

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO**  
**FACULTAD DE INGENIERIA MECÁNICA Y DE ENERGÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA MECÁNICA**



**" DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCION DE GAS  
NATURAL PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGETICOS  
DEL HOSPITAL NACIONAL HIPOLITO UNANUE, AÑO 2022"**

**INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
MECÁNICO**

**CALLE LIPA JOEL SANDRO**

**Callao, 2023**

**PERÚ**

## Document Information

---

Analyzed document	01_TSP_JOEL SANDRO CALLE LIPA (1).docx (D175765174)
Submitted	10/11/2023 11:50:00 PM
Submitted by	
Submitter email	investigacion.fime@unac.pe
Similarity	11%
Analysis address	investigacion.fime.unac@analysis.orkund.com

## Sources included in the report

---

<b>W</b>	URL: <a href="https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000663.pdf">https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000663.pdf</a> Fetched: 10/11/2023 11:51:00 PM		4
<b>SA</b>	<b>36836-Chavez Rivas, Edgard Cirilo.pdf</b> Document 36836-Chavez Rivas, Edgard Cirilo.pdf (D126694212)		1
<b>SA</b>	<b>14140-Sinchi Yupanqui, Francisco Edilberto .pdf</b> Document 14140-Sinchi Yupanqui, Francisco Edilberto_.pdf (D56383047)		2
<b>SA</b>	<b>14115-Berrospi Garcia, William Nelson_.pdf</b> Document 14115-Berrospi Garcia, William Nelson_.pdf (D56324874)		6
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.slideshare.net/AugustoPerez18/ntp-111010-instalaciones-internas-sistema-de-tuberia...">https://www.slideshare.net/AugustoPerez18/ntp-111010-instalaciones-internas-sistema-de-tuberia...</a> Fetched: 10/11/2023 11:50:00 PM		12
<b>SA</b>	<b>Tesis Casanova Flores, Carlos Jesús.pdf</b> Document Tesis Casanova Flores, Carlos Jesús.pdf (D134857674)		7
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.ipcperu.net/doc/ntp-111011-2014-1.pdf">https://www.ipcperu.net/doc/ntp-111011-2014-1.pdf</a> Fetched: 10/11/2023 11:51:00 PM		6
<b>SA</b>	<b>9510 lopez_mn.pdf</b> Document 9510 lopez_mn.pdf (D35813657)		2
<b>SA</b>	<b>14364-Espinoza Ramirez, Marianella_.pdf</b> Document 14364-Espinoza Ramirez, Marianella_.pdf (D57883148)		1
<b>SA</b>	<b>TESIS GALARZA - SALAZAR.pdf</b> Document TESIS GALARZA - SALAZAR.pdf (D109983585)		3
<b>SA</b>	<b>13274-Salvatierra Morales, Víctor Mario.pdf</b> Document 13274-Salvatierra Morales, Víctor Mario.pdf (D41141175)		1
<b>W</b>	URL: <a href="https://www.google.com/maps/place/Hospital+Nacional+Hipolito+Unanue/@-12.0415703,-76.9949657,15z/">https://www.google.com/maps/place/Hospital+Nacional+Hipolito+Unanue/@-12.0415703,-76.9949657,15z/</a> Fetched: 10/11/2023 11:50:00 PM		1



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
FACULTAD DE INGENIERÍA MECÁNICA y DE ENERGÍA  
I CICLO TALLER DE TITULACIÓN PROFESIONAL POR LA MODALIDAD DE  
TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL 2023  
JURADO DE SUSTENTACIÓN



**INFORME Nº 017-2023-JS-I-CT-TSP-23**

Visto el informe de Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS DEL HOSPITAL NACIONAL HIPOLITO UNANUE, AÑO 2022"**, presentado por el Bachiller en Ingeniería Mecánica: **CALLE LIPA, JOEL SANDRO**.

**A QUIEN CORRESPONDA:**

El presidente del Jurado de Sustentación del I ciclo taller de titulación por la modalidad de Trabajo de Suficiencia Profesional 2023, manifiesta que la sustentación del Trabajo de Suficiencia Profesional titulado: **"DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS DEL HOSPITAL NACIONAL HIPOLITO UNANUE, AÑO 2022"**, se realizó el día 23 de diciembre 2023 en el horario de 10:31 hrs. en forma presencial, encontrándose algunas observaciones en el Informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

Posteriormente el bachiller **CALLE LIPA, JOEL SANDRO**, presentó el levantamiento de las observaciones; luego de la respectiva revisión minuciosa, el jurado da por aprobado el Trabajo Suficiencia Profesional.

Se emite el presente informe para los fines pertinentes.

Callao, 23 de diciembre 2023.

Dr. Félix Alfredo Guerrero Roldan  
Presidente de Jurado de Sustentación  
I-CT-TSP-23

**LIBRO 001 FOLIO No. 207 ACTA N° 159 DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO MECÁNICO**

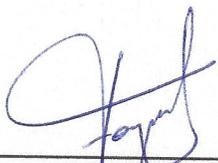
A los 23 días del mes diciembre, del año 2023, siendo las 10:31 horas, se reunieron, en el auditorio de Mecánica de Fluidos de la Facultad de Ingeniería Mecánica y de Energía, sito Av. Juan Pablo II N° 306 Bellavista – Callao, el **JURADO DE SUSTENTACIÓN DEL INFORME DE TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL** para la obtención del título profesional de INGENIERO MECÁNICO, conformado por los siguientes docentes ordinarios de la **Universidad Nacional del Callao**:

Dr.	<b>FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN</b>	: Presidente
Mg.	<b>ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI:</b>	: Secretario
Mg.	<b>ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA</b>	: Miembro

Se dio inicio al acto de la segunda sustentación del informe de trabajo de suficiencia profesional del Bachiller **CALLE LIPA, JOEL SANDRO** quien habiendo cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Mecánico, sustenta el informe titulado **“DISEÑO DE UN SISTEMA DE DISTRIBUCIÓN DE GAS NATURAL PARA LA REDUCCIÓN DE COSTOS ENERGÉTICOS DEL HOSPITAL NACIONAL HIPOLITO UNANUE, AÑO 2022”**, cumpliendo con la sustentación en acto público, de manera presencial en el auditorio Mecánica de Fluidos,

Con el quórum reglamentario de ley, se dio inicio a la exposición de conformidad con lo establecido por el Reglamento de Grados y Títulos vigente. Luego de la sustentación, y la absolución de las preguntas formuladas por el Jurado y efectuadas las deliberaciones pertinentes, acordó por unanimidad: Dar por **APROBADO** con la escala de calificación cualitativa **BUENO** y calificación cuantitativa **14 (CATORCE)**, la presente sustentación, conforme a lo dispuesto en el Art. 24 del Reglamento de Grados y Títulos de la UNAC, aprobado por Resolución de Consejo Universitario N° 150-2023- CU del 15 de junio del 2023.

