	$1/2" < D \leq 1"$	2,0	3,0
	$1" < D \leq 1 1/4"$	2,5	3,0
	$D > 1 1/4"$	3,0	1 por planta, máx. 4,0

Fuente: Fenosa. Manual de instalaciones receptoras [manual].

Elementos de sujeción de tuberías: las tuberías que se instalen en la modalidad de vistas, deberán estar conveniente sujetas a las paredes o techos mediante elementos de sujeción del tipo abrazaderas o soportes-guía. Estos elementos de sujeción podrán ser, en función de la tipología de la instalación, simple o múltiple, es decir, que sujeten a una sola tubería o a varias (peine de tubos proveniente de la centralización de contadores). El diseño de los elementos de sujeción mencionados, es decir, las abrazaderas y los soportes guía, ha de ser tal que cumplan las siguientes condiciones:

-El anclaje de la abrazadera ha de poder realizarse directamente a la pared, bien por empotramiento o bien atornillada con tacos de expansión. El anclaje del soporte-guía se realizará por empotramiento en la pared o techo.

- El sistema de fijación de la abrazadera a la tubería no ha de poder realizarse manualmente ni por presión, sino que para su montaje y desmontaje deberá utilizarse un útil adecuado (destornillador, llave fija, etc.).

- El diseño de la abrazadera ha de ser tal que en ningún caso pueda producirse contacto de la tubería con la pared, techo o soporte. En el caso de abrazaderas múltiples, su diseño deberá asegurar, además, que no existe contacto entre tuberías.

-Han de estar contruidos con materiales metálicos de probada resistencia (acero, acero galvanizado, cobre, latón etc.) debidamente protegidas contra la corrosión y no deberán estar en contacto directo con la tubería, sino que deberán aislarse de la misma a través de un revestimiento, banda de elastómero o material plástico preferentemente, o bien encintando convenientemente la tubería en la zona de contacto. Cuando el tubo sea de acero inoxidable, el material de los elementos de sujeción no será ferrítico.

2.3.9 Estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP). La ERPMP tiene la finalidad de poder conducir el caudal requerido por la planta, reducir la presión proveniente de la red municipal ubicada en la vía pública a la presión de uso en la red interna de gas natural de la planta, proporcionar control automático de presión, con el fin de proteger los equipos que se encuentren aguas abajo, los cuales fueron diseñados para una menor presión de operación, adicionalmente debe medir el caudal de gas natural que pasa a través del medidor montado en dicha ERPMP (medidor fiscal), con el cual se facturara el consumo de gas natural. La estación tendrá el diámetro de tuberías adecuado para evitar altas velocidades de circulación de gas en ella, contará con doble ramal para facilitar el mantenimiento de sus elementos o alguna interrupción de alguna rama y estará aislada de las redes por medio de una junta aislante eléctrica. Será montada sobre una estructura metálica que estará encima de una base de concreto aislada, que estará sobreelevada 15 cm del terreno circundante teniendo en las puertas de acceso

un cartel con la leyenda “gas”, "prohibido fumar y/o hacer fuego" y “no se permite la entrada a personas ajenas al servicio” y será instalada de acuerdo a normas técnicas CEN EN 12279, CEN EN 12186, CEN EN 1776 y AGA reportes 2, 7 y 9 o equivalentes



Figura 9. Estación de regulación de presión y medición primaria de gas natural en un recinto metálico

Fuente: GMG Energía (2015). Instalaciones de gas [Blog]

El lugar de instalación de una ERPMP debe contar con fácil acceso a ella, resguardado de posibles inundaciones y evitando zonas específicas dentro de la industria cuya atmósfera sea altamente corrosiva. Se debe intentar que sea lo más próxima posible a la válvula general de la acometida de la empresa distribuidora, no debe ubicarse en lugares como un sótano, bajo una escalera cuando ésta sea la única salida del edificio para el personal en caso de emergencia o en zonas de paso obligado para acceder locales de trabajo. La ventilación del recinto se realizará mediante rejillas dispuestas en las paredes del mismo. No menos del 5% de la superficie lateral

del mismo estará cubierta por dichas rejillas convenientemente distribuidas para asegurar una normal circulación del aire. El 80% de la ventilación será realizado por la parte superior y el 20% restante por la parte inferior, este diseño permitirá una ventilación natural. En caso de alguna emergencia el recinto contará con un extintor de fuego de polvo químico universal o polvo polivalente ambos de clase C de 10 kg de capacidad.

Un vez seleccionada la válvula de alivio, se instalara venteos con una altura de 0,5 m del techo superior del recinto de la ERPMP con un diámetro de $\frac{3}{4}$ " y un corte de 45 grados en el extremo de esta tubería de acero, también contará con un protector metálico ante la entrada de agua o posibles agentes externos. El recinto contará con un pozo a tierra conectada a la ERPMP, para absolver posibles descargas eléctricas generadas, se debe considerar distancias mínimas del recinto con respecto a otras instalaciones o equipos

Tabla 7.

Distancias mínimas de seguridad de una estación de regulación de gas

DESDE	HASTA	DISTANCIA (m)
ERPMP con cabina	Calentador	6
ERPMP con cabina	Tanque de combustible líquido	7.5
ERPMP con cabina	Líneas de alta tensión aéreas	5
ERPMP con cabina	Líneas de alta tensión subterránea	0.5
ERPMP con cabina	Puesta a tierra de líneas de alta tensión	0.5 c/10kV
ERPMP con cabina	Subestación de energía eléctrica	10

Fuente: Angel Chávez Ñahuinripa (2005). Proyecto de conversión industrial al consumo de gas natural en una planta textil [Tesis]

Una ERPMP tiene como mínimo los siguientes elementos para la regulación y medición de gas

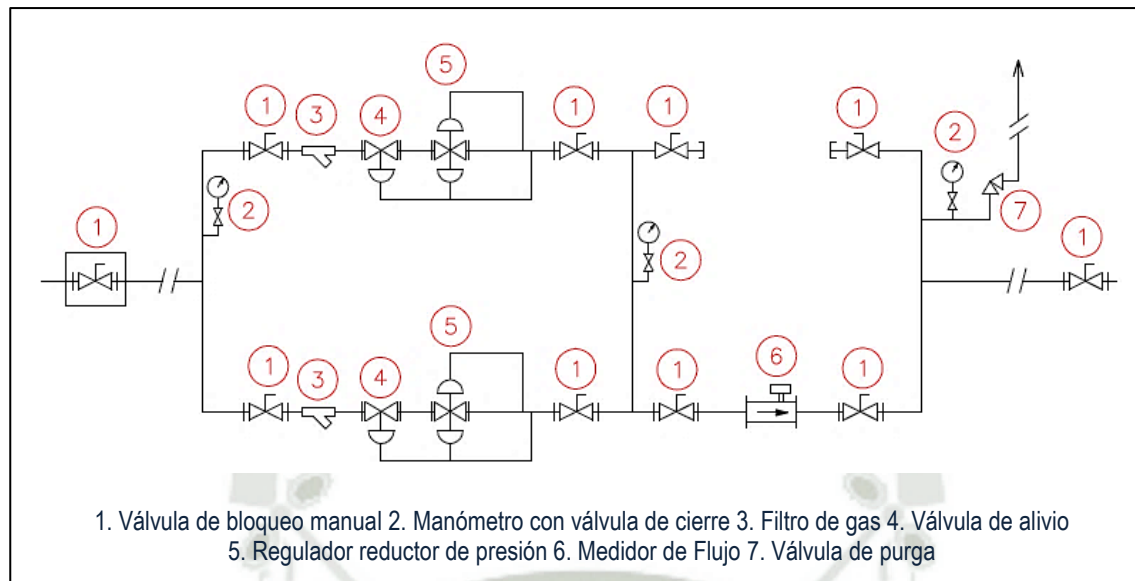


Figura 10. Principales elementos de una estación de regulación de presión y medición primaria

Fuente: Angel Chávez Ñahuinripa (2005). Proyecto de conversión industrial al consumo de gas natural en una planta textil [Tesis]

Válvula de bloqueo manual: Las válvulas deberán ser aprobadas para su uso con gas. La tecnología y los materiales de las válvulas deberán estar de acuerdo a la presión y condiciones de trabajo. El material de la válvula deberá estar en concordancia con el de la tubería en la cual se instala, en este caso acero. Las válvulas deberán ser claramente identificables al estar la válvula abierta o cerrada. Las válvulas deberán ser fabricadas con materiales aprobados y de acuerdo a la última edición de normas como API 6D, ISO 14313, ASME B 16.4, CEN prEN 1555-4. Las características de la válvula deberán ser marcadas de acuerdo a la norma técnica MSS SP-25 o equivalente. Las válvulas de la estación será válvulas de bola ya que son las válvulas más usadas, fáciles de operar y son más baratas que otros tipos de válvulas (compuerta, globo, tapón, etc.) y tienen un alto grado de confiabilidad, su uso es de apertura total y cierre total debido a que el anillo suave conformado por el asiento puede ser deformado por la presión del fluido

Manómetro con válvula de cierre: los manómetros serán seleccionados de acuerdo a la presión de trabajo y normado para uso de gas natural, los manómetros deben conectarse a las tuberías con una válvula de bloqueo y purga.

Filtro de gas: Los filtros deben ser seleccionados con un diseño y construcción de acuerdo al código ASME VIII DIV I, los filtros de gas natural de tipo cartucho que retienen el 80% de partículas mayores a 5 micras, estos se usarán antes del regulador de suministro en aquellas estaciones que utilicen medidores de tipo turbina o rotativo. Para filtros tipo malla metálica deberán retener el 80% de partículas mayores a 25 micras, y se usarán antes del regulador para medidores de tipo diafragma. Todo filtro debe tener grabado en su cuerpo el material, presión de trabajo o serie y nombre del fabricante. La caída de presión de un filtro generalmente es de máximo 0.5 a 2 psi (352 a 1400 mmH₂O). Seleccionando un filtro tipo cartucho, sabiendo la presión de entrada y el caudal, podemos seleccionar un modelo que cumpla con lo especificado.

Válvula de alivio y de bloqueo por sobrepresión: una válvula de alivio de presión es un dispositivo de control que se abre para dejar escapar el fluido a la atmósfera durante una situación de sobrepresión y la válvula de bloqueo tiene un dispositivo de cierre el cual retiene el gas en el sistema. Usualmente se usan válvulas de alivio de las siguientes clasificaciones:

Válvulas de alivio directamente operadas: La presión del sistema está referenciada bajo un diafragma y opuesta por un resorte. A medida que la presión del sistema aumenta después de pasar el punto de referencia, la válvula de alivio se abre y permite que el fluido escape, protegiendo el sistema. Un aumento de presión con respecto al punto de tarado para permitir más paso de caudal recibe el nombre de offset.

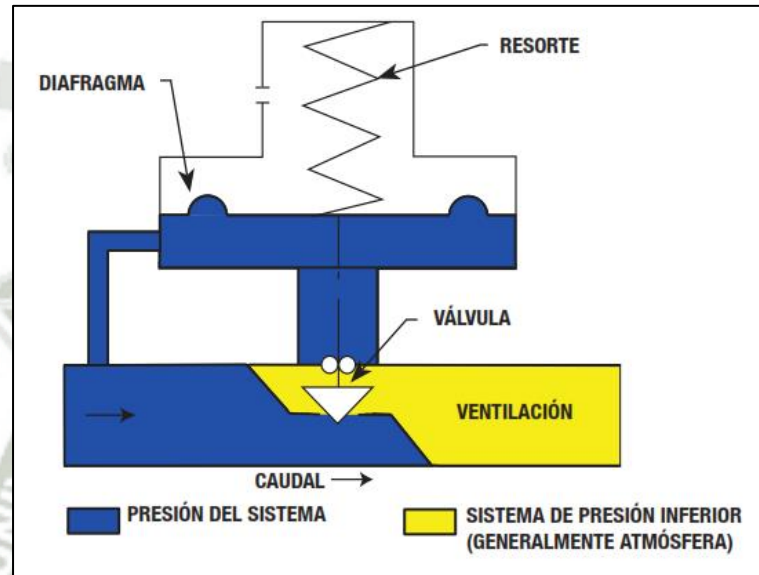


Figura 11. Válvula de alivio de acción directa.

Fuente: Fisher (2010). Reguladores industriales [Guía de aplicaciones].

Válvulas de alivio pilotadas: En condiciones normales de funcionamiento, cuando la presión del sistema se encuentra por debajo del punto de referencia de la válvula de alivio, el piloto permanece cerrado. De esta forma, la presión de carga puede registrarse en la parte superior del diafragma de la válvula de alivio principal, la presión de carga en la parte superior del diafragma se opone a una presión equivalente (presión de entrada) en la parte inferior. Cuando el diferencial de presión en el diafragma es inexistente o insuficiente, el resorte mantiene la válvula cerrada. Cuando la presión del sistema aumenta por encima

del punto de referencia, el piloto se abre y expulsa la presión de carga desde la parte superior del diafragma principal de la válvula de alivio, lo que permite que la válvula principal se abra. Son utilizadas en aplicaciones de mucha precisión.

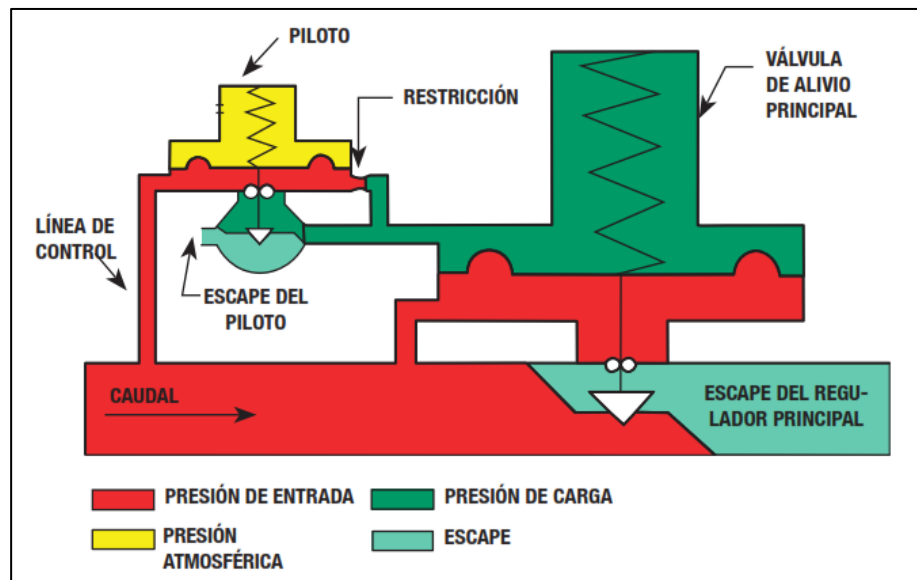


Figura 12. Válvula de alivio pilotada.

Fuente: Fisher (2010). Reguladores industriales [Guía de aplicaciones].

Regulador reductor de presión: Un regulador reductor de presión mantiene una presión de salida deseada al tiempo que proporciona el caudal de flujo necesario para satisfacer la demanda aguas abajo. La presión que mantiene el regulador es el parámetro de presión de salida (punto de referencia) del mismo, existen dos tipos principales de reguladores de presión, los de acción directa y los pilotados.

Los reguladores de acción directa son los que constituyen el estilo más simple de reguladores. A presiones bajas, normalmente por debajo de 0,07 bar, pueden lograr un control muy preciso ($\pm 1\%$). A presiones de control altas, de hasta 34,5 bar, 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 regulador. Las aplicaciones típicas incluyen servicios de gas doméstico, comercial e industrial.

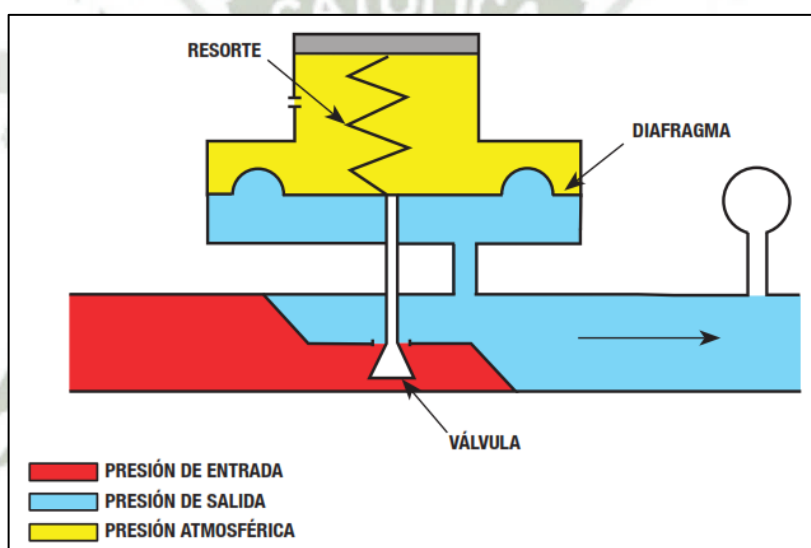


Figura 13. Regulador de acción directa.

Fuente: Fisher (2010). Reguladores industriales [Guía de aplicaciones].

Los reguladores pilotados son los reguladores más 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.

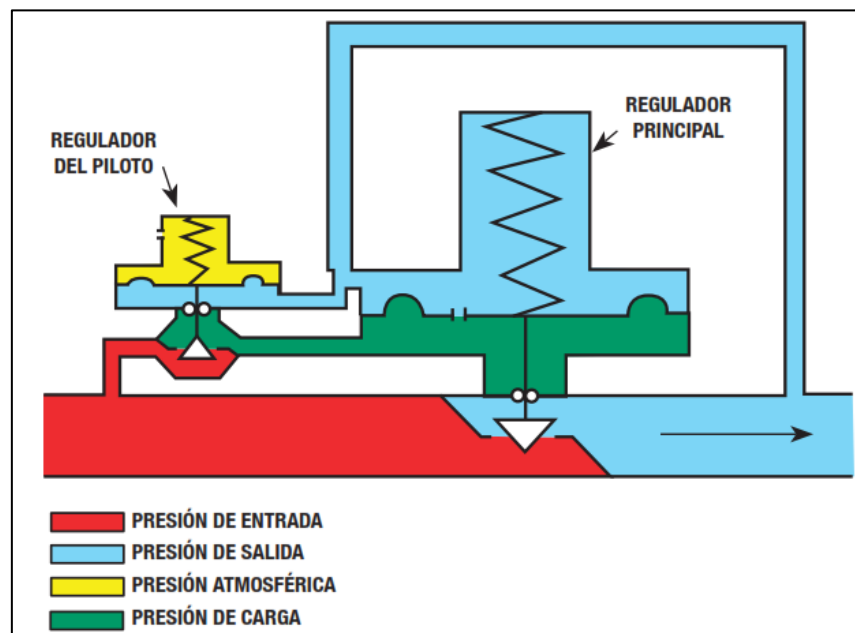


Figura 14. Regulador Pilotado.

Fuente: Fisher (2010). Reguladores industriales [Guía de aplicaciones].

Medidor de flujo: Para medir el flujo de gas natural se tiene tres tipos de medidores que son los rotativos, de turbina y ultrasonidos. Los medidores de turbina han demostrado una gran fiabilidad durante mucho tiempo, en los cuales el gas que entra en el contador y se canaliza a través de un direccionador de flujo integrado, el paso de gas hace girar la turbina a una velocidad que es proporcional al volumen de gas que atraviesa el contador. La turbina está montada en un eje soportado por múltiples rodamientos, la velocidad de rotación de la turbina se transmite mediante reducción de engranajes a un totalizador de dígitos.

2.3.10 Estación de regulación de presión secundaria (ERPS). Debido a que la presión de trabajo de los equipos aguas debajo de la ERPMP es diferente de la presión regulada, es necesario la instalación de una Estación de Regulación de Presión Secundaria o Subestación (ERPS) la cual debe contar con válvulas manuales de cierre, filtro, manómetros con sus respectivas válvulas de cierre, válvulas de seguridad o de alivio y un regulador de presión. De preferencia debe ser instalado con un sistema de ramal doble, esta estación podrá estar fijada en una pared de cemento al aire libre, ya que sus elementos no son tan robustos ni pesados.

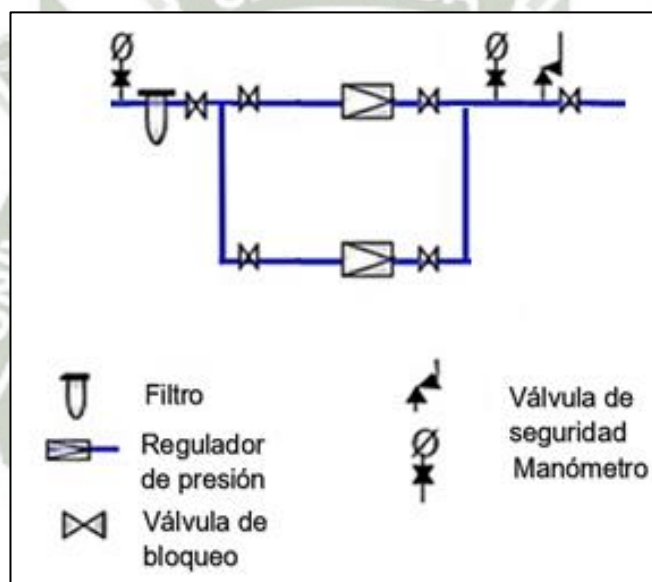


Figura 15. Esquema de una estación de regulación de presión secundaria.

Fuente: Elaboración propia basado en la ponencia de Jose Sobrino Zimmermann & Ruben Dario Torrez (2005). Experiencias de la conversión de calderas de petróleo a gas natural.



Figura 16. Estación de regulación de presión secundaria.

Fuente: Jose Sobrino Zimmermann & Ruben Dario Torrez (2005). Experiencias de la conversión de calderas de petróleo a gas natural [Ponencia].

Quemadores: los quemadores son los equipos donde se realiza la combustión, por tanto deben contener los tres vértices del triángulo de combustión, es decir que deben lograr la mezcla íntima del combustible con el aire y además proporcionar la energía de activación. De manera general pueden clasificarse en quemadores por inducción atmosférica y de aire inyectado.

Los quemadores por inducción atmosférica o llamados popularmente quemadores atmosféricos, al entrar el aire al quemador por la presión atmosférica. El principio de funcionamiento es la inducción y el efecto Venturi, las principales características de este tipo de quemadores son:

- No suele superar potencias de 250.000 kcal/h.
- Es el quemador más simple y barato.

- No puede trabajar con cámaras de combustión sobre presionadas.
- Tiene mucha sensibilidad el arrastre de aire con las variaciones de presión en el recinto donde se sitúe el quemador.

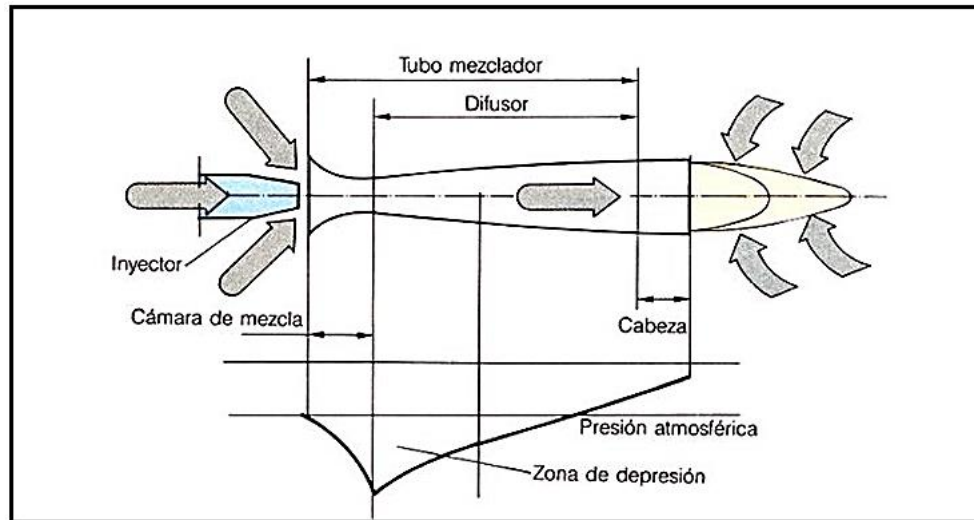


Figura 17. Esquema de funcionamiento de un quemador atmosférico.

Fuente: Rendimiento en las calderas. Recuperado de www.slideplayer.es [Ponencia].

El quemador de aire inyectado en el cual la mezcla entre combustible y comburente se realiza en la descarga a la cámara de combustión, la reacción de combustión es rápida, se tienen dos sistemas de combustión:

- Cuando la mezcla se realiza en la cabeza del quemador, el gas vertido en la cámara de combustión tiene la composición correcta.
- Cuando la mezcla se realiza al inicio de la combustión, el gas y el aire entran por separado a la combustión, no suele emplearse para generadores de calor.

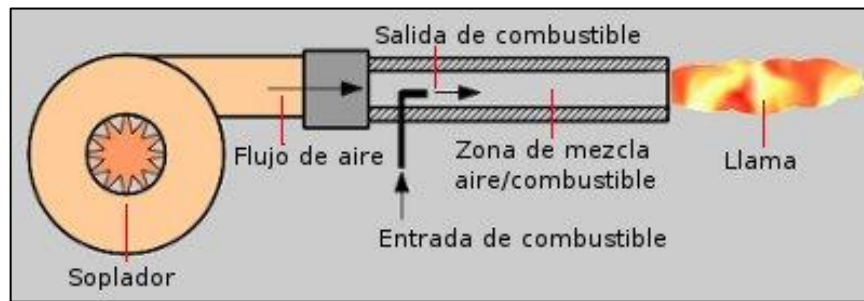


Figura 18. Esquema de quemador de aire inyectado.

Fuente: Horno casero para fundir metales. Recuperado de www.sabelotodo.org [Artículo].

Tabla 8

Comparación de tipos de mezcladores de inducción.

Comparación de ambos tipos de mezcladores de inducción	
Mezclador de inducción atmosférica.	Mezclador de aire inductor y gas despresurizado.
Sencillez de construcción	Construcción más complicada (regulador de gas)
Utiliza sólo la presión del gas	Exige un compresor de aire
Precio de compra bajo	Precio de compra gravado por el del regulador de gas y el compresor de aire
Presión de mezcla baja	Presión de mezcla elevada
Modulación 1 a 3 como máximo	Modulación pudiendo sobrepasar 1 a 5
Sensibilidad a las contrapresiones de las cámaras de combustión	Insensibilidad a las contrapresiones de las cámaras de combustión
Tamaño excesivo para los quemadores de gran caudal	Tamaño que no puede ser muy reducido para los quemadores de pequeño caudal
No necesita energía auxiliar	Consume energía auxiliar
Factor de aire casi siempre inferior a la unidad	Factor de aire primario elevado, pudiendo sobrepasar fácilmente la unidad
Regulación válvula de gas, no regula aire	Regulación válvula de aire y paso de gas

Fuente: Quemadores. Recuperado de www.dirind.com [Monografía].

Rampa de gas: Es un elemento que permite controlar automáticamente el caudal de gas con relación al caudal de aire para que el quemador desarrolle la potencia calorífica deseada, reciben presiones menores a 360 mbar y 500 mbar y su presión de salida puede ser regulada hasta 50 mbar la cual puede ser regulada a 20 mbar que es la presión de trabajo de la mayoría de quemadores de gas natural.

Sus componentes principales son:

- El presostato de presión mínima de gas, que impide que el quemador se ponga en marcha, si el gas no llega a la presión suficiente para desarrollar una correcta combustión.
- La electroválvula de regulación, que permite facilitar el caudal de gas necesario en función de la potencia del quemador en relación con la del generador al cual esté acoplado.
- La electroválvula de seguridad, está conectada en serie con la anterior y asegura el cierre del gas en caso de un fallo de la de regulación.
- El regulador de presión tiene la misión de reducir la presión del gas, suministrado en la red, y mantener constante ésta a la entrada del quemador, para un perfecto funcionamiento de éste.
- El filtro tiene la misión de impedir el paso, al asiento de las electroválvulas de gas, de cualquier tipo de impurezas que pudiera impedir su perfecto cierre.
- La llave de cierre de un cuarto de vuelta, de apertura y cierre rápidos, con un giro de noventa grados, permite cortar el paso del gas al quemador.

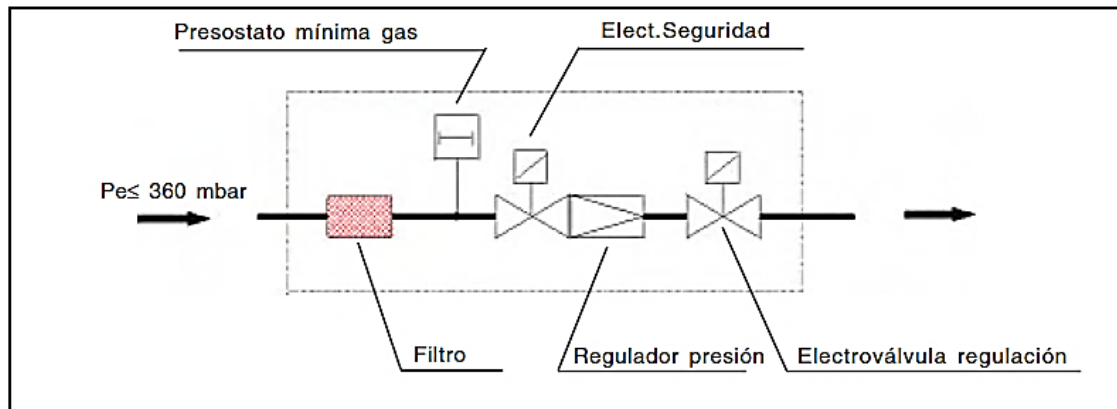


Figura 19. Esquema de una rampa de gas.

Fuente: Rampa de gas. Recuperado de www.construnario.com [Catalogo].

2.3.11 Evacuación de gases de combustión en equipos. Los sistemas de evacuación deben tener superficies lisas o esmaltadas en su interior y pueden construirse de materiales no combustibles ni quebradizos, preferentemente deben ser de sección circular, sin embargo pueden ser de sección cuadrada o rectangular siempre y cuando su área interna sea equivalente a la de una circular incrementada en 10%.

Para poder realizar el diseño de la conducción de los gases de combustión hacia la atmosfera producidos por los equipos consumidores de gas, debemos clasificar nuestros equipos de acuerdo al tipo de equipo y su relación con los métodos de evacuación de los productos de combustión

Tabla 9

Descripción de tipos de artefactos a gas.

Tipo	Descripción
A	Artefactos que no requieren ser conectados a conductos para la evacuación de los productos de combustión de gas, teniendo en cuenta los requerimientos de ventilación.
B	Artefactos diseñados para ser conectados a conductos de evacuación para la evacuación de los productos de combustión del gas, hacia la atmósfera exterior. El aire de combustión se obtiene directamente del recinto donde están instalados los artefactos según los requerimientos de ventilación. Se distinguen dos clases de artefactos del Tipo B:
	Tipo B.1: Artefactos para conductos de evacuación por tiro natural. Tipo B.11: Artefactos provistos de un dispositivo de control de evacuación de los productos de la combustión.
	Tipo B.2: Artefactos para conductos de evacuación por tiro mecánico.
C	Artefacto con sistema de combustión sellado o de cámara estanca. Se distinguen tres clases de artefactos del Tipo C:
	Tipo C1: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior mediante dos conductos de flujo balanceado (conductos concéntricos, uno para la admisión de aire y el otro para la evacuación de los productos de la combustión).
	Tipo C2: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior mediante un solo conducto, que sirve simultáneamente para admitir aire y evacuar los productos de la combustión. Tipo C3: Artefactos con sistema de combustión sellado o de cámara estanca, conectados directamente con la atmósfera exterior, mediante dos conductos independientes; uno para la evacuación de los productos de combustión y el otro para la admisión de aire fresco.

Fuente: NTP 111.023 (2008). GAS NATURAL SECO. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural [Norma].

Se debe tener en cuenta la potencia del equipo y sus características de construcción y diseño del mismo, para ello, se utilizará las tablas establecidas en la NTP 111.023, luego corregir la potencia de trabajo de la chimenea, si presenta 1 codo se multiplica por 0,9 y si presenta 2 codos

se multiplica por 0,8, luego se aplica la fórmula de corrección del diámetro interno mínimo necesario para la chimenea (tomar presión atmosférica de las instalaciones 0,77 bar).

$$\phi_2 = \phi_1 \sqrt{\frac{P_1}{P_2}}$$

ϕ_1 = Diámetro de acuerdo a tablas.

ϕ_2 = Diámetro corregido.

P_1 = Presión a nivel del mar.

P_2 = Presión atmosférica en el sitio de la instalación.

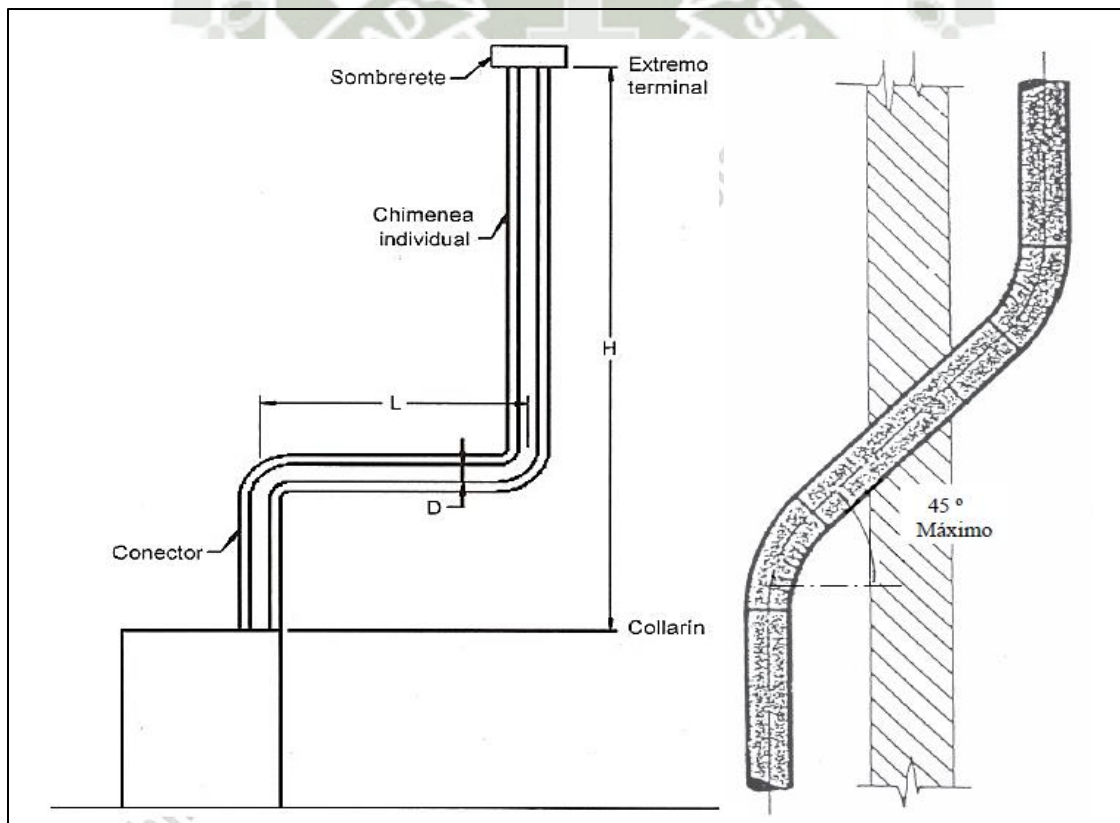


Figura 20. Chimenea individual con codos de 90° y 45°.

Fuente: NTP 111.023 (2008). Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural [Norma].

2.4 Ensayos a la red de tuberías de Gas Natural

2.4.1 Prueba de Hermeticidad. Después la construcción del sistema de tuberías, esta deberá ser probada para verificar su hermeticidad, utilizando como fluidos el aire, nitrógeno o cualquier gas inerte, mas no oxígeno o un gas combustible. El propósito es encontrar y eliminar toda pérdida en la instalación. La prueba deberá efectuarse aumentando la presión gradualmente y tomando las medidas de seguridad que corresponda.

La prueba de presión de hermeticidad deberá ser de 1,5 veces la presión máxima admisible de operación (MAPO) por un lapso mayor a 2 horas. En el caso de sistemas de tuberías con una MAPO de 60 mbar o menos, la presión de la prueba de hermeticidad deberá ser 100 mbar como mínimo. Se elaborará el acta de hermeticidad que deberán incluir como mínimo lo siguiente:

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

2.4.2 Inspección radiográfica. La radiografía de las soldaduras estudia la forma de obtener e interpretar la imagen fotográfica producida al incidir rayos X sobre una placa sensible, después de haber atravesado una unión soldada. En esta práctica se utiliza un equipo de rayos X, radiaciones electromagnéticas al igual que la luz visible, pero de longitudes de onda diferentes (de mayor energía).

Esta técnica permite obtener información de los defectos superficiales o internos presentes en las uniones soldadas; mediante una normativa y en función de la magnitud de cada tipo de imperfección se asigna un nivel de calidad a cada soldadura o producto soldado.

2.4.3 Señalización del sistema de tuberías. Los materiales peligrosos fluyen por kilómetros de tuberías en una amplia variedad de instalaciones. Tal como sucede con los materiales peligrosos en otros contenedores, los sistemas de tuberías tienen que estar adecuadamente etiquetados. La norma del Esquema para la Identificación de Sistemas de Tuberías A13.1 de la American Society of Mechanical Engineers (ASME) hace referencia al marcado de tuberías y da un método de etiqueta común en el uso en las instalaciones industriales, comerciales e institucionales y en edificios utilizados para reuniones públicas. Esta norma no aplica para tuberías enterradas o conductos eléctricos.