Se dio por cerrada la sesión a las 11:00 horas del día 23 diciembre de 2023.



**Dr. FELIX ALFREDO GUERRERO ROLDAN**  
Presidente



**Mg. ALFONSO SANTIAGO CALDAS BASAURI**  
Secretario



**Mg. ADOLFO ORLANDO BLAS ZARZOSA**  
Miembro

# INDICE

INDICE DE TABLAS .....	3
INDICE DE FIGURAS .....	4
I. ASPECTOS GENERALES .....	5
1.1. Objetivos .....	5
1.1.1. Objetivo general .....	5
1.1.2. Objetivos específicos .....	5
1.1.3. Justificación.....	6
1.2. Organización de la empresa o institución.....	7
1.2.1. Antecedentes históricos .....	7
1.2.2. Filosofía empresarial.....	7
1.2.3. Estructura Organizacional.....	8
II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL .....	9
2.1. Marco teórico .....	9
2.1.1. Antecedentes .....	9
a. Antecedentes Internacionales .....	9
b. Antecedentes nacionales.....	11
2.1.2. Bases teóricas.....	13
2.1.3. Términos extraídos de normas técnicas .....	18
2.1.4. Consideraciones para el diseño de la red.....	22
2.1.5. Consideraciones para la selección del regulador .....	23
2.2. Descripción de las actividades realizadas .....	32
2.2.1. Etapa de las actividades .....	33
2.2.2. Diagrama de flujo .....	35
III. APORTES REALIZADOS.....	38
3.1. Determinación del caudal de consumo de Gas Natural demandado por los equipos térmicos del Hospital Nacional Hipólito Unanue. ....	38
3.2. Diseño del recorrido de la red de tuberías, cumpliendo la normativa vigente.....	43
3.3. Determinar el material adecuado de tuberías según diseño .....	50

3.4.	Determinación del sistema de regulación y medición de acuerdo a las normativas vigentes.....	55
3.5.	Determinar el ahorro generado por el consumo de gas natural de la caldera de 250 BHP.....	62
IV.	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....	65
4.1.	Discusión de resultados.....	65
4.2.	Conclusiones .....	69
V.	RECOMENDACIONES .....	71
VI.	BIBLIOGRAFIA.....	72
VII.	ANEXOS .....	75
7.1.	Planos .....	76
7.2.	Solicitud de factibilidad .....	82
7.3.	Respuesta a la solicitud de factibilidad.....	84
7.4.	Ficha técnica de los equipos .....	86
7.5.	Fichas técnicas de los materiales.....	131

## INDICE DE TABLAS

TABLA 3.1 CUADRO DE CARGAS TÉRMICAS .....	41
TABLA 3.2 CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN (PRESIÓN: 5 BAR) .....	51
TABLA 3.3 CÁLCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN (PRESIÓN: 1 BAR) .....	51
TABLA 3.4 CAÍDA DE LA PRESIÓN DE LA RED INTERNA (PARTE 01) .....	52
TABLA 3.5 CAÍDA DE LA PRESIÓN DE LA RED INTERNA (PARTE 02) .....	52
TABLA 3.6 CAÍDA DE LA PRESIÓN DE LA RED INTERNA(PARTE 03) .....	53
TABLA 3.7 CAÍDA DE LA PRESIÓN DE LA RED INTERNA (PARTE 04) .....	53
TABLA 3.8 CAÍDA DE LA PRESIÓN DE LA RED INTERNA (PARTE 05) .....	54
TABLA 3.9 CALCULO DE CAÍDA DE PRESIÓN (PARTE 06).....	54
TABLA 3.10 CAPACIDAD MÁXIMA DE LOS MEDIDORES .....	56
TABLA 3.11 SELECCIÓN DEL ESPESOR ANTES DE LA REGULACIÓN.....	57
TABLA 3.12 SELECCIÓN DEL ESPESOR DESPUÉS DE LA REGULACIÓN .....	58
TABLA 3.13 SELECCIÓN DEL ESPESOR DESPUÉS DE LA REGULACIÓN .....	59
TABLA 3.14. PRESIÓN DE BLOQUEO DE REGULADOR .....	59
TABLA 3.15 SELECCIÓN DE VÁLVULA DE BLOQUEO.....	61
TABLA 3.16 SELECCIÓN DE REGULADORES DE SEGUNDA ETAPA .....	61
TABLA 3.17 CUADRO DE POTENCIAS NOMINALE .....	62

## INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 ORGANIGRAMA EJE SOLUCIONES ENERGÉTICAS S.A.C .....	8
FIGURA 2.1 DISTRIBUCIÓN DEL GAS NATURAL .....	15
FIGURA 2.2 APLICACIONES DEL GAS NATURAL .....	18
FIGURA 2.3 ETAPAS DEL PROYECTO .....	34
FIGURA 2.4 DIAGRAMA DE FLUJO (PARTE 01) .....	36
FIGURA 2.5 DIAGRAMA DE FLUJO (PARTE 02) .....	37
FIGURA 3.1 UBICACIÓN DEL HOSPITAL NACIONAL HIPÓLITO UNANUE. ....	39
FIGURA 3.2. REDES DE DISTRIBUCIÓN EXISTENTES.....	40
FIGURA 3.3 UBICACIÓN DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN .....	44
FIGURA 3.4 UBICACIÓN DE LA VÁLVULA DE CORTE GENERAL .....	45
FIGURA 3.5 DISEÑO DE LA RED INTERNA- NIVEL 01 .....	47
FIGURA 3.6 DISEÑO DE LA RED INTERNA- NIVEL 02 .....	48
FIGURA 3.7 DISEÑO DE LA RED INTERNA- NIVEL 03 .....	49
FIGURA 3.8 PLANO MECÁNICO DE LA ESTACIÓN DE REGULACIÓN Y MEDICIÓN .....	50
FIGURA 3.9 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS DEL REGULADOR DIVAL 600.....	60

## **I. ASPECTOS GENERALES**

### **1.1. Objetivos**

#### **1.1.1. Objetivo general**

- Diseñar un sistema de distribución de gas natural para la reducción de costos energéticos del Hospital Nacional Hipólito Unanue, Año 2022.

#### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar el caudal de consumo de Gas Natural demandado por los equipos térmicos del Hospital Nacional Hipólito Unanue.
- Diseñar el recorrido de la red de tuberías, cumpliendo la normativa vigente.
- Determinar el material adecuado de tuberías según diseño.
- Determinar el sistema de regulación y medición de acuerdo a las normativas vigentes.
- Determinar el ahorro generado por el consumo de gas natural de la caldera de 250 BHP.

### **1.1.3. Justificación**

#### **Justificación teórica:**

Romero, J. y Velarde, C.(2021) el diseño e instalación de toda la red interna de gas natural, se encuentra sometido bajo las normas técnicas peruanas vigente NTP 111,010, NTP 111.011 y el Reglamento Nacional de Edificaciones del Perú EM-0407 2018.

#### **Justificación económica**

Gómez, D. y Barrantes (2020) el abastecimiento de gas natural permite a la empresa consumir un combustible de menor precio a través de una red de distribución interna confiable, de tal manera que este combustible esté disponible , mejorándose los consumos específicos o indicadores energéticos de la planta

#### **Justificación Social**

Ormeño, et al. (2012) en la actualidad , las ventajas que ofrece el gas natural pueden ser aprovechadas por los consumidores de todas las categorías a lo largo y el ancho del país. De aquí la razón de este trabajo de investigación.

## **1.2. Organización de la empresa o institución.**

### **1.2.1. Antecedentes históricos**

Eje Soluciones Energéticas S.A.C, es una empresa de instaladores industriales con más de 8 años de experiencia en el mercado de la ingeniería, instalación y modificación de matrices energéticas.

Se desempeña en trabajos de cambio de matriz energética, mantenimiento preventivo y correctivo; elaboración de expedientes y pruebas de calidad, en donde se incluyen actividad mecánicas y civiles.

### **1.2.2. Filosofía empresarial**

**Visión:** Ser la empresa líder en el sector comercial e industrial y proyectos a instalaciones de sistemas de distribución de gas natural cumpliendo las normativas de calidad y blindando soluciones energéticas al mismo tiempo.

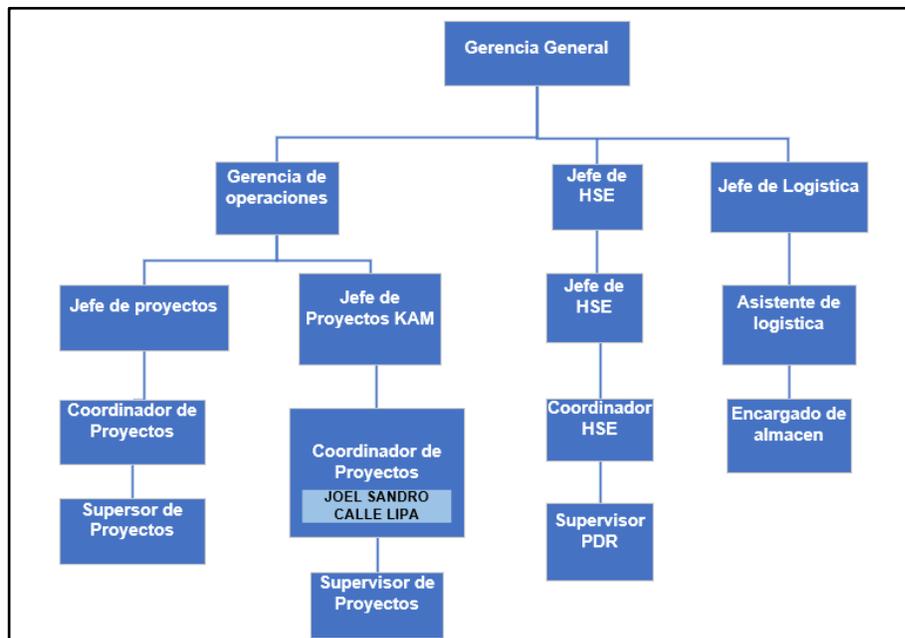
**Misión:** Somos una empresa dedicada a los trabajos de cambio de matriz energética, mantenimiento preventivo y correctivo; cumpliendo con las normativas técnicas vigentes, con una gama de profesionales íntegros y dispuestos a dar soluciones óptimas a los distintos tipos de proyectos.

**Valores:** Respeto, disciplina, perseverancia, dinamismo, integridad.

### 1.2.3. Estructura Organizacional

Todas las actividades antes descritas están establecidas a través del organigrama estructural y en ese se indica el área en el cual desempeño las funciones asignadas, de acuerdo al manual de organización y funciones de la empresa EJE SOLUCIONES S.A.C.

Figura 1.1 Organigrama Eje Soluciones Energéticas S.A.C



Fuente: Tomado del Área de Planeamiento de Eje Soluciones Energéticas. S.A.C.

La participación del bachiller Joel Sandro dentro de la organización es como coordinador de proyectos perteneciente al área de comercios KAM.

El área el cual coordino se encarga de las visitas técnicas, diseño de red interna y de realizar la propuesta económica.

El área que coordino se encarga solo de la fase de proyectos, una vez terminada la planificación de un proyecto, la empresa concesionaria analiza la propuesta y si se tiene viabilidad se deriva a otra área.

## **II. FUNDAMENTACIÓN DE LA EXPERIENCIA PROFESIONAL**

### **2.1. Marco teórico**

#### **2.1.1. Antecedentes**

##### **a. Antecedentes Internacionales**

Ramírez (2013) diseñó la red interna de conducción y distribución hacia los centros de consumo de la Planta Metal mecánica, a través de del Gas Natural, a un bajo costo e inversión de áreas y entreno al personal para su manejo, dio un énfasis en la reducción del costo energético cumpliendo los parámetros normativos ante la comisión reguladora.

Sánchez, et al. (2006) mediante ecuaciones matemáticos lograron el diseño de una red de gas para el politécnico Colombiano Jaime Izasa Cadavid, especifican un énfasis en las ecuaciones matemáticas que rigen el comportamiento del gas por ejemplo la fórmula de Pole y la ecuación de continuidad de la Mecánica de Fluidos. Este trabajo también da una suma importancia a la presión que trabaja el gas natural, asimismo se considera la velocidad como un factor a la hora de dimensionar las tuberías. Esta

revista científica nos brinda los criterios a tener en cuenta en un diseño de red interna de Gas Natural como el cálculo del caudal total y caída de presión que tiene mucha congruencia con este trabajo de suficiencia.

Villegas, (2020) diseño la instalación de gas natural para el edificio Mauricio IV, para esto realizó un estudio y descripción de los requerimientos de aparatos que funcionan a gas natural, donde se determinó el requerimiento de cada departamento de cada departamento, se verifico el cumplimiento de las condiciones (VASA), el área mínima de ingreso de aire, salida de productos de combustión de cada ambiente en donde serán instalados los equipos. También determinan las potencias de los aparatos de cocción , de los calentadores instantáneos y de los calefactores, de acuerdo a estas potencias se eligen os aparatos disponibles mediante catálogos, asimismo hizo los cálculos d caudal simultáneo por cada departamento y con este se asigna el tipo de medidor correspondiente, se determina el caudal de gas total de uso simultaneo de toda la instalación que garantiza el caudal simultaneo por todos los departamentos , y diseñó el dimensionamiento de las tuberías , cumpliendo con la normativa vigente.