Requisitos de Etiqueta: Las etiquetas de marcado de tuberías deben comunicar de forma efectiva el contenido de las tuberías y brindar información adicional si existieran peligros especiales como por ejemplo temperaturas extremas o presiones. La leyenda debe ser breve y fácil de comprender. Por ejemplo, la leyenda "Gas Natural 1 bar" especifica el contenido como también el peligro de tensión adicional. Junto con la leyenda, se debe poner una flecha para mostrar la dirección en la que fluye el material. Si el flujo puede ser en ambas direcciones, se deben mostrar las flechas en ambas direcciones.

Utiliza un cuadro de códigos de colores con seis combinaciones de color estándar y cuatro combinaciones definidas por el usuario como se muestra a continuación. Los colores se basan en los contenidos de la tubería y, en general, la característica más peligrosa del contenido se utiliza para determinar los colores utilizados.

Tabla 10

Esquemas de colores para contenido de tuberías.

Contenido de la Tubería	Esquema de Colores
Materiales para extinguir incendios	Texto blanco sobre rojo
Fluidos tóxicos y corrosivos	Texto negro sobre naranja
Fluidos inflamables	Texto negro sobre amarillo
Fluidos combustibles	Texto blanco sobre marrón
Agua portátil, de refrigeración, alim. de calderas y otras	Texto blanco sobre verde
Aire comprimido	Texto blanco sobre azul
Definido por el usuario	Texto blanco sobre púrpura
Definido por el usuario	Texto negro sobre blanco
Definido por el usuario	Texto blanco sobre gris
Definido por el usuario	Texto blanco sobre negro

Fuente: ASME A13.1 (2007). Estándar para marcado de tuberías [Norma].

Tamaño de la Etiqueta: El diámetro de la tubería determina los tamaños adecuados de la etiqueta y el texto para una mejor visualización.

Tabla 11

Tamaño de letra según diámetro de tubería.

Diámetro de la Tubería Exterior (pulgadas)	Longitud Mínima del Fondo de Color (pulgadas)	Altura Mínima de la Letra (pulgadas)
0.75–1.25	8	0.5
1.5–2	8	0.75
2.5–6	12	1.25
8–10	24	2.5
>10	32	3.5

Fuente: ASME A13.1 (2007). Estándar para marcado de tuberías [Norma].

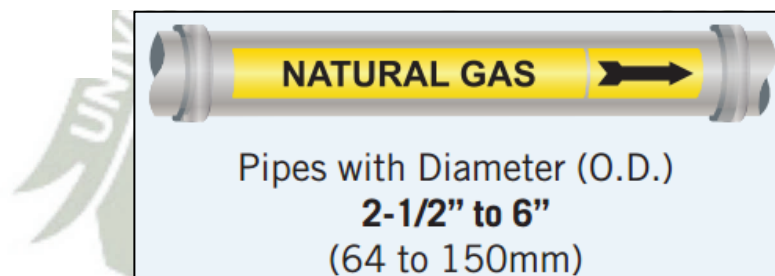


Figura 21. Ejemplo de etiquetado de tuberías de gas.

Fuente: ASME A13.1 (2007). Estándar para marcado de tuberías [Norma].

Colocación de Etiquetas: Las etiquetas deben colocarse sobre las tuberías para que puedan visualizarse sin dificultad y puedan leerse desde el ángulo de aproximación normal. Por ejemplo, las etiquetas deben colocarse debajo de la línea central de la tubería si la misma está elevada y por encima de la línea central de la tubería si la misma se encuentra debajo de la línea del ojo. Las etiquetas deben ubicarse junto a válvulas y acoples, junto a los cambios de dirección,

a ambos lados de penetraciones en pared o piso y a intervalos regulares en segmentos rectos con un espaciado que permita una fácil identificación (20 pies es el espaciado máximo sugerido pero puede ser necesario un espaciado más cercano para mayor visibilidad).

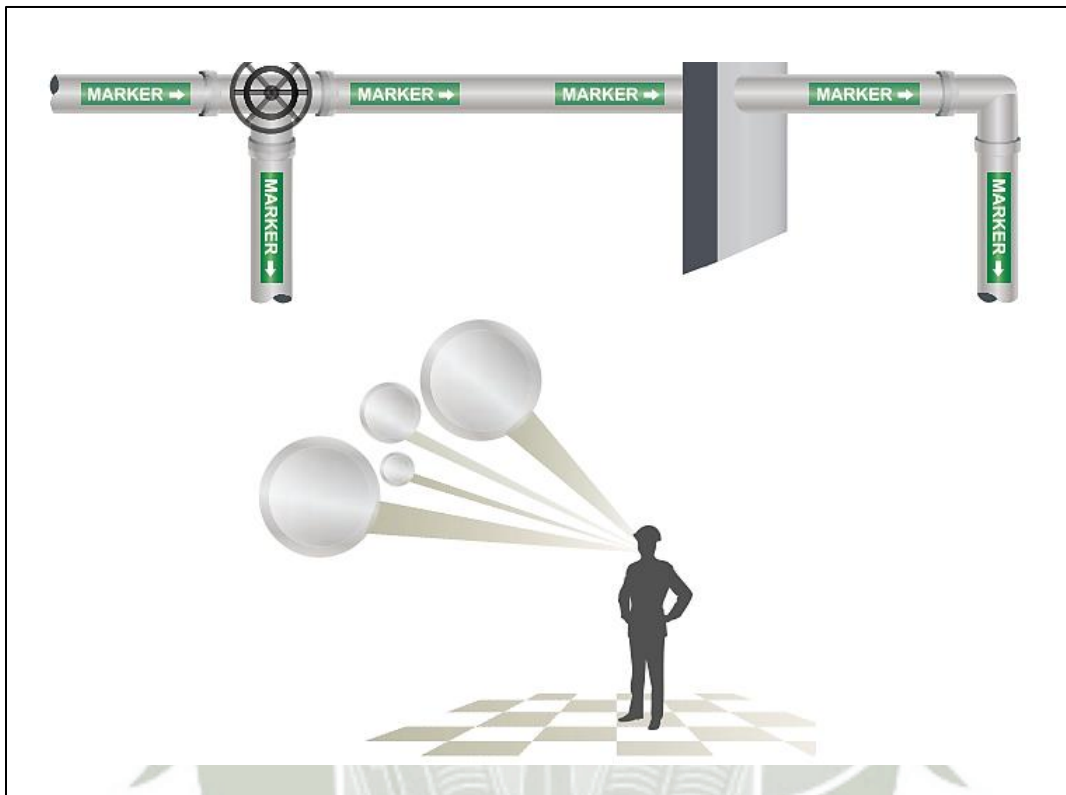


Figura 22. Posición de etiquetas de tuberías para buena visibilidad.

Fuente: ASME A13.1 (2007). Estándar para marcado de tuberías [Norma].

Las tuberías sin marcar son peligrosas para las personas y la propiedad. Accidentes, lesiones y daños en los equipos pueden ser el resultado de no conocer qué fluye por las tuberías que nos rodean. Al marcar e identificar las tuberías, se pueden prevenir estos accidentes. También permite que los trabajos de mantenimiento sean más sencillos y ayuda a prevenir las búsquedas que demandan mucho tiempo.

Capítulo 3

Cálculos de Ingeniería

La Instalación de aprovechamiento tiene como finalidad la conducción del gas natural proveniente de la Estación de Regulación de Presión y Medición Primaria (ERPMP), regulando la presión y así acondicionarla a las necesidades de la empresa hasta los equipos de consumo, llegando a estos con una serie de arreglos de tubería y accesorios diseñados y seleccionados específicamente para cumplir con las condiciones requeridas de caudal, velocidad y presión óptimas para el funcionamiento adecuado de cada uno de los equipos que consumirán el combustible. Además, estos cuentan con válvulas y elementos de seguridad instaladas en zonas específicas para su fácil acceso al momento de necesitar hacer un paro del suministro del gas natural ya sea por operaciones de mantenimiento de los equipos o en alguna contingencia.

3.1 Cálculos de consumo energético en planta.

Se calculará el consumo de gas natural en m^3/h luego se determinará un factor de corrección en el consumo los quemadores, debido a que las instalaciones se encuentran por encima del nivel del mar, lo cual influye en la regulación de los quemadores.

3.1.1 Consumo en calderos. La planta cuenta actualmente con 2 calderos, el caldero Nro. 1 de 150BHP y el caldero Nro.2 de 70 BHP, este último usualmente se encuentra en stand by y solo entra en operación cuando la planta tiene un requerimiento menor en su productividad

normal o cuando el caldero Nro. 1 se encuentra en mantenimiento o sufre alguna falla funcional.

A demás de estos calderos, la planta en un futuro piensa comprar un caldero de 100 BHP lo cual se tiene que considerar en los cálculos y dejar una tubería proyectada en las instalaciones.

Tabla 12

Consumo de gas natural de calderos en m³/h.

Equipos	Potencia	Consumo kcal/h	Caudal m ³ /h
Caldero Nro. 1	150 BHP	1265197.5	133.18
Caldero Futuro	100 BHP	843465	88.79
Caldero Nro. 2 Stand By	70 BHP	590425.50	62.15

Fuente: Elaboración propia basada de datos obtenidos en planta.

Una parte del caudal considerado para el consumo total de las instalaciones es la suma del caldero Nro.1 y el Caldero futuro ya que los dos funcionarán al mismo tiempo cuando la planta se encuentre trabajando y no el caudal del caldero en stand by debido a que este utilizará el caudal del caldero principal cuando este no esté en funcionamiento. En el cálculo que se utiliza el caudal del caldero en stand by, es en el dimensionamiento de la tubería que lo alimentara.

3.1.2 Consumo en hornos. En planta encontramos 4 hornos de 120 kW los cuales funcionan al mismo tiempo.

Tabla 13

Consumo de gas natural de hornos en m³/h.

Equipos	Potencia	Consumo kcal/h	Caudal m ³ /h
Horno 1	120 kW	103200	10.86
Horno 2	120 kW	103200	10.86
Horno 3	120 kW	103200	10.86
Horno 4	120 kW	103200	10.86

Fuente: Elaboración propia basada de datos obtenidos en planta.

3.1.3 Consumo en atomizadores. La planta cuenta con 2 atomizadores de 120 kW que funcionan al mismo tiempo.

Tabla 14

Consumo de gas natural de atomizadores en m³/h.

Equipos	Potencia	Consumo kcal/h	Caudal m ³ /h
Atomizador 1	120 kW	103200	10.86
Atomizador 2	120 kW	103200	10.86

Fuente: Elaboración propia basada de datos obtenidos en planta.

3.2 Cálculos de diseño en las redes internas

3.2.1 Cálculos de flujos de gas natural. Para saber el consumo real de cada equipo se debe seleccionar un factor de corrección de acuerdo a la altura con respecto a nivel del mar en el cual se está operando, para lo cual primero se calculará la presión atmosférica en la ciudad de Arequipa.

Presión atmosférica en Arequipa:

$$P_{atm\ AQP} = P_o \cdot e^{\frac{-g(Z-Z_o)}{R.T}}$$

Sabiendo que la ciudad de Arequipa se encuentra a una altura aproximada de 2328 msnm y con una temperatura usual de 25 °C en el aire, deducimos que:

$$P_{atm\ AQP} = 101.325\ kPa \cdot e^{\frac{-9.81 \frac{m}{s^2} (2328m - 0m)}{287 \frac{J}{Kg \cdot ^\circ K} \cdot (273 + 25)^\circ K}}$$

$$P_{atm\ AQP} = 77.23\ kPa$$

Una vez conocida la presión atmosférica donde operan los equipos, se selecciona el factor de corrección, el cual será $f = 1,3$.

Tabla 15

Factor de corrección de caudal en función a la altura de trabajo.

ALTITUD	m	0	200	400	600	800	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
Presión atmosférica media	mbar	1013	991	968	946	924	901	880	858	837	817	797	777	757
Factor de corrección del caudal en función de la altitud (f)		1	1,02	1,05	1,07	1,10	1,12	1,15	1,18	1,21	1,24	1,27	1,30	1,34

Fuente: De Dietich (2010). Quemadores de gas De Dietric (Manual).

Para obtener el consumo real de los equipos, se multiplica el caudal teórico hallado por el factor de corrección.

Tabla 16

Consumo de gas natural en equipos de planta.

Equipos	Potencia	Consumo Kcal/h	Caudal m ³ /h	Caudal corregido para AQP m ³ /h (f=1.3)
Horno 1	120 kW	103200	10.86	14.12
Horno 2	120 kW	103200	10.86	14.12
Horno 3	120 kW	103200	10.86	14.12
Horno 4	120 kW	103200	10.86	14.12
Atomizador 1	120 kW	103200	10.86	14.12
Atomizador 2	120 kW	103200	10.86	14.12
Caldero Nro. 1	150 BHP	1265197.5	133.18	173.13
Caldero Futuro	100 BHP	843465	88.79	115.42
Total		2727862.5	287.14	373.29

Caldero Nro. 2 Stand By	70 BHP	590425.50	62.15	80.80
-------------------------	--------	-----------	-------	-------

Fuente: Elaboración propia basada de datos obtenidos en planta.

3.2.2 Dimensionamiento de tuberías

3.2.2.1 Tuberías troncales.

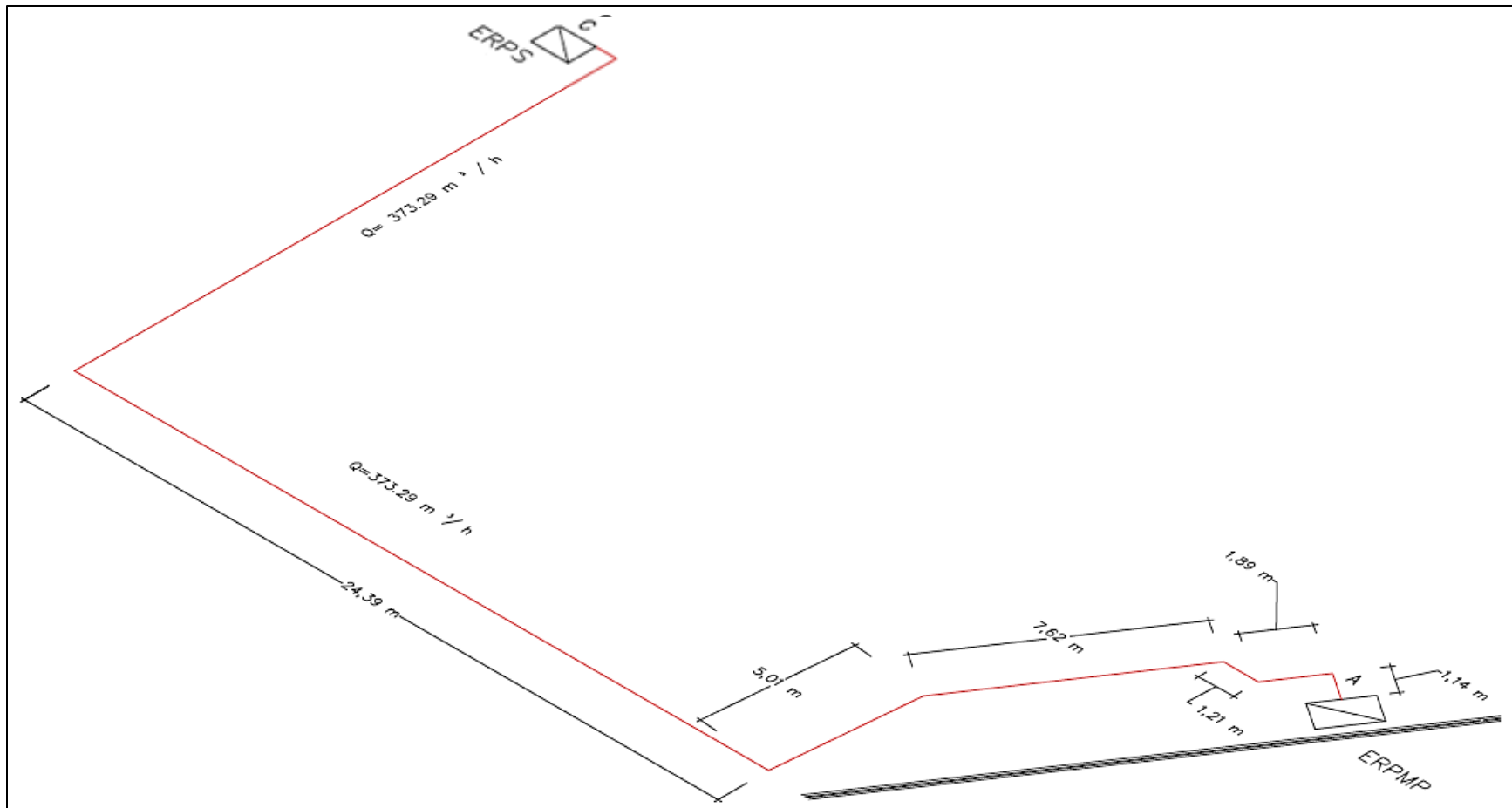


Figura 23. Tramo A-C de las redes internas de gas natural.

Fuente: Elaboración propia basada en lay-out de planta.

Tabla 17

Dimensionamiento en tuberías troncales.

TUBERIAS TRONCALES									
PREDIMENSIONAMIENTO				DIMENSIONAMIENTO REAL					
Tramo	A-C			Diámetro interno:					
Consideraciones previas:				Di calculado (mm)	32.70				
P atm Arequipa (bar)	0.77			Di estándar (mm)	50.8	2 in			
p relativa GN	0.61			Schedule	40				
Caudal total del sistema (m ³ /h)	373.29								
P man inicial del tramo (bar)	4			Presiones reales:					
Perdida máx. de presión al tramo final	15%			P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.62				
ΔP aprox. al tramo final (bar)	0.60			P abs final (bar)	4.70				
				P man final (bar)	3.93				
				ΔP tramo (bar)	0.07	<	0.60	OK	
Longitud al punto troncal más alejado (m)	62.67								
ΔP tramo anterior (bar)	0.00			Velocidad:					
Longitud (m)	62.67			V (m/s)	11.02				
Longitud por accesorios (m)	12.53			Condición 1	V < 30 m/s	OK			
Longitud equivalente (m)	75.20			Condición 2	Q/D <150	OK			
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.60								
P man final de tramo (bar)	3.40								
P abs final de tramo (bar)	4.17								

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Encontramos la Ruta crítica del sistema, la cual pasa por los puntos C-G-H-I.

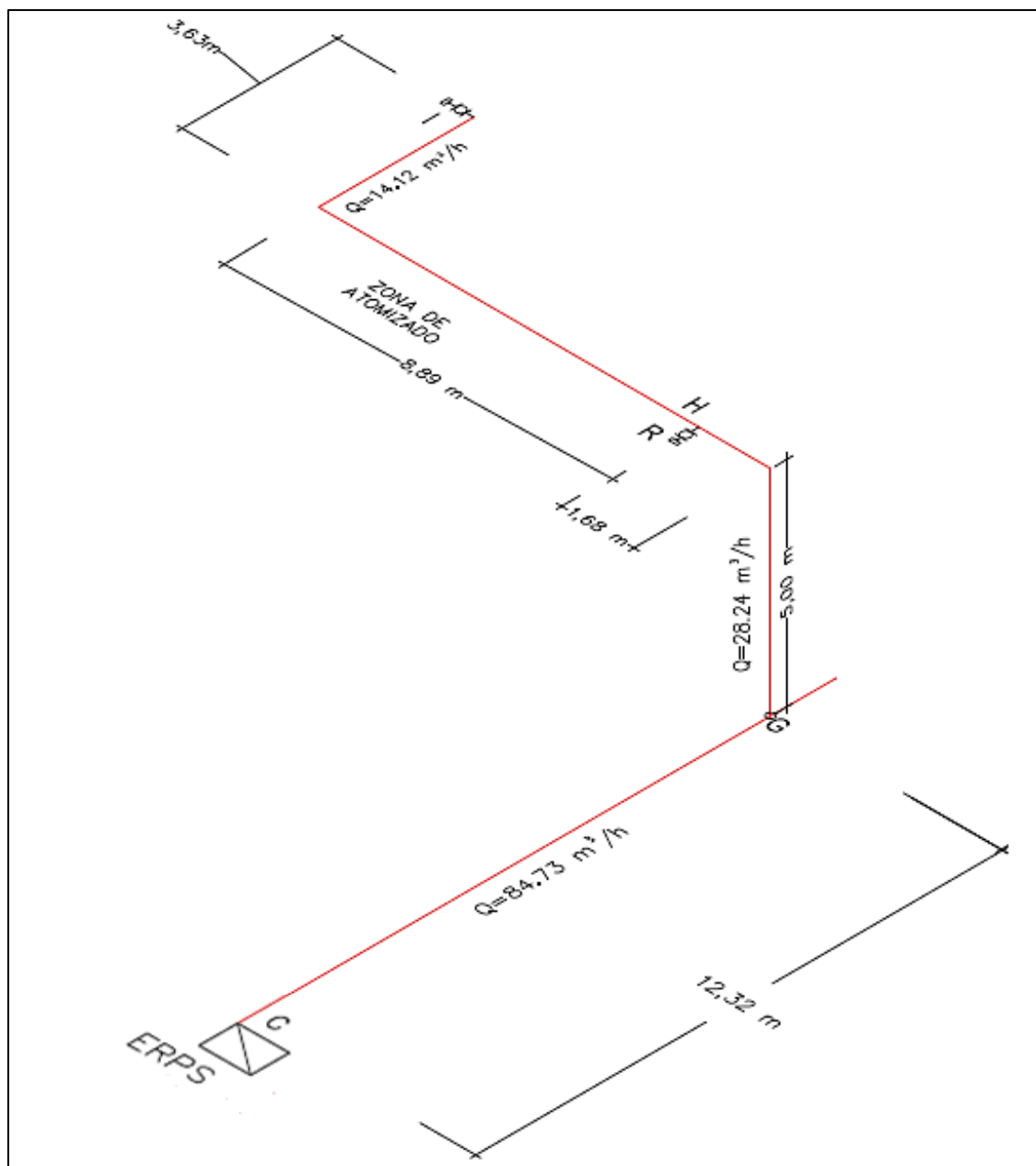


Figura 24. Tramo C-G-H-I de las redes internas de gas natural.

Fuente: Elaboración propia basada en lay-out de planta.

Tabla 18

Condiciones de presión en el tramo C-G-H-I.

Ruta crítica C-G-H-I	Valor
Presión inicial de la tubería troncal (bar)	0.36
Perdida máxima de presión al tramo final	15%
ΔP aproximada al tramo final (bar)	0.054
Presión mínima en el punto I (bar)	0.306

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 19

Dimensionamiento en el tramo C-G.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL			
Tramo:	C-G	Diámetro interno:			
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	30.21		
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	50.8	2 in	
ρ relativa GN	0.61	Schedule	40		
Caudal del tramo (m ³ /h)	84.73				
P man inicial del tramo (bar)	0.36	Presiones reales:			
		P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.01		
		P abs final (bar)	1.13		
		P man final (bar)	0.356		
		ΔP tramo (bar)	0.004	<	0.021 OK
Longitud al punto troncal más alejado (m)	31.52	Velocidad:			
ΔP tramo anterior (bar)	0.000	V (m/s)	10.45		
Longitud del tramo (m)	12.32	Condición 1	V < 30 m/s	OK	
Longitud por accesorios (m)	2.46	Condición 2	Q/D <150	OK	
Longitud equivalente (m)	14.78				
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.021				
P man final de tramo (bar)	0.34				
P abs final de tramo (bar)	1.11				

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 20

Dimensionamiento en el tramo G-H.

PREDIMENSIONAMIENTO	
Tramo:	G-H
Consideraciones previas:	
P atm Arequipa (bar)	0.77
p relativa GN	0.61
Caudal del tramo (m³/h)	28.24
Presión inicial del tramo (bar)	0.353
Longitud al punto troncal más alejado (m)	19.2
ΔP tramo anterior (bar)	0.004
Longitud del tramo (m)	6.68
Longitud por accesorios (m)	1.34
Longitud equivalente (m)	8.02
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.018
P man final de tramo (bar)	0.34
P abs final de tramo (bar)	1.11

DIMENSIONAMIENTO REAL			
Diámetro interno:		1 in	
Di calculado (mm)	17.46		
Di estándar (mm)	25.40		
Schedule	40		
Presiones reales:			
P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.02		
P abs final (bar)	1.12		
P man final (bar)	0.349		
ΔP tramo (bar)	0.008	<	0.018 OK
Velocidad:			
V (m/s)	14.02		
Condición 1	V < 30 m/s	OK	
Condición 2	Q/D <150	OK	

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 21

Dimensionamiento en el tramo H-I.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL			
Tramo:	H-I	Diámetro interno:		3/4 in	
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	12.52		
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	19.05		
ρ relativa GN	0.61	Schedule	40		
Caudal del tramo (m³/h)	14.12				
Presión inicial del tramo (bar)	0.349				
		Presiones reales:			
Longitud al punto troncal más alejado (m)	12.52	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.04		
ΔP tramo anterior (bar)	0.011	P abs final (bar)	1.10		
Longitud del tramo (m)	12.52	P man final (bar)	0.333	>	0.306 P fin Troncal.
Longitud por accesorios (m)	2.50	ΔP tramo (bar)	0.016	<	0.043 OK
Longitud equivalente (m)	15.02				
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.043	Velocidad:			
P man final de tramo (bar)	0.31	V (m/s)	12.65		
P abs final de tramo (bar)	1.08	Condición 1	V < 30 m/s	OK	
		Condición 2	Q/D <150	OK	

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

La presión final del tramo es 0.329 bar, que es mayor a 0.306 bar que eran lo mínimo permisible.

3.2.2.2 Tuberías ramales

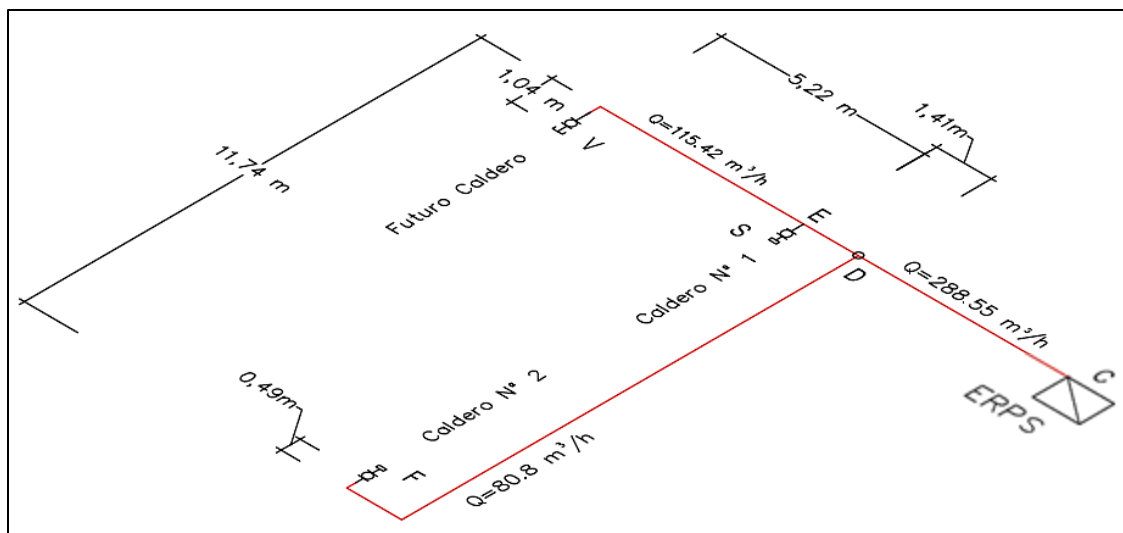


Figura 25. Tuberías ramales en puntos C-D-F-E-V de redes internas de gas natural.

Fuente: Elaboración propia basada en lay-out de planta.

Tabla 22.

Dimensionamiento en el tramo C-D

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL			
Tramo:	C-D	Diámetro interno:			
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	56.13		
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	63.5	2 1/2 in	
ρ relativa GN	0.61	Schedule	40		
Caudal del tramo (m³/h)	288.55	Presiones reales:			
Longitud del tramo (m)	5.48	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.01		
Longitud por accesorios (m)	1.096	P abs final (bar)	1.12		
Longitud equivalente (m)	6.576	P man final (bar)	0.355		
		ΔP tramo (bar)	0.005	<	0.036 OK
P in del tramo (bar)	0.36	Velocidad:			
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	22.80		
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.036	Condición 1	V < 30 m/s	OK	
P man final de tramo (bar)	0.324	Condición 2	Q/D < 150	OK	
P abs final de tramo (bar)	1.094				

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 23

Dimensionamiento en el tramo D-E

PREDIMENSIONAMIENTO	
Tramo:	D-E
Consideraciones previas:	
P atm Arequipa (bar)	0.77
p relativa GN	0.61
Caudal del tramo (m³/h)	288.55
Longitud del tramo (m)	1.41
Longitud por accesorios (m)	0.282
Longitud equivalente (m)	1.692

P in del tramo (bar)	0.355
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.036
P man final de tramo (bar)	0.320
P abs final de tramo (bar)	1.090

DIMENSIONAMIENTO REAL			
Diámetro interno:			
Di calculado (mm)	56.24		
Di estándar (mm)	63.5	2 1/2 in	
Schedule	40		
Presiones reales:			
P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.003		
P abs final (bar)	1.12		
P man final (bar)	0.354		
ΔP tramo (bar)	0.001	<	0.036 OK
Velocidad:			
V (m/s)	22.82		
Condición 1	V < 30 m/s	OK	
Condición 2	Q/D <150	OK	

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 24

Dimensionamiento en el tramo D-F

PREDIMENSIONAMIENTO	
Tramo:	D-F
Consideraciones previas:	
P atm Arequipa (bar)	0.77
ρ relativa GN	0.61
Caudal del tramo (m³/h)	80.8
Longitud del tramo (m)	13.64
Longitud por accesorios (m)	2.728
Longitud equivalente (m)	16.368

P in del tramo (bar)	0.355
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.036
P man final de tramo (bar)	0.320
P abs final de tramo (bar)	1.090

DIMENSIONAMIENTO REAL			
Diámetro interno:			
Di calculado (mm)	29.76		
Di estándar (mm)	38.1	1 1/2 in	
Schedule	40		

Presiones reales:			
P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.03		
P abs final (bar)	1.11		
P man final (bar)	0.340		
ΔP tramo (bar)	0.015	<	0.036 OK

Velocidad:			
V (m/s)	17.97		
Condición 1	V < 30 m/s	OK	
Condición 2	Q/D <150	OK	

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 25

Dimensionamiento en el tramo E-S.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL			
Tramo:	E-S	Diámetro interno:			
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	43.60		
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	50.8	2 in	
ρ relativa GN	0.61	Schedule	40		
Caudal del tramo (m ³ /h)	173.13	Presiones reales:			
Longitud del tramo (m)	1.04	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.00		
Longitud por accesorios (m)	0.208	P abs final (bar)	1.12		
Longitud equivalente (m)	1.248	P man final (bar)	0.352		
		ΔP tramo (bar)	0.001	<	0.035 OK
P in del tramo (bar)	0.353	Velocidad:			
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	21.43		
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035	Condición 1	V < 30 m/s	OK	
P man final de tramo (bar)	0.318	Condición 2	Q/D < 150	OK	
P abs final de tramo (bar)	1.088				

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 26

Dimensionamiento en el tramo E-V.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL			
Tramo:	E-V	Diámetro interno:			
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	35.62		
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	50.8	2 in	
ρ relativa GN	0.61	Schedule	40		
Caudal del tramo (m ³ /h)	115.42	Presiones reales:			
Longitud del tramo (m)	6.26	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.01		
Longitud por accesorios (m)	1.252	P abs final (bar)	1.12		
Longitud equivalente (m)	7.512	P man final (bar)	0.349		
		ΔP tramo (bar)	0.003	<	0.035 OK
P in del tramo (bar)	0.352	Velocidad:			
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	14.33		
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035	Condición 1	V < 30 m/s	OK	
P man final de tramo (bar)	0.317	Condición 2	Q/D < 150	OK	
P abs final de tramo (bar)	1.087				

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 27

Dimensionamiento en el tramo H-R.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL			
Tramo:	H-R	Diámetro interno:			
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	12.47		
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	19.05	3/4 in	
ρ relativa GN	0.61	Schedule	40		
Caudal del tramo (m^3/h)	14.12	Presiones reales:			
Longitud del tramo (m)	0.71	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.002		
Longitud por accesorios (m)	0.142	P abs final (bar)	1.12		
Longitud equivalente (m)	0.852	P man final (bar)	0.348		
		ΔP tramo (bar)	0.0009	<	0.0345 OK
P in del tramo (bar)	0.349	Velocidad:			
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	12.47		
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035	Condición 1	$V < 30$ m/s	OK	
P man final de tramo (bar)	0.314	Condición 2	$Q/D < 150$	OK	
P abs final de tramo (bar)	1.084				

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

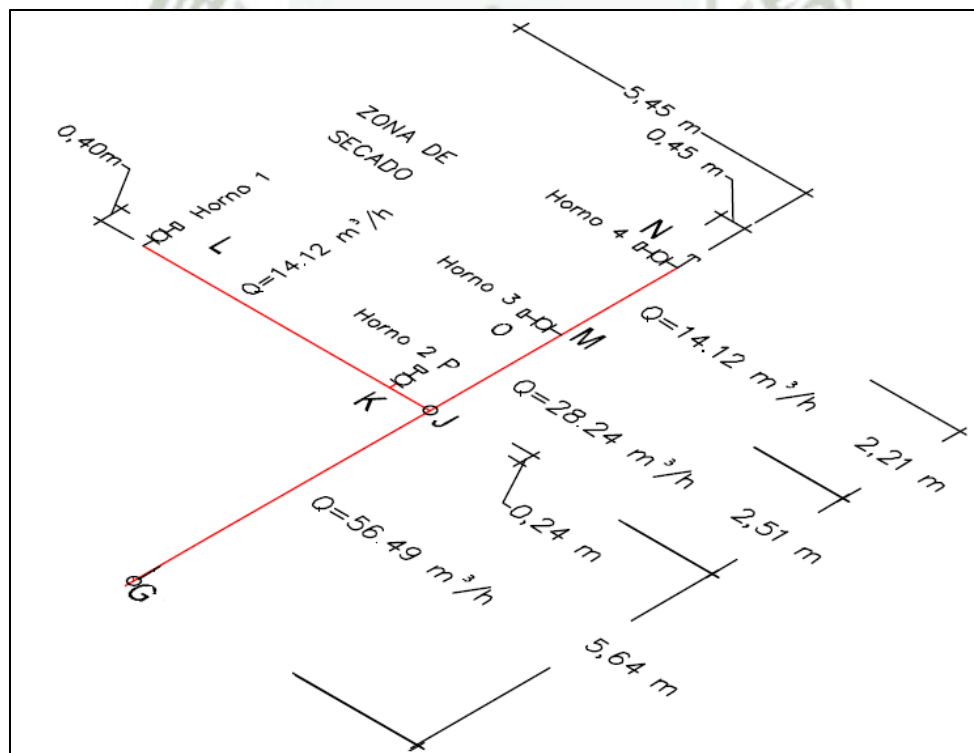


Figura 26. Tuberías ramales en puntos J-K-L-P-M-O-N de redes internas de gas natural

Fuente: Elaboración propia basada en lay-out de planta.

Tabla 28

Dimensionamiento en el tramo G-J.

PREDIMENSIONAMIENTO	
Tramo:	G-J
Consideraciones previas:	
P atm Arequipa (bar)	0.77
p relativa GN	0.61
Caudal del tramo (m³/h)	56.49
Longitud del tramo (m)	5.64
Longitud por accesorios (m)	1.128
Longitud equivalente (m)	6.768

DIMENSIONAMIENTO REAL				
Diámetro interno:		1 1/2 in		
Di calculado (mm)	24.90			
Di estándar (mm)	38.1			
Schedule	40			
Presiones reales:				
P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.01			
P abs final (bar)	1.12			
P man final (bar)	0.353			
ΔP tramo (bar)	0.003	<	0.036	OK
Velocidad:				
V (m/s)	12.42			
Condición 1	V < 30 m/s	OK		
Condición 2	Q/D <150	OK		

P in del tramo (bar)	0.356
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.036
P man final de tramo (bar)	0.321
P abs final de tramo (bar)	1.091

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 29

Dimensionamiento en el tramo J-M.