Ochoa, (2015) realizó el diseño y cálculo de la instalación de gas natural para el bloque central del instituto tecnológico Bolivia Mar, , asimismo la acometida individual para el bloque central es muy larga, sin embargo al estar es a una presión de 300 mbar se logra el uso de una tubería de diámetro relativamente bajo , asimismo a pesar de ser un industria se puede diseñar y calcular mediante el anexo 05 del reglamento de diseño , construcción, operación de redes de gas natural, instalaciones internas, porque en este se encuentran los parámetros a considerar para los aparatos de baja presión.

Echeverry, (2021) diseño la red interna de gas para uso residencial ara la cual se baso NTC 3838, donde concluyo que para la regulaci3n de 02 etapas, en primera etapa se debe efectuar desde la presi3n de la red externa a una presi3n de 345 mbar (5 PSI), en la regulaci3n de segunda etapa se debe reducir desde 345 mbar a 23 mbar , e incluso nos indica como se debe realizar una regulaci3n en 03 etapas, tambi3n hace 3nfasis en la ventilaci3n que se debe tener para los procesos de renovaci3n del aire. Compilo la norma t3cnica vigente, as3 como los requerimientos y ecuaciones de c3lculo, tambi3n concluyo que las variables para el dise1o de la red internade gas son la potencia nominal, la gravedad especifica y la longitud de tramos de la tuber3a y del control de los procesos de entrada y salida

#### **b. Antecedentes nacionales**

G3mez y Barrantes (2020) lograron determinar el efecto del dise1o de la red interna en el abastecimiento de gas natural en la empresa COGORNO – Planta Ventanilla, para esto se basaron en determinar las condiciones de dise1o de la estaci3n de regulaci3n, las condiciones de dise1o de la red interna y el procedimiento para el tendido y pruebas conforme a la norma ASME 831.8, API 1104 y decreto supremo N 042-99-EM.

Romero y Valverde, (2021) diseñaron un sistema alternativo de conducción de gas natural de 340 mbar que permita reducir los costos de inversión en un centro de capacitación en San Miguel, Lima. Para esto se analizó y evaluó los sistemas de tuberías en la conducción de gas natural mediante la norma VDI-2221, asimismo se definió los parámetros de diseño utilizando la normativa técnica vigente y se realizó un análisis económico de los sistemas de tuberías.

Pascual, (2018) diseñó un sistema de alimentación de 504 mch para el ahorro energético de los equipos térmicos en la industria textil Ecatex en Comas, para esto se basó en normativas nacionales e internacionales con el que se realizó el cálculo de ingeniería para los parámetros exactos de diseño, selección de equipos y materiales a instalar, respecto a lo económico, realizó un análisis del uso del gas natural con respecto al uso del Diesel en los equipos térmicos

Adama e Ipanaque, (2019) diseñaron un sistema de alimentación de gas natural para 04 calderas tubulares de 400 BHP, en la cual se obtuvieron tuberías con diámetro de 4 1/2" y 1 1/2" y resalta que las velocidades son menores de 25 m/s, también se seleccionó el quemador. Se concluyó un diseño satisfactorio para los 04 calderos pirotubulares, cumpliendo la normatividad vigente, los diámetros adecuados para la red interna son de Ø4 1/2" y Ø 1 1/2". Además, el material seleccionado es de acero al carbono según Norma ASTM-A53, SCH 40, en base a los cálculos obtenidos se seleccionó el quemador BGN-400-DSPGN-ME de marca BALTUR con una potencia máxima de 3950 Kw.

Kuzma, (2019) instaló la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 smch de gas natural para satisfacer la demanda de combustible requerido por los equipos térmicos de la planta de alimentos Molitalia- Cajamarquilla, obteniendo como resultado que los diámetros utilizados en el proyecto varían entre 1" y 4", asegurando que las tuberías instaladas suministran el caudal de 455 smch. Asimismo, se concluyó de los cálculos de la caída de presión y velocidades del fluido se notó que los diámetros seleccionados para la fabricación de la red interna y estación primaria ha garantizado las condiciones mínimas de presión y caudal requeridos por los equipos , y también los trabajos mecánicos en la instalación de gas natural se ajustan a lo exigido por la NTP 111.010-2003, la cual hace referencia a las principales normas o códigos internacionales.

### **2.1.2. Bases teóricas**

#### **Gas natural**

Dangavs (2022) el Gas Natural es un hidrocarburo compuesto por Metano y una baja proporción de Butano, Propano, metano, CO<sub>2</sub> y pequeñas cantidades de otros hidrocarburos.

#### **Transporte del gas natural**

Ormeño, et al. (2012) indica que hay 02 formas prácticas de transportar el GN las cuales son:

- 1)Haciéndolo circular en estado gaseoso a través de gasoductos
- 2) Enfriarlo y transportarlo como Gas natural licuado (GNL)