PREDIMENSIONAMIENTO	
Tramo:	J-M
Consideraciones previas:	
P atm Arequipa (bar)	0.77
p relativa GN	0.61
Caudal del tramo (m³/h)	28.24
Longitud del tramo (m)	2.51
Longitud por accesorios (m)	0.502
Longitud equivalente (m)	3.012

DIMENSIONAMIENTO REAL				
Diámetro interno:		1 in		
Di calculado (mm)	17.63			
Di estándar (mm)	25.4			
Schedule	40			
Presiones reales:				
P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.01			
P abs final (bar)	1.12			
P man final (bar)	0.350			
ΔP tramo (bar)	0.003	<	0.035	OK

P in del tramo (bar)	0.353
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035
P man final de tramo (bar)	0.318
P abs final de tramo (bar)	1.088

Velocidad:		
V (m/s)	14.00	
Condición 1	V < 30 m/s	OK
Condición 2	Q/D <150	OK

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 30

Dimensionamiento en el tramo M-N.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL			
Tramo:	M-N	Diámetro interno:			
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	12.48		
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	19.05	3/4 in	
p relativa GN	0.61	Schedule	40		
Caudal del tramo (m ³ /h)	14.12	Presiones reales:			
Longitud del tramo (m)	2.66	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.01		
Longitud por accesorios (m)	0.532	P abs final (bar)	1.12		
Longitud equivalente (m)	3.192	P man final (bar)	0.347		
		ΔP tramo (bar)	0.003	<	0.035 OK
P in del tramo (bar)	0.350	Velocidad:			
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	12.49		
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035	Condición 1	V < 30 m/s	OK	
P man final de tramo (bar)	0.315	Condición 2	Q/D <150	OK	
P abs final de tramo (bar)	1.082				

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 31

Dimensionamiento en el tramo M-O.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL			
Tramo:	M-O	Diámetro interno:			
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	12.47		
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	19.05	3/4 in	
p relativa GN	0.61	Schedule	40		
Caudal del tramo (m ³ /h)	14.12	Presiones reales:			
Longitud del tramo (m)	0.45	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.001		
Longitud por accesorios (m)	0.09	P abs final (bar)	1.12		
Longitud equivalente (m)	0.54	P man final (bar)	0.350		
		ΔP tramo (bar)	0.0006	<	0.035 OK
P in del tramo (bar)	0.350	Velocidad:			
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	12.49		
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035	Condición 1	V < 30 m/s	OK	
P man final de tramo (bar)	0.312	Condición 2	Q/D <150	OK	
P abs final de tramo (bar)	1.082				

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 32

Dimensionamiento en el tramo J-K.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL				
Tramo:	J-K	Diámetro interno:				
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	17.63			
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	25.4	1 in		
ρ relativa GN	0.61	Schedule	40			
Caudal del tramo (m ³ /h)	28.24	Presiones reales:				
Longitud del tramo (m)	0.45	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.001			
Longitud por accesorios (m)	0.09	P abs final (bar)	1.12			
Longitud equivalente (m)	0.54	P man final (bar)	0.353			
		ΔP tramo (bar)	0.001	<	0.035	OK
P in del tramo (bar)	0.350	Velocidad:				
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	13.97			
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035	Condición 1	V < 30 m/s	OK		
P man final de tramo (bar)	0.318	Condición 2	Q/D <150	OK		
P abs final de tramo (bar)	1.088					

Fuente: Elaboración propia basado decálculos realizados en planta.

Tabla 33

Dimensionamiento en el tramo K-L.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL				
Tramo:	K-L	Diámetro interno:				
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	12.47			
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	19.05	3/4 in		
ρ relativa GN	0.61	Schedule	40			
Caudal del tramo (m ³ /h)	14.12	Presiones reales:				
Longitud del tramo (m)	5.4	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.02			
Longitud por accesorios (m)	1.08	P abs final (bar)	1.12			
Longitud equivalente (m)	6.48	P man final (bar)	0.346			
		ΔP tramo (bar)	0.007	<	0.035	OK
P in del tramo (bar)	0.353	Velocidad:				
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	12.50			
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035	Condición 1	V < 30 m/s	OK		
P man final de tramo (bar)	0.317	Condición 2	Q/D <150	OK		
P abs final de tramo (bar)	1.087					

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

Tabla 34

Dimensionamiento en el tramo K-P.

PREDIMENSIONAMIENTO		DIMENSIONAMIENTO REAL				
Tramo:	K-P	Diámetro interno:				
Consideraciones previas:		Di calculado (mm)	12.45			
P atm Arequipa (bar)	0.77	Di estándar (mm)	19.05	3/4 in		
p relativa GN	0.61	Schedule	40			
Caudal del tramo (m ³ /h)	14.12					
Longitud del tramo (m)	0.4	Presiones reales:				
Longitud por accesorios (m)	0.08	P abs in ² - P abs final ² (bar)	0.001			
Longitud equivalente (m)	0.48	P abs final (bar)	1.12			
		P man final (bar)	0.352			
		ΔP tramo (bar)	0.001	<	0.035	OK
P in del tramo (bar)	0.353	Velocidad:				
Perdida máx. de presión al final del tramo	10%	V (m/s)	12.43			
ΔP aprox. inicio-fin (bar)	0.035	Condición 1	V < 30 m/s	OK		
P man final de tramo (bar)	0.317	Condición 2	Q/D <150	OK		
P abs final de tramo (bar)	1.087					

Fuente: Elaboración propia basado de cálculos realizados en planta.

3.2.2.3 Tabla resumen

Tabla 35

Planilla de cálculo en redes internas.

PLANILLA DE CÁLCULO											
Tramo	Caudal m³/h	Longitud m		Presiones bar		P1-P2 bar	Diámetro mm		Velocidad m/s	Observaciones	Unión
		REAL	CALCULO	P1	P2		Cálculo	Adaptado nominal			
A-C	373.29	62.67	75.20	4.000	3.935	0.065	32.70	50.8	11.02	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
C-D	288.55	5.48	6.58	0.360	0.355	0.005	56.13	63.5	22.80	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
D-E	288.55	1.41	1.69	0.355	0.354	0.001	56.24	63.5	22.82	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
D-F	80.80	13.64	16.37	0.355	0.340	0.015	29.76	38.1	17.97	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
E-S	173.13	1.04	1.25	0.353	0.352	0.001	43.60	50.8	21.43	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
E-V	115.42	6.26	7.51	0.352	0.349	0.003	35.62	50.8	14.33	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
C-G	84.73	12.32	14.78	0.360	0.356	0.004	30.21	50.8	10.45	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
G-H	28.24	6.68	8.02	0.356	0.349	0.008	17.44	25.4	14.02	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
H-R	14.12	0.71	0.85	0.349	0.348	0.0009	12.47	19.1	12.47	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
H-I	14.12	12.52	15.02	0.349	0.333	0.016	12.52	19.1	12.65	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
G-J	56.49	5.64	6.77	0.356	0.353	0.003	24.87	38.1	12.42	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
J-K	28.24	0.45	0.54	0.353	0.353	0.001	17.61	25.4	13.97	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
K-L	14.12	5.24	6.29	0.353	0.346	0.007	12.45	19.1	12.50	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
K-P	14.12	0.24	0.29	0.353	0.352	0.001	12.45	19.1	12.43	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
J-M	28.24	2.51	3.01	0.353	0.350	0.003	17.61	25.4	14.00	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
M-O	14.12	0.45	0.54	0.350	0.350	0.001	12.47	19.1	12.45	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado
M-N	14.12	2.66	3.19	0.350	0.347	0.003	12.47	19.1	12.49	Tubería de Acero ASTM A53 SCH 40	Soldadura - Roscado

Fuente: Elaboración propia basado en resultados de dimensionamiento de tuberías.

Tabla 36

Número de accesorios y longitud de tuberías en redes internas de gas.

Tramo	DIAMETROS DE TUBERÍA Y ACCESORIOS				ABRAZADERAS Y SOPORTES EN TRAMOS	
	Longitud (m)	Di (in)	Codos (pza.)	Unión T (pza.)	Abrazaderas y soportes (pza.)	Tipo de soporte
A-C	62.67	2	7	-	22	Pared
C-D	5.48	2 1/2	0	1	3	Suelo
D-E	1.41	2 1/2	0	1	1	Suelo
D-F	13.64	1 1/2	2	-	5	Suelo
E-S	1.04	2	-	1	-	-
E-V	6.26	2	1	-	3	Suelo
C-G	12.32	2	-	-	5	Suelo
G-H	6.68	1	1	1	5	Pared
H-R	0.71	3/4	-	1	-	-
H-I	12.52	3/4	2	-	8	Pared
G-J	5.64	1 1/2	-	-	3	Pared
J-K	0.45	1	-	1	2	Pared
K-L	5.24	3/4	1	1	4	Pared
K-P	0.24	3/4	-	-	-	-
J-M	2.51	1	-	-	3	Pared
M-O	0.45	3/4	-	1	-	-
M-N	2.66	3/4	1	-	3	Pared

Fuente: Elaboración propia basado en resultados de dimensionamiento de tuberías.

Tabla 37

Número de uniones T para manómetros en estaciones de regulación y equipos.

Unión T para Manómetros	Cantidad (pza.)
ERPMP	3
ERPS	2
Hornos	4
Atomizadores	2
Caldera 1	1
Caldera 2	1
Unión T para Válvulas de Alivio	Cantidad (pza.)
ERPMP	2
ERPS	1

Fuente: Elaboración propia basado en resultados de dimensionamiento de tuberías.

3.3 Dimensionamiento del sistema de evacuación de gases de combustión

En planta existen chimeneas individuales por cada equipo del sistema de GLP anterior, las cuales por políticas de la empresa, serán evaluadas para aprobar su funcionamiento con el nuevo sistema con gas natural. La empresa cuenta con las siguientes chimeneas:

-Caldera de 150 BHP: Chimenea con diámetro de 14 pulgadas, altura aproximada de 15,2 m y sin codos de 90 °

-Caldera de 70 BHP: Chimenea con diámetro de 8 pulgadas, altura aproximada de 15,2 m y sin codos de 90 °

-Atomizadores de 120 kW: Chimenea con diámetro de 5 pulgadas, altura aproximada de 9,1 m y con 2 codos de 90 °

-Hornos de 123 kW: Chimenea con diámetro de 5 pulgadas, altura aproximada de 15,2 m y con 2 codos de 90 °

Clasificamos los equipos en tipo B.1 según tabla de artefactos en NTP 111.023 y de acuerdo con su metodología, convertimos las potencias de nuestros equipos a MJ/h

Tabla 38

Potencia de equipos en planta.

Equipos	Potencia kW	Potencia MJ/h
Horno 1	120	432
Horno 2	120	432
Horno 3	120	432
Horno 4	120	432
Atomizador 1	120	432
Atomizador 2	120	432
Caldero Nro. 1	1470.6	5294.16
Caldero Futuro	980.4	3529.44
Caldero Nro. 2 (Stand By)	686.3	2470.68

Fuente: Elaboración propia en base a potencias calculadas en equipos de planta.

3.3.1 Dimensionamiento en atomizadores. Para atomizadores de 120kW (432 MJ/h) y una altura de 9,1m.

Tabla 39

Diámetros de chimenea, accesorios y conectores metálicos para un atomizador de 120kW a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural).

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																					
		76		102		127		152		178		203		229									
		Potencia total instalada en MJ/h																					
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT				
Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx			
9,1	0,0	0	106	68	0	225	135	0	395	232	0	619	355	0	900	501	0	1238	686	0	1633	902	
	0,6	9	85	59	14	175	118	15	299	195	19	456	295	28	647	416	35	871	564	44	1131	739	
	1,5	22	81	57	30	169	114	38	290	186	47	444	288	61	633	406	73	856	553	87	1113	726	
	3,0	28	74	53	39	158	108	51	276	180	62	427	275	81	612	391	96	831	535	113	1085	705	
	4,6	35	68	NR	46	149	101	60	263	172	74	410	263	95	591	377	111	807	517	131	1057	684	
	6,1	59	61	NR	56	139	95	70	250	162	84	395	250	108	572	362	126	784	499	147	1031	663	
	9,1	NR	NR	NR	77	119	NR	93	226	NR	110	365	231	138	535	339	157	741	468	180	980	627	

Fuente: NTP 111.023 (2008). GAS NATURAL SECO. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural [Norma].

Seleccionamos el diámetro de 152mm (6") que puede trabajar con un equipo de 444MJ/h de potencia ya considerando que tiene dos codos de 90°. Y corrigiendo el diámetro a la altura de trabajo: Entonces: $\varnothing_2 = 173.2 \text{ mm}$ (6,8").

3.3.2 Dimensionamiento en Hornos. Para hornos de 120kW (432 MJ/h) y una altura de 15,2m

Tabla 40

Diámetros de chimenea, accesorios y conectores, metálicos para un horno de 120kW a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural).

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																					
		76		102		127		152		178		203		229									
		Potencia total instalada en MJ/h																					
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT				
		Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx		
15,2	0,0	0	107	71	0	228	141	0	419	245	0	668	383	0	983	547	0	1368	747	0	1825	1004	
	0,6	8	91	64	12	193	129	15	338	217	16	524	331	23	754	470	27	1029	649	35	1346	858	
	1,5	21	87	NR	28	187	126	37	329	211	45	514	325	58	741	462	69	1013	638	81	1328	842	
	3,0	27	80	NR	37	177	120	47	315	200	59	497	314	77	718	449	91	986	621	107	1298	816	
	4,6	62	74	NR	44	167	NR	57	303	190	70	480	304	90	698	436	106	961	603	123	1269	788	
	6,1	NR	NR	NR	53	157	NR	66	290	178	80	464	293	102	677	423	119	937	587	138	1241	762	
	9,1	NR	NR	NR	73	138	NR	89	264	NR	104	433	273	130	638	397	149	890	551	170	1187	707	

Fuente: NTP 111.023 (2008). GAS NATURAL SECO. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural [Norma].

Seleccionamos el diámetro de 152mm (6") que puede trabajar con un equipo de 514MJ/h de potencia ya considerando que tiene dos codos de 90°.Y corrigiendo el diámetro a la altura de trabajo: Entonces: $\phi_2 = 173.2 \text{ mm}$ (6,8").

3.3.3 Dimensionamiento en calderos.

Caldero Nro. 1: Para el caldero de 150 BHP (5294.1 MJ/h) y una altura de 15,2m

Tabla 41

Diámetros de chimenea, accesorios y conectores metálicos para un caldero de 150 BHP a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural).

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																															
		254				305				356				406				457				506				559				610			
		Potencia total instalada en MJ/h																															
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT					
Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx							
15.2	0,0	0	2354	1261	0	3630	1925	0	5206	2690	0	7081	3629	0	9257	4706	0	11742	5945	0	14525	7322	0	17613	8894								
	0,6	43	1709	1066	70	2565	1596	91	3597	2242	119	4805	2996	149	6187	3872	180	7743	4885	221	9474	6009	265	11382	7238								
	1,5	95	1688	1051	124	2538	1577	159	3566	2218	202	4769	2968	247	6147	3839	299	7697	4850	355	9425	5965	416	11328	7193								
	3,0	124	1653	1026	162	2496	1547	207	3515	2178	256	4710	2919	311	6080	3782	375	7622	4792	442	9343	5893	518	11238	7121								
	4,6	143	1621	1000	187	2455	1516	234	3466	2138	289	4652	2871	348	6024	3729	418	7549	4759	491	9262	5851	572	11152	7079								
	6,1	159	1588	975	206	2414	1486	257	3417	2096	317	4596	2822	381	5952	3673	457	7476	4726	534	9183	5809	618	11065	7037								
	9,1	193	1526	924	245	2336	1423	303	3323	2015	366	4487	2776	435	5827	3620	521	7336	4664	609	9028	5744	709	10897	6967								

Fuente: NTP 111.023 (2008). GAS NATURAL SECO. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural [Norma].

Seleccionamos el diámetro de 356 mm (14") que puede trabajar con un equipo de 5206MJ/h de potencia sin codos de 90°.Y corrigiendo el diámetro a la altura de trabajo: Entonces: $\phi_2 = 405.7 \text{ mm}$ (16").

Caldero Nro. 2 (Stand by): Para el caldero de 70 BHP (3529.4 MJ/h) y una altura de 15,2m.

Tabla 42

Diámetros de chimenea, accesorios y conectores metálicos para un caldero de 70 BHP a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural).

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																															
		254				305				356				406				457				506				559				610			
		Potencia total instalada en MJ/h																															
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT					
Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx							
15,2	0,0	0	2354	1261	0	3630	1925	0	5206	2690	0	7081	3629	0	9257	4706	0	11742	5945	0	14525	7322	0	17613	8894								
	0,6	43	1709	1066	70	2565	1596	91	3597	2242	119	4805	2996	149	6187	3872	180	7743	4885	221	9474	6009	265	11382	7238								
	1,5	95	1688	1051	124	2538	1577	159	3566	2218	202	4769	2968	247	6147	3839	299	7697	4850	355	9425	5965	416	11328	7193								
	3,0	124	1653	1026	162	2496	1547	207	3515	2178	256	4710	2919	311	6080	3782	375	7622	4792	442	9343	5893	518	11238	7121								
	4,6	143	1621	1000	187	2455	1516	234	3466	2138	289	4652	2871	348	6024	3729	418	7549	4759	491	9262	5851	572	11152	7079								
	6,1	159	1588	975	206	2414	1486	257	3417	2096	317	4596	2822	381	5952	3673	457	7476	4726	534	9183	5809	618	11065	7037								
	9,1	193	1526	924	245	2336	1423	303	3323	2015	366	4487	2776	435	5827	3620	521	7336	4664	609	9028	5744	709	10897	6967								

Fuente: NTP 111.023 (2008). GAS NATURAL SECO. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural [Norma].

Seleccionamos el diámetro de 305 mm (12") que puede trabajar con un equipo de 3630 MJ/h de potencia sin codos de 90°. Y corrigiendo el diámetro a la altura de trabajo: Entonces: $\phi_{2=347\text{ mm (13.6")}$.

Caldero Futuro: Para el caldero de 100 BHP (3529.4 MJ/h) y una altura de 15,2m.

Tabla 43

Diámetros de chimenea, accesorios y conectores metálicos para un caldero de 100 BHP a gas natural del Tipo B.1 (por tiro natural).

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																															
		254				305				356				406				457				506				559				610			
		Potencia total instalada en MJ/h																															
		MEC		NAT		MEC		NAT		MEC		NAT		MEC		NAT		MEC		NAT		MEC		NAT		MEC		NAT					
		Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx				
	0,0	0	2354	1261	0	3630	1925	0	5206	2690	0	7081	3629	0	9257	4706	0	11742	5945	0	14525	7322	0	17613	8894								
15,2	0,6	43	1709	1066	70	2565	1596	91	3597	2242	119	4805	2996	149	6187	3872	180	7743	4885	221	9474	6009	265	11382	7238								
	1,5	95	1688	1051	124	2538	1577	159	3566	2218	202	4769	2968	247	6147	3839	299	7697	4850	355	9425	5965	416	11328	7193								
	3,0	124	1653	1026	162	2496	1547	207	3515	2178	256	4710	2919	311	6080	3782	375	7622	4792	442	9343	5893	518	11238	7121								
	4,6	143	1621	1000	187	2455	1516	234	3466	2138	289	4652	2871	348	6024	3729	418	7549	4759	491	9262	5851	572	11152	7079								
	6,1	159	1588	975	206	2414	1486	257	3417	2096	317	4596	2822	381	5952	3673	457	7476	4726	534	9183	5809	618	11065	7037								
	9,1	193	1526	924	245	2336	1423	303	3323	2015	366	4487	2776	435	5827	3620	521	7336	4664	609	9028	5744	709	10897	6967								

Fuente: NTP 111.023 (2008). GAS NATURAL SECO. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural [Norma].

Seleccionamos el diámetro de 254 mm (10") que puede trabajar con un equipo de 2354 MJ/h de potencia sin codos de 90°. Y corrigiendo el diámetro a la altura de trabajo, se recomienda un diámetro $\phi_{2=}$ 289.4 mm (11.4").

Capítulo 4

Implementación del Sistema

Para poder realizar las instalaciones del sistema de redes de gas, es necesario seleccionar minuciosamente cada equipo, material, y elementos para tener un sistema que opere de manera confiable y a la vez poder hacerlo a un costo adecuado.

4.1 Selección de equipos y accesorios

4.1.1 Materiales, accesorios y artículos en tuberías de redes internas. Para las redes internas seleccionaremos como material el acero, ya que las redes están expuestas a la superficie y en la cual tomaremos las siguientes características:

Tuberías

Marca : Aceros Arequipa (Anexo 1)

Acero : ASTM A 53

Cédula : Schedule 40

Rosca : NPT

Pintura:

Marca : CPP (Anexo 2)

Tipo : Anticorrosiva

Color : Amarillo canario

Soldadura:

Marca : Conarco (Anexo 3)

Tipo : Pipeweld

Clasificación : AWS A5.1 - E6010

Sellador para uniones roscadas

Marca	: Loctite (Anexo 4)
Modelo	: Loctite 55
Tipo	: Hilo multifilamento
Homologación	: DVGW/KTW para gas

Bridas

Marca	: Cifunsa (Anexo 5)
Norma	: ANSI/ASME B16.5
Clasificación	: 150 Lbs
Material	: Acero al carbono forjado

Accesorios para uniones de tuberías

Marcar	: Tupy (Anexo 6)
Material	: Hierro maleable
Norma de fabricación	: ABNT NBR 6925
Rosca	: NPT
Presión	: Máximo 21 bar

Juntas de hermeticidad

Marca	: Edipor (Anexo 7)
Modelo	: Novatec Premium II
Presión de trabajo	: Máximo 100 bar
Espesor de plancha	: 2 mm

Manómetro con válvula de cierre

Manómetro

Marca : Noshok – Modelo 40-400 (Anexo 13)

Normativa : ANSI B40.1

Conexión : ½ ”

Rango de presión : de 0 a 15 psi

Rosca : NPT

Válvula de cierre

Marca : Noshok – serie 400

Material : Acero galvanizado

Normativa : MSS SP – 99 y MSS SP- 132

Conexión : ½ ”

Rosca : NPT

Soportes

Para pared:

Marca : Hilti (Anexo 8)

Modelo : MM-B-30/200

Longitud : 200 mm

Anclaje : HST M10

Para suelo:

Marca : Hilti (Anexo 8)

Modelo : MM-C para suelo

Ancho : 30 mm

Anclaje : HSA M10

Conector solo click

Marca : Hilti (Anexo 8)

Modelo : MM-ST

Esparrago roscado

Marca : Hilti (Anexo 8)

Modelo : AM

Abrazadera pesada galvanizada en caliente

Marca : Hilti (Anexo 9)

Modelo : MP- MI – F

Perno de anclaje

Marca : Hilti (Anexo 11)

Tipo : HSA-R

Material : Acero inoxidable

4.1.2 Estación de regulación de presión y medición primaria (ERPMP). La estación tendrá tuberías con diámetro de 2”, sus dimensiones serán de 2 m x 0.8 m x 0.95 m, con una distancia de 0.6 m de separación entre ramales y contará con los siguientes elementos de regulación y medición

Válvulas de bloqueo manual

Marca : Spirax Sarco (Anexo 12)

Modelo : M10V3FB

Norma : ISO 5208

Paso : Paso total

Conexión : 2” (bridas)

Presión de trabajo : Presión máxima de 70 bar

Manómetros con válvula de cierre

Manómetro

Marca : Noshok – Modelo 40-400 (Anexo 13)

Normativa : ANSI B40.1

Conexión : ½ ”

Rango de presión : de 0 a 300 psi (entrada) y de 0 a 160 psi (salida)

Rosca : NPT

Válvula de cierre

Marca : Noshok – serie 400 (Anexo 13)

Material : Acero galvanizado

Normativa : MSS SP – 99 y MSS SP- 132

Conexión : ½ ”

Rosca : NPT

Filtro de gas

Marca : Tormene Americana (Anexo 14)

Modelo : TA-FM2

Fabricación : ASME VIII DIV I

Tipo de filtro : Cartucho

Capacidad de filtro : Retención del 99% para partículas mayores a 5 micras

Modelo de filtro : G 0.5

Pérdida de presión : 70 mm H_2O (a 373 m³/h de gas natural)

Válvula de seguridad

Marca : Fisher (Anexo 15)

Modelo : H202

Tipo : Directamente operada

Norma : NACE MR 0175 y MR0103

Presión de alivio : Hasta 17,2 bar

Conexiones : ¾"

Rosca : NPT

Regulador reductor de presión

Debido a que necesitamos regular la presión de salida de la ERPMP a 4 bar, seleccionamos el siguiente regulador reductor de acción directa regulado para recibir a la entrada 10 bar como máximo:

Marca : Fisher – Serie 95 HD (Anexo 16)

Norma de fabricación: NACE MR0175 / ISO y/o NACE MR0103

Tipo : Acción directa

Material : Acero inoxidable

Presión de entrada : Máximo 41.4 bar

Presión de salida : De 0.14 a 27,6 bar

Conexión : 2" (bridas)

Medidor de flujo

Teniendo una presión de 4 bar (4.77 bar a) después del regulador, debemos seleccionar un medidor que trabaje con esa presión y un caudal mayor a 373 m³/h de gas natural, para lo cual escogemos el medidor:

Marca : Elster Amco TRZ-IFS, G 400 (Anexo 17)

Equipamiento : Contador y corrector de volumen

Norma de fabricación: DIN EN ISO 9001, DIN ISO 9951, DIN 33800 y pr EN 12261

Presión de trabajo : 5 bar a

Capacidad de medir : 650 m³/h de gas natural como máximo

Pérdida de presión : 6 mbar

Conexión : 2" (bridas)

Junta Aislante monolítica

Marca : Royal Joint (Anexo 18)

Designación : RJ 15-0050-600

Conexiones : 2"

Fabricación : ANSI 600

Presión de operación : Hasta 100 bar

Resistencia dieléctrica: 15KV por minuto en seco

Resistencia eléctrica : Mayor a 40 MΩ a 1Kv DC

Estructura de soporte:

Marca : Aceros Arequipa (Anexo 19)

Material : ASTM A 36

Perfil : Viga estructural perfil C

Fabricación : ASTM A 572 gr 50

Designación : 3" x 5 lbs/pie

Perno de anclaje

Marca : Hilti (Anexo 10)

Tipo : HSA-R, M12

Material : Acero inoxidable

Abarcones

Marca : Hilti (Anexo 11)

Tipo : M-UB

Acabado : Galvanizado

Diámetro : 2"

4.1.3 Estación de regulación de presión secundaria (ERPS). La estación tendrá tuberías con diámetro de 2", sus dimensiones serán alrededor de 1,2 m x 0.20 m x 0.60 m y contará con los siguientes elementos de regulación y medición

Regulador de presión

En la ERPS se necesita regular el ingreso de gas de 4 bar a 360 mbar, para lo cual seleccionamos el siguiente regulador reductor de presión

Marca : Fisher serie 133 HP (Anexo 20)

Norma de fabricación: NACE MR0175 / ISO y/o NACE MR0103

Presión de ingreso : Hasta 10.3 bar

Presión de salida : De 0.14 a 4.1 bar

Conexión : 2" (bridas)

Filtro

Marca : Pietro Fiorentini 50202/F (Anexo 21)

Tipo de filtro : Cartucho

Estándar : Fabricado con el estandar DIN 3840 y EN 12516

Capacidad : Retención de partículas mayores a 5 micras

Presión de trabajo : Máxima 10 bar

Pérdida de presión : 20 mbar (a 373 m³/h)

Conexión : 2"

Válvulas de bloqueo manual

Marca : Spirax Sarco (Anexo 12)

Modelo : M10V3FB

Norma : ISO 5208

Paso : Paso total

Conexión : 2" (bridas)

Presión de trabajo : Máxima de 70 bar

Válvula de seguridad

Marca : Fisher (Anexo 22)

Modelo : 1805-2

Tipo : Directamente operada

Norma : NACE MR 0175 y MR0103

Presión de entrada : Máximo: 10.3 bar

Presión de alivio : De 2.4 a 8,6 bar

Conexiones : 1"

Rosca : ANSI 1.20.1

Manómetro con válvula de cierre

Manómetro

Marca : Noshok – Modelo 40-400 (Anexo 13)

Normativa : ANSI B40.1

Conexión : ½ "

Rango de presión : De 0 a 160 psi (entrada) y 0 a 15 psi (salida)

Rosca : NPT

Válvula de cierre

Marca : Noshok – serie 400 (Anexo 13)

Material	: Acero galvanizado
Normativa	: MSS SP – 99 y MSS SP- 132
Conexión	: ½ ”
Rosca	: NPT

Estructura de soporte

Marca	: Aceros Arequipa (Anexo 19)
Material	: ASTM A 36
Perfil	: Viga estructural perfil C
Fabricación	: ASTM A 572 gr 50
Designación	: 3” x 5 Lbs/pie

Anclaje	
Marca	: Hilti (Anexo 11)
Tipo	: HSA-R, M12
Material	: Acero inoxidable

Abarcones	
Marca	: Hilti (Anexo 11)
Tipo	: M-UB
Acabado	: galvanizado
Diámetro	: 2 ”

4.1.4 Quemadores en los equipos

Quemador de caldera Nro. 1 de 150 BHP (1470,6 kW)

Marca	: De Dietrich (Anexo 23)
Tipo	: Aire inyectado según EN 267
Modelo	: G 53 - 2S
Potencia	: 1279 – 2290 kW
Caudal	: 135,3 – 242,3 m ³ /h
Presión de trabajo	: 20 mbar
Rampa de gas	: VGD 40.065 CTD

Quemador de caldera Nro. 2 de 70 BHP (686,2 kW)

Marca	: De Dietrich (Anexo 23)
Tipo	: Aire inyectado según EN 267
Modelo	: G 43 - 3S
Potencia	: 345 – 1030 kW
Caudal	: 36.5 - 109 m ³ /h
Presión de trabajo	: 20m mbar
Rampa de gas	: DMV VEF

Quemadores de hornos y atomizadores (120 kW)

Marca	: De Dietrich (Anexo 23)
Tipo	: Aire inyectado según EN 267
Modelo	: G 303 - 2S
Potencia	: 60-160 kW

Caudal : 3,35 – 16,93 m³/h

Presión de trabajo : 20 mbar

Rampa de gas : rampa para modelo G303-2S



4.2 Costo de implementación

La inversión total para la implementación, el cual incluye materiales, equipos y mano de obra, se muestra en la siguiente.

Tabla 44

Presupuesto para la implementación de las instalaciones y redes de gas natural.

PRESUPUESTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN					
Item	Nombre	Cantidad	Unidad	Precio unitario US\$	Precio total US\$
1	Estación de regulación de presión y medición primaria				
	Válvulas de bloqueo manual 2 "	7	Pieza	\$ 153.00	\$ 1,071.00
	Manómetro (0-300 psi) con válvula de cierre	1	Pieza	\$ 82.00	\$ 82.00
	Manómetro (0-160 psi) con válvula de cierre	2	Pieza	\$ 73.00	\$ 146.00
	Filtro de gas	2	Pieza	\$ 750.00	\$ 1,500.00
	Válvula de seguridad	2	Pieza	\$ 250.00	\$ 500.00
	Regulador reductor de presión	2	Pieza	\$ 2,100.00	\$ 4,200.00
	Medidor de flujo	1	Pieza	\$ 5,200.00	\$ 5,200.00
	Junta Aislante monolítica	2	Pieza	\$ 230.00	\$ 460.00
	Abarcones 2"	6	Pieza	\$ 15.00	\$ 90.00
	Bridas ERPMP de 2"	27	Pieza	\$ 65.00	\$ 1,755.00
	Junta de hermeticidad 2"	27	Pieza	\$ 21.00	\$ 567.00
	Recinto, estructura de soporte e implementos	1	Unidad	\$ 2300.00	\$ 2300.00
	Plaqueo radiográfico de tuberías	1	Test	\$ 2,600.00	\$ 2,600.00
	Pinturas con espesor de 12 micras	1	Galón	\$ 42.00	\$ 42.00
	Certificado por Bureau Veritas o SGS	1	Unidad	\$ 3,200.00	\$ 3,200.00
	TOTAL				\$ 23,713.00
2	Estación de regulación de presión secundaria				
	Regulador de presión	2	Pieza	\$ 1,400.00	\$ 2,800.00
	Filtro	1	Pieza	\$ 420.00	\$ 420.00
	Válvulas de bloqueo manual 2 "	6	Pieza	\$ 153.00	\$ 918.00
	Válvula de seguridad	1	Pieza	\$ 145.00	\$ 145.00

	Manómetro (0-160 psi) con válvula de cierre	1	Pieza	\$ 73.00	\$ 73.00
	Manómetro (0-15 psi) con válvula de cierre	1	Pieza	\$ 53.00	\$ 53.00
	Bridas ERPS de 2"	18	Pieza	\$ 65.00	\$ 1,170.00
	Junta de hermeticidad 2"	27	Pieza	\$ 21.00	\$ 567.00
	Estructura de soporte	1	Pieza	\$ 235.00	\$ 235.00
	Abarcones 2"	4	Pieza	\$ 15.00	\$ 60.00
	Plaqueo radiográfico de tuberías	1	Test	\$ 1,750.00	\$ 1,750.00
	Pinturas con espesor de 12 micras	1	Galón	\$ 42.00	\$ 42.00
	Certificado por Bureau Veritas o SGS	1	Unidad	\$ 3,200.00	\$ 3,200.00
	TOTAL				\$ 11,433.00
3	Quemadores				
	Quemador de caldera Nro. 1	1	Pieza	\$ 8,100.00	\$ 8,100.00
	Quemador de caldera Nro. 2	1	Pieza	\$ 3,850.00	\$ 3,850.00
	Quemadores de hornos y atomizadores	6	Pieza	\$ 960.00	\$ 5,760.00
	TOTAL				\$ 17,710.00
4	Suministro, instalación y soldeo de tuberías y accesorios en la instalación				
	Tuberías SCH 40 de 2 1/2"	6.89	Metros	\$ 45.00	\$ 310.05
	Tuberías SCH 40 de 2 "	82.29	Metros	\$ 39.00	\$ 3,209.31
	Tuberías SCH 40 de 1 1/2"	19.28	Metros	\$ 31.00	\$ 597.68
	Tuberías SCH 40 de 1"	9.64	Metros	\$ 27.00	\$ 260.28
	Tuberías SCH 40 de 3/4"	25.82	Metros	\$ 22.00	\$ 568.04
	Codo de tuberías 2"	8	Pieza	\$ 32.00	\$ 256.00
	Codo de tuberías 1 1/2"	2	Pieza	\$ 24.00	\$ 48.00
	Codo de tuberías 1"	1	Pieza	\$ 16.00	\$ 16.00
	Codo de tuberías 3/4"	4	Pieza	\$ 12.00	\$ 48.00
	Unión T de tuberías 2 1/2"	2	Pieza	\$ 55.00	\$ 110.00
	Unión T de tuberías 2"	6	Pieza	\$ 51.00	\$ 306.00
	Unión T de tuberías 1 1/2"	1	Pieza	\$ 45.00	\$ 45.00
	Unión T de tuberías 1"	2	Pieza	\$ 32.00	\$ 64.00
	Unión T de tuberías 3/4 "	9	Pieza	\$ 28.00	\$ 252.00
	Manómetro (0-15 psi) con válvula de cierre	8	Pieza	\$ 72.00	\$ 576.00
	Válvulas de bloqueo manual 2"	2	Pieza	\$ 153.00	\$ 306.00
	Válvulas de bloqueo manual 1 1/2"	1	Pieza	\$ 97.00	\$ 97.00

	Válvulas de bloqueo manual 3/4 "	6	Pieza	\$ 48.00	\$ 288.00
	Soportes de tuberías	67	Pieza	\$ 35.00	\$ 2,345.00
	Pinturas y consumibles	1	Global	\$ 750.00	\$ 750.00
	Soldaduras	62	Kilogramo	\$ 8.57	\$ 531.34
	TOTAL				\$ 10,983.70
5	Trabajos preliminares				
	Movilización y desmovilización de equipos	2	Viaje	\$ 1,100.00	\$ 2,200.00
	Trazo replanteo	1	Global	\$ 500.00	\$ 500.00
	TOTAL				\$ 2,700.00
6	Pruebas				
	Placas radiográficas 100% tuberías	1	Global	\$ 3,500.00	\$ 3,500.00
	Pruebas neumáticas	1	Global	\$ 2,900.00	\$ 2,900.00
	TOTAL				\$ 6,400.00
7	Certificación de la red de tubería				
	Certificación de la red de tubería	1	Unidad	\$ 2,500.00	\$ 2,500.00
	TOTAL				\$ 2,500.00
	Subtotal del presupuesto				\$ 75,535.70
	Gastos generales		12%		\$ 9,052.76
	Utilidad		8%		\$ 6,035.18
	TOTAL DEL PRESUPUESTO				\$ 90,527.64
NOTA: Los precios no incluyen IGV					

Fuente: Elaboración propia en base al presupuesto de una empresa dedicada a la elaboración y ejecución de proyectos de redes de gas.

CONCLUSIONES

1. Los cálculos realizados para obtener el dimensionamiento de las redes internas de gas resultaron satisfactorios, ya que se efectuaron cumpliendo con las normativas vigentes.
2. Se seleccionaron apropiadamente los equipos, materiales y accesorios de la instalación, evaluando la función que desempeñan y la ubicación de estos, ya que conllevan a una alta confiabilidad en la operación del sistema.
3. De acuerdo a la potencia en los equipos se pudo realizar un adecuado suministro de gas, teniendo en cuenta su máximo consumo y sin tener interferencias en la alimentación de este combustible en ninguna de las áreas de trabajo, garantizando un servicio continuo y seguro en las redes internas, ya que no se requiere un almacenamiento de gas en la planta y no habrá un ingreso del camión que provee combustible, lo cual evitara fuentes de peligro que este genera.
4. Debido al bajo precio del gas natural frente a otros combustibles, se reducirán los costos de producción en la empresa, además su uso minimizará la emisión de dióxido de carbono a la atmosfera.
5. Se logró determinar el costo de todas las instalaciones y redes de gas natural, realizando un análisis en cada elemento de esta y teniendo un precio estimado de la inversión para poder implementar el diseño en la planta industrial, el cual es de US\$ 90527,64 .

OBSERVACIONES

1. La línea de energía eléctrica que alimenta el medidor de flujo y sus accesorios en la ERPMP será asignada desde el punto más cercano y accesible a esta.
2. Se realizaron cálculos para el dimensionamiento de los ductos de evacuación de gases producto de la combustión en equipos de consumo y estos tienen un dimensionamiento mayor con respecto a los ductos ya existentes del sistema GLP anterior, los cuales se mantendrán en funcionamiento debido a políticas de la empresa.
3. Al momento de hacer la instalación real, el regulador de presión de la ERPMP debe ser regulado lo más próximo a 4,23 bar, ya que sumado con la presión atmosférica de Arequipa (0,77 bar) de una presión de 5 bar a, presión adecuada de trabajo para el medidor de flujo conectado a continuación del regulador.
4. Al realizar los cálculos en las instalaciones, para obtener la longitud equivalente de cada tramo a analizar, se debe tomar en cuenta la resistencia de cada codo, accesorio y válvula para gas natural expresada en longitud equivalente de tubería recta en metros, de otra forma, un método práctico es adicionar 20% más de longitud al tramo que se está analizando para así obtener su longitud equivalente, método que se aplicó en el tramo A-C y al comprobar su eficacia se utilizó en todos los tramos del sistema.
5. Para realizar la unión entre tuberías, y de elementos a tuberías, se utilizarán accesorios que se adecuen a las medidas de las redes diseñadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Angel Chávez Ñahuinripa (2005). *Proyecto de conversión industrial al consumo de gas natural en una planta textil*. (Tesis) Lima, Perú.

ASME A13.1 (2007). *Estándar para marcado de tuberías*. (Estándar), Estados Unidos.

Centro de desarrollo tecnológico de gas (s.f). *Diseño y construcción de instalaciones internas para suministro de gas natural seco a usuarios domiciliarios, comerciales e industriales*. (Texto guía) Bucaramanga, Colombia.

Decreto Supremo N° 040 -2008-EM (1999) *Reglamento de distribución de gas natural por red de ductos* (Reglamento) Lima, Perú.

Erick Fernando Ramírez Espejel (2013). *Diseño y análisis de la red interna de conducción y distribución de gas natural hacia los centros de consumo de la planta metal-mecánica, bajo normas y uso de gas natural*. (Tesis), México D.F.

GMG Energía (2015) . Instalaciones de gas. Recuperado de:
www.certificadoenergeticodevivienda.com

Hernán Antonio Ramón Robles Caycho (2006). *Migración de combustibles tradicionales a Gas Natural en una industria alimentaria*. (Tesis) Lima, Perú.

Ing. Hernando e Barrera (2004) .Gas natural uso industrial. (Ponencia) Lima, Perú.

Ing. Jose Sobrino Zimmermann e Ing. Ruben Dario Torrez (2005). *Experiencias de la conversión de calderas de petróleo a gas natural*. Recuperado de:
<http://es.slideshare.net/WalterQuiquinta/calderas-de-vapor-experiencias-conversion-a-gas-natural>.

Javier Melgar Gálvez (2011). *Diseño optimo del proceso de una planta de regulación, medición, acondicionamiento y gasoducto de gas natural para una central térmica en la ciudad de Ica*. (Tesis) Lima, Perú.

Ministerio de Energía y Minas – Dirección general de Hidrocarburos (2012). *Ventajas del uso del gas natural en la industria*. (Folleto) Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 111.010 (2014) *GAS SECO: Sistemas de tuberías para instalaciones internas industriales*. (Norma) Lima, Perú.

Norma Técnica Peruana 111.023 (2008) *GAS NATURAL SECO. Evacuación de los productos de la combustión generados por los artefactos a gas natural*. (Norma) Lima, Perú.

Osinerming (2015). *El gas natural y sus diferencias con el GLP*. (Folleto) Lima, Perú.

Sixto Antonio Melendez Gomez (2006). *Conversión a Gas Natural Seco de una caldera pirotubular con potencia de 500 HB que trabaja con diésel-2*. (Tesis) Lima, Perú.

UNE 60620-3 (2005). *Instalaciones receptoras de gas natural suministradas a presión superior de 5 bar*. (Norma), España.

ANEXOS

Anexo 1. Tuberías de acero.....	103
Anexo 2. Pintura anticorrosiva.....	104
Anexo 3. Electrodo de soldadura.....	105
Anexo 4. Sellador de uniones roscadas	106
Anexo 5. Bridas de unión para tuberías de acero.....	107
Anexo 6. Accesorios de unión roscada.....	109
Anexo 7. Junta de estanqueidad.....	112
Anexo 8. Soportes de tubería.....	113
Anexo 9. Abrazaderas para tuberías.....	116
Anexo 10. Perno de anclaje.....	117
Anexo 11. Abarcones (grampas).....	118
Anexo 12. Válvula de bloqueo manual.....	119
Anexo 13. Manómetros y válvula de purga.....	121
Anexo 14. Filtros de gas.....	124
Anexo 15. Válvula de alivio de la ERPMP.....	126
Anexo 16. Regulador reductor de presión.....	128
Anexo 17. Medidor de flujo.....	130
Anexo 18. Junta de aislamiento.....	132
Anexo 19. Viga estructural perfil C.....	134
Anexo 20. Regulador de presión de la ERPS.....	135
Anexo 21. Filtro de gas de la ERPS.....	137

Anexo 22. Válvula de seguridad.....	139
Anexo 23. Quemadores de gas.....	141
Anexo 24. Detalles de montaje.....	147
Anexo 25. Distancias de tuberías a paredes y techos	151
Anexo 26. Tabla para chimenea, accesorios y conectores, metálicos de pared sencilla acoplados a un solo artefacto de gas del Tipo B.1 (por tiro natural) o del Tipo B.2 que operen por tiro mecánico inducido	152
Anexo 27. Esquema de montaje de la ERPMP.....	157
Anexo 28. Esquema de montaje de la ERPS.....	158
Anexo 29. Lay-out de planta.....	159



ANEXOS



Anexo1. Tuberías de acero



DENOMINACIÓN:
TN A53, TG A53

DESCRIPCIÓN:

Tubos para alta presión (SCH 40) fabricados con acero al carbono de calidad estructural, utilizando el sistema de soldadura por resistencia eléctrica por inducción de alta frecuencia longitudinal (ERW).

USOS:

Conducción para alta presión de agua, gas, vapor, petróleo, aire presurizado y fluidos no corrosivos.

NORMAS TÉCNICAS:

Según Norma ASTM A53

Comprende dos tipos (grados)

Grado A: Schedule 10 *
Schedule 20 *
Schedule 30 *
Schedule 40

Grado B (Tratamiento Térmico): Schedule 40 *

PRUEBA:

Hidrostática : 1,000 PSI
Doblado : Según Norma ASTM A53
Aplastamiento : Según Norma ASTM A53

PRESENTACIÓN:

- 1.- Longitud : - 6.40 m (21')
- Otras longitudes
- 2.- Acabado de extremos : - Refrentado (plano), limpios de rebordes.
- Biselado *
- Roscado (según norma ANSI B1.20.1)
- Ranura tipo Victaulic *
- 3.- Recubrimiento : - Negro
- Galvanizado (Según ASTM A53)
- Pintado *
- Aceitado *
- Desengrasado *
- 4.- Acabado Interno : - Escariado *

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

DESIGNACIÓN	Diámetro Exterior (mm)	Espesor SCH-40 (mm)	Peso SCH-40 Kg/m
1/8"	10.3	1.73	0.370
1/4"	13.7	2.24	0.630
3/8"	17.1	2.31	0.840
1/2"	21.3	2.77	1.270
3/4"	26.7	2.87	1.690
1"	33.4	3.38	2.500
1 1/4"	42.2	3.56	3.390
1 1/2"	48.3	3.68	4.050
2"	60.3	3.91	5.440
2 1/2"	73.0	5.16	8.630
3"	88.9	5.49	11.290
3 1/2"	101.6	5.74	13.570
4"	114.3	6.02	16.070
5"	141.3	6.55	21.770
6"	168.3	7.11	28.260

Anexo 2. Pintura anticorrosiva



ANTICORROSIVO STANDARD

A base de resinas alquídicas

DESCRIPCIÓN Y VENTAJAS

- ✓ Imprimante que protege de la corrosión a las superficies de acero.
- ✓ Resistente a ambientes urbanos con baja polución.
- ✓ Fácil de aplicar y repintar.

CONDICIONES DE APLICACIÓN

Temperatura	Mínima	Máxima
De la superficie	4°C	50°C
Del ambiente	4°C	50°C
Humedad Relativa %		85

La temperatura de la superficie debe ser 3°C mayor que el punto de rocío.

USOS TÍPICOS

- ✓ Elementos de acero: rejas, portones, ventanas, puertas, etc.

DATOS FÍSICOS

Acabado	: Mate
Color	: Negro, gris, rojo óxido, blanco y naranja.
Componentes	: Uno
Sólidos en volumen	: 40 % $\pm$ 3 %
Espesor de película seca	: 1 – 1.5 mils (25-38 micras)
Número de capas	: Dos
Rendimiento teórico	: 60 m ² /gal a 1 mil seco
Diluyente	: Aguarrás Mineral o Thinner Standard CPP

El rendimiento real depende de las condiciones de aplicación y del estado de la superficie.

Para mayores detalles de resistencia física y química consultar con el Departamento Técnico de CPPQ S.A.

PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE

Acero nuevo:

- ✓ Eliminar restos de grasa, combustible mediante lavado con agua y jabón industrial. Luego eliminar el óxido usando lijas.

Acero con pintura antigua:

- ✓ Eliminar restos de grasa, combustible mediante lavado con agua y jabón industrial. Luego eliminar el óxido y pintura suelta mediante lijado.

MÉTODOS DE APLICACIÓN

Brocha, rodillo o pistola.

TIEMPOS DE SECADO (ASTM D1640)

Al tacto	: 1 – 2 minutos a 25°C
Al tacto duro	: 4 - 6 horas a 25°C

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

1. La superficie a pintar debe estar libre de suciedad, grasa, aceite, óxido, pintura suelta, humedad y cualquier otro material extraño.
2. La brocha, rodillo o pistola a usar para la aplicación de la pintura se deben encontrar en buen estado.
3. Destape el envase de la pintura y mediante una paleta agítela hasta homogeneizarla.
4. Agregue el diluyente hasta que la pintura se pueda aplicar sin defectos, use un máximo de 1 volumen de diluyente por 6 volúmenes de pintura.
5. Aplique una capa delgada y uniforme, no recargar demasiado.
6. Después de 3 horas verificar el secado, luego aplique otra capa.

IMPRIMANTES RECOMENDADOS

- ✓ No requiere

ACABADOS RECOMENDADOS

- ✓ Esmalte Sintético Pintor CPP.
- ✓ Esmalte Sintético Pato CPP.
- ✓ Oleo Mate Sintético CPP.

DATOS DE ALMACENAMIENTO

Peso por galón : 4.8 +/- 0.3 Kg.

Se garantiza buena estabilidad en almacenamiento hasta por 12 meses si se almacena bajo techo a temperaturas entre 4°C a 38°C.

PRECAUCIONES DE SEGURIDAD

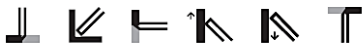
El uso o manipuleo inapropiado de este producto puede ser nocivo para la salud.

No use este producto sin antes tomar todas las precauciones de seguridad, que incluye: adecuada ventilación, vestimentas adecuadas y guantes.

Anexo 3. Electrodo para soldadura



Electrodos

Electrodos para cañerías y gasoductos	
PIPEWELD 6010 celulósico	
DESCRIPCION / APLICACION	CLASIFICACION
Electrodo de buena penetración con cordón convexo. Arco continuo y gran velocidad en vertical descendente.	AWS A5.1 E6010
Apto para pasada de raíz en cañerías y gasoductos.	EQUIVALENTE
	COMPOSICION QUIMICA TIPICA DEL METAL DEPOSITADO
	C 0,16 %
	Mn 0,30 %
	Si 0,10 %
CARACTERISTICAS OPERATIVAS	PROPIEDADES MECANICAS DEL METAL DEPOSITADO (VALORES TIPICOS)
CC (+) (-) OCV (60 V)	R > 480 MPa
POSICION DE SOLDADURA	Rf > 380 MPa
	AI > 28 %
	CVN (-29 °C) > 45 J

Anexo 4. Sellador de uniones roscadas

LOCTITE



LOCTITE 55

Hilo sellador de roscas - sellado instantáneo a baja presión. Permite reajustes fiables de la unión.

LOCTITE 55 está diseñado para fijar y sellar tuberías y conexiones roscadas metálicas y plásticas. No necesita tiempo de curado, sella instantáneamente. Especialmente adecuado para aplicaciones en montajes roscados que requieran de un uso inmediato, y puedan necesitar pequeños reajustes antes de su empleo. El producto cuenta con aprobaciones para aplicaciones de gas y agua potable, y está certificado según NSF/ANSI, Standard 61.



Ventajas

- Sellador de uso general para tuberías y conexiones roscadas.
- No cura y sella de forma inmediata ante la presión de trabajo de la tubería
Sellado rápido, fácil y fiable.
- Aprobado por el instituto británico Water Research Centre (WRC), cumple la norma BS 6920 para agua potable: 0808533
- Homologación DVGW/KTW para gas y agua potable.
- Ensayado conforme a la normativa EN751-2 clase ARp y DIN 30660.
- Certificado según la norma NSF/ANSI, estándar 61.

Datos técnicos

- Color: Blanco
- Tamaño máximo de rosca: R4"
- Intervalo térmico operativo: -55 - +130 °C
- Par de rotura: N. a.
- Homologaciones: DVGW, WRC, NSF
- Resistencia al desmontaje: N. a.

LOCTITE[®] 55[™]

DESCRIPCIÓN DEL PRODUCTO

LOCTITE[®] 55[™] presenta las siguientes características:

Tecnología	Hilo multifilamento revestido
Tipo de química	Hilo de poliamida con pasta de propiedades inertes
Aspecto	Cordón revestido, de color blanco ^{LMS}
Curado	No aplicable
Campo de aplicación	Sellado de Roscas

Anexo 5. Bridas de unión para tuberías de acero



MATERIAL

BRIDAS DE ACERO AL CARBÓN FORJADO, CLASE 150

Los materiales usados en la fabricación de las Bridas de Acero al Carbón Forjado CIFUNSA cumplen ampliamente los requerimientos mínimos establecidos por la norma ASTM A-105, que rigen este tipo de conexión.

PROPIEDADES MECÁNICAS	ASTM A-105
Resistencia a la tensión, min, psi (mpa)	70 000 (485)
Punto de cedencia, min, psi (mpa)	36 000 (250)
Elongación en 2" o 50 mm, min, %	30
Reducción de área, min, %	30
Dureza, máx. , Hb	187

DISEÑO

En términos generales, las dimensiones para las bridas de acero al carbón forjado son establecidos por las normas:

ASME	B 16.5	DIMENSIONES DE BRIDAS DE ACERO AL CARBÓN FORJADO.
ASME / ANSI	B 1.20.1	ROSCADO (BRIDAS ROSCADAS, TIPO DE ROSCA NPT).

ASTM Group 2-1.1 Materials ASTM. ASME B16.5.

Nominal Designation	Forgings	Castings	Plates
C-Si	A105(1)	A216 r.WCB(1)	A515 Gr.70(1)
C-Mn-Si	A350 Gr.LF2(1)	-	A516 Gr.70(1),(2)
C-Mn-Si-V	A350 Gr.LF6 Cl 1(3)	-	A537 Cl.1(4)
3½Ni	A350 Gr.LF3	-	-

Pressure-Temperature Ratings for ASTM Group 2-1.1 Materials Working pressure by Classes, BAR

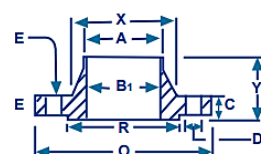
Temp.°C	150	300	400	600	900	1500	2500
-29 to 38	19.6	51.1	68.1	102.1	153.2	255.3	425.5
50	19.2	50.1	66.8	100.2	150.4	250.6	417.7
100	17.7	46.6	62.1	93.2	139.8	233	388.3
150	15.8	45.1	60.1	90.2	135.2	225.4	375.6



Brida con Cuello Soldable

W.N. = Welding Neck

**150 lbs.
Acero forjado**



MEDIDA NOMINAL	DIMENSIONES COMUNES				BORE (CONDUCTO DEL FLUIDO)		ALTURA TOTAL DE LA BRIDA		DIÁME- TRO EXTE- RIOR DEL CUELLO DEL TUBO WELDING NECK A	PERFORACIONES (BARRENOS)	
	DIÁME- TRO EXTE- RIOR DE LA BRIDA O	DIÁME- TRO LEVAN- TADO DE LA CARA R	DIÁME- TRO DEL CUBO X	ESPESOR DE LA BRIDA C	WELDING NECK B1	SLIP-ON B2	WELDING NECK Y1	SLIP-ON THREADED Y2		DIÁMETRO DE BARRENOS D	NÚMERO DE BARRENOS E
1/2	3.50	1.38	1.19	0.44	0.62	0.88	1.88	0.6200	0.84	0.63	4
3/4	3.88	1.69	1.50	0.50	0.82	1.09	2.06	0.6200	1.05	0.63	4
1	4.25	2.00	1.94	0.56	1.05	1.36	2.19	0.6900	1.32	0.63	4
1 1/4	4.62	2.50	2.31	0.62	1.38	1.70	2.25	0.8100	1.66	0.63	4
1 1/2	5.00	2.88	2.56	0.69	1.61	1.95	2.44	0.8800	1.90	0.63	4
2	6.00	3.63	3.06	0.75	2.07	2.44	2.50	1.0000	2.38	0.75	4
2 1/2	7.00	4.13	3.56	0.88	2.47	2.94	2.75	1.1200	2.88	0.75	4
3	7.50	5.00	4.25	0.94	3.07	3.57	2.75	1.1900	3.50	0.75	4

Anexo 6. Accesorios de unión roscada



NORMAS DE FABRICAÇÃO

As conexões **TUPY** NPT-Média Pressão, são produzidas em conformidade com as especificações da norma ABNT NBR 6925 e ASME B 16.3, exceto as Buchas de Redução e os Bujões que obedecem a norma ASME B 16.14 e uniões ASME B 16.39.

Lembramos que, dependendo da figura, alguns diâmetros podem constar de uma norma e não de outra.

MATERIAL

As conexões **TUPY** NPT-Média Pressão, são produzidas em conformidade com as normas ABNT NBR 6590 e ASTM A-197M em ferro maleável preto.

ROSCA

As rosas de vedação das conexões **TUPY** NPT-Média Pressão, são produzidas em conformidade com as especificações das normas ABNT NBR 12912 e ANSI B 1.20.1. (rosca interna e externa cônica). Outros tipos produzidos sob consulta.

INSPEÇÃO

As conexões **TUPY** NPT-Média Pressão, são inspecionadas de modo a garantir as especificações das normas ABNT NBR 6925, ASME B 16.3, ASME B 16.14 e ASME B 16.39.

MARCAS

As conexões **TUPY** NPT-Média Pressão, quando as dimensões permitem, são gravadas com as seguintes identificações:

- Marca **TUPY®** (exceto nos diâmetros nominais de $\frac{1}{4}$ x $\frac{1}{4}$ a $\frac{3}{4}$ x $\frac{1}{2}$ nas Buchas de Redução e $\frac{1}{4}$ e $\frac{3}{4}$ nos Bujões).
- O diâmetro nominal.
- O monograma **MI** (Malleable Iron = Ferro Maleável) exceto nas Buchas de Redução e Bujões.
- O número **150** (Indicativo da classe), exceto nas Buchas de Redução e Bujões.
- O nome **BRAZIL** (Indicativo do País produtor).
- O monograma **NPT** (National Pipe Taper), somente nas Buchas de Redução e Bujões.
- O monograma **©** (Underwriters Laboratories Inc.).

PROTEÇÃO SUPERFICIAL

As conexões **TUPY** NPT-Média Pressão, são produzidas com acabamento preto (óleo não tóxico) ou galvanizado a fogo (zincagem por imersão a quente), conforme ABNT NBR 6323 e ASTM A-153. Outros revestimentos especiais (pinturas Epoxi, cataforética, híbrida, dupla galvanização, etc.), podem ser fornecidos sob consulta.

APLICAÇÕES

As conexões **TUPY** NPT-Média Pressão, são aplicadas para a condução de líquidos, gases e vapores.

Conexões NPT - MÉDIA PRESSÃO para aplicações

	Pressões Máximas de Serviço (Conforme ASME B 16.3)	Pressões Máximas de Serviço para União (Conforme ASME B 16.39)	Pressões Máximas de Serviço (Conforme ABNT NBR 6925)
Temperatura °C	Diâmetro Nominal	Diâmetro Nominal	Diâmetro Nominal
	$\frac{1}{4}$ a 6 lb (psi)	$\frac{1}{4}$ a 4 lb (psi)	$\frac{1}{4}$ a 6 MPa
-29 a 66	300	300	2,1
93	265	265	1,8
121	225	225	1,5

TEE REDUCING

Tee de Reducción
Tê de Redução
T, Reduziert
Té Réduit
Ti di Riduzione

130R
ISO B1



Finish	Dimension			Code	Finish	Dimension			Code
	1	2	3			1	2	3	
BLK	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	45.023	BLK	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	45.036
GAL	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{8}$	45.023	GAL	$1\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{4}$	45.036
BLK	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	45.025	BLK	$1\frac{1}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	45.037
GAL	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	45.025	GAL	$1\frac{1}{4}$	1	$1\frac{1}{4}$	45.037
BLK	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	45.026	BLK	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	45.039
GAL	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	45.026	GAL	$1\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{2}$	45.039
BLK	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	45.028	BLK	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	45.040
GAL	$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{3}{4}$	45.028	GAL	$1\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	$1\frac{1}{2}$	45.040
BLK	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	45.029	BLK	$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	45.041
GAL	$\frac{3}{4}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{3}{4}$	45.029	GAL	$1\frac{1}{2}$	1	$1\frac{1}{2}$	45.041
BLK	1	$\frac{3}{8}$	1	45.031	BLK	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	45.042
GAL	1	$\frac{3}{8}$	1	45.031	GAL	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{1}{2}$	45.042
BLK	1	$\frac{1}{2}$	1	45.032	BLK	2	$\frac{1}{2}$	2	45.043
GAL	1	$\frac{1}{2}$	1	45.032	GAL	2	$\frac{1}{2}$	2	45.043
BLK	1	$\frac{3}{4}$	1	45.033	BLK	2	$\frac{3}{4}$	2	45.044
GAL	1	$\frac{3}{4}$	1	45.033	GAL	2	$\frac{3}{4}$	2	45.044
BLK	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	45.035	BLK	2	1	2	45.045
GAL	$1\frac{1}{4}$	$\frac{1}{2}$	$1\frac{1}{4}$	45.035	GAL	2	1	2	45.045

45° ELBOW



Finish	Dimension	Code	Index	IP	EP	g
BLK	$\frac{3}{8}$	09.003	6,15	10	500	49
GAL	$\frac{3}{8}$	09.003	7,55	10	500	52
BLK	$\frac{1}{2}$	09.004	5,00	10	300	68
GAL	$\frac{1}{2}$	09.004	6,35	10	300	72
BLK	$\frac{3}{4}$	09.006	6,20	10	200	105
GAL	$\frac{3}{4}$	09.006	7,85	10	200	111
BLK	1	09.007	9,15	10	120	161
GAL	1	09.007	11,50	10	120	165
BLK	$1\frac{1}{4}$	09.008	16,40	-	60	262
GAL	$1\frac{1}{4}$	09.008	20,85	-	60	269
BLK	$1\frac{1}{2}$	09.009	20,20	-	50	390
GAL	$1\frac{1}{2}$	09.009	25,45	-	50	390
BLK	2	09.010	26,30	-	30	490
GAL	2	09.010	33,25	-	30	511
BLK	$2\frac{1}{2}$	09.011	54,30	-	18	870
GAL	$2\frac{1}{2}$	09.011	68,65	-	18	905
BLK	3	09.012	53,55	-	9	1119
GAL	3	09.012	67,70	-	9	1155
BLK	4	09.014	72,84	-	6	2082

ELBOW



Finish	Dimension	Code	Index	IP	EP	g
BLK	$\frac{1}{4}$	07.002	2,65	10	700	35
GAL	$\frac{1}{4}$	07.002	3,15	10	700	37
BLK	$\frac{3}{8}$	07.003	2,15	10	400	67
GAL	$\frac{3}{8}$	07.003	2,75	10	400	70
BLK	$\frac{1}{2}$	07.004	1,45	10	270	79
GAL	$\frac{1}{2}$	07.004	1,95	10	270	90
BLK	$\frac{3}{4}$	07.006	2,35	10	150	132
GAL	$\frac{3}{4}$	07.006	3,05	10	150	138
BLK	1	07.007	3,60	10	100	209
GAL	1	07.007	4,50	10	100	215
BLK	$1\frac{1}{4}$	07.008	6,85	-	55	314
GAL	$1\frac{1}{4}$	07.008	8,45	-	55	328
BLK	$1\frac{1}{2}$	07.009	11,00	-	40	450
GAL	$1\frac{1}{2}$	07.009	13,65	-	40	473
BLK	2	07.010	12,70	-	20	695
GAL	2	07.010	16,05	-	20	710
BLK	$2\frac{1}{2}$	07.011	37,25	-	15	1112
GAL	$2\frac{1}{2}$	07.011	47,15	-	15	1138
BLK	3	07.012	51,90	-	8	1660
GAL	3	07.012	64,60	-	8	1730

ELBOW REDUCING



Finish	Dimension	Code	Index	IP	EP	g
BLK	3/8 x 1/4	08.023	4,10	10	560	45
GAL	3/8 x 1/4	08.023	4,95	10	560	48
BLK	1/2 x 1/4	08.025	4,95	10	320	78
GAL	1/2 x 1/4	08.025	6,10	10	320	82
BLK	1/2 x 3/8	08.026	2,90	10	350	77
GAL	1/2 x 3/8	08.026	3,60	10	350	80
BLK	3/4 x 3/8	08.028	4,70	10	250	120
GAL	3/4 x 3/8	08.028	5,95	10	250	129
BLK	3/4 x 1/2	08.029	3,45	10	210	115
GAL	3/4 x 1/2	08.029	4,05	10	210	118
BLK	1 x 1/2	08.032	4,55	10	150	140
GAL	1 x 1/2	08.032	5,90	10	150	146
BLK	1 x 3/4	08.033	5,05	10	120	174
GAL	1 x 3/4	08.033	6,20	10	120	180
BLK	1 1/4 x 3/4	08.036	10,25	-	80	252
GAL	1 1/4 x 3/4	08.036	12,70	-	80	263
BLK	1 1/4 x 1	08.037	8,10	-	70	274
GAL	1 1/4 x 1	08.037	10,10	-	70	280
BLK	1 1/2 x 3/4	08.040	12,55	-	65	291
GAL	1 1/2 x 3/4	08.040	15,55	-	65	306
BLK	1 1/2 x 1	08.041	11,60	-	60	360
GAL	1 1/2 x 1	08.041	14,75	-	60	370
BLK	1 1/2 x 1 1/4	08.042	13,00	-	50	429
GAL	1 1/2 x 1 1/4	08.042	16,10	-	50	428
BLK	2 x 1 1/2	08.047	20,85	-	30	658
GAL	2 x 1 1/2	08.047	25,95	-	30	624
BLK	2 1/2 x 2	08.051	58,62	-	20	1039
GAL	2 1/2 x 2	08.051	62,85	-	20	1006

CAP, ROUND



Finish	Dimension	Code	Index	IP	EP	g
BLK	1/4	42.002	1,72	10	1000	19
GAL	1/4	42.002	2,09	10	1000	20
BLK	3/8	42.003	1,51	10	1000	26
GAL	3/8	42.003	1,86	10	1000	28
BLK	1/2	42.004	1,74	10	500	50
GAL	1/2	42.004	2,21	10	500	54
BLK	3/4	42.006	2,19	10	350	83
GAL	3/4	42.006	2,56	10	350	87
BLK	1	42.007	2,40	10	200	105
GAL	1	42.007	3,14	10	200	107
BLK	1 1/4	42.008	3,92	10	150	158
GAL	1 1/4	42.008	5,02	10	150	172
BLK	1 1/2	42.009	5,02	-	120	211
GAL	1 1/2	42.009	6,17	-	120	231
BLK	2	42.010	9,25	-	70	310
GAL	2	42.010	11,60	-	70	323

HEXAGON NIPPLE REDUCING



Finish	Dimension	Code	Index	IP	EP	g
BLK	3/4 x 1/2	39.029	3,25	10	310	89
GAL	3/4 x 1/2	39.029	4,00	10	310	94
BLK	1 x 1/2	39.032	6,35	10	180	133
GAL	1 x 1/2	39.032	8,05	10	180	141
BLK	1 x 3/4	39.033	3,60	10	180	138
GAL	1 x 3/4	39.033	4,55	10	180	149
BLK	1 1/4 x 3/4	39.036	8,50	5	110	188
GAL	1 1/4 x 3/4	39.036	10,50	5	110	191
BLK	1 1/4 x 1	39.037	5,95	5	100	202
GAL	1 1/4 x 1	39.037	7,25	5	100	209
BLK	1 1/2 x 3/4	39.040	8,50	-	90	208
GAL	1 1/2 x 3/4	39.040	10,65	-	90	215
BLK	1 1/2 x 1	39.041	13,40	-	95	243
GAL	1 1/2 x 1	39.041	16,95	-	95	246
BLK	1 1/2 x 1 1/4	39.042	7,20	-	80	246
GAL	1 1/2 x 1 1/4	39.042	9,15	-	80	256
BLK	2 x 1	39.045	12,10	-	60	428
GAL	2 x 1	39.045	15,25	-	60	434
BLK	2 x 1 1/4	39.046	15,20	-	50	364
GAL	2 x 1 1/4	39.046	19,00	-	50	368
BLK	2 x 1 1/2	39.047	13,75	-	45	414
GAL	2 x 1 1/2	39.047	17,35	-	45	422
BLK	2 1/2 x 2	39.051	33,45	-	36	665
GAL	2 1/2 x 2	39.051	41,65	-	36	661
BLK	3 x 2	39.055	40,60	-	20	909
GAL	3 x 2	39.055	51,30	-	20	912
BLK	3 x 2 1/2	39.056	53,20	-	20	898
GAL	3 x 2 1/2	39.056	67,35	-	20	926

Anexo 7. Junta de estanqueidad



Juntas de Brida

Fluido	Temp. Mínima	Temp. Máxima	% Concentración	NOVATEC PREMIUM II	NOVATEC SPECIAL	NP BASIC	NP 815/FLEXIBLE	NOVAPHIT VS	NOVAPHIT SSTC	NOVAPHIT SUPER HPC	NOVAFORM SK
GAS DE HORNO DE COQUE	-20	500	100	●	●	●	●	●	●	●	●
GAS HILARANTE	-20	180	100	●	●	●	●	●	●	●	●
GAS INERTE	-40	500	100	●	●	●	●	●	●	●	●
GAS NATURAL	-20	180	100	●	●	●	●	●	●	●	●
GAS VITRILO NITROSO < 50°C	-40	50	100	●	●	●	●	●	●	●	●

Novatec Premium II



Desarrollado a partir del Novatec Premium, el Novatec Premium II está compuesto por grafito comprimido, fibras de Kevlar® y un bajo porcentaje de NBR de alta calidad.

Su excelente resistencia química y térmica, alta estabilidad y baja permeabilidad a los gases le permite reemplazar a los materiales de grafito reforzados con acero (frágiles y difíciles de trabajar) en situaciones hasta ahora impensables para juntas de fibra comprimida.

Con el Novatec Premium II se puede cubrir el 80% de las diversas aplicaciones existentes en la industria.

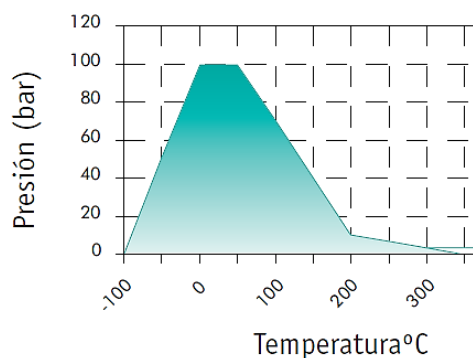
■ Dimensiones de fabricación

Espesor plancha (mm.)	Códigos	
	1500 x 1500 mm.	2000 x 1500 mm.
1	*	346.931
1,5	353.274	346.932
2	359.053	346.894
3	*	346.933

Según ANSI B16.21

DN	150 (PN20)	300 (PN50)	400 (PN68)
1/2"	350.257	350.527	350.527
3/4"	360.367	350.528	350.528
1"	350.258	350.530	350.530
1 1/4"	360.364	551.535	551.535
1 1/2"	352.809	612.685	612.685
2"	350.249	690.012	690.012
2 1/2"	359.080	362.699	362.699
3"	371.231	350.531	350.531
3 1/2"	371.232	380.431	380.440

Gases



Anexo 8. Soportes de tubería

Sistema de carril MM

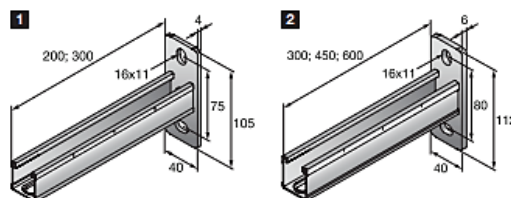
HILTI

Datos técnicos para soportes

		Tipo 1: uniformemente repartida $F_1 = q \times l$  F1 [N]	Tipo 2: carga puntual centrada  F1 [N]	Tipo 3: carga puntual en el extremo  F1 [N]	Tipo 4:  F2 [N]	Tipo 5:  F3 [N]
Soporte	Carril L (mm)	HST M10 or HUS 8	HST M10 or HUS 8	HST M10 or HUS 8	HST M10 or HUS 8	HST M10 or HUS 8
MM-B-30/200	200	870	870	430	430	290
MM-B-30/300	300	580	580	290	290	190
MM-B-36/300	300	1230	1230	610	610	410
MM-B-36/450	450	810	810	400	400	270
MM-B-36/600	600	610	610	300	300	200

Soporte MM-B

Soporte de alta calidad para multitud de aplicaciones



Aplicaciones

- Suportación de tubería, bandeja de cable y conductos de ventilación.

Características y Ventajas

- Sección en forma de C con los bordes dentados.
- Ranuras reforzadas para mayor rigidez.
- Para cargas medias y ligeras.
- Marcas cada 5 cm para facilitar el montaje.

Datos Técnicos

MM-B	
Material	Carril: S235 JR según DIN EN 10025-2, Placa de anclaje: S355 MC según DIN EN 10149-2
Acabado	Galvanizado

No.	Longitud - L	Peso	Referencia	U.M.V.	Código
1	200 mm	278 g	Soporte MM-B-30/200	10 un	00418752
1	300 mm	356 g	Soporte MM-B-30/300	10 un	00418753
2	300 mm	585 g	Soporte MM-B-36/300	10 un	00418754
2	450 mm	778 g	Soporte MM-B-36/450	10 un	00418755
2	600 mm	971 g	Soporte MM-B-36/600	10 un	00418756

Configuración de cabeza	Con rosca externa
Tipo de fijación	Fijación directa, Fijación previa
Protección frente a corrosión	Acero, inoxidable
Condiciones ambientales	Exterior



HILTI
Sistema de carril MM

Carril de montaje MM-C



Aplicaciones

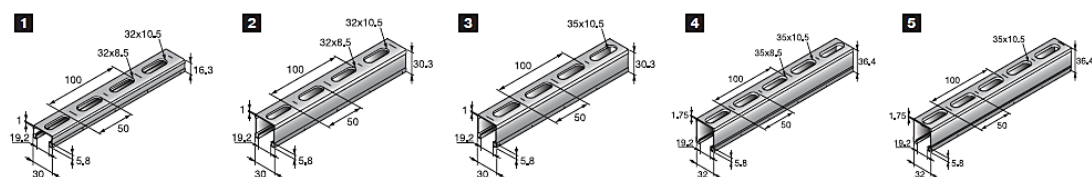
- Suportación de líneas de tubería de cargas medias y ligeras.
- Suportación para bandeja de cables y conductos de ventilación.

Datos Técnicos

MM-C	
Material	S250GD según DIN EN 10346
Acabado	Galvanizado Sendzimir

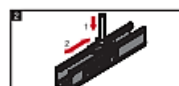
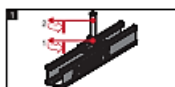
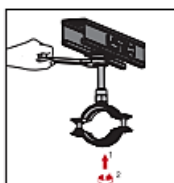
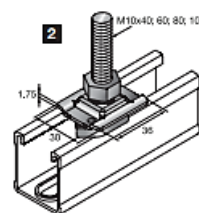
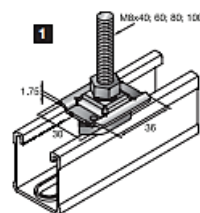
Características y Ventajas

- Sección en forma de C con los bordes dentados.
- Ranuras reforzadas para mayores cargas.
- Marcas cada 5 cm para facilitar el corte y el montaje.
- Sistema de carril modular versátil y sencillo.



Nº	Altura - H	Longitud - L	Peso / m	Referencia	U.M.V.	Código
1	16 mm	2 m	565 g	Carril de montaje MM-C-16 2m	16 m	00418748
2	30 mm	2 m	779 g	Carril de montaje MM-C-30 2m	16 m	00418749
3	30 mm	3 m	779 g	Carril de montaje MM-C-30 3m M10	18 m	00418776
4	36 mm	2 m	1.29 kg	Carril de montaje MM-C-36 2m	16 m	00418750
5	36 mm	3 m	1.29 kg	Carril de montaje MM-C-36 3m M10	18 m	00418751

Sistema de conexión único extremadamente rápido, flexible y seguro



Datos Técnicos

MM-ST	
Material	Placa: DD11 según DIN EN 10111, Tuerca: DC04 según DIN EN 10130
Acabado	Galvanizado

Aplicaciones

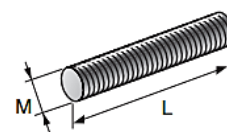
- Conexión abrazadera-carril para cargas medias y ligeras.