### **Gas natural seco**

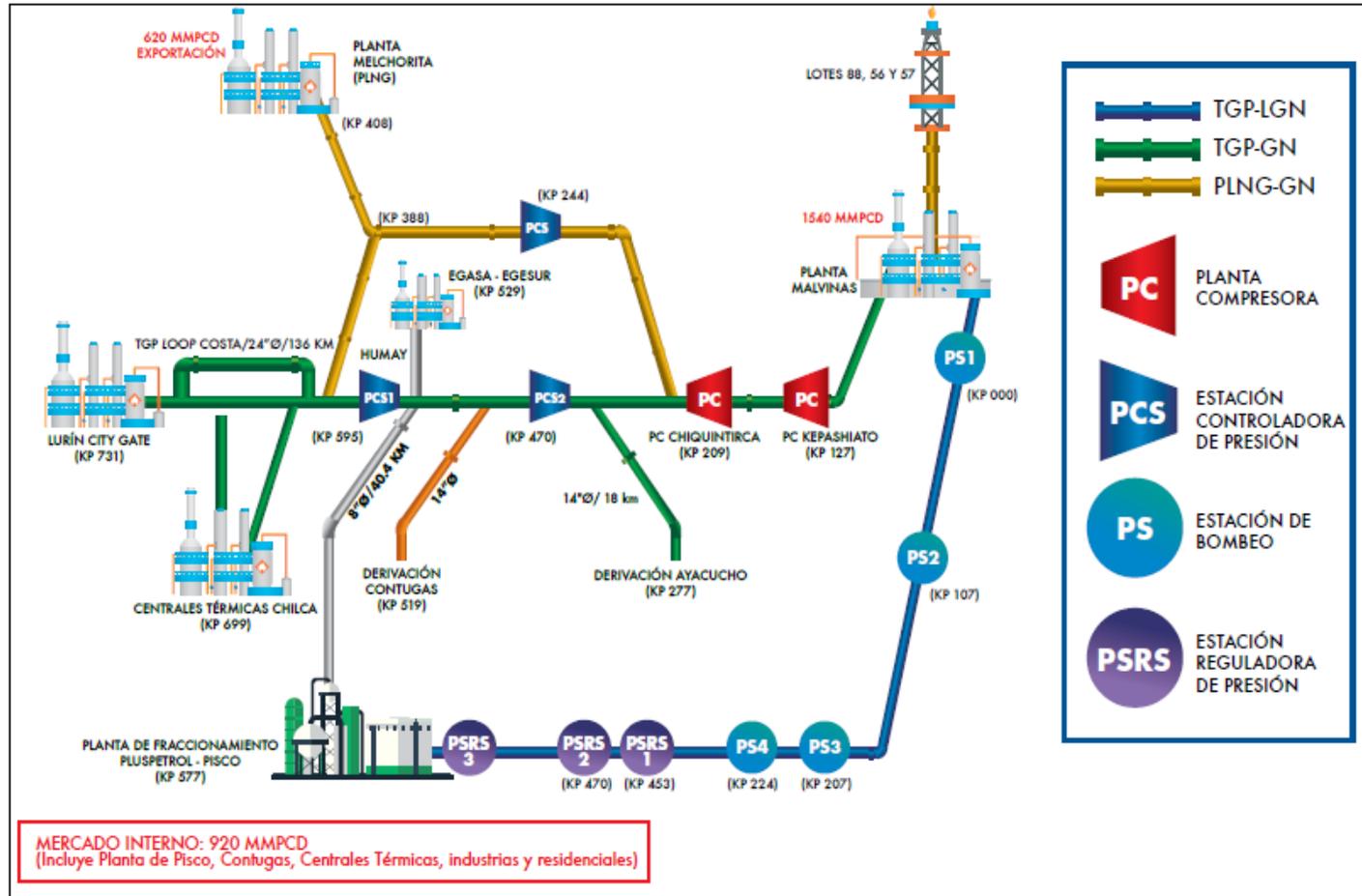
Ormeño, et al. (2012), el gas natural seco es el gas natural que se procesó para eliminar impurezas y reducir los niveles de otros gases que dificultan su manejo y procesamiento.

Ormeño, et al. (2012), desde las plantas de procesamiento, el GNS es transportado, también por gasoductos, luego llegan a la estación de regulación y medición (City Gate) para luego ser entregado (igualmente por ductos) a centrales de generación eléctrica, plantas industriales, plantas de gas natural comprimido (GNC) , estaciones de gas natural vehicular y redes urbanas de distribución del hidrocarburo.

### **Gas natural comprimido (GNC)**

Ormeño, et al. (2012) el transporte se hace por vía terrestre mediante contenedores modulares que soportan presiones altas, estos tipos de transporte permie atender la demanda de gas natural de clientes industriales, comerciales, vehiculares y doméstico, que estén ubicados en lugares donde no llegan los gasoductos convencionales.

Figura 2.1 Distribución del Gas Natural.



Fuente: Tomado de «Sistema de transporte y distribución de gas natural en el Perú», OSINERGMIN, (2012).

## **Composición del gas natural**

Rivero (2004) el gas natural se compone por metano ( $\text{CH}_4$ ) (usualmente > 80 %), etano (2 a 10 %) y otros hidrocarburos como: Propano, Butano normal, hexano, también contiene impurezas por ejemplo Nitrógeno, dióxido de carbono y gas sulfhídrico.

## **Características del gas natural**

Ortega y Marcovich (1999) el gas natural es un gas incoloro, inodoro, cuya composición principal es el metano, varía entre el 85% y 95%, el resto son hidrocarburos gaseosos (etano, propano y Butano), también incluye un gas inerte como el Nitrógeno e impurezas, entre ellas el bióxido de Carbono y pequeñas cantidades de vapor de agua.

Ortega y Marcovich (1999) el gas natural tiene baja densidad de energía en comparación con otros combustibles, por ejemplo, requiere 0.85 m<sup>3</sup> de gas natural para conseguir la misma energía que genera 1 litro de gasolina, por esta razón se usa comprimido o licuado para incrementar su densidad de energía volumétrico.

## **Aplicaciones del Gas Natural**

Ormeño, et al. (2012), señala, que el uso del gas natural es para cualquier sector, así se tiene:

a) **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).

b) **Sector Comercial:** El gas natural es empleado en todo tipo de comercios desde hospitales, universidades, centros comerciales, proporcionando significativas mejoras económicas y ambientales frente a otros materiales combustibles como el carbón, Diesel o petróleo residual.

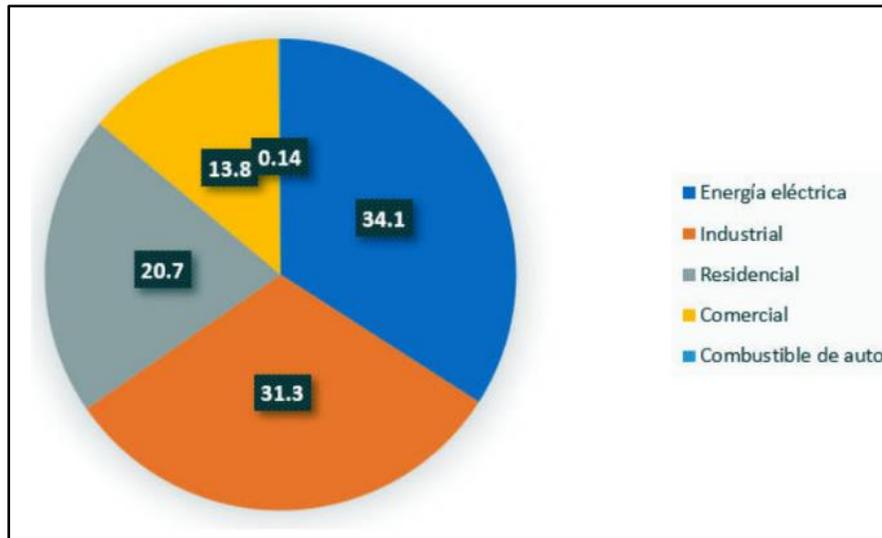
c) **Sector industrial:** El gas natural es empleado con eficiencia en diferentes ramas que utilizan hornos y calderos en sus procesos productivos. Un ejemplo sería en la fabricación de acero es usado como reductor para la producción de hierro esponja, tenemos entre las principales las siguientes industrias:

➤ **Industria de alimentos:** Se usa 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 equipos por convección en secadores y otros.

d) **Sector transporte:** Se emplea el gas como combustible GNV para activas los motores de los vehículos, ya que este es un producto más barato y más limpio que otros combustibles empleados que cumplen con la misma función.