Características y Ventajas

- Montaje extremadamente rápido gracias al mecanismo único de fijación solo-click.
- Montaje fiable, sin fallos, con una sola mano.
- Posibilidad de ajuste en altura de la varilla una vez montada.
- Gran versatilidad gracias a las distintas longitudes de varilla.

No.	Altura - H	Rosca de conexión	Peso	Referencia	U.M.V.	Código
1	40 mm	M8	41.3 g	Conector solo-click MM-ST M8x40	50 un	00418777
1	60 mm	M8	47.4 g	Conector solo-click MM-ST M8x60	50 un	00418778
1	80 mm	M8	53.6 g	Conector solo-click MM-ST M8x80	50 un	00418779
1	100 mm	M8	60.5 g	Conector solo-click MM-ST M8x100	50 un	00418780

Esparrago roscado DIN 976 inoxidable A4 AM



Métrica rosca	Longitud	Referencia	U.M.V.	Código
M8	50 mm	Perno roscado AM8x50 A4-70	50 un	00230324
M10	50 mm	Perno roscado AM10x50 A4-70	50 un	00230359

Anexo 9. Abrazaderas para tuberías

Abrazadera pesada galvanizada en caliente MP-MI-F

Isofónica, para uso en ambientes húmedos y en exteriores

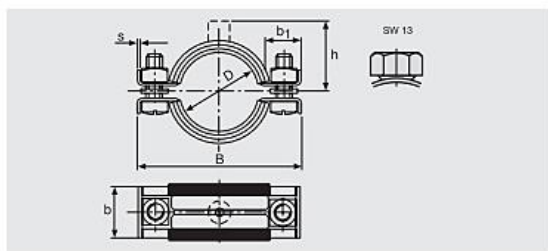


Aplicaciones

- Instalaciones en ambientes húmedos o expuestos a agentes moderadamente corrosivos.

Características y Ventajas

- Conexión a varilla sólidamente soldada.
- Banda de acero nervada para una mayor rigidez.
- Tornillos antipérdida.
- Galvanizado en caliente de 45 micras.



Datos Técnicos

MP-MI-F	
Resistencia a temperatura	-50°C - +120°C
Material	S235JR acero según DIN EN 10025
Acabado	Galvanizado en caliente 45 µm
Material aislante	EPDM
Reducción media de ruido	18 dB (A)
Certificados	Reducción de ruido según DIN 4109, Material Clase B2
Tornillo de cierre lateral	M8
Carga a techo	$F_{rec} = 1800 \text{ N}$ $F_{max} = 3000 \text{ N}$



Medida de tubo (Ø ext.)	Diámetro tubo	Rosca de conexión	Ancho llave SW	Distancia - h	Anchura - B	Ancho y espesor del material (b x s)	F _{rec}	Referencia	U.M.V.	Código
20-25	1/2"	M10	17 mm	28 mm	69 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 1/2"	25 un	00304258
25-30	3/4"	M10	17 mm	30 mm	75 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 3/4"	25 un	00304259
32-38	1"	M10	17 mm	34 mm	83 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 1"	25 un	00304260
40-45	1-1/4"	M10	17 mm	38 mm	92 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 1 1/4"	25 un	00304261
48-54	1-1/2"	M10	17 mm	42 mm	101 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 1 1/2"	25 un	00304262
54-57		M10	17 mm	47 mm	107 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 54/57	10 un	00304263
57-64	2"	M10	17 mm	48 mm	111 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 2"	10 un	00304264
68-72		M10	17 mm	54 mm	123 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 68/72	10 un	00304265
70-77	2-1/2"	M10	17 mm	51 mm	130 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 2 1/2"	10 un	00304266
78-84		M10	17 mm	58 mm	139 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 80/84	10 un	00304267
82-90	3"	M10	17 mm	57 mm	144 mm	24x2.0 mm	1800 N	Abraz. pesada MP-MI-F 3"	10 un	00304268

Anexo 10. Perno de anclaje

HSA Stud anchor

HILTI
Hilti HSA

Anclaje mecánico con rosca externa.

- Dos profundidades de empotramiento con el mismo anclaje (reducida y estándar).
- Montado con tuerca y arandela para ahorro de tiempo.

Características y Ventajas

- Homologada según normativa europea Opción 7: hormigón no fisurado de C20/25 a C50/60.
- Rápida y sencilla instalación sin necesidad de útiles de colocación.
- Pequeña profundidad de taladro para cargas pequeñas y gran profundidad para cargas estándar de tracción.
- Conformado en frío: comportamiento dúctil sin riesgo de rotura.
- Triple segmento de expansión.
- Marcado en cabeza para asegurar su identificación.
- Anillo azul que indica la máxima profundidad de empotramiento.
- Ensayos resistencia al fuego.
- Diseño de cálculo con el programa Hilti PROFIS Anchor 2.0



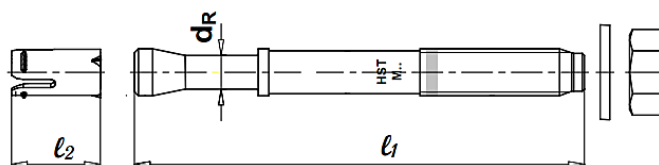
Hilti HSA-R (acero inoxidable)

Aplicaciones


- Angulares, placas de anclajes en hormigón.
- Anclajes de pilares.
- Carriles de ascensores.
- Fijaciones a través
- Muros cortina.
- Estructuras metálicas.
- Fijación de carriles.

Dimensiones de anclaje

Métrica		M6	M8	M10	M12	M16	M20	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Mínimo espesor a fijar	$t_{fix,min}$ [mm]	0	0	0	0	0	0	5	5	5	5	5	10
Máximo espesor a fijar	$t_{fix,max}$ [mm]	45	72	70	205	125	30	55	85	77	225	145	55
Diámetro en la zona de cono	d_R [mm]	4,2	5,8	7,6	9	12,2	15,4	4,2	5,8	7,6	9	12,2	15,4
Máxima longitud del anclaje	$\ell_{1,max}$ [mm]	100	137	140	300	240	170	100	137	140	300	240	170
Longitud de la camisa de expansión	ℓ_2 [mm]	8,2	11,5	15,4	19,1	24,8	29	8,2	11,5	15,4	19,1	24,8	29


Cargas recomendadas

Métrica		Profundidad de empotramiento estándar						Profundidad de empotramiento reducida					
		M6	M8	M10	M12	M16	M20	M6	M8	M10	M12	M16	M20
Tracción $N_{rec}^a)$													
HSA	[kN]	2,4	5,7	7,6	11,9	18,5	25,1	2,0	4,3	5,7	8,5	12,3	16,5
HSA-R	[kN]	2,4	4,8	4,8	8,5	12,9	14,7	-	3,0	4,1	6,1	7,7	11,0
HSA-F	[kN]	2,4	4,8	5,4	8,5	16,6	23,8	1,4	4,3	4,8	5,4	9,5	14,3
Cortante $V_{rec}^a)$													
HSA	[kN]	3,7	6,9	11,1	17,4	31,4	48,6	3,7	6,9	11,1	17,0	31,4	48,6
HSA-R	[kN]	2,9	5,2	8,1	11,9	27,5	29,8	-	5,0	6,5	8,5	27,5	29,8
HSA-F	[kN]	3,7	6,9	11,1	17,4	31,4	48,6	3,7	6,9	11,1	17,0	31,4	48,6

Anexo 11. Abarcones (grampas)

HILTI

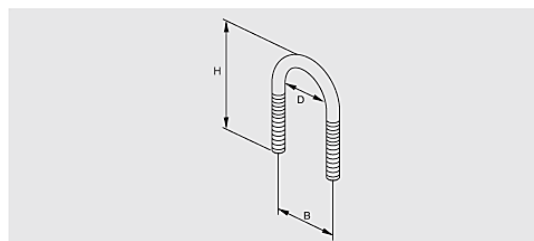
Abrazaderas y accesorios

Abarcones M-UB



Aplicaciones

- Sujeción de tuberías a carriles y soportes.



Datos Técnicos

M-UB	
Material	S235JR según DIN EN 10025-2
Acabado	Galvanizado
Información adicional	2 tuercas y 2 arandelas incluidas con cada abarcón

Ø exterior tubería - D	Rosca de conexión	Altura - H	Anchura - B	Referencia	U.M.V.	Código
22 mm	M8	59 mm	30 mm	Abarcón M-UB 1/2" galv.	100 un	00409319
27 mm	M8	63 mm	35 mm	Abarcón M-UB 3/4" galv.	100 un	00409320
34 mm	M8	71 mm	42 mm	Abarcón M-UB 1" galv.	100 un	00409321
43 mm	M8	79 mm	51 mm	Abarcón M-UB 1 1/4" galv.	100 un	00409322
49 mm	M10	91 mm	59 mm	Abarcón M-UB 1 1/2" galv.	50 un	00409323
61 mm	M10	103 mm	71 mm	Abarcón M-UB 2" galv.	50 un	00409324
77 mm	M10	119 mm	87 mm	Abarcón M-UB 2 1/2" galv.	50 un	00409325
89 mm	M10	131 mm	99 mm	Abarcón M-UB 3" galv.	25 un	00409326
102 mm	M12	153 mm	114 mm	Abarcón M-UB 3 1/2" galv.	25 un	00409327

Anexo 12. Válvula de bloqueo manual

Válvula de esfera M10V

Descripción

La M10V es una válvula de esfera de tres piezas apta para la mayoría de fluidos industriales. La M10V puede ser revisada sin desmontar las conexiones con la tubería (sólo en versiones roscadas y soldadas).

Tipos disponibles

M10V2RB Cuerpo acero zincado, asientos PTFE, paso reducido.

M10V2FB Cuerpo acero zincado, asientos PTFE, paso total.

M10V3RB Cuerpo acero inoxidable, asientos PTFE, paso reducido.

M10V3FB Cuerpo acero inoxidable, asientos PTFE, paso total.

M10V4RB Construida totalmente en acero inoxidable, asientos PTFE, paso reducido.

M10V4FB Construida totalmente en acero inoxidable, asientos PTFE, paso total.

M10V



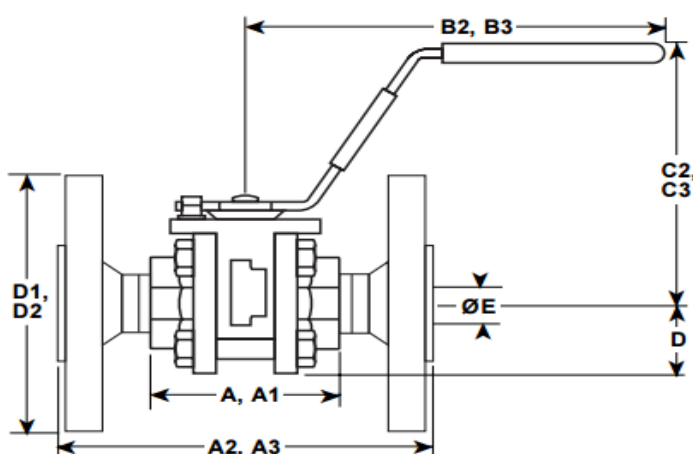
- 1/4" a 2 1/2"
- Paso reducido y paso total
- Acero al carbono forjado zincado o acero inoxidable forjado
- Conexiones roscadas, socket weld y butt weld
- Bidas ANSI 150, ANSI 300, PN16 y PN40
- Asientos y sellos de PTFE
- Presión máxima de trabajo 70 bar g
- Temperatura máxima de trabajo 230°C
- Accionamiento manual

Aplicaciones:

- Vapor de baja presión, condensado y agua de procesos
- Hidrocarburos líquidos
- Aceite comestible
- Gas natural
- Glicol
- Aire comprimido
- CO₂

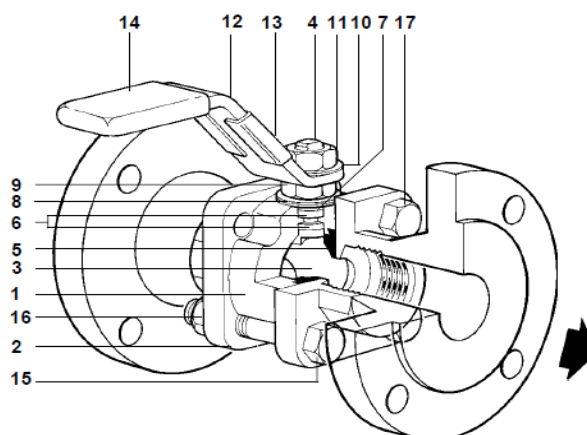
Paso total

Tamaño	A	A1	A2	B	B1	C	C1	D	D1	E	Peso
1/4"	56	52	-	120	-	57	-	22	-	8	0,52
3/8"	56	52	-	120	-	57	-	22	-	8	0,52
1/2"	63	52	108	120	120	61	87	24	89	11	0,61
3/4"	68	60	117	120	120	63	89	26	98	14	0,70
1"	86	84	127	157	157	91	91	31	108	21	1,27
1 1/4"	99	94	140	157	157	95	95	37	117	25	1,77
1 1/2"	108	102	165	180	180	109	109	41	127	31	2,50
2"	124	118	178	180	180	115	115	48	152	38	3,50



- A: Rosca y BW
A1: SW
A2: Bidas ANSI 150
A3: Bidas PN40
B2: Rosca, BW y SW
B3: Bidas PN40 y ANSI 150
C2: Rosca, BW y SW
C3: Bidas PN40 y ANSI 150
D: Rosca, BW y SW
D1: Bidas ANSI 150
D2: Bidas PN40
E: Todas las versiones

Válvula de esfera M10V



Materiales

No Parte	Material		
1	Cuerpo	M10V2	Acero zincado ASTM A105
		M10V3	Acero inoxidable ASTM A 182 F 316
		M10V4	Acero inoxidable ASTM A 182 F 316
2	Extremo	M10V2	Acero zincado ASTM A105
		M10V3	Acero inoxidable ASTM A 182 F 316
		M10V4	Acero inoxidable ASTM A 182 F 316
3	Esfera	Acero inoxidable	AISI 316
4	Eje	Acero inoxidable	AISI 316
5	Asiento	PTFE vírgen	
6	Sello eje	PTFE reforzado antiestático	
7	Separador	M10V2	Acero zincado ASTM A105
		M10V3	Acero inoxidable AISI 316
		M10V4	Acero inoxidable AISI 316
8	Arandela belleville	Acero inoxidable	AISI 301
9	Tuerca	M10V2	Acero zincado SAE 12L14
		M10V3	Acero inoxidable AISI 316
		M10V4	Acero inoxidable AISI 316
10	Placa (DN)	Acero inoxidable	AISI 430
11	Tuerca	M10V2	Acero zincado SAE 12L14
		M10V3	Acero inoxidable AISI 316
		M10V4	Acero inoxidable AISI 316
12	Palanca	M10V2	Acero zincado SAE 1010
		M10V3	Acero inoxidable AISI 316
		M10V4	Acero inoxidable AISI 316
13	Placa	Acero inoxidable	AISI 430
14	Funda palanca	Vinilo	
15	Tornillos	M10V2	Acero zincado
		M10V3	Acero inoxidable AISI 316
		M10V4	Acero inoxidable AISI 316
16	Tuercas	M10V2	Acero zincado
		M10V3	Acero inoxidable AISI 316
		M10V4	Acero inoxidable AISI 316
† 17	Esparragos	M10V4	Acero inoxidable AISI 316

Anexo 13. Manómetros y válvula de aguja

Pressure Measurement Solutions



Dial Indicating Pressure Gauges

All Stainless Steel Dry & Liquid-Filled



400/500 SERIES

- The ultimate corrosion-resistant heavy-duty vacuum and pressure gauges
- Extreme high pressure ranges available from vacuum through 100,000 psi
- 1-1/2", 2", 2-1/2", 4" and 6" sizes – bottom or back connected
- Cases and polished bezels are constructed of solid 304 stainless steel, with 316 stainless steel internals
- Vacuum, compound and zero based ranges
- Bourdon tubes are matched to stainless steel precision movements and balanced pointers for smooth, accurate indication
- Glycerine filling (in the 500 Series) further enhances gauge life by constantly lubricating the movement and dampening the effects of vibration, pulsation and shock.
- NOSHOK's agriculture ammonia gauges (25-406 and 25-506) feature a nickel-plated brass connection with a 316 stainless steel Bourdon tube
- Stock availability

APPLICATIONS

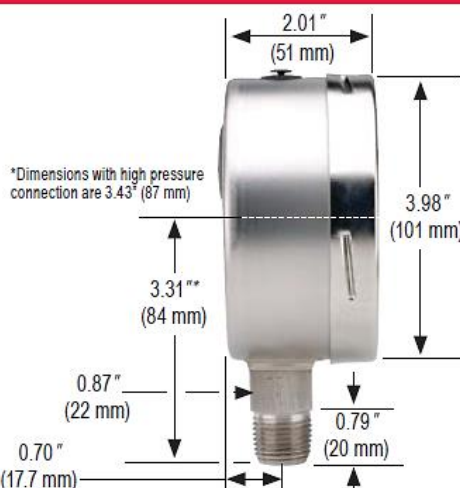
- Chemical plants
- Petrochemical refineries
- Pharmaceutical
- Food and beverage processing
- Offshore oil platforms
- Paper mills
- Salt mines
- Fertilizer plants
- Shipboard

ACCURACY

- 1-1/2" 400 Series gauges: $\pm 2.5\%$
- 2-1/2" 400 Series gauges: $\pm 1.5\%$
- 4 and 6" 400 Series gauges: $\pm 1.0\%$
- 2-1/2" 500 Series gauges: $\pm 1.5\%$
- 4 and 6" 500 Series gauges: $\pm 1.0\%$

PRESSURE RANGES	30vac	-30 inHg to 0 psi	100	0 to 100 psi	5000	0 to 5,000 psi
	30/15	-30 inHg to 0 to 15 psi	160	0 to 160 psi	6000	0 to 6,000 psi
	30/30	-30 inHg to 0 to 30 psi	200	0 to 200 psi	10000	0 to 10,000 psi
	30/60	-30 inHg to 0 to 60 psi	300	0 to 300 psi	15000	0 to 15,000 psi
	30/100	-30 inHg to 0 to 100 psi	400	0 to 400 psi	20000	0 to 20,000 psi
	30/160	-30 inHg to 0 to 160 psi	600	0 to 600 psi	30000	0 to 30,000 psi
	30/200	-30 inHg to 0 to 200 psi	800	0 to 800 psi	40000	0 to 40,000 psi
	30/300	-30 inHg to 0 to 300 psi	1000	0 to 1,000 psi	60000	0 to 60,000 psi
	15	0 to 15 psi	1500	0 to 1,500 psi	80000	0 to 80,000 psi
	30	0 to 30 psi	2000	0 to 2,000 psi	100000	0 to 100,000 psi
SCALE OPTION	60	0 to 60 psi	3000	0 to 3,000 psi		
	psi	psi single scale	psi/kg/cm ²	psi/kg/cm ² dual scale		
	psi/kPa	psi/kPa dual scale	psi/bar	psi/bar dual scale		

40-400/500



	MODELS	SPECIFICATIONS
Case	15-401, 15-411, 40-400, 40-410, 60-400, 60-410, 60-500, 60-510	304 Stainless steel (Optional 316 Stainless steel)
	25-400, 25-410, 25-500, 25-510, 40-500, 40-510	Polished 304 Stainless steel
Cover ring	15-401, 15-411, 25-400, 25-410, 25-500, 25-510, 40-400, 40-410, 40-500, 40-510	Polished 304 Stainless steel
	60-400, 60-410, 60-500, 60-510	Polished 304 Stainless steel bayonet ring
Lens	15-401, 15-411, 40-400, 40-410, 40-500, 40-510	Instrument glass
	25-400, 25-410, 25-500, 25-510	Trogamide
	60-400, 60-410, 60-500, 60-510	Laminated safety glass
Bourdon tube	15-401, 15-411, 25-400, 25-410, 25-500, 25-510, 40-400, 40-410, 40-500, 40-510, 60-400, 60-410, 60-500, 60-510 (up to 600 psi)	316 Stainless steel C-Type tube
	25-400, 25-410, 25-500, 25-510, 40-400, 40-410, 40-500, 40-510, 60-400, 60-410, 60-500, 60-510 (greater than 600 psi)	Coiled safety tube
Connection	15-401, 15-411	1/8" NPT, 316 Stainless steel
	25-400, 25-410, 25-500, 25-510	1/4" NPT, 316 Stainless steel
	40-400, 40-410, 40-500, 40-510, 60-400, 60-410, 60-500, 60-510	1/2" NPT, 316 Stainless steel. 9/16" – 18 high pressure connections are standard on 0 - 30,000 psi and higher

Válvulas de aguja

Estándar, asiento duro

SERIE 400



- Sometidas a pruebas de fugas con helio al 100 % a 1×10^{-4} ml/s para garantizar el rendimiento y la fiabilidad
- Clasificación de presión de 10.000 psi a 200 °F
- El vástago a prueba de escapes proporciona un sello de vástago secundario en la posición totalmente abierta
- Junta tórica FKM y anillo de refuerzo de PTFE por debajo de las roscas del vástago para proporcionar protección contra la corrosión y el rozamiento; empaquetadura de PTFE o Grafoil® opcional (únicamente para ciertos tamaños de NPT)
- Todos los vástagos son de acero inoxidable 316
- Todas las roscas de vástago están laminadas para una mayor resistencia y facilidad de operación
- Tapa de una pieza con sello de metal con metal en el cuerpo de la válvula debajo de las roscas de la tapa
- Perno de resorte acanalado para evitar que se desenrosquen accidentalmente
- Tapa para polvo de vinilo para la tapa y el vástago (sin empaquetadura)

ESPECIFICACIONES

Materiales	Acero galvanizado de cinc niquelado, acero inoxidable 316 electropulido
Conexiones	1/4", 3/8", 1/2", 3/4", 1", 1-1/4" y 1-1/2" NPT 7/16"-20 UNF (N.º 4 SAE, J1926); configuraciones macho-hembra, hembra-hembra, en línea y en ángulo
Clasificación de presión*	10.000 psi a 200 °F
Tamaños del orificio	1/4" - 1/2" NPT: 0,187" 3/4" - 1-1/2" NPT: 0,438"
Coefficiente de flujo	1/4" - 1/2" NPT: C_v 0,44 3/4" - 1-1/2" NPT: C_v 2,70
Tipo y sello del vástago	Vástagos totalmente de acero inoxidable 316 con junta tórica FKM y anillo de refuerzo de PTFE debajo de las roscas, y empaquetadura PTFE o Grafoil® opcional solo para 1/4", 3/8" y 1/2" NPT
Opciones	Montajes en panel, materiales de junta tórica, mangos, empaquetaduras, vástagos de regulación y puntas de los vástagos

* Si se elige una opción de empaquetadura, la clasificación de presión máxima es 6.000 psi. Consulte la tabla "Presión y temperatura: estilo de empaquetadura con fluido compatible" en la parte posterior de este catálogo.

Anexo 14. Filtros de gas



Introducción | Introduction

Los filtros a cartucho son diseñados para filtrar todas las partículas sólidas contaminantes presentes en el fluido gaseoso.

Son comercializados en distintos tipos y tamaños de forma tal de satisfacer todas las necesidades del cliente, mediante construcciones compactas y facilidad de operación.

Los filtros a cartucho que provee Tormene Americana pueden ser instalados y mantenidos fácilmente, y no requieren herramientas especiales para su mantenimiento.

Aplicaciones típicas | Typical applications

- Estaciones de reducción y medición,
- Plantas químicas,
- Plantas termoeléctricas,
- Otros procesos.

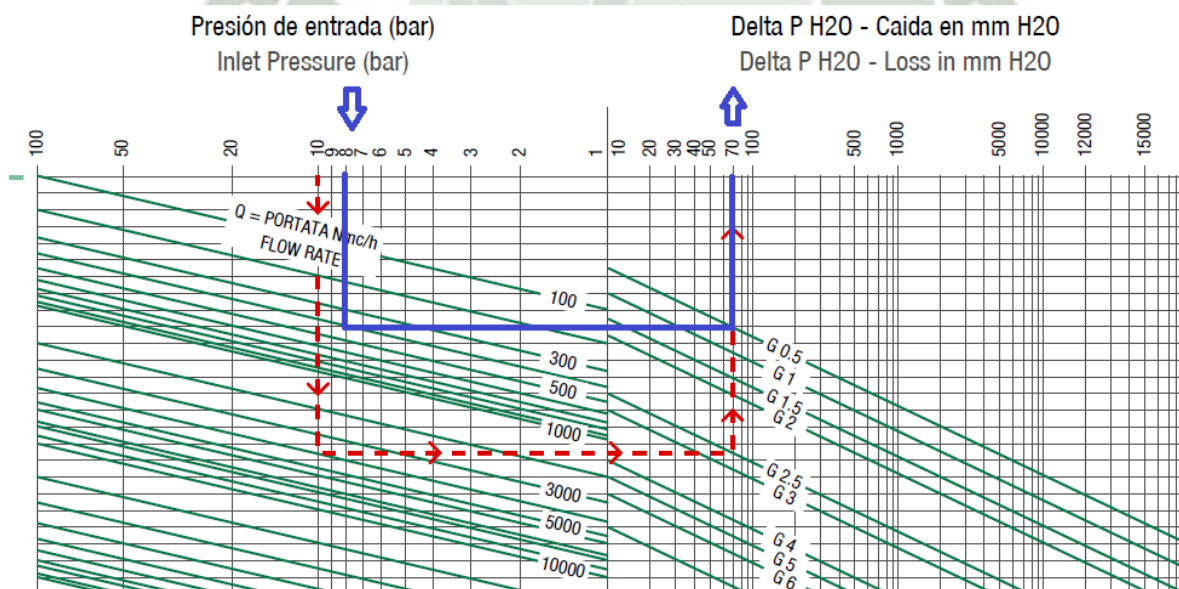
Elementos filtrantes | Filter Elements

Los filtros Tormene Americana utilizan elementos filtrantes estándar, y son construidos con fibras de poliéster y malla de acero de refuerzo.

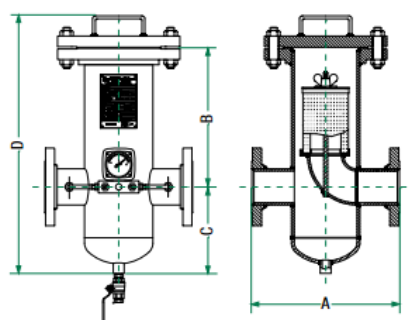
El elemento filtrante es capaz de retener las partículas sólidas con filtraciones hasta 5 micrones, y tiene una graduación nominal de 5 y 10 micrones.



Diagrama de caída de presión

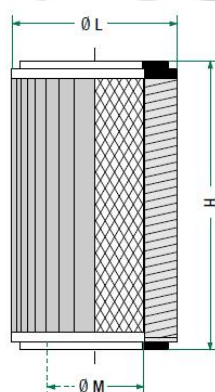


Main dimensions



Filtro com cartucho simples | Simple cartridge filter

Ø Conexão Ø Connection	Ø Corpo Ø Body	Modelo Type	Serie Class	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Cartucho Cartridge	Área de filtragem Filtering Area	Ø Purga Ø Purge
2" (51mm)	4" (102mm)	TA-FM2	#150	278	265	170	547	385	667	G 0.5	600 cm ²	1/2" (12.5mm)
			#300	278								
			#600	470								



Modelo Type	H (mm)	Ø L (mm)	Ø M (mm)	Área de Filtrado (cm ²) Filtering Area (cm ²)
G 0.5	120	80	35	600
G 1	165	95	50	1.250
G 1.5	210	120	69	2.300
G 2	260	165	86	4.700
G 2.5	283	200	110	7.250
G 3	320	252	138	9.500
G 4	415	299	186	14.500
G 5	470	390	246	23.000



Anexo 15. Válvula de alivio de la ERPMP



H200 Series Relief Valves



Figure 1. External View of H200 Series Relief Valve



Figure 2. Sectional View of H200 Series Relief Valve

Introduction

The H200 Series Pop™ relief valves, Figures 1 and 2, are self-operated relief valves with preset and pinned spring retainers. The inlet pressure registers directly on a spring-opposed poppet assembly which includes a Nitrile (NBR) disk. When the inlet gas pressure increases above the spring setting, the poppet and disk assembly is pushed away from the orifice. Springs are available that provide any relief pressure setting from 25 to 300 psig (1,7 to 20,7 bar).

With this simple operation and wide spring setting selection, the H200 Series Pop relief valves may be used where venting to atmosphere is acceptable, where the process gas is compatible with the Nitrile (NBR) disk, where its relief capacity is adequate, and where some pressure relieving tolerance is acceptable. Common applications include use on pneumatic control lines of air drills, jackhammers and other similar equipment, and on farm tap installations. The H200 Series is comprised of the Types H202 and H203 relief valves with the difference being in the inlet connection size.

Features

- **Space-Saving Construction** - Small relief valve size allows installation where space is limited.
- **Economical** - Low initial cost, easy installation, and high capacity per dollar invested reduces total cost of having relief valve capabilities in your system.
- **Durable** - Brass body construction and stainless steel spring reduces susceptibility to corrosion damage and the preset, pinned spring retainer prevents relief valve setpoint tampering.



Specifications

Available Configurations and End Connections

Type H202: 3/4 NPT connection

Type H203: 1 NPT connection

Maximum Allowable Relief (Inlet) Pressure⁽¹⁾

400 psig (27,6 bar)

Approximate Weight

0.5 pounds (0,2 kg)

Construction Materials

Body, Poppet, and Spring Retainer: Brass

Disk: Nitrile (NBR)

Spring: 302 Stainless Steel

Temperature Capabilities⁽¹⁾

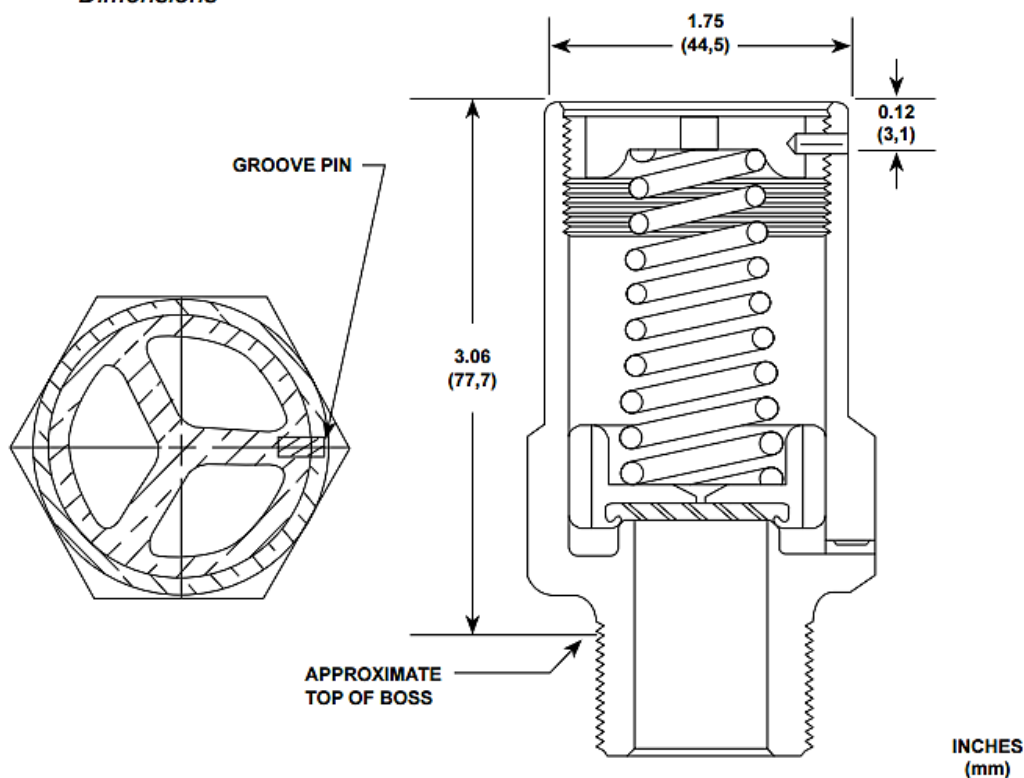
-20° to 160°F (-29° to 71°C)

Relief Set Pressures and Capacities

RELIEF SET PRESSURE ⁽²⁾		SET PRESSURE PLUS BUILD-UP		FLOW CAPACITY, SCFH (Nm ³ /h) ⁽¹⁾
Psig	bar	Psig	bar	
25	1,7	50	3,4	34 200 (916)
50	3,4	75	5,2	47 400 (1270)
75	5,2	100	6,9	60 000 (1608)
100	6,9	120	8,3	69 600 (1865)
125	8,6	150	10,3	83 400 (2235)
150	10,3	180	12,4	100 500 (2693)
175	12,1	210	14,5	117 600 (3152)
200	13,8	240	16,5	132 000 (3538)
225	15,5	270	18,6	150 000 (4020)
250	17,2	300	20,7	165 000 (4422)
275	19,0	330	22,7	180 000 (4824)
300	20,7	360	24,8	195 000 (5226)

1. This is the initial leak point, the point at which the relief valve begins to discharge.
2. 0.6 Specific Gravity Gas. To convert to equivalent capacities of other gases, multiply the table values by 0.775 for air or 0.789 for nitrogen. Multiply the flow obtained by 0.0268 to convert to (Nm³/h) at 0°C and 1,01 bar.