Figura 2.2 Aplicaciones del Gas Natural



Fuente: tomado de <https://geologiaweb.com/recursos-naturales/usos-gas-natural/>

### 2.1.3. Términos extraídos de normas técnicas

#### Accesorios

NTP 111.010 (2019) los accesorios son un elemento de unión, por ejemplo, un codo, una tee, un reductor con rosca en sus extremos comúnmente llamado nipple. No incluye las válvulas o reguladores de presión.

#### Entidad Competente

NTP 111.010 (2019) la entidad competente es el ente gubernamental responsable de verificar la correcta aplicación de la NTP o el funcionario o la agencia designada por esta entidad.

### **Combustión**

NTP 111.010 (2019) la combustión es un proceso químico de oxidación entre un combustible y un comburente que produce energía térmica y luminosa.

### **Distribuidor**

NTP 111.010 (2019) el distribuidor es el concesionario que realiza el servicio público de suministro de gas natural seco por red de ductos.

### **Equipo de consumo**

NTP 111.010 (2019) un equipo de consumo es un artefacto que convierte el gas natural seco en energía. Puede ser una caldera, un horno industrial entre otros.

### **Estación de regulación y medición primaria**

NTP 111.010 (2019) la Estación de regulación y medición primaria (ERPMP) es un conjunto de elementos instalados con el propósito de reducir y regular automáticamente la presión de fluido aguas abajo y medir los volúmenes de gas consumidos. También asegura que la presión no sobrepase de un límite prefijado ante fallas eventuales.

### **Estación de regulación secundaria**

NTP 111.010, (2019) la Estación de regulación secundaria también conocida como subestación son un conjunto de elementos que reducen y regulan la presión del fluido aguas Abajo de la de la Estación de Regulación y Medición primaria.

Se requiere cuando el equipo trabaja con una presión distinta a la presión de la Estación de Regulación y MEDICION PRIMARIA.

## **Medidor**

NTP 111.010(2019) el medidor es un instrumento para medir el volumen de gas natural seco que fluye por un sistema de tuberías.

## **Presión de diseño**

NTP 111.010 (2019) La presión de diseño es presión de operación máxima que puede alcanzar el sistema, y es el valor con el que se debe diseñar.

## **Presión máxima admisible**

NTP 111.010 (2019) la presión máxima admisible de operación (MAPO) es la presión de operación máxima que alcanza la instalación en condiciones de demanda máxima.

## **Presión de prueba**

NTP 111.010, (2019) la Presión de prueba es la presión a la cual es sometida antes de entrar en operación para garantizar su hermeticidad.

## **Presión de operación**

NTP 111.010, (2019) presión de operación se define como la presión a la que deben operar satisfactoriamente los distintos componentes que están en contacto con el gas natural seco en un sistema de tuberías. Esta será como máxima igual a la MAPO.

## **Purga**

NTP (2019), Purga se define como la eliminación de un fluido no deseado tanto gaseoso o líquido.

## **Tubería de superficie**

NTP 111.010, (2019) la tubería de superficie visible ,asimismo no está en contacto con el suelo ni esta empotrada en la pared.

## **Tubería empotrada/oculta**

NTP 111.010, (2019), La Tubería empotrada/oculta: Tubería que, cuando está ubicada en una pared, en el piso, o en el techo no se visualiza y para verlo se necesita de una herramienta.

## **Válvula de alivio**

NTP 111.010 (2019), Válvula de alivio por venteo: es un artefacto que se abre a fin de prevenir un aumento de la presión del gas natural seco en exceso, de un valor especificado debido a una emergencia o una condición anormal.

## **Válvula de servicio**

NTP 111.010, (2019), la válvula deservicio es una válvula de cierre general del suministro de gas natural seco, instalada fuera del predio del usuario final , y ubicada en la línea de servicio de la distribuidora. La válvula de servicio constituye el punto de entrega del gas del distribuidor al usuario industrial.

### **Poder calorífico superior**

NTP 111.010, (2019) el poder calorífico bruto superior es la Cantidad de calor que es liberado por la combustión completa de una cantidad específica de gas con aire, ambos a 288.15 K al iniciarse la combustión. Los productos de la combustión se enfrían hasta los 288.15 K midiéndose el calor liberado hasta el nivel de referencia. Es el que se aplica para los cálculos de diseño de tuberías (NTP 111.011 INDECOPI, 2014, pág. 12).

### **Poder calorífico inferior**

NTP 111.010 (2019) el poder calorífico inferior (PCI) es el calor desprendido en la combustión completa sin contar la parte correspondiente al calor latente del vapor de agua generado en la combustión, ya que no se produce cambio de fase, y se expulsa como vapor.

#### **2.1.4. Consideraciones para el diseño de la red**

NTP 111.010 (2019), para el diseño de una red de gas natural se debe considerar los siguientes puntos:

- a) Máxima cantidad de gas natural seco
- b) Demanda proyectada que también se debe considerar
- c) Caída de presión entre 02 puntos de regulación
- d) Metraje de tuberías y los accesorios
- e) Densidad y poder calorífico del gas natural seco
- f) Velocidad permisible del gas natural

### **2.1.5. Consideraciones para la selección del regulador**

NTP 111.010 (2019) para la selección de regulador de presión se tendrá en cuenta los siguientes criterios:

- a) Presión de entrada y salida del regulador
- b) Caudales máximo y mínimo a satisfacer
- c) Sistemas de seguridad para evitar sobrepresiones
- d) Coherencia entre las uniones y las tuberías a unir.
- e) Garantía de operación y mantenimiento
- f) Espacio donde se va a instalar.
- g) Visibilidad para su manejo
- h) Estabilidad y factor de seguridad en la presión garantizada en el anillo de distribución
- i) Requerimientos técnicos del medidor
- j) Presión de trabajo de los equipos
- k) Altura a la cual van a operar.
- l) Cultura regional del gas natural
- m) Futuras ampliaciones
- n) Requisitos que la entidad pueda solicitar

### **Consideraciones para el cálculo del sistema de distribución**

#### **Consideraciones de suministro:**

NTP 111.011 (2014) el tramo de tubería comprendida entre la válvula de bloqueo y servicio del distribuidor de gas la entrada de 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 de suministro.

NTP 111.011 (2014) los tramos de red interna comprendidos entre 02 etapas de regulación se calcularán con una caída máxima el 50% de la presión regulada al comienzo de esos tramos. El cálculo de estos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerido por los equipos de consumo ubicados agua abajo.

## **Especificación técnica para las tuberías**

### **Tuberías de acero rígido**

NTP 111.010 (2019), las tuberías de acero deberán cumplir con la última edición de las normas:

API 5L, ASTM A 53, ASTM A 106 o ANSI B36.10 o equivalente.

### **Tuberías de polietileno**

NTP 111.010 (2019) las tuberías de polietileno deberán cumplir con la última edición de las normas: ISO 4437, CEN prEN 1555, también es aplicable en las instalaciones internas industriales de las normas ASTM D2513.

### **Tuberías de cobre**

NTP 111.010 (2019), Las tuberías de cobre para gas natural deberán cumplir con las normas:

ASTM 837, ASTM B88, NTP 342.052 o equivalente, con referencia principalmente a las tuberías tipo K o L, o tubería equivalente en unidades métricas.

NTP 111.010 (2019), Estas tuberías no deben utilizarse cuando el gas suministrado tenga un contenido de sulfuro de hidrogeno superior en promedio a 0.7 mg por cada 100 litros estándar de gas natural seco.

## **Tuberías metálicas flexibles**

NTP 111.010 (2019) El propósito de la tubería metálica flexible es de disipar las vibraciones, prevenir la transmisión de esfuerzos, acomodar la expansión o contracción térmica, evitar la flexión excesiva, facilitar la instalación, entre otros, en el sistema de tuberías.

NTP 111.010 (2019) Se permitirá el uso de tuberías flexibles sin costura de cobre y acero, siempre que el gas transportado no contenga elementos o sustancias que causen corrosión en estos materiales.

La tubería flexible de acero debe cumplir con la ASTM A539 o la ASTM A254.

La tubería flexible de acero corrugado debe cumplir la ANSI/AGA LC1, en cuanto a su construcción, instalación y requisitos de funcionamiento.

La tubería flexible de Cobre deberá cumplir con cualquiera de las siguientes normas para el tipo K o L, o la ASTM B280.

## **Accesorios y bridas para tuberías de acero**

NTP 111.010 (2019) todos los accesorios roscados deben tener rosca cónica conforme a las normas ISO 7.1, ISO 228.1, ANSI/ASME B1.20.1 o equivalente.

NTP 111.010 (2019) para asegurar la estanqueidad de la rosca, se utilizará un sello de fibra no orgánica, cinta de teflón o sello líquido (tipo Loctite o similar). El asbesto; el cáñamo u otras fibras orgánicas están prohibidas.

NTP 111.010 (2019) las bridas deben cumplir con ANSI/ASME B16.1 o ANSI/ASME B16.20. Las juntas de estanqueidad no deben contener asbesto y deben ser resistentes a temperaturas elevadas

NTP 111.010 (2019), Los espárragos y sus tuercas correspondientes deberán cumplir con las normas ASTM A 193 Y ASTM A 194.

#### **Accesorios para la tubería de cobre**

NTP 111.011 (2014), Los extremos de los accesorios se unirán con las tuberías de cobre mediante soldadura por capilaridad. La soldadura se realizará de acuerdo a las buenas prácticas, respetando las condiciones de seguridad necesarias, con personal debidamente calificado. Los accesorios para tubería de cobre cumplirán con la norma técnica igual o equivalente a ANSI B 16.18 y/o ASME B 16.22.

#### **Accesorios para tuberías de PE AL PE – PEX AL PEX**

NTP 111.011 (2014), Los accesorios para tuberías compuestas del tipo PE AL PE deben ser del tipo aprobado para gas y recomendadas para este tipo de servicio por el fabricante.

Adicionalmente deben cumplir con alguna de las siguientes normas técnicas:

- NTP-ISO 14484-1: Sistemas de Tuberías de Plástico.
- ISO 17484-1: Multi Layer Pipe Systems for Indoor Gas Installations with a Maximum Operating Pressure Up to and Including 5 bar.
- Norma Australiana AS 4176: Polyethylene/Aluminum Macro-Composite Pipe Systems for Pressure Applications.
- Estándar de Calidad: GASTEC QA 198: Aluminum / Crosslinked Polyethylene (PE-X) and Aluminum / Polyethylene Composite piping systems for indoor gas installations.

### **Cálculo del caudal de diseño**

Hernández (2008), indica que el caudal de diseño de una instalación viene dado por la ecuación 01.

Ecuación 1. Cálculo del caudal de diseño

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

Leyenda:

Q: Caudal circulante por la tubería

q: Potencia calorífica de los equipos térmicos

PCS: Poder calorífico superior del gas natural (11.05 Kw.hr/m3)

## Cálculo del caudal

Standard ANSIB109.3(2000), la selección del medidor se basa en las fórmulas de Boyle - Gay Lussac o ley de Boyle y Charles, las cuales se muestran a continuación:

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

Despejando tendremos:

Ecuación 2. Cálculo del caudal comprimido

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

## Leyenda

$P_{e_{mín}}$  = Mínima presión manométrica de entrada en el medidor, en bar

$T$  = Temperatura a las condiciones de operación, °C

$P_{atm}$  = Presión barométrica del sitio, bar

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

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

$Q_{st}$  = Caudal estándar requerido para la instalación, Sm<sup>3</sup>/h

$V_a$  = Caudal comprimido a presión de trabajo,  $\frac{m^3}{h}$

### **Cálculo de la resistencia de tuberías**

Código ASME B31.8 (2003), el espesor nominal de pared para una presión de diseño dada, se deberá determinar mediante la siguiente ecuación.

Ecuación 3. Cálculo del espesor de tubería

$$t = \frac{P \times D}{2 \times S \times F \times E \times T}$$

Leyenda:

t = Espesor nominal de pares

P = Presión de diseño

D = Diámetro nominal

S = Tensión mínima de fluencia

F = Factor de diseño

E= Factor de junta soldada.

T = Factor de disminución de temperatura

## Cálculo de la velocidad lineal

NTP 111.011 (2019) el cálculo de la velocidad lineal viene dado por la siguiente fórmula:

Ecuación 4. Cálculo de la velocidad

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

Leyenda:

Q: Caudal circulante por la tubería (m<sup>3</sup>/hr)

P: Presión absoluta

D: Diámetro interior de la tubería (mm)

V: Velocidad lineal para Renouard cuadrática (m/s)

NTP 111.010, En todos los puntos de la instalación la velocidad de circulación del gas deberá ser inferior a 30 m/s, para evitar vibraciones y ruidos excesivos en el sistema de tuberías.