Dimensions



Anexo 16. Regulador reductor de presión



TYPE 95HD

RANGO DE PRESIÓN DE SALIDA*, Psig / bar	Aire Vapor Inertización de tanques Líquido Gas de proceso Fuel Gas						TIPO O SERIE	TIPO DE REGULADOR	TAMAÑO DE CUERPO, NPS	PRESIÓN DE ENTRADA MÁXIMA, Psig / bar	REFERENCIAS		
											PÁGINA	BOLETÍN N°.	FUNCIÓN
0-125 / 0-8,6	■					■	67C	Acción directa	1/4	250 / 17,2	6	71.1:67C	PR
0-150 / 0-10,3	■					■	67CS	Acción directa	1/4	400 / 27,6	-	71.1:67C	PR
0-150 / 0-10,3	■					■	67D	Acción directa	1/2	400 / 27,6	7	71.1:67D	PR
10-500 / 0,69-34,5	■	■				■	1301	Acción directa	1/4	6000 / 414	7	71.1:1301	PR
2-400 / 0,14-27,6	■	■				■	95	Acción directa	1/4 a 2	600 / 41,4	6	71.1:95	PR
2-135 / 0,14-9,3	■	■				■	SR5	Acción directa	1/2 a 3	210 / 14,5	9	71.1:SR5	PR

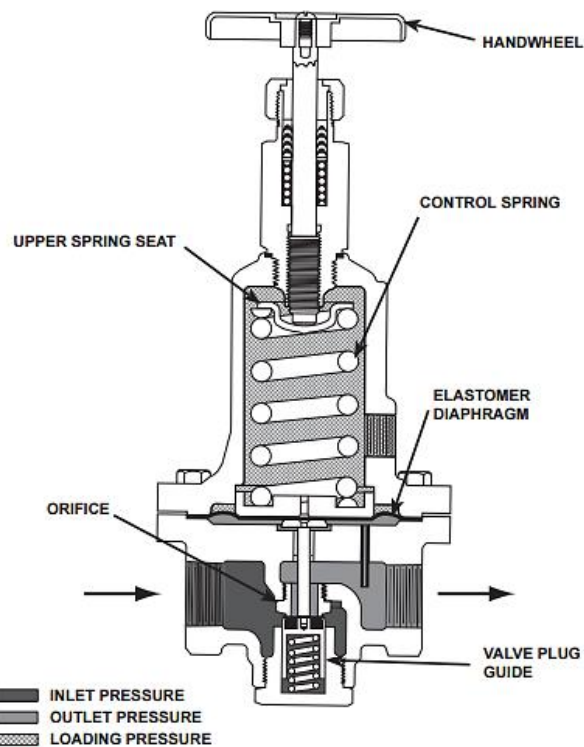
Función:

PR = Reducción de presión PD = Válvula Pad Depad
R = Contrapresión/Alivio S = Interruptor
VB = Reguladora de vacío VR= Recuperación de vacío
TB = Tank Blanketing



End Connection Styles

NPT, ASME flanged; all sizes are fabricated with slip-on flanges and are 14-inch face-to-face (EN flanged; 356 mm face-to-face), CL150 RF, CL300 RF, PN 16/25/40 RF, or SWE



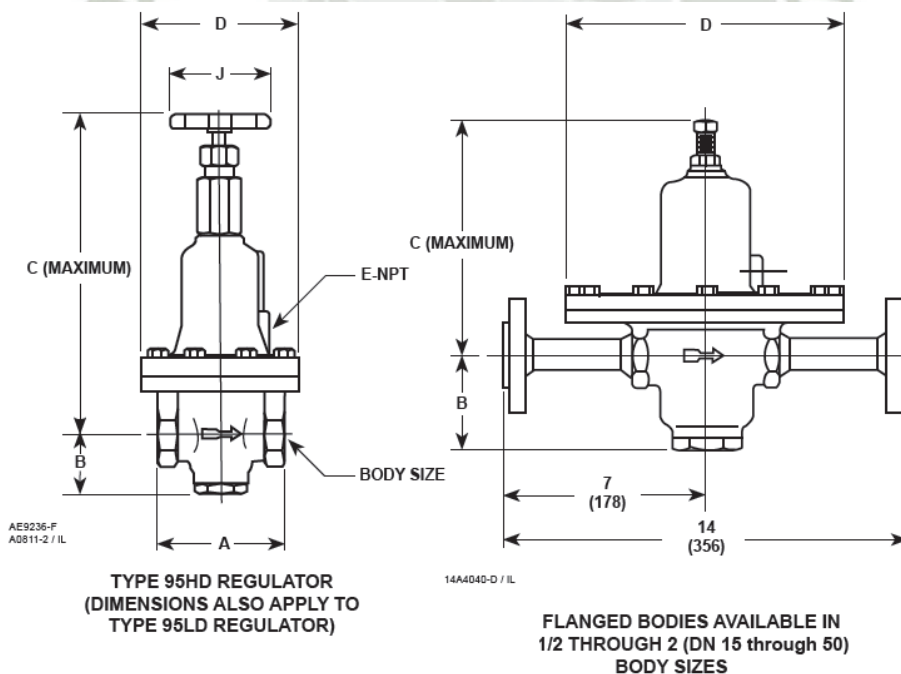
TYPE 95HD WITH ELASTOMER SEAT AND DIAPHRAGM

Table 10. Air SCFH (Nm³/h) Capacities for 1-1/2 through 2 (DN 40 through 50) Types 95H and 95HD Regulators with Either Elastomer or Stainless Steel Diaphragm

RECOMMENDED OUTLET PRESSURE RANGE, PSIG/PSI (bar)	PRESSURE		REGULATOR BODY SIZE, (DN)					
	Outlet Setting, Psig/Psi (bar)	Inlet	1-1/2 (40)			2 (50)		
			Droop			Droop		
		Psig (bar)	10%	20%	40%	10%	20%	40%
5 to 80 (0,35 to 5,5)	50 (3,4)	60 (4,1)	6300 (169)	10 000 (268)	20 000 (536)	6500 (174)	11 000 (295)	21 000 (563)
		75 (5,2)	9000 (241)	14 000 (375)	32 000 (858)	12 000 (322)	20 000 (536)	35 000 (938)
		100 (6,9)	10 000 (268)	19 000 (509)	45 000 (1206)	20 000 (536)	40 000 (1072)	55 000 (1474)
		150 (10,3)	13 000 (348)	28 000 (750)	61 000 (1635)	30 000 (804)	68 000 (1822)	75 000 (2010)
		200 (13,8)	21 000 (563)	36 000 (965)	64 000 (1715)	43 000 (1152)	75 000 (2010)	83 000 (2224)
		250 (17,2)	31 000 (831)	45 000 (1206)	66 000 (1769)	55 000 (1474)	80 000 (2144)	86 000 (2305)
		300 (20,7)	39 000 (1045)	51 000 (1367)	67 000 (1796)	65 000 (1742)	84 000 (2251)	89 000 (2385)
		100 (6,9)	14 000 (375)	22 000 (590)	42 000 (1126)	15 000 (402)	28 000 (750)	50 000 (1340)
		125 (8,6)	17 000 (456)	30 000 (804)	55 000 (1474)	20 000 (536)	45 000 (1206)	65 000 (1742)
		150 (10,3)	20 000 (536)	39 000 (1045)	71 000 (1903)	26 000 (697)	69 000 (1849)	76 000 (2037)
75 (5,2)	50 (3,4)	200 (13,8)	23 000 (616)	49 000 (1313)	81 000 (2171)	50 000 (1340)	90 000 (2412)	96 000 (2573)
		250 (17,2)	33 000 (884)	57 000 (1528)	85 000 (2278)	70 000 (1876)	110 000 (2948)	110 000 (2948)

Air Capacities

Regulating capacities at selected pressures and outlet pressure flows are given in SCFH (60°F and 14.7 psia) of air. To determine the equivalent capacities for other gases, multiply the table capacities by the following appropriate conversion factors: 1.29 for 0.6 specific gravity natural gas, 0.808 for propane, 0.707 for butane, or 1.018 for nitrogen. For gases of other specific gravities, divide by the square root of the appropriate specific gravity.



Anexo 17. Medidor de flujo

TRZ/TRZ-IFS

*Contador de gas de turbina
para facturación*



Aplicaciones

- **Distribución de gas en redes de baja presión:**
La características más importantes en esta aplicación son: la fiabilidad, seguridad, continuidad del suministro de gas, y las dimensiones reducidas.
- **Transporte de gas a alta presión:**
El contador TRZ de Elster destaca por su elevada precisión de medida, estabilidad a largo plazo, y su diseño compacto.
- **Contadores patrón para rampas de calibración de baja y alta presión:**
Debido a su excelente precisión y reproducibilidad, el TRZ es especialmente adecuado para su uso como patrón.

Características principales TRZ/TRZ-IFS

- Contadores de gas de turbina con cartuchos de medición
- Calibres de G 65 a G 16000
- Campo de medida 5 - 25000 m³/h
- Diámetros nominales de DN 50 a DN 600
- Cuerpo según PN 10 - 100 y ANSI 150 - 600
- Longitud 3 DN
- Vaina para sonda de temperatura incorporada en el cuerpo del contador (opcional)
- Aprobación internacional por el PTB alemán
- Gases: gas natural, gas de petróleo, gas ciudad, butano, etileno, aire, nitrógeno, otros gases bajo demanda

Rango de medida

El rango de medida a baja presión (atmosférica) es de 1:20 y 1:30 (ver tabla de datos técnicos).

Cuando aumenta la presión de trabajo, el límite de caudal Q_{min} disminuye a causa de la mayor energía motriz. El rango de medida, por tanto, se hace mayor. El caudal mínimo a alta presión $Q_{min, HP}$ se puede ver en la tabla de la derecha. Los rangos de medida permitidos están definidos en aprobaciones metrológicas.

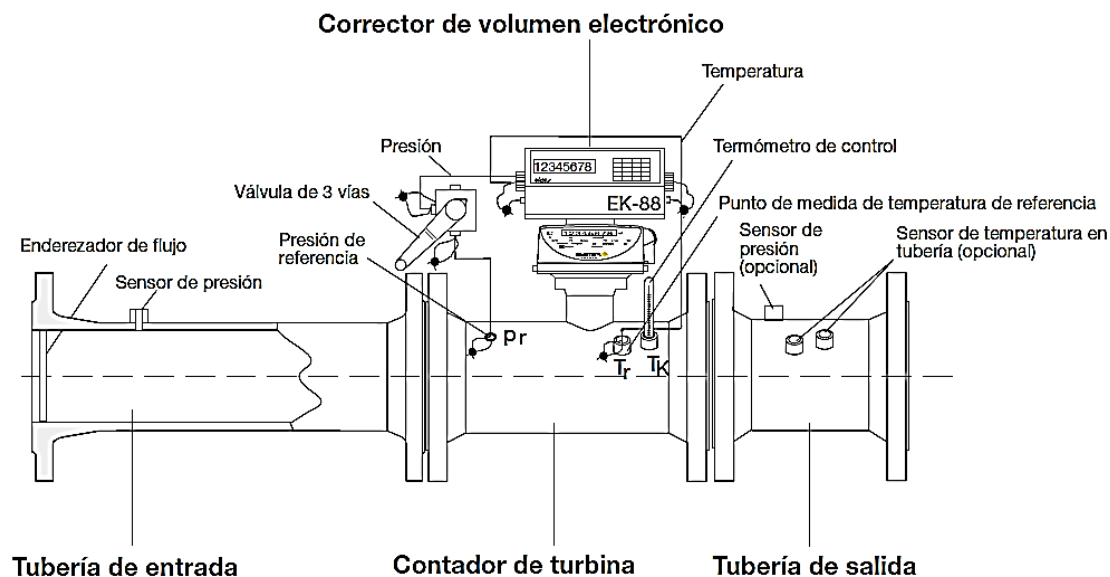
			Presión de trabajo (absoluta) en bar							
			5	10	15	20	25	30	35	40
G	Q _{máx} m³/h	Q _{min LP} m³/h		Q _{min HP} m³/h						
65	100	5	3	2	2	1	1	1	1	1
100	160	8	4	3	3	2	2	2	2	2
160	250	13	7	5	4	4	3	3	3	3
250	400	20	11	8	6	6	5	5	4	4
400	650	32	17	12	10	9	8	7	7	6
650	1000	50	27	19	16	13	12	11	10	10

Sistema compacto montado de contador con corrector de volumen

Se puede solicitar un sistema compacto incluyendo contador, corrector de volumen, sonda de temperatura y transmisor de presión; pre-montado o que se pueda acoplar in situ.

Ya que los orificios para las vainas de temperatura están incorporados al contador, ya no es necesario hacer ninguna conexión soldada adicional en la tubería de salida.

Se pueden suministrar sistemas totalmente montados, incluyendo tuberías de entrada y salida, enderezador de flujo y se calibración conjunta.



Anexo 18. Junta de aislamiento

Royal Joint

Junta Aislante Monolítica con doble sello interior.

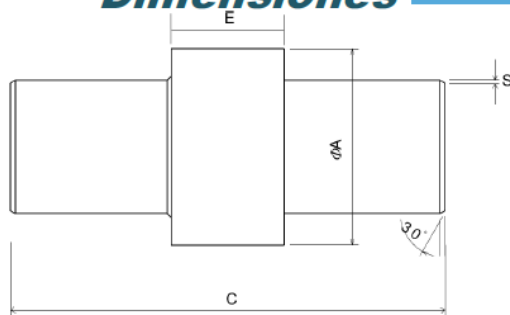
La junta aislante Royal Joint, provee de aislamiento eléctrico entre tuberías con protección catódica y tuberías que no la tienen. De esta forma se previene la corrosión de los costosos sistemas de transmisión de gas natural, petróleo y sus derivados, aceites minerales, agua potable y otras sustancias. Se vuelven relevantes para multiplicar el tiempo de vida útil de éstos y evitar fallas en equipo eléctrico por corrientes inducidas.

Las juntas pueden ser instaladas en el agua, en aire o en tierra según la necesidad. No requieren de ningún mantenimiento durante su vida útil, por lo que pueden ser instaladas y no volver a ser inspeccionadas, a diferencia de las bridas aislantes, que requieren de un monitoreo constante y tienen costos muy altos de mantenimiento.

Tienen usos adicionales como la unión entre dos tuberías de distintas aleaciones, la unión de tubería recubierta con tubería no recubierta o el aislamiento de corrientes inducidas por líneas de transmisión eléctricas externas y paralelas.



Dimensiones



Designación:
RJ VV-DDDD-PPP

VV: Voltaje de trabajo en kV
DDDD: Diámetro nominal de diseño
PPP: Presión de operación

Ej: RJ 15-0660-600, Royal Joint, a 15kV, 660.40 mm de diámetro nominal y presión ANSI 600.

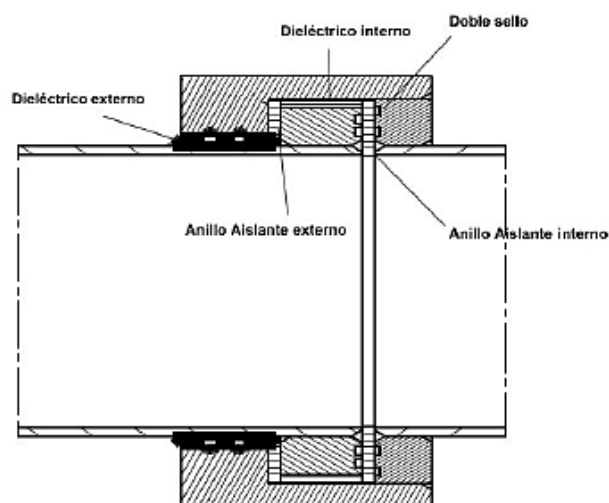
Φ Nominal	ANSI 150				ANSI 300/ 400				ANSI 600			
	S	ΦA	C	E	S	ΦA	C	E	S	ΦA	C	E
12.70	3.25	49.02	399.80	33.99	3.73	70.00	399.80	80.01	3.73	83.01	399.80	94.01
19.05	3.25	51.00	499.87	35.00	3.91	70.00	499.87	80.01	3.91	84.99	499.87	94.01
25.40	3.91	57.99	499.87	37.01	3.91	80.01	499.87	89.99	3.91	88.01	499.87	100.00
31.75	3.91	65.99	499.87	40.01	3.91	84.99	499.87	89.99	3.91	91.01	499.87	100.00
38.10	3.91	75.01	549.91	41.99	3.91	95.00	549.91	89.99	3.91	95.00	549.91	100.00
50.80	3.91	87.99	698.50	60.00	3.91	108.00	698.50	92.00	3.91	113.99	698.50	103.99
63.50	4.78	113.00	698.50	65.00	5.49	119.99	698.50	94.01	5.49	132.00	698.50	116.99

Materiales

Elementos metálicos

API 5L suministrado

Nota: Pueden ser fabricados en cualquier tipo de acero según las necesidades del cliente.



Sellos

- Vitón
- Etileno Propileno
- Silicón
- Cloropreno

Anillos aislantes

- Laminado compuesto epoxi – fibra de vidrio de alta resistencia

Dieléctrico

- Compuesto epoxi
- Compuesto poliuretano

Recubrimiento

- Pintura dieléctrica epoxi en función del líquido que transporte el ducto.

Temperatura de operación

-20°C a 140°C

Presiones de operación

Hasta 100 bar

Resistencia dieléctrica

15 kV por 1 minuto en seco

Resistencia eléctrica

Mayor a 40 MΩ a 1kV DC

Fluidos de trabajo

Agua
Gas
Petróleo y sus derivados
Ácidos
Bases



Anexo 19. Viga estructural perfil C



DENOMINACIÓN:
C (U) DUAL A36/A572 -G50

DESCRIPCIÓN:
Producto laminado en caliente con sección en forma de "U" (con alas paralelas), de calidad dual porque cumple con las normas ASTM A36 y ASTM A572 Grado 50 simultáneamente.

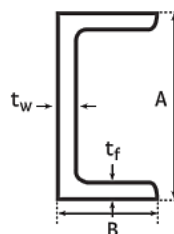
USOS:
En la fabricación de estructuras metálicas, puertas grandes, rejas y cercos de mayor tamaño, etc.

NORMAS TÉCNICAS:
• Composición Química: ASTM A36/A36M y ASTM A572/A572M
• Tolerancia Dimensional: ASTM A36/A36M y ASTM A572/A572M
• Calidad Superficial: ASTM A6/A6M

PRESENTACIÓN:
Se produce en barras de 6 metros de longitud. Se suministra en paquetes de 2TM.

DIMENSIONES Y PESOS NOMINALES:

DESIGNACIÓN	ÁREA (pulg ²)	DIMENSIONES (pulg)				PESO NOMINAL	
		(A)	(B)	(t _w)	(t _f)	Kg/m	Kg/6m
2" x 2.58 lbs/pie	0.76	2.00	1.000	0.187	0.187	3.82	22.92
3" x 4.10 lbs/pie	1.21	3.00	1.410	0.170	0.273	6.12	36.72
3" x 5.0 lbs/pie	1.47	3.00	1.498	0.258	0.273	7.43	44.58
4" x 5.4 lbs/pie	1.59	4.00	1.584	0.184	0.296	8.03	48.18
4" x 7.25 lbs/pie	2.13	4.00	1.721	0.321	0.296	10.77	64.62



COMPOSICIÓN QUÍMICA EN LA CUCHARA (%):

%C máx	%Mn máx	%Si máx	%P máx	%S máx	Tipo 1 %Nb	Tipo 2 %V
0.23	1.35	0.40	0.04	0.05	0.005 - 0.050	0.01 - 0.15

PROPIEDADES MECÁNICAS:

- Límite de Fluencia = 3,520 kg/cm²
- Resistencia a la Tracción = 4,590 - 5,620 kg/cm²
- Alargamiento en 200 mm = 20.0% mínimo
- Soldabilidad = Buena



Anexo 20. Regulador de presión de la ERPS



Description

The 133 Series direct-operated gas regulators, shown in Figure 1 are primarily designed for industrial and commercial applications supplying gas to furnaces, burners, and other appliances. The 133 Series balancing system enables the regulator to provide accurate control of gas pressure for maximum combustion efficiency despite varying inlet pressure conditions. The single port construction provides bubble-tight shutoff. An external downstream control line is required for the operation of the regulator. Refer to Table 1 for outlet pressure ranges of each type. 133 Series regulators are available in a 2 inch / DN 50 body size with either NPT or flanged end connections.



TYPE 133HP REGULATOR

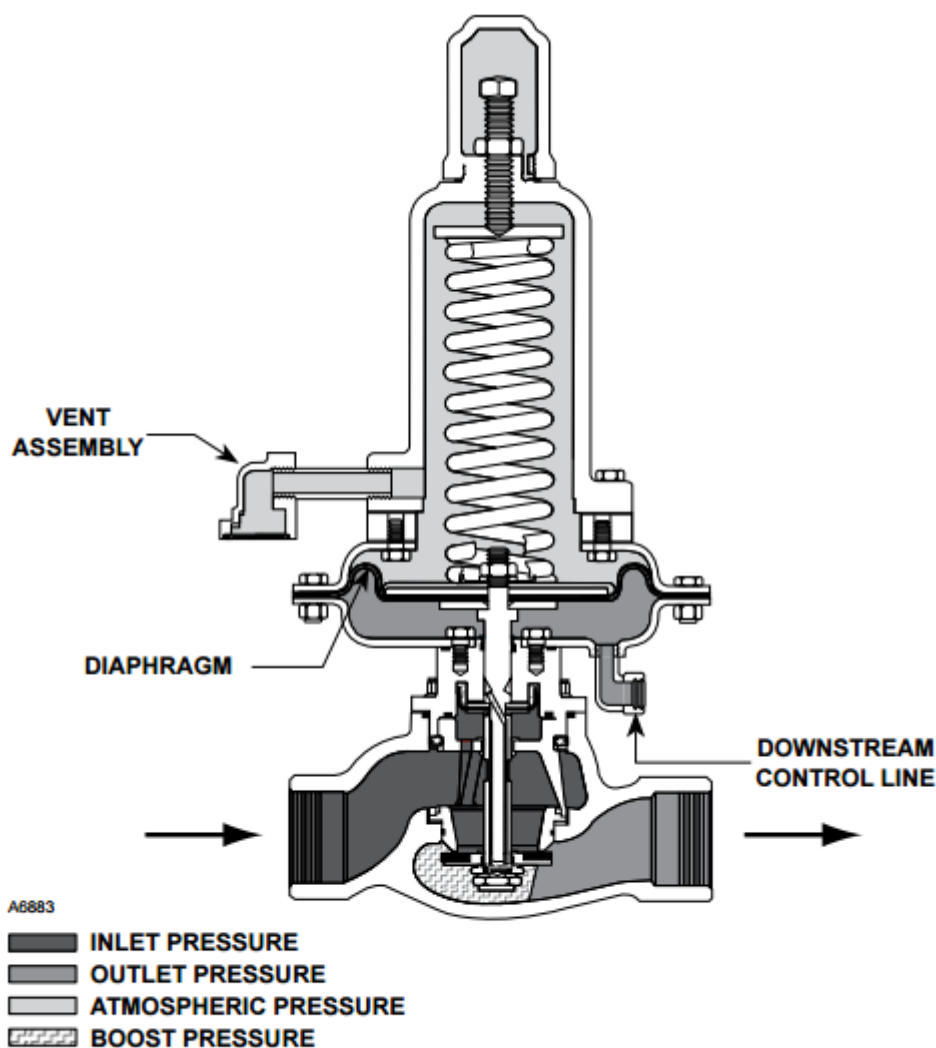
Type 133HP Regulator 100% Capacities in Thousands of SCFH of 0.6 Specific Gravity Gas at 14.7 psia and 60°F

OUTLET PRESSURE RANGE, CONTROL SPRING NUMBER	OUTLET PRESSURE SETTING ⁽¹⁾		INLET PRESSURE		2-INCH / DN 50 BODY SIZE 1.91-INCH / 48.5 mm ORIFICE SIZE					
					Droop from Setpoint					
					10%		20%		30%	
	psig	bar	psig	bar	SCFH	Nm ³ /h	SCFH	Nm ³ /h	SCFH	Nm ³ /h
4.5 to 10 psig / 0.31 to 0.69 bar 17B8633X012	5	0.34	10	0.69	11.4	0.31	21.4	0.57	32.0	0.86
			20	1.4	19.6	0.52	36.4	0.98	53.4	1.43
			40	2.8	33.0	0.88	61.3	1.64	89.6	2.40
			60	4.1	45.7	1.22	84.7	2.27	123.7	3.32
			80	5.5	58.1	1.56	107.7	2.89	157.3	4.22
			100	6.9	70.5	1.89	130.6	3.50	190.7	5.11
			125	8.6	85.8	2.30	159.0	4.26	232.2	6.22
			150	10.3	101.2	2.71	187.5	5.02	273.8	7.34
	10	0.69	25	1.7	40.3	1.08	80.5	2.16	81.7	2.19
			30	2.1	47.1	1.26	93.9	2.52	94.8	2.54
			40	2.8	59.9	1.60	119.1	3.19	119.7	3.21
			60	4.1	84.0	2.25	166.8	4.47	167.1	4.48
			80	5.5	107.4	2.88	213.0	5.71	213.2	5.71
			100	6.9	130.4	3.50	258.7	6.93	258.8	6.94
			125	8.6	159.0	4.26	315.4	8.45	315.4	8.45
			150	10.3	187.5	5.02	371.8	9.96	371.8	9.96

Maximum Inlet and Outlet Pressures

PRESSURES	TYPE NUMBER							
	133H		133HP		133L		133Z	
	psig	bar	psig	bar	psig	bar	psig	bar
Maximum Operating Inlet Pressure	60	4.1	150	10.3	60	4.1	20	1.4
Maximum Emergency Inlet Pressure	125	8.6			125	8.6	125	8.6
Maximum Operating Outlet Pressure ⁽¹⁾	10	0.69	Setpoint plus 40	Setpoint plus 2.8	2	0.14	4 inches w.c.	10 mbar
Maximum Outlet Pressure Over Outlet Pressure Setting	3	0.21			3	0.21	3	0.21
Maximum Emergency Outlet (Casing) Pressure	15	1.0	150	10.3	15	1.0	15	1.0

1. With highest spring range available only.



Operational Schematic of Type 133HP

Anexo 21. Filtro de gas de la ERPS

FILTRI A CARTUCCIA
CARTRIDGE FILTERS

FILTRI A CARTUCCIA CARTRIDGE FILTERS



INTRODUCTION

These CARTRIDGE filters are designed to comply with DIN 3840 and EN 12516 standards and can be used for all types of Natural gas, LPG or non corrosive gases.

These filters are widely used for protection of control devices, pressure regulators, meters and on systems requiring a high degree of filtration.

The high filtration capacity of the cartridges and their broad surface allow separation of both dust and solid particles reducing maintenance times for the equipment installed downstream.

MAIN FEATURES

CARTRIDGE FILTER WITH THREADED OR FLANGED CONNECTIONS

Essential features include:

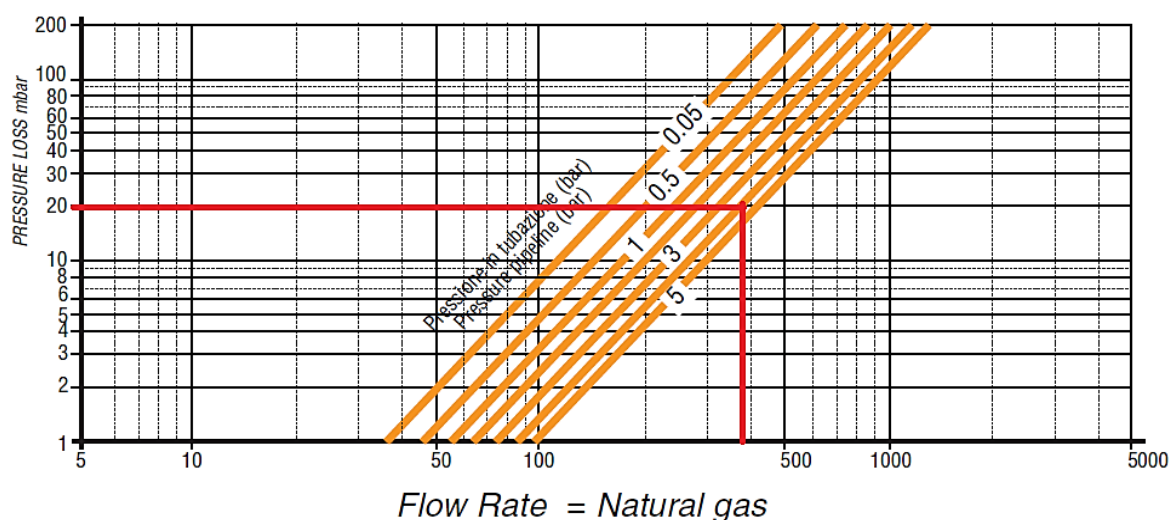
- Cloth filter cartridge 5µm (metallic upon request)
- Max working pressure: 10 bar
- Max allowable pressure: 10 bar
- Maximum operating temperature: -20°C + 80°C.
- Threaded series connections: UNI-ISO 7/1 (flanged upon request)
- Flanged series connections: EN 1092-4.

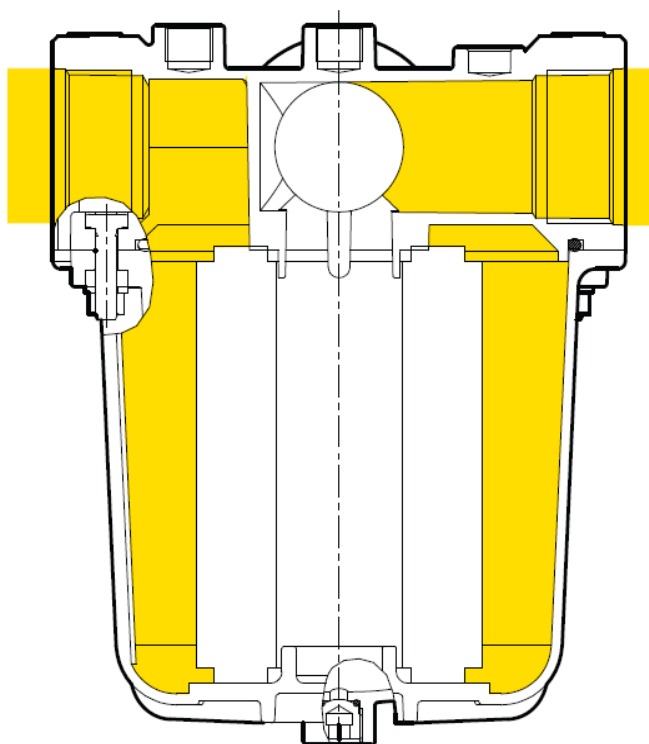
Modello Model	Flangiati DN Flanged Dn	Cod. Cartuccia Cartridge Code
50101/F	25 / Scorrevoli	0991005000A
50102/F	32 / Scorrevoli	0991005000A
50103/F	40 / Scorrevoli	0991005000A
50201/F	40 / Scorrevoli	0991005100A
50202/F	50 / Scorrevoli	0991005100A



DIAGRAMMA DI PORTATA / FLOW RATE DIAGRAM

ART. 50201 - 50202 - 50201-F - 50202-F





**PRESSIONE
DI ALIMENTAZIONE
INLET PRESSURE**

MATERIALI / MATERIALS
CORPO / BODY
GD AISI 12 EN AB 46100
COPERCHI - COVERS
GD AISI 12 EN AB 46100

TRATTAMENTI SUPERFICIALI
EXTERNAL TREATMENTS
COPERCHIO E CORPO
SABBIATURA - SANDBLASTING
A RICHIESTA / UPON REQUEST
VERNICIATURA POLIURETANICA A POLVERE
DUST POLYURETHANE COATING

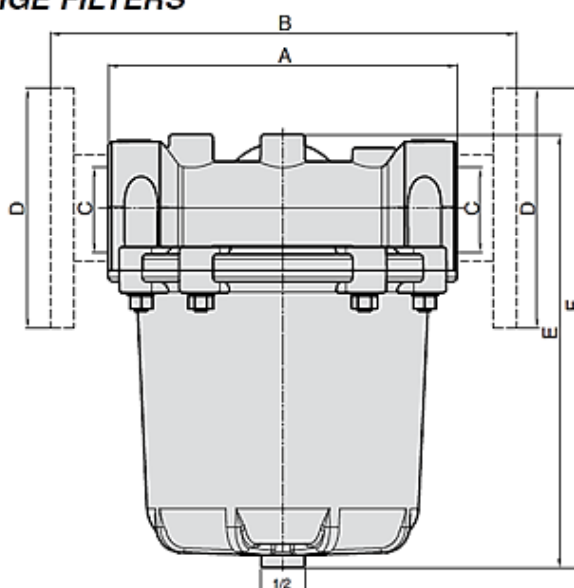
**FILTRI A CARTUCCIA
CARTRIDGE FILTERS**

DIMENSIONE DEGLI IMBALLI - PACKAGING DIMENSIONS

RIFERIMENTO REFERENCE	PEZZI PIECES Nr.	DIMENSIONI DIMENSIONS cm	VOLUME VOLUME m³	PESO WEIGHT Kg	PALLET MAX LxPxH cm		
					PEZZI PIECES Nr.	PESO WEIGHT Kg	VOLUME VOLUME m³
50101 - 50102 - 50103	1	20x20x27	0.011	2.2	120x80x220		
					150	330	2.11
50201 - 50202	1	29x21x31.5	0.019	4.0	120x80x220		
					84	336	2.11
50101/F - 50102/F - 50103/F	1	29x21x31.5	0.019	4.2-5.8	120x80x220		
					84	353-487	2.11

CARTRIGE FILTERS

CONNESSIONI CONNECTIONS	A	B	C	D	E	F
1"	160		1"		195	
1 1/4"	160		1 1/4"		195	
1 1/2"	160		1 1/2"		195	
1 1/2"	200		1 1/2"		258	
2"	200		2"		258	
DN 25/S	262		DN 25		215	
DN 32/S	253		DN 32		228	
DN 40/S	278		DN 40		233	
DN 40/S	318		DN 40		287	
DN 50/S	318		DN 50		295	



Anexo 22. Válvula de seguridad

1805 Series Relief Valves



Introduction

The 1805 Series relief valves are designed for use in farm tap applications where a safety relief valve is needed between the first and second stage regulators. The 1805 Series is suitable for natural gas, air, propane, or any operating medium that is not corrosive to the internal parts. Relief pressures range from 5 to 125 psig / 0,34 to 8,6 bar. Maximum pressure, including buildup, is 150 psig / 10,3 bar.

Features

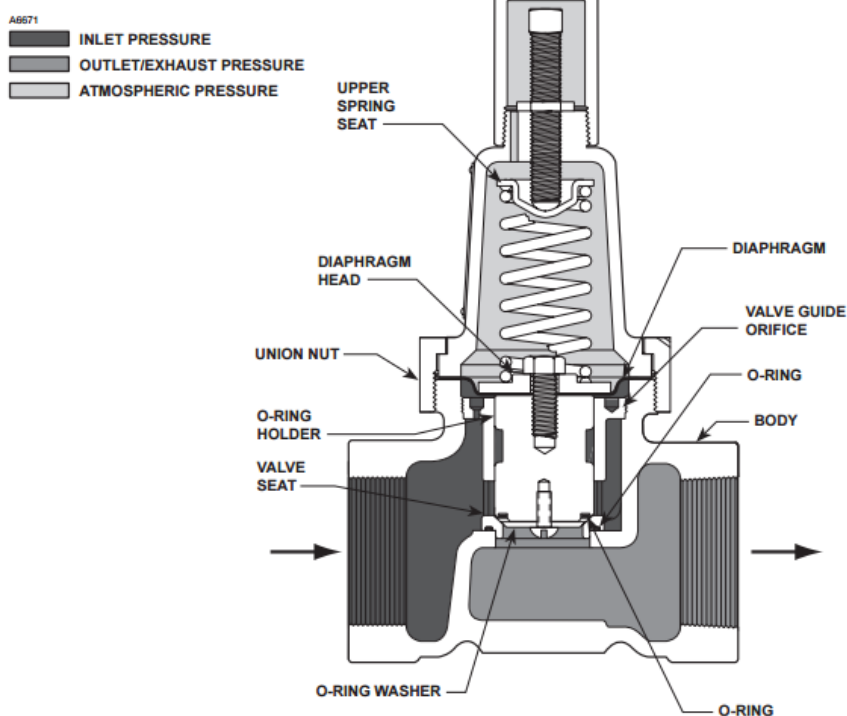
- **Tight Shutoff**—Provided by the Nitrile (NBR) O-ring and O-ring seat.
- **Easy Maintenance**—The union nut allows quick removal of the cage assembly for trim inspection. The valve can be back in operation in a matter of minutes.
- **Simple Adjustment**—A single adjusting screw is used to meet individual application requirements.
- **Complete Venting**—A closing cap is available if all venting must be piped away.
- **Sour Gas Service Capability**—Optional materials are available for applications handling sour gases. These constructions comply with the recommendations of the NACE International Standards MR0175 and MR0103.

Relief Valve Set Pressure Ranges

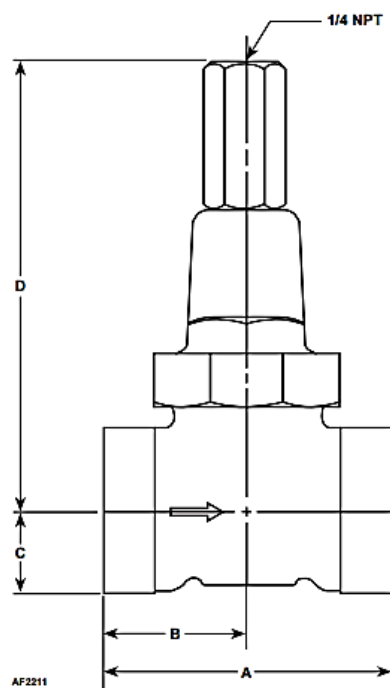
BODY SIZE, NPT	RELIEF PRESSURE RANGE	
	psig	bar
3/4 or 1	5 to 35 10 to 60 20 to 125	0,34 to 2,4 0,69 to 4,1 1,4 to 8,6
1-1/2 or 2	5 to 20 10 to 50 35 to 125	0,34 to 1,4 0,69 to 3,4 2,4 to 8,6



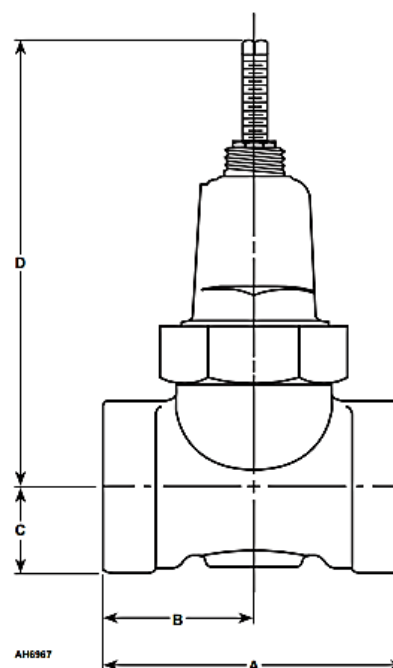
1805 Series Operational Schematic



1805 Series Dimensional Drawings



TYPE 1805-2, 1805-3, OR 1805-7 WITH CLOSING CAP



TYPE 1805-4 OR 1805-5 WITHOUT CLOSING CAP

1805 Series Dimensions

TYPES	BODY SIZE AND END CONNECTION STYLE, NPT	MATERIAL	DIMENSION, INCHES / mm			
			A	B	C	D / max
1805-2 ¹ 1805-4 1805-7 ¹	3/4	Cast iron	3.62 / 92	1.81 / 46	1.00 / 25	6.44 / 164
		Ductile iron / NACE	3.88 / 99	1.94 / 49	1.38 / 35	6.44 / 164
	1	Cast iron	3.62 / 92	1.81 / 46	1.00 / 25	6.44 / 164
		Ductile iron / NACE	3.88 / 99	1.94 / 49	1.38 / 35	6.44 / 164
1805-3 ¹ 1805-5	1-1/2	Cast iron	5.88 / 149	2.94 / 75	1.69 / 43	9.12 / 232
	2	Cast iron	5.88 / 149	2.94 / 75	1.69 / 43	9.12 / 232

1. With closing cap.

PRESENTACIÓN DE LOS QUEMADORES DE GAS

Los quemadores de la serie G son quemadores de potencia media y alta especialmente eficaces y compactos, diseñados para conseguir un alto rendimiento y una gran calidad de combustión. Están pensados para poder utilizarse en todo tipo de calderas cualquier que sea su marca, pero incorporan un equipamiento especialmente adaptado a las calderas De Dietrich.

Los modelos G 300 S y G 300 N se adaptan perfectamente a las gamas GT 330, el G 40 a las gamas GT 400 y GTE 500 (con una potencia inferior a 1030 kW), y el G 50 a toda la gama de calderas GTE 500.

- Los quemadores G 300 S/N, G 40 y G 50 funcionan a 2 marchas progresivas cuando se instalan en calderas De Dietrich con cuadros estándar, B3 y K, o en calderas sin regulación.

La modulación integral de los quemadores G 300 S/N, G 40 e G 50 se realiza ya sea:

- A través del cuadro de mando DIEMATIC-m3, Diematic-m Delta instalado en las calderas De Dietrich, o en las cascadas de calderas en las que una de ellas está equipada con el cuadro DIEMATIC-m3, Diematic-m Delta y las demás con el cuadro K3 o K.
- O mediante un regulador que se integra en el quemador proporcionando un control de 3 puntos de modulación (regulador RWF 40 opcional).

El diseño de los quemadores G 300 S/N y G 40 permiten obtener:

- Altos niveles de rendimiento y eficacia perfectamente estables a lo largo del tiempo.
- Cabezal de combustión regulable por inyectores calibrados sin ningún ajuste.
- El sistema Duo-Press permite conseguir altas presiones con pequeños flujos.
- Influencia reducida de la chimenea
- Vigilancia de la llama mediante sonda de ionización
- Regulación de aire/gas proporcional
- Quemadores compactos
- Turbina transversal de dimensiones optimizadas
- Sistema Duo-Press que garantiza un caudal y una presión importantes en un volumen compacto
- Disposición ingeniosa de los componentes.
- Gran facilidad de montaje, puesta en servicio y mantenimiento

- Fijación sobre la caldera mediante brida deslizante
- Conexión eléctrica mediante enchufe estándar europeo precableado
- Conjunto de componentes reunidos en una platina
- Posición de mantenimiento horizontal de la platina porta-componentes con posición vertical de la línea de inyección
- Fácil acceso a todos los componentes
- Puesta rápida en posición de mantenimiento gracias a los 5 tornillos de un cuarto de vuelta de la platina porta-componentes
- Utilización de una única llave macho (hexagonal - 4 mm) para realizar todos los ajustes, desmontajes y montajes
- Un funcionamiento silencioso
- Cubierta insonorizada que engloba a todos los componentes
- Entrada de aire comburente con espuma de aislamiento acústico
- Circuito aeráulico con zonas de desacoplamiento mediante cambio de recorrido

El diseño del quemador G 50 permite obtener:

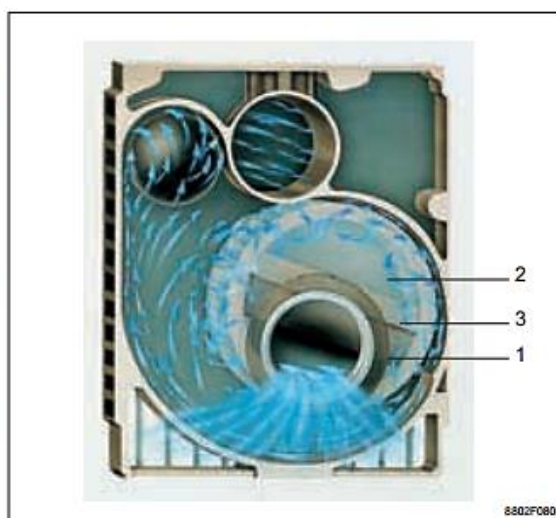
- La instalación y el mantenimiento se han simplificado gracias a diversas elecciones tecnológicas
- Sistema de guía que permiten un acceso fácil y rápido a la línea de inyección sin necesidad de desmontar el quemador de la caldera
- Posibilidad de ajustar el quemador con la cubierta cerrada utilizando la toma de aire situada en el exterior del mismo
- Ajuste del cabezal de combustión mediante un tornillo graduado situado en la brida de la caldera
- Gran accesibilidad a los componentes eléctricos protegidos bajo una cubierta estanca
- Ciertas elecciones tecnológicas juiciosas garantizan la seguridad y el confort
- Motor eléctrico protegido por un relé térmico con rearme manual
- Cajetín de control de seguridad con piloto de alarma y botón de rearme
- Célula de control de la llama
- Toma de aire con cierre automático cuando se para el quemador

PRINCIPIO DEL SISTEMA DUO-PRESS®

El ventilador aspira el aire para expulsarlo bajo presión hacia el cabezal de combustión. El aire comburente es aspirado en la cámara 1, separada de la cámara 2 por el deflector 3. Puesto que la presión estática en la cámara 1 es muy alta, el aire arrastrado por la turbina adquiere un impulso importante que le permite vencer la contrapresión del hogar de la caldera. No obstante, la parte de este aire que no adquiere la suficiente energía es devuelta a la turbina gracias a la zona de depresión que se crea en la cámara 2. El aire así reinyectado vuelve a ser acelerado por la turbina y arrastrado hacia el cabezal de combustión.

Ventajas

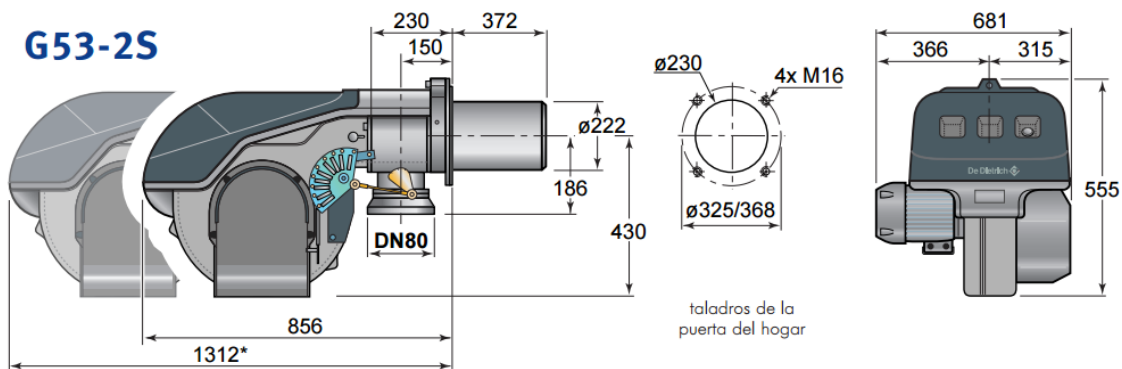
El sistema DUO-PRESS permite conseguir niveles de presión muy altos con pequeños flujos de aire, venciendo fácilmente las altas contrapresiones alcanzadas con cada arranque del quemador. Además, este sistema de ventilación es poco sensible a las variaciones atmosféricas, ofreciendo excelentes rendimientos incluso a cotas altas.



QUEMADOR DE GAS G 50 S

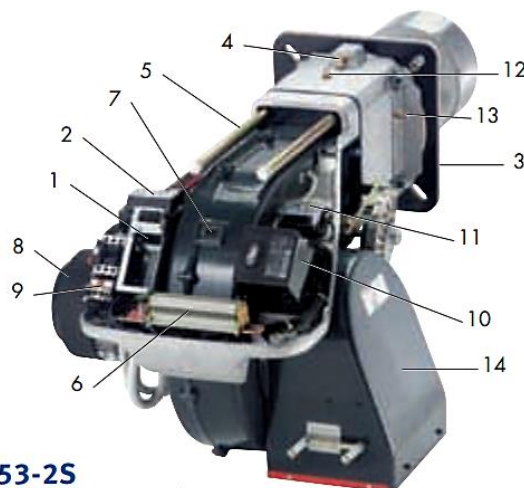
CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MODELOS	- MODULANTE	G 53-1S	G 53-2S
Potencia nominal	kW	372*/930-1512	470*/1279-2290
Caudal a gas natural H (l)	m ³ /h	39,4/98,4-160,0	49,7/135,3-242,3
Puede equipar las calderas	GTE	517 a 523	524, 525
Alimentación		230/400 V ~ tri-50 Hz	230/400 V ~ tri-50 Hz
Potencia nominal del motor	W	2200	4500
Potencia máxima absorbida	W	2600	5500
Nivel acústico	dB (A)	78,5	83,5
Peso de expedición	kg	76	82



DESCRIPCIÓN

- 1 Emplazamiento para regulador RVF40
- 2 Transformador de encendido.
- 3 Brida de fijación.
- 4 Tornillo de ajuste del cabezal de combustión.
- 5 Guía mecánica para inspección del quemador.
- 6 Tablero de bornes.
- 7 Orificio de mira de la llama.
- 8 Motor.
- 9 Relé térmico y contactor del motor.
- 10 Cajetín de seguridad.
- 11 Presostato de aire.
- 12 Toma de presión de gas y tornillo de fijación del cabezal.
- 13 Toma de presión de aire.
- 14 Cajón de aire.



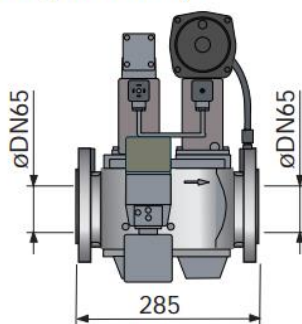
G53-2S
(modelo representado)

8802Q41

⇒ **RAMPAS DE GAS:** posibilidad de montaje a derecha o izquierda

Los quemadores G 50 S se completan con una rampa de gas.
Esta válvula integra de fábrica un controlador de estanquidad VPS 504.

VGD 40.065 CTD (20 mbar)



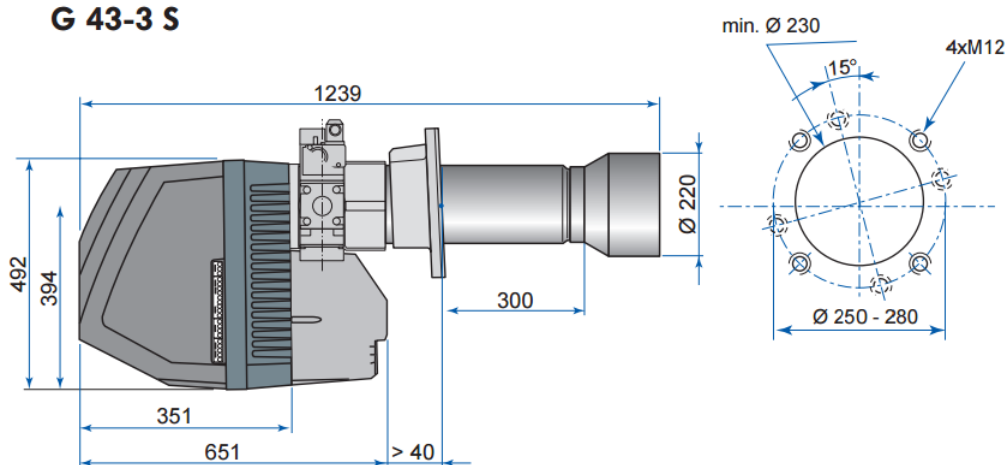
QUEMADOR DE GAS G 40 S

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

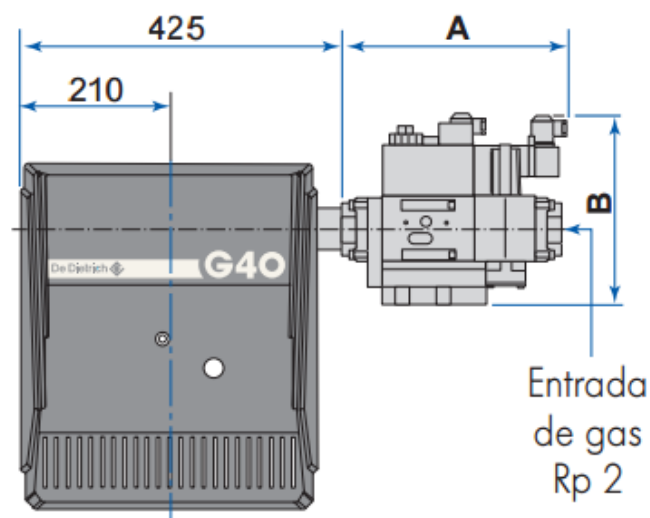
MODELO - MODULANTE PARA REGULACIÓN DIEMATIC-M DELTA O DIEMATIC-m 3	G 43-1 S	G 43-2 S	G 43-3 S
Potencia nominal kW	205 a 590	220 a 720	345 a 1030
Alimentación	monofásica	trifásica	trifásica
Caudal a gas natural H (l)) m³/h	21,7 a 62,4	23,3 a 76,2	36,5 a 109,0
Pudiendo equipar las calderas tipo GT 400	409, 410, 411	412	413, 414
GTE 500	507, 508	509, 510	511 a 516
Pre-regulación (potencia de suministro de la caldera) mín./máx. kW	260/415	315/550	410/695
Caudal de gas pre-regulado con gas natural H mín./máx. m³/h	27,5/43,9	33,3/58,2	43,4/73,5
Presión de gas pre-regulada con gas natural H mín./máx. mbar	2,2/5,6	3,0/8,3	1,8/6,2
Potencia nominal del motor a 2850 rpm W	750	1500	2200
Potencia máx. absorbida W	1300	1350	2450
Nivel acústico a 1 m dB(A)	69	70	79
Peso de expedición kg	67	68	78

DIMENSIONES PRINCIPALES (mm y pulgadas)

G 43-3 S

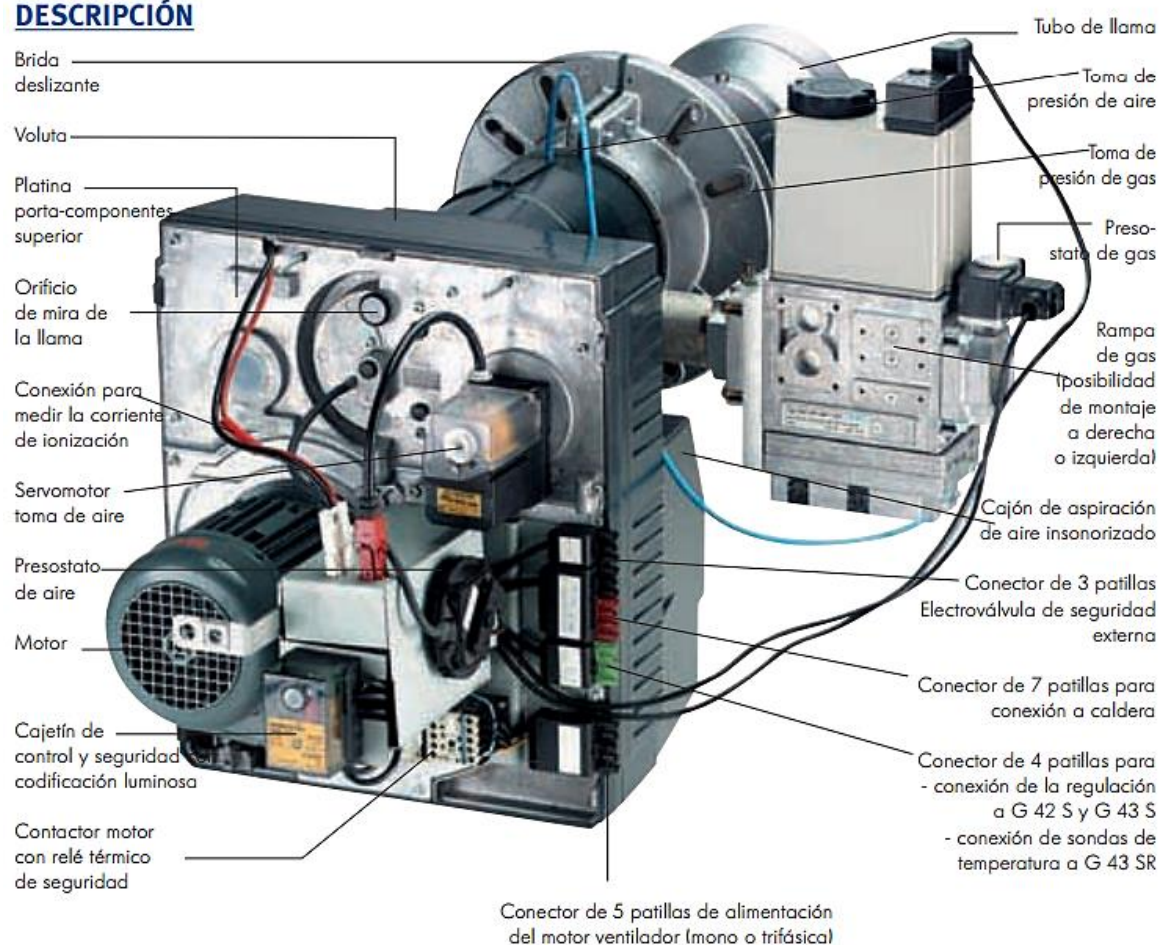


G 40 con rampa DMV VEF	512	520	525
A	310	310	270
B	250	285	380



QUEMADOR DE GAS G 40 S

DESCRIPCIÓN



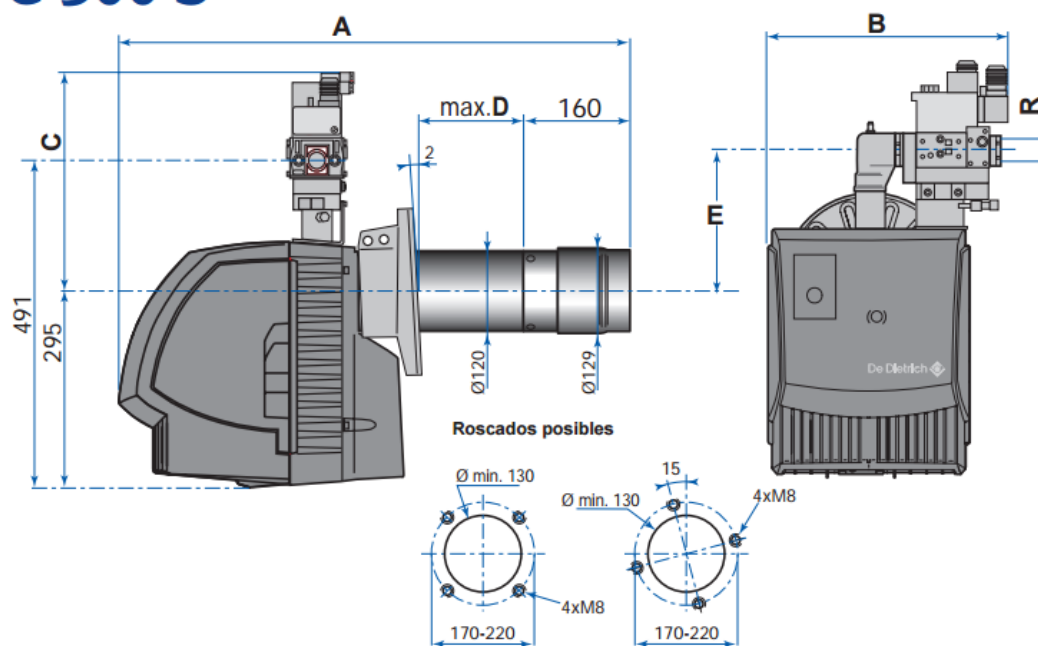
QUEMADORES DE GAS G 300 S, G 300 N

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

MODELO G 300-..		G 301-2 S	G 303-2 S	G 303-3 S	G 303-5 S	G 303-2 N	G 303-3 N	G 303-5 N
Número de marchas		1	modulante	modulante	modulante	modulante	modulante	modulante
Potencia nominal	kW	60-165	60-160	90-220	160-410	55-180	60-250	165-405
Caudal a gas natural H (l)	m ³ /h	6,35-17,46	6,35-16,93	9,52-23,28	16,93-43,39	5,82-19,05	6,35-26,46	17,46-42,85
Presión a gas natural H	mbar	0,9-7,9	1,4-7,5	1,5-7,3	1,3-10	0,9-9,0	1,0-12,5	1,2-9,3
Puede equipar las calderas	GT	335	335, 336	337	338, 339, 408, 409	335, 336	337, 338	339, 408, 409
Potencia preajustada 1°/2° marcha	kW	85	90/130	120/195	200/300	65/130	90/200	200/300
Caudal pre-regulada a gas H	m ³ /h	9,0	9,52/13,76	12,70/20,63	21,16/31,75	6,88/13,76	9,52/21,16	21,16/31,75
Presión pre-regulada a gas H	mbar	2,4	2,5/5	2,4/6	2,4/6,2	1,3/5,4	1,6/8,3	2,4/6,2
Potencia motor (2)	W	380	380	380	650	380	380	650
Nivel acústico a 1 m	dB(A)	69	69	70	72	67	68	70
Peso neto	kg	28,5	30	30	34	29,7	33,3	37

DIMENSIONES PRINCIPALES (mm y pulgadas)

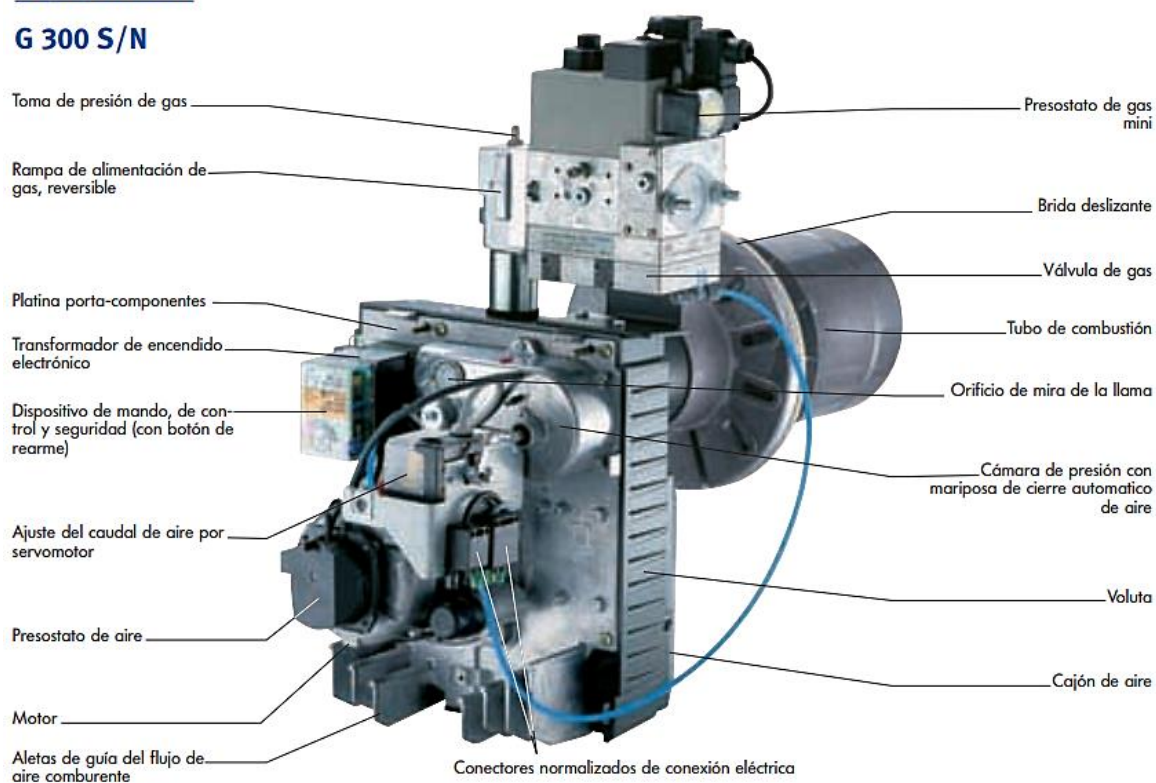
G 300 S



Tipo	A	B	C	D	E	R
G 301-2 S	766	330	284	190	143	Rp 3/4
G 303-2 S	766	356	310	190	196	Rp 3/4
G 303-3 S	766	356	310	190	196	Rp 3/4
G 303-5 S	906	370	310	220	196	Rp 1 1/4

DESCRIPCIÓN

G 300 S/N



COMBUSTIBLES UTILIZABLES

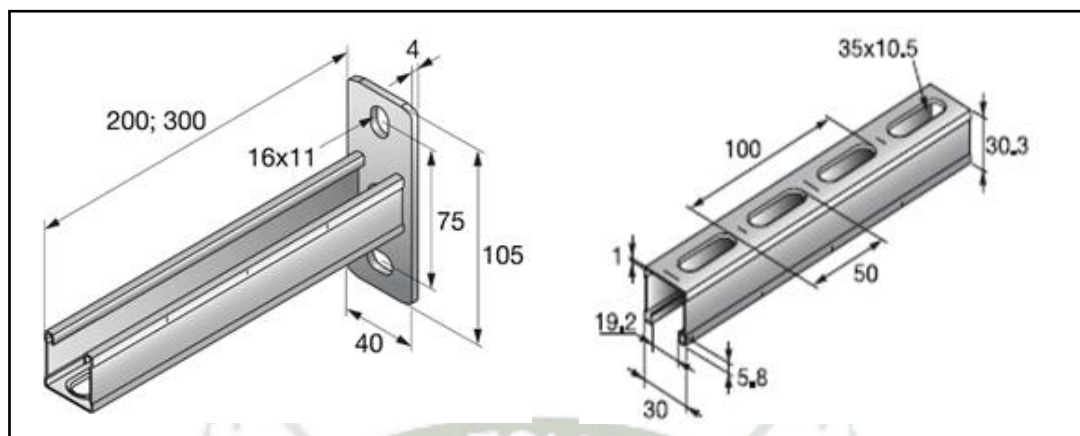


G 300 S: - todos los gases naturales 20 mbar
- butano/propano para G 303-2 S y G 303-3 S
G 300 N, G 40 S, G 50 S: todos los gases naturales 20 mbar

Anexo 24. Detalles de montaje

PASOS DE INSTALACIÓN EN SOPORTES DE TUBERÍAS

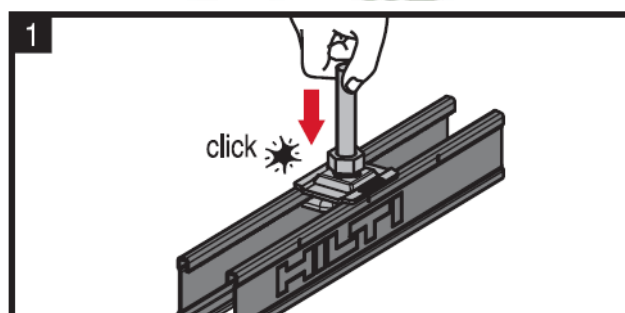
1.- Seleccionar carril de soporte

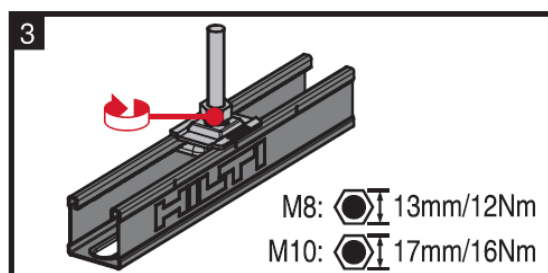
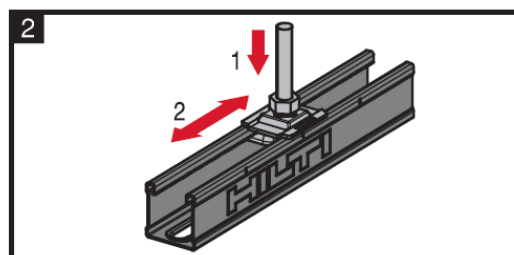


2.- Colocar los pernos de anclaje de la siguiente manera:

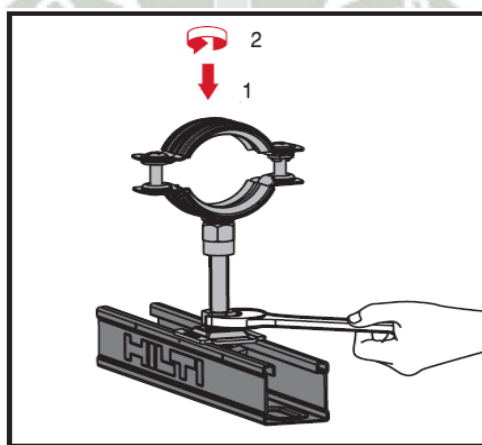


3.- Montar el conector solo –click





4.- Colocar abrazaderas y ajustar



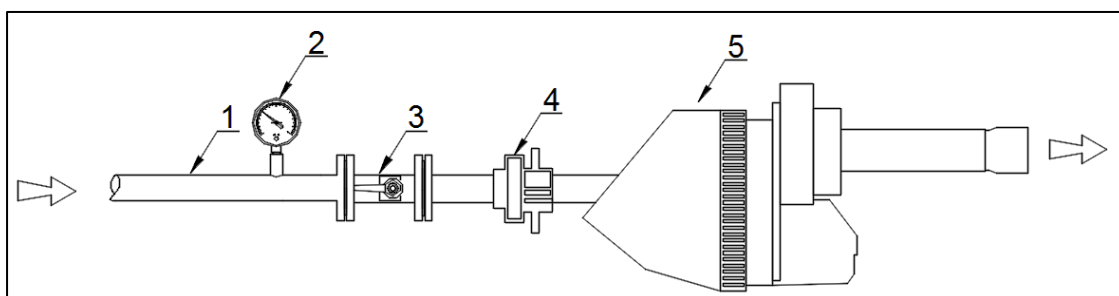
5.- Disposición final



MONTAJE DE QUEMADORES:

Los quemadores se montaran con sus respectivos elementos en el siguiente orden

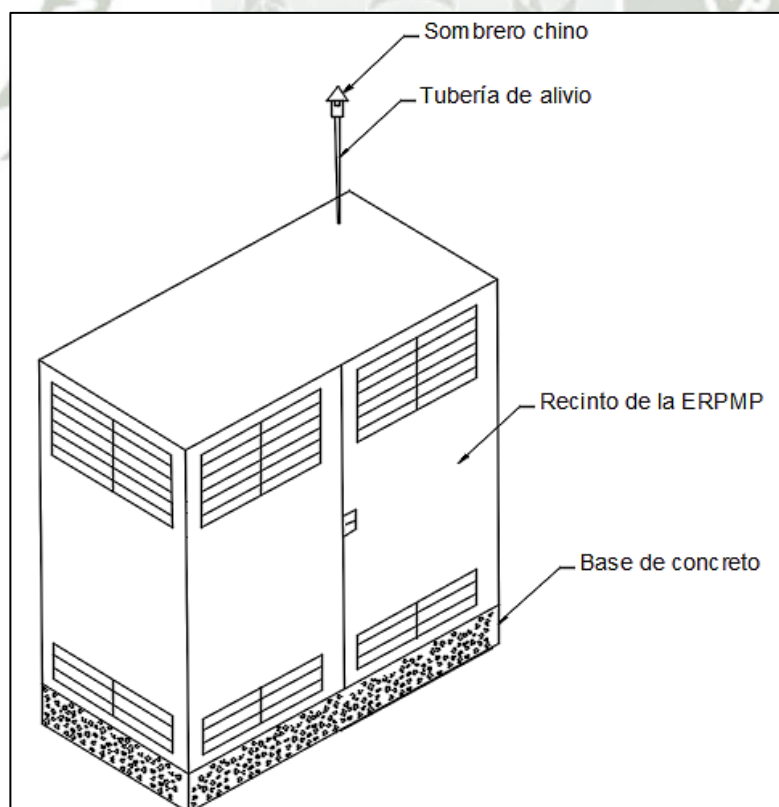
- 1.- Tubería de acero
- 2.- Manómetro con válvula de cierre
- 3.- Válvula de bola manual
- 4.- Rampa de gas
- 5.- Quemador de gas



GABINETE DE LA ERPMP

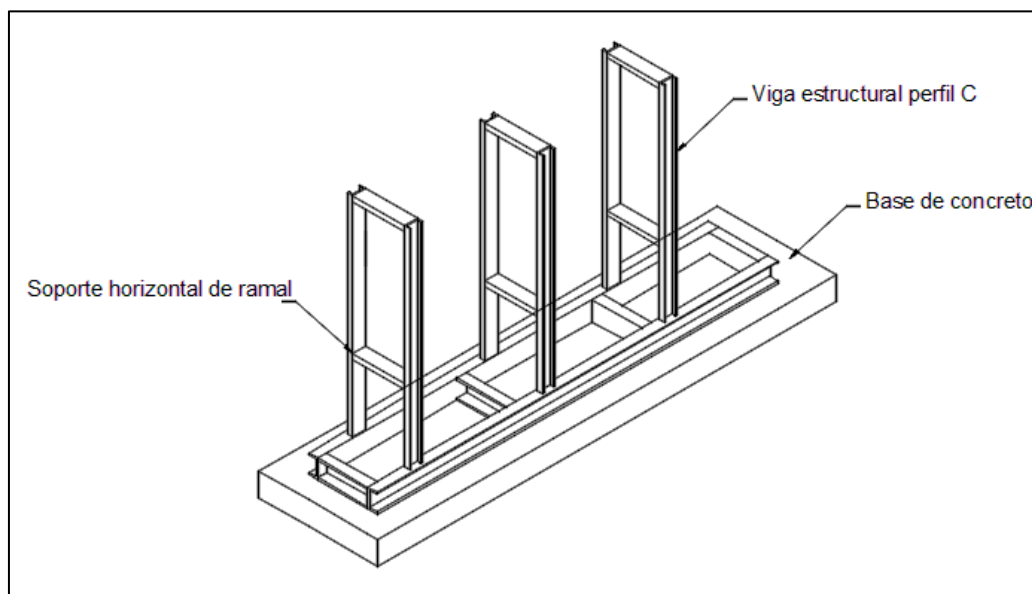
El gabinete de la ERPMP será instalado sobre una base de concreto y tendrá como medidas:

Largo: 2,5 m
Ancho: 1,5 m
Altura: 2 m



La estructura de soporte de la ERPMP será instalado sobre una base de concreto y tendrá como medidas:

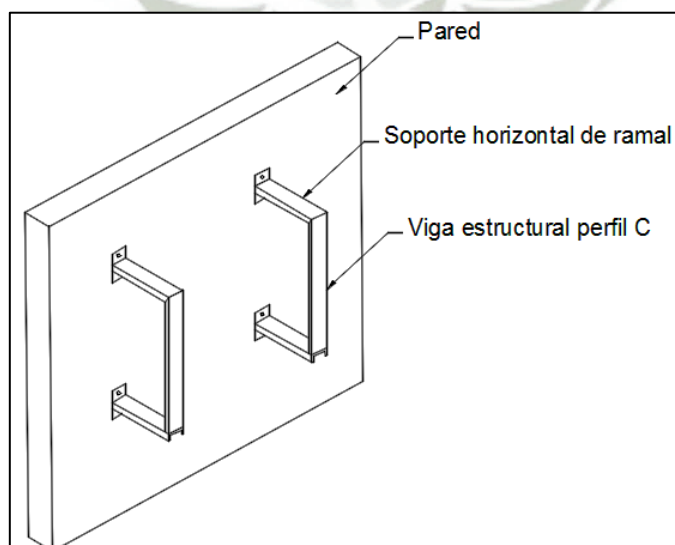
Largo:	2,0 m
Ancho:	0,9 m
Altura:	1.60 m
Distancia entre soportes horizontales de ramales:	0,6 m



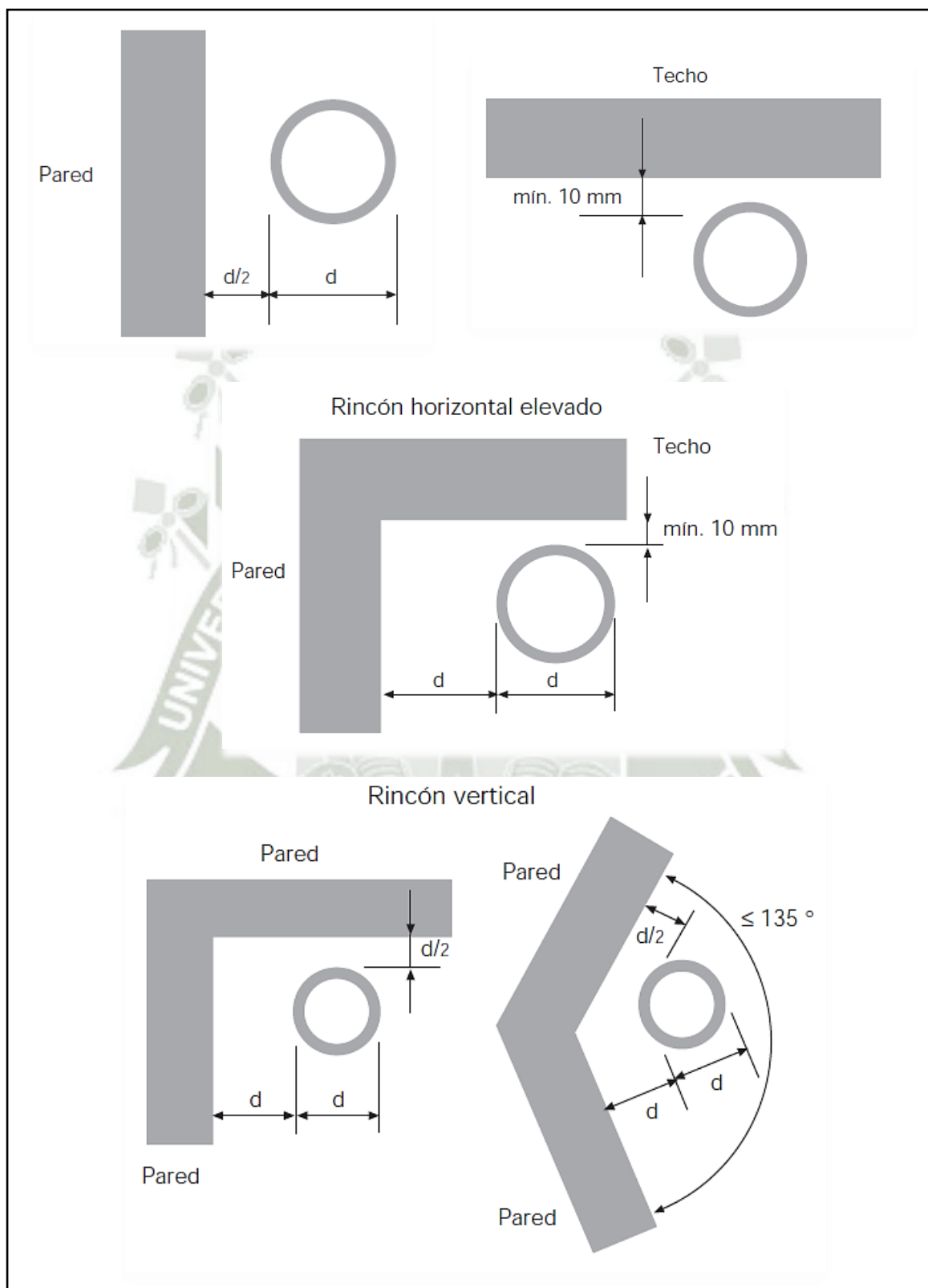
VIGA DE SOPORTE EN LA ERPS

La estructura de soporte de la ERPS será instalado sobre una base de concreto y tendrá como medidas:

Separación entre estructuras:	0,45 m
Distancia entre soportes horizontales de ramales:	0,40 m
Largo de soportes verticales de ramal:	0.35 m



Anexo 25. Distancias de tuberías a paredes y techos



Anexo 26. Tabla para chimenea, accesorios y conectores, metálicos de pared sencilla acoplados a un solo artefacto de gas del Tipo B.1 (por tiro natural) o del Tipo B.2 que operen por tiro mecánico inducido

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																					
		76		102		127		152		178		203		229									
		Potencia total instalada en MJ/h																					
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	
		Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	
1,8	0,0	0	82	49	0	160	91	0	265	149	0	396	216	0	553	301	0	736	390	0	946	496	
	0,6	14	54	38	19	102	71	28	166	111	34	245	166	46	339	229	56	448	301	66	573	390	
	1,2	22	52	36	32	99	68	41	161	109	53	239	161	70	333	223	83	442	294	98	566	382	
	1,8	26	49	34	38	96	64	50	157	106	62	235	157	82	327	216	98	436	288	116	559	372	
2,4	0,0	0	89	53	0	174	99	0	291	164	0	438	248	0	615	338	0	823	438	0	1061	567	
	0,6	13	60	42	17	115	79	26	188	127	30	277	190	44	385	261	53	510	340	63	653	441	
	1,5	24	56	40	34	109	75	44	180	121	56	269	183	74	376	250	88	499	330	104	640	429	
	2,4	30	52	37	41	103	70	54	173	115	68	261	174	89	366	239	104	488	320	123	629	418	
3,0	0,0	0	93	56	0	185	106	0	311	175	0	472	269	0	666	364	0	894	475	0	1156	617	
	0,6	13	64	44	18	124	85	24	205	136	27	305	206	42	424	288	51	562	375	60	722	482	
	1,5	24	60	42	34	119	81	43	197	131	55	295	198	72	414	277	85	551	365	100	708	471	
	3,0	32	54	38	43	110	74	57	186	121	71	282	185	93	397	258	110	532	348	129	687	451	
4,6	0,0	0	99	61	0	202	118	0	345	197	0	530	301	0	755	411	0	1023	554	0	1333	720	
	0,6	12	73	51	16	143	98	21	238	158	23	358	237	40	501	333	47	668	437	56	860	574	
	1,5	23	69	47	32	137	92	41	231	150	52	348	229	68	488	317	80	654	425	95	844	558	
	3,0	31	62	43	42	128	87	54	217	142	68	332	219	89	470	304	104	633	407	122	820	535	
	4,6	37	56	39	51	118	80	64	206	135	80	318	209	103	453	290	121	612	394	141	797	518	

(Continuación)

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																					
		76		102		127		152		178		203		229									
		Potencia total instalada en MJ/h																					
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	
		Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	
6,1	0,0	0	102	64	0	213	126	0	368	213	0	570	324	0	819	454	0	1115	607	0	1460	793	
	0,6	11	79	54	15	157	106	19	264	175	21	398	263	35	560	365	43	750	496	53	967	646	
	1,5	22	75	51	31	151	101	40	255	169	50	387	254	65	548	356	77	735	485	91	952	632	
	3,0	30	68	46	40	140	94	53	242	158	65	370	241	85	526	339	100	712	467	118	925	608	
	4,6	36	61	42	49	131	89	62	229	150	77	356	229	99	507	325	117	690	451	136	900	588	
	6,1	51	55	37	58	122	82	73	217	141	89	340	217	113	490	311	132	669	433	153	876	567	
9,1	0,0	0	106	68	0	225	135	0	395	232	0	619	355	0	900	501	0	1238	686	0	1633	902	
	0,6	9	85	59	14	175	118	15	299	195	19	456	295	28	647	416	35	871	564	44	1131	739	
	1,5	22	81	57	30	169	114	38	290	186	47	444	288	61	633	406	73	856	553	87	1113	726	
	3,0	28	74	53	39	158	108	51	276	180	62	427	275	81	612	391	96	831	535	113	1085	705	
	4,6	35	68	NR	46	149	101	60	263	172	74	410	263	95	591	377	111	807	517	131	1057	684	
	6,1	59	61	NR	56	139	95	70	250	162	84	395	250	108	572	362	126	784	499	147	1031	663	
	9,1	NR	NR	NR	77	119	NR	93	226	NR	110	365	231	138	535	339	157	741	468	180	980	627	
15,2	0,0	0	107	71	0	228	141	0	419	245	0	668	383	0	983	547	0	1368	747	0	1825	1004	
	0,6	8	91	64	12	193	129	15	338	217	16	524	331	23	754	470	27	1029	649	35	1346	858	
	1,5	21	87	NR	28	187	126	37	329	211	45	514	325	58	741	462	69	1013	638	81	1328	842	
	3,0	27	80	NR	37	177	120	47	315	200	59	497	314	77	718	449	91	986	621	107	1298	816	
	4,6	62	74	NR	44	167	NR	57	303	190	70	480	304	90	698	436	106	961	603	123	1269	788	
	6,1	NR	NR	NR	53	157	NR	66	290	178	80	464	293	102	677	423	119	937	587	138	1241	762	
	9,1	NR	NR	NR	73	138	NR	89	264	NR	104	433	273	130	638	397	149	890	551	170	1187	707	

(continuación)

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																					
		76		102		127		152		178		203		229									
		Potencia total instalada en MJ/h																					
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	
		Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	
30,5	0,0	NR	NR	NR	0	230	NR	0	429	NR		702	422	0	1052	591	0	1489	812	0	2013	1097	
	0,6	NR	NR	NR	11	205	NR	13	373	NR	14	597	396	19	877	538	22	1219	739	26	1621	986	
	1,5	NR	NR	NR	27	199	NR	35	366	NR	42	588	389	55	865	532	63	1204	730	75	1603	977	
	3,0	NR	NR	NR	35	192	NR	45	353	NR	56	572	381	72	845	520	84	1180	716	99	1574	960	
	4,6	NR	NR	NR	42	184	NR	53	339	NR	65	557	372	84	825	509	98	1155	703	115	1546	944	
	6,1	NR	NR	NR	50	175	NR	62	328	NR	75	541	363	95	805	497	111	1132	689	129	1517	928	
	9,1	NR	NR	NR	NR	NR	NR	82	306	NR	97	510	NR	121	766	474	138	1086	662	157	1463	896	
	15,2	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR	155	452	NR	190	687	427	208	996	607	229	1359	830	

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																							
		254		305		356		406		457		506		559		610									
		Potencia total instalada en MJ/h																							
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT
		Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx
1,8	0,0	0	1183	601	0	1736	897	0	2392	1234	0	3147	1614	2	4011	2068	0	4981	2564	0	6053	3112	0	7230	3714
	0,6	79	712	480	109	1036	686	146	1420	939	188	1866	1234	237	2374	1561	101	2935	1952	380	3563	2342	449	4252	2817
	1,2	116	705	470	155	1029	675	202	1412	928	255	1858	1224	317	2365	1556	411	2927	1936	495	3556	2337	586	4245	2806
	18	135	697	459	180	1020	665	231	1403	918	291	1850	1213	360	2358	1551	461	2919	1920	552	3548	2332	652	4238	2796
2,4	0,0	0	1330	696	0	1960	1023	0	2713	1393	0	3586	1836	0	4572	2342	0	5684	2901	0	6916	3545	0	8270	4231
	0,6	75	812	543	103	1186	786	137	1628	1076	177	2142	1414	224	2726	1794	293	3372	2226	355	4096	2701	423	4889	3218
	1,5	121	800	531	162	1171	773	210	1612	1066	265	2124	1403	328	2704	1778	420	3355	2205	502	4076	2685	593	4866	3207
	2,4	145	787	517	190	1157	760	244	1597	1055	305	2110	1393	373	2693	1762	475	3337	2184	567	4062	2669	665	4855	3197

(continuación)

H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																															
		254				305				356				406				457				506				559				610			
		Potencia total instalada en MJ/h																															
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT								
Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx										
3,0	0,0	0	1453	760	0	2148	1118	0	2981	1530	0	3948	2031	0	5045	2585	0	6283	3218	0	7653	3914	0	9160	4273								
	0,6	72	899	591	98	1312	897	131	1807	1192	170	2380	1561	213	3026	1994	279	3752	2469	337	4560	2996	399	5437	3577								
	1,5	118	885	577	157	1297	875	203	1789	1166	256	2361	1541	317	3006	1974	403	3731	2446	483	4538	2973	570	5415	3557								
	3,0	150	862	554	197	1270	839	251	1761	1139	314	2331	1509	384	2973	1941	484	3697	2406	576	4503	2933	676	5380	3524								
4,6	0,0	0	1684	886	0	2511	1308	0	3506	1815	0	4667	2395	0	5991	3060	0	7490	3819	0	9142	4653	0	10965	5592								
	0,6	66	1075	712	91	1577	1039	120	2176	1424	155	2869	1867	196	3658	2384	252	4541	2954	306	5520	3598	365	6595	4305								
	1,5	111	1058	696	148	1557	1020	192	2153	1400	242	2844	1844	299	3632	2358	375	4514	2930	449	5491	3571	529	6565	4280								
	3,0	142	1031	670	187	1526	988	239	2120	1360	299	2805	1806	365	3589	2314	456	4467	2890	538	5443	3527	632	6515	4240								
	4,6	164	1005	644	213	1496	955	271	2085	1319	336	2767	1767	406	3548	2268	505	4423	2849	595	5397	3482	702	6466	4199								
6,1	0,0	0	1853	981	0	2782	1424	0	3905	2005	0	5220	2659	0	6727	3429	0	8428	4284	0	10324	5254	0	12400	6330								
	0,6	62	1213	797	85	1787	1161	113	2472	1604	147	3268	2110	185	4173	2712	232	5187	3376	284	6312	4125	339	7548	4959								
	1,5	107	1195	779	142	1766	1138	184	2448	1580	231	3240	2087	285	4142	2684	356	5154	3349	425	6278	4094	501	7511	4919								
	3,0	137	1166	749	181	1731	1103	232	2408	1540	288	3196	2047	352	4094	2638	436	5101	3302	516	6221	4041	605	7452	4853								
	4,6	158	1137	726	206	1698	1074	262	2369	1503	323	3153	2015	392	4046	2601	484	5050	3260	571	6166	4004	666	7393	4827								
	6,1	176	1110	702	229	1665	1045	288	2332	1467	353	3110	1984	426	4000	2564	522	4998	3218	617	6111	3967	727	7336	4801								
9,1	0,0	0	2086	1118	0	3169	1635	0	4486	2289	0	6040	3081	0	7829	3978	0	9855	5012	0	12115	6172	0	14610	7449								
	0,6	57	1425	913	78	2114	1382	103	2939	1899	134	3900	2511	168	4995	3218	210	6225	4020	254	7590	4906	301	9091	5908								
	1,5	101	1405	898	134	2090	1360	173	2911	1873	217	3868	2479	266	4969	3186	329	6186	3991	394	7549	4876	463	9046	5858								
	3,0	132	1373	875	173	2051	1323	221	2866	1828	273	3816	2427	333	4903	3134	407	6123	3945	481	7480	4826	564	8973	5772								
	4,6	151	1342	851	197	2013	1287	250	2821	1785	308	3767	2374	373	4847	3081	455	6060	3898	535	7413	4776	622	8902	5688								
	6,1	169	1311	827	218	1976	1250	274	2778	1741	337	3717	2321	405	4792	3028	493	5999	3851	578	7347	4727	674	8831	5602								
	9,1	206	1254	786	260	1906	1192	322	2696	1672	389	3622	2247	464	4687	2938	570	5881	3761	670	7219	4616	780	8693	5513								

(final)

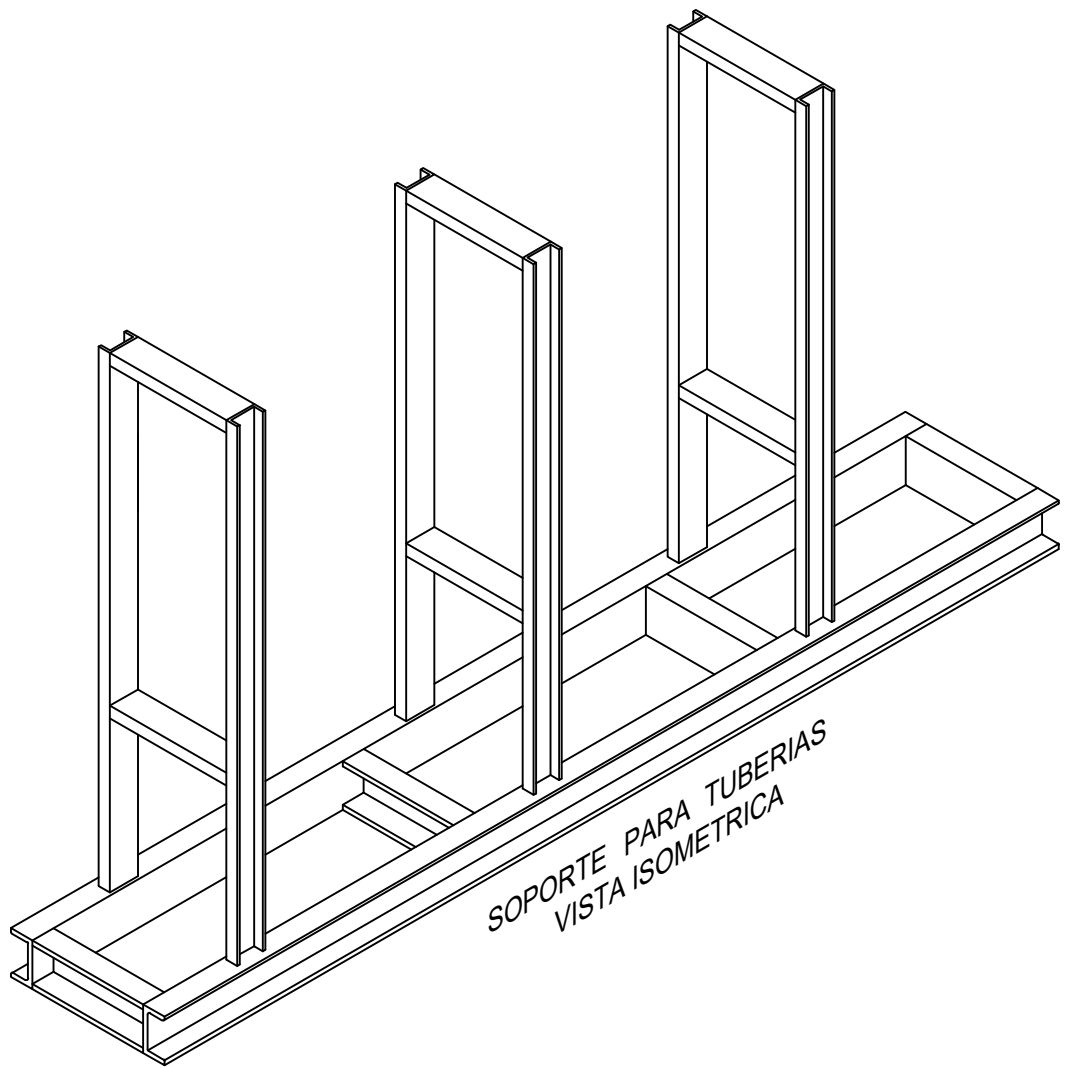
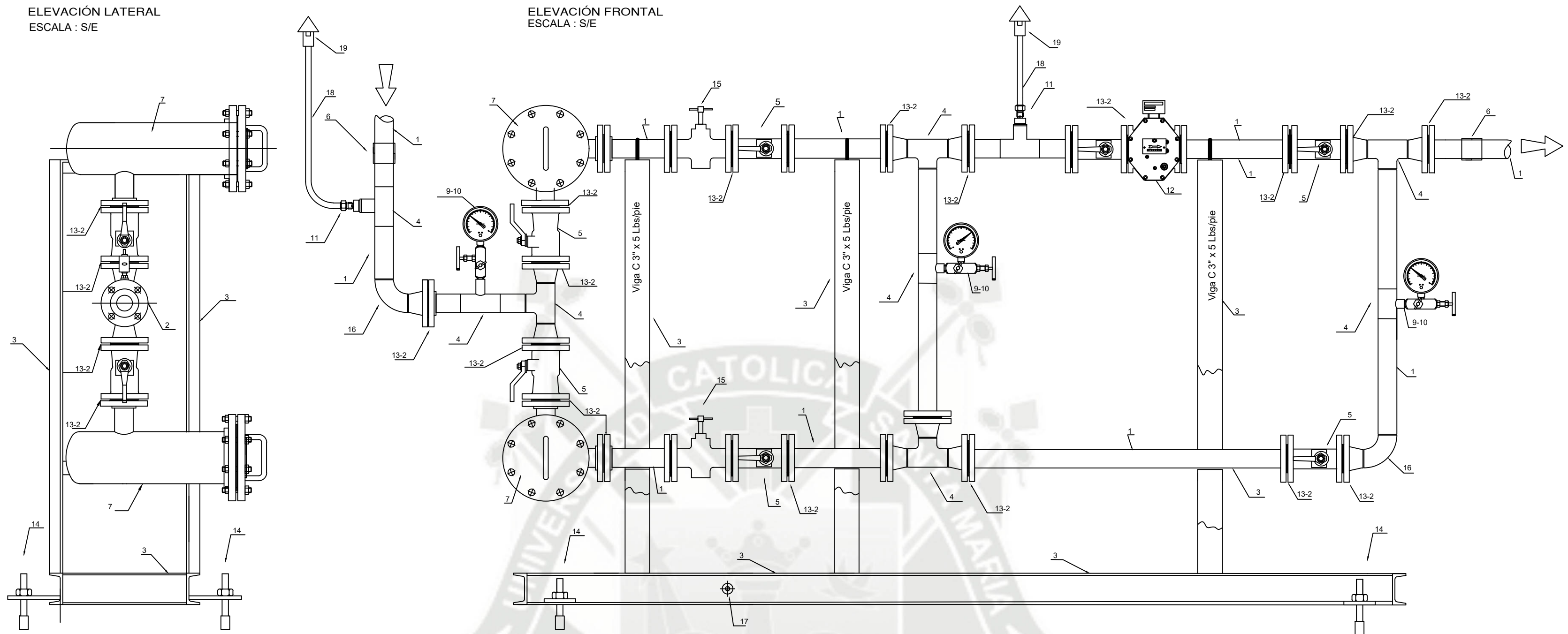
H m	L m	Diámetro nominal D (mm)																															
		254				305				356				406				457				506				559				610			
		Potencia total instalada en MJ/h																															
		MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT	MEC		NAT								
Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx	Min	Máx	Máx										
15,2	0,0	0	2354	1261	0	3630	1925	0	5206	2690	0	7081	3629	0	9257	4706	0	11742	5945	0	14525	7322	0	17613	8894								
	0,6	43	1709	1066	70	2565	1596	91	3597	2242	119	4805	2996	149	6187	3872	180	7743	4885	221	9474	6009	265	11382	7238								
	1,5	95	1688	1051	124	2538	1577	159	3566	2218	202	4769	2968	247	6147	3839	299	7697	4850	355	9425	5965	416	11328	7193								
	3,0	124	1653	1026	162	2496	1547	207	3515	2178	256	4710	2919	311	6080	3782	375	7622	4792	442	9343	5893	518	11238	7121								
	4,6	143	1621	1000	187	2455	1516	234	3466	2138	289	4652	2871	348	6024	3729	418	7549	4759	491	9262	5851	572	11152	7079								
	6,1	159	1588	975	206	2414	1486	257	3417	2096	317	4596	2822	381	5952	3673	457	7476	4726	534	9183	5809	618	11065	7037								
	9,1	193	1526	924	245	2336	1423	303	3323	2015	366	4487	2776	435	5827	3620	521	7336	4664	609	9028	5744	709	10897	6967								
30,5	0,0	0	2628	1382	0	4141	2163	0	6044	3112	0	8350	4273	0	11062	5592	0	14195	7069	0	17743	9074	0	21711	10867								
	0,6	32	2084	1234	46	3194	1920	76	4550	2690	100	6155	3693	127	8009	4853	146	10104	6119	178	12453	7596	215	15049	9285								
	1,5	87	2063	1223	113	3167	1902	143	4518	2670	181	6116	3666	219	7964	4817	258	10053	6087	309	12395	7556	360	14986	9238								
	3,0	114	2029	1205	150	3124	1873	190	4464	2638	235	6053	3623	283	7890	4757	336	9967	6032	395	12300	7491	460	14882	9161								
	4,6	133	1996	1186	172	3081	1843	217	4412	2605	266	5991	3579	321	7817	4696	378	9883	5977	441	12206	7424	514	14778	9084								
	6,1	149	1963	1168	191	3039	1814	238	4361	2572	292	5928	3536	348	7745	4636	408	9800	5922	477	12114	7359	552	14676	9007								
	9,1	179	1901	1130	227	2957	1755	280	4259	2506	337	5808	3447	399	7606	4515	471	9639	5812	542	11933	7227	625	14475	8853								
	15,2	254	1781	1055	308	2803	1635	369	4068	2374	438	5580	3271	513	7339	4273	603	9328	5592	695	11584	6963	793	14089	8546								

NOTAS:

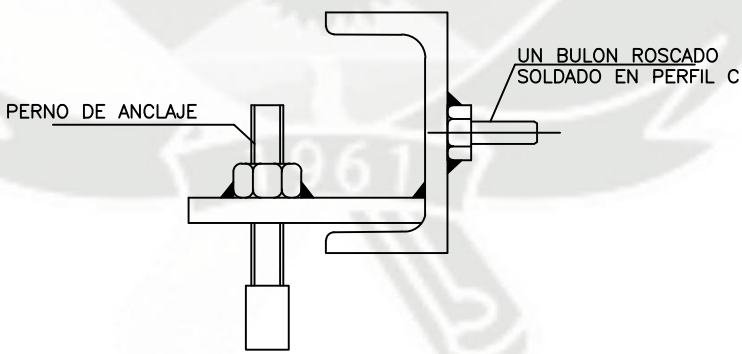
(1) Los valores de estas tablas no son interpolables ni extrapolables.

(2) En caso se necesiten cálculos de valores que no se encuentren en estas tablas debe realizarse con la fórmula de Kinkell.

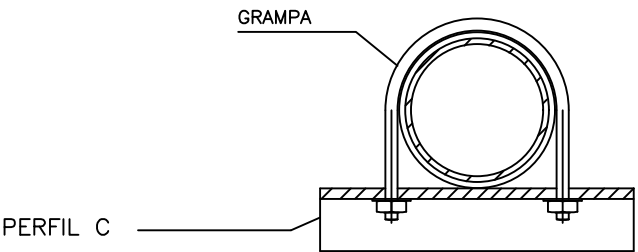
Véase Anexo D.



DETALLE PUESTA A TIERRA

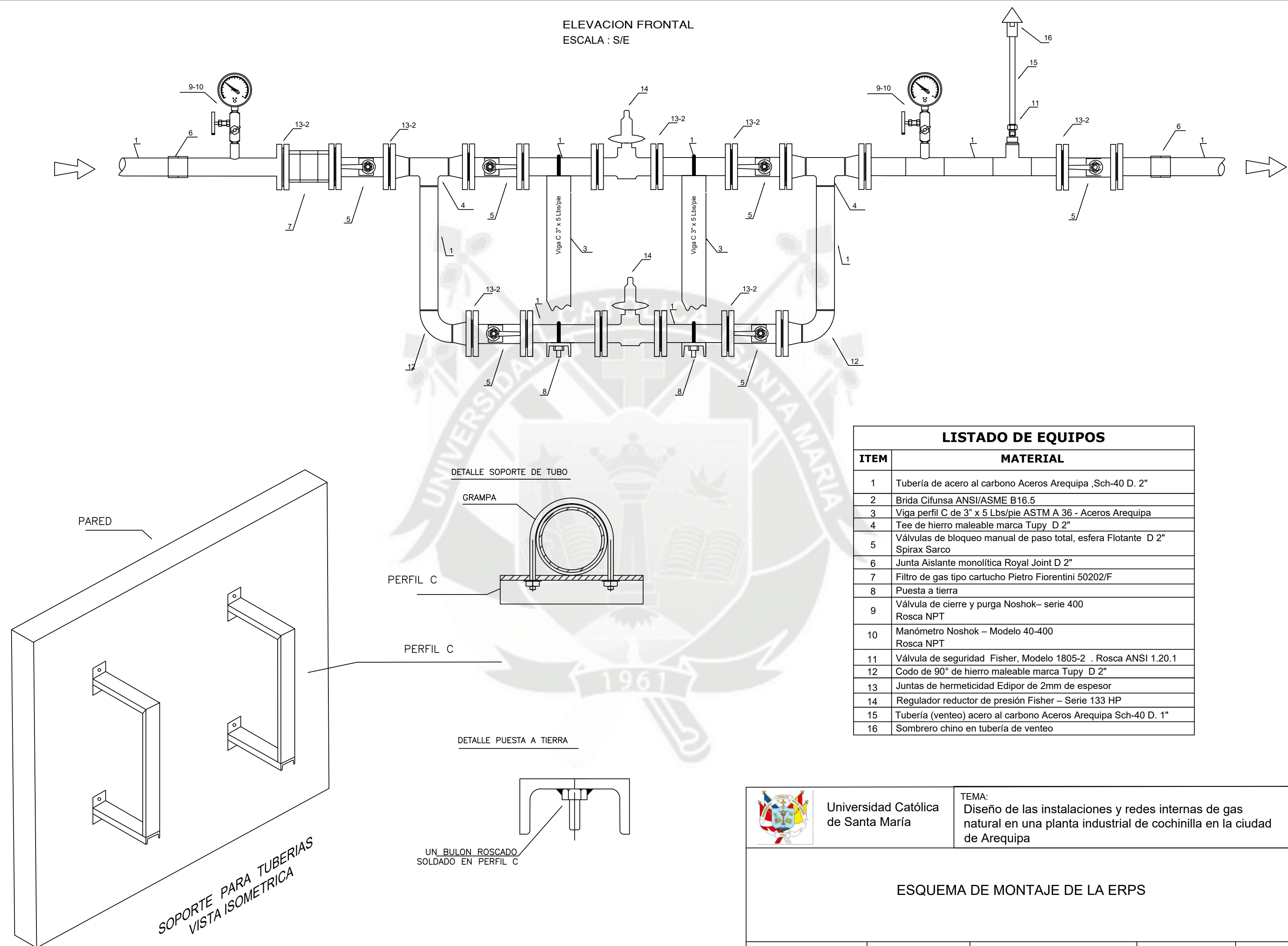


DETALLE SOPORTE DE TUBO



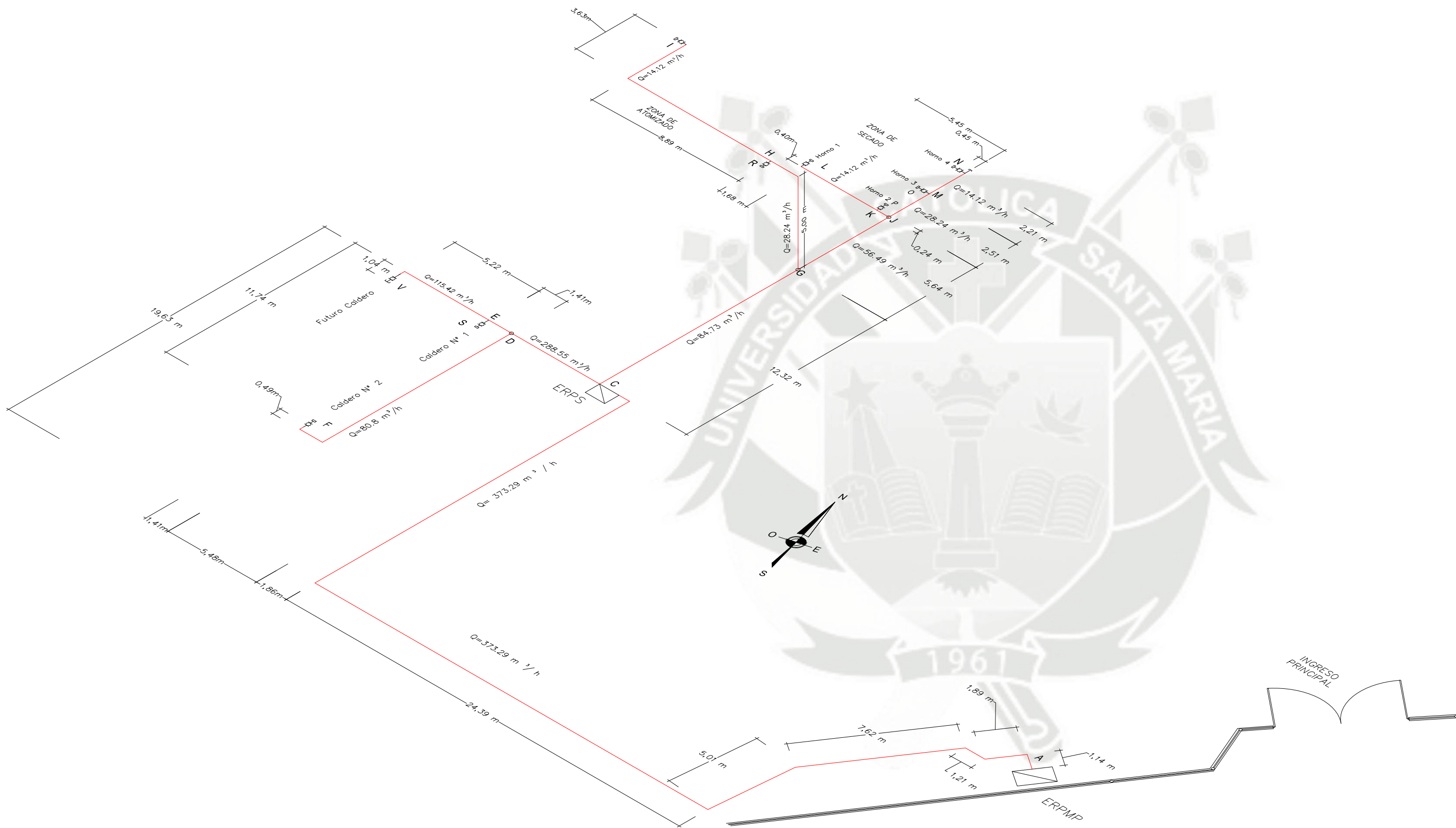
LISTADO DE EQUIPOS	
ITEM	MATERIAL
1	Tubería de acero al carbono, Aceros Arequipa Sch-40 D. 2"
2	Brida Cifunsa ANSI/ASME B16.5
3	Viga perfil C 3" x 5 Lbs/pie ASTM A 36 Aceros Arequipa
4	Tee de hierro maleable marca Tupy D 2"
5	Válvulas de bloqueo manual de paso total, esfera Flotante D 2" Spirax Sarco
6	Junta Aislante monolítica Royal Joint D 2"
7	Filtro de gas tipo cartucho Tormene Americana D. 2"
8	Medidor de flujo Elster Amco D 2", G400 Presión de trabajo 5 Bar abs
9	Válvula de cierre y purga Noshok – serie 400 Rosca NPT
10	Manómetro Noshok – Modelo 40-400 Rosca NPT
11	Válvula de seguridad Fisher, Modelo H202 , Rosca ANSI 1.20.1
12	Medidor de flujo Elster Amco TRZ-IFS, G 400 Equipamiento: Contador y corrector de volumen.
13	Juntas de hermeticidad Edipor de 2mm de espesor
14	Perno de anclaje marca Hilti, tipo HSA-R, M16
15	Regulador reductor de presión Fisher – Serie 95 HD
16	Codo 90° de hierro maleable marca Tupy D. 2"
17	Puesta a tierra
18	Tubería (viento) acero al carbono, Aceros Arequipa, Sch-40 D. 3/4 "
19	Sombrero chino de tubería de viento

 Universidad Católica de Santa María		TEMA: Diseño de las instalaciones y redes internas de gas natural en una planta industrial de cochinilla en la ciudad de Arequipa		
ESQUEMA DE MONTAJE DE LA ERPMP				
Autor: Remy Chávez Ordoñez	Fecha: 12/01/17	Ciudad: Arequipa	PLANO N°: GN - 01 - RI	Rev: 1
Aprobado por: Ing. Camilo Fernandez B.	Escala: S/E	Zona : Parque Industrial		
Asesorado por: Ing. Carlos Gordillo A.	Tamaño de hoja: A2	Ubicación: Av. Los Incas		



LISTADO DE EQUIPOS	
ITEM	MATERIAL
1	Tubería de acero al carbono Aceros Arequipa ,Sch-40 D. 2"
2	Brida Cifunsa ANSI/ASME B16.5
3	Viga perfil C de 3" x 5 Lbs/pie ASTM A 36 - Aceros Arequipa
4	Tee de hierro maleable marca Tupy D 2"
5	Válvulas de bloqueo manual de paso total, esfera Flotante D 2" Spirax Sarco
6	Junta Aislante monolítica Royal Joint D 2"
7	Filtro de gas tipo cartucho Pietro Fiorentini 50202/F
8	Puesta a tierra
9	Válvula de cierre y purga Noshok – serie 400 Rosca NPT
10	Manómetro Noshok – Modelo 40-400 Rosca NPT
11	Válvula de seguridad Fisher, Modelo 1805-2 . Rosca ANSI 1.20.1
12	Codo de 90° de hierro maleable marca Tupy D 2"
13	Juntas de hermeticidad Edipor de 2mm de espesor
14	Regulador reductor de presión Fisher – Serie 133 HP
15	Tubería (viento) acero al carbono Aceros Arequipa Sch-40 D. 1"
16	Sombrero chino en tubería de venteo

		TEMA: Diseño de las instalaciones y redes internas de gas natural en una planta industrial de cochinilla en la ciudad de Arequipa		
ESQUEMA DE MONTAJE DE LA ERPS				
Autor: Remy Chávez Ordoñez	Fecha: 12/01/17	Ciudad: Arequipa	PLANO N°: GN - 02 - RI	Rev: 1
Aprobado por: Ing. Camilo Fernandez B.	Escala: S/E	Zona : Parque Industrial		
Asesorado por: Ing. Carlos Gordillo A.	Tamaño de hoja: A2	Ubicación: Av. Los Incas		



DIÁMETROS DE TUBERÍA Y ACCESORIOS				
Tramo	Longitud (m)	Di (in)	Codos (pza.)	Union T (pza.)
A-C	62.67	2	7	-
C-D	5.48	2 1/2	0	1
D-E	1.41	2 1/2	0	1
D-F	13.64	1 1/2	2	-
E-S	1.04	2	-	1
E-V	6.26	2	1	-
C-G	12.32	2	-	-
G-H	6.68	1	1	1
H-R	0.71	3/4	-	1
H-I	12.52	3/4	2	-
G-J	5.64	1 1/2	-	-
J-K	0.45	1	-	1
K-L	5.24	3/4	1	1
K-P	0.24	3/4	-	-
J-M	2.51	1	-	-
M-O	0.45	3/4	-	1
M-N	2.66	3/4	1	-

ABRAZADERAS Y SOPORTES EN TRAMOS		
Tramo	Abrazaderas y soportes (pza.)	Tipo de soporte
A-C	22	Pared
C-D	3	Suelo
D-E	1	Suelo
D-F	5	Suelo
E-S	-	-
E-V	3	Suelo
C-G	5	Suelo
G-H	5	Pared
H-R	-	-
H-I	8	Pared
G-J	3	Pared
J-K	2	Pared
K-L	4	Pared
K-P	-	-
J-M	3	Pared
M-O	-	-
M-N	3	Pared

UNIONES T EN ESTACIONES DE REGULACIÓN Y EQUIPOS	
Unión T para Manómetros	Cantidad (pza.)
ERPMP	3
ERPS	2
Hornos	4
Atomizadores	2
Caldera 1	1
Caldera 2	1
Unión T para Válvulas de Alivio	Cantidad (pza.)
ERPMP	2
ERPS	1

SIMBOLOGIA			
Estación de regulación		Válvula de bola	
Tubería de gas		Toma de presión	
Tapón		Punto de derivación en T	

	Universidad Católica de Santa María	TEMA:	
		Diseño de las instalaciones y redes internas de gas natural en una planta industrial de cochinilla en la ciudad de Arequipa	

LAY - OUT DE LAS REDES INTERNAS DE GAS NATURAL EN PLANTA

Autor: Remy Chávez Ordoñez	Fecha: 12/01/17	Ciudad: Arequipa	PLANO N°: GN - 03 - RI	Rev: 1
Aprobado por: Ing. Camilo Fernandez B.	Escala: S/E	Zona : Parque Industrial		
Asesorado por: Ing. Carlos Gordillo A.	Tamaño de hoja: A2	Ubicación: Av. Los Incas		