## Cálculo de la caída de la presión interna

NTP 111.010, (2019) indica que para calcular caída de presión se aplica la Renouard simplificada.

Ecuación 5. Cálculo de la caída de presión

$$P_A^2 - P_B^2 = 48.6.s.L. \frac{Q^{1.82}}{D^{4.82}}$$

Leyenda:

PA y PB=Presión absoluta en ambos extremos del tramo, en kg/cm<sup>2</sup>

s=Densidad relativa del gas.

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

Q = Caudal en m<sup>3</sup>/h (condiciones estándar)

D = Diámetro en mm.

NTP 111.010, Los tramos de la red interna comprendidos entre 02 etapas de regulación se calcularán con una caída máxima del 50% de la presión

regulada al comienzo de esos tramos deberá garantizar las condiciones mínimas de presión y caudal requerida por los equipos de consumo ubicado aguas abajo.

## **2.2. Descripción de las actividades realizadas**

El bachiller Joel Sandro Calle Lipa, consiguió una vacante en la empresa EJE SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.C mediante postulación el año 2022, ingreso como coordinador de Proyectos KAM, estando a cargo de los grandes clientes en el cual se me asigno el diseño y metraje de la red interna del Hospital nacional Hipólito Unanue.

. El motivo de este proyecto es generar un ahorro significativo en el consumo de combustible que afronta el Hospital Nacional Hipólito Unanue, para esto se trabajó con el equipo de proyectos de la empresa EJE SOLUCIONES. Se afronto este desafío y empezamos a gestionar lo necesario para diseñar el sistema, en la visita técnico nos percatamos que había equipos de gran consumo, lo cual demandaba una análisis profundo de ingeniería, el caldero de 250 BHP era la principal razón de los costos elevados ya que consumía Diesel hasta aproximadamente 14000 gl/mes, asimismo surgió otro desafío, debido a que el proyecto al estar catalogado como comercio se requería el ingreso a una presión de 340 mbar esto exigía instalaciones más robustas debido a la caída de presión, y altas velocidades que se generaban.

Para suministrar de gas natural al hospital se vio necesario proyectar una estación de regulación y medición, seleccionando cuidadosamente los

elementos mecánicos como medidor y regulador. Asimismo, los materiales de la red tenían que ser de diámetros grandes (> 4”) para controlar la velocidad y la caída de presión, el equipo dio énfasis a la tubería que ingresa a la caldera por ser la carga crítica.

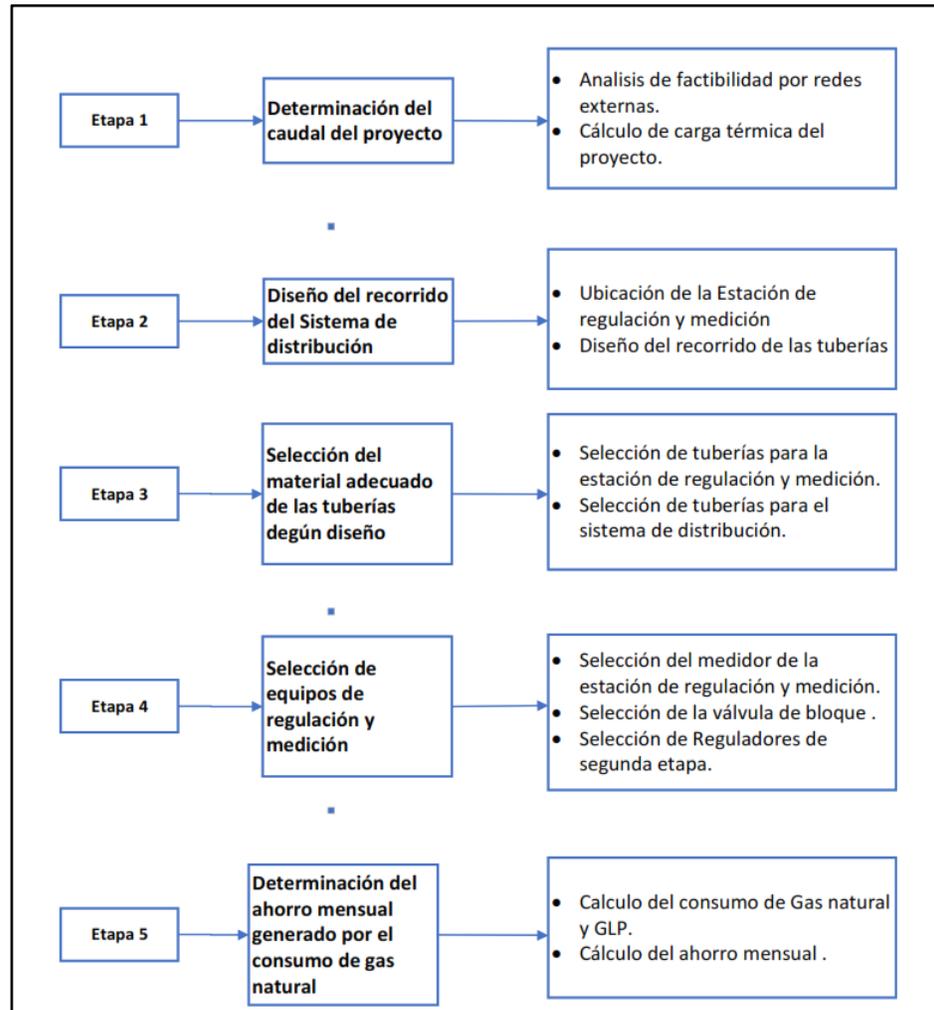
Se pudo diseñar un Sistema que cumplía la Normativa técnica peruana y las directivas de Calidda, este diseño hará posible alimentar los equipos térmico del Hospital, y ya no se tendrá que preocupar de la constante gestión que demanda el Diesel.

Se trabajo en 05 etapas, las cuales muestro en el siguiente diagrama.

### **2.2.1. Etapa de las actividades**

El equipo de proyectos segmento el trabajo en 05 etapas, en las cuales forme parte en todas las fases

Figura 2.3 Etapas del proyecto



Fuente: Elaborado en base a las secuencias de las actividades

A continuación, se describen cada etapa:

**Determinación del caudal del proyecto:** En esta etapa se analizará la factibilidad por redes externas, también se revisará la carga térmica.

**Diseño del recorrido del Sistema de distribución:** En esta etapa se realiza la visita técnica para verificar los equipos de consumo, Se define la ubicación de la estación de regulación y se determina el recorrido de la red interna.

**Selección del material adecuado de las tuberías según diseño:** En esta fase se analiza la caída de presión y las velocidades máximas permitidas y se selecciona las tuberías tanto para la estación y la red interna.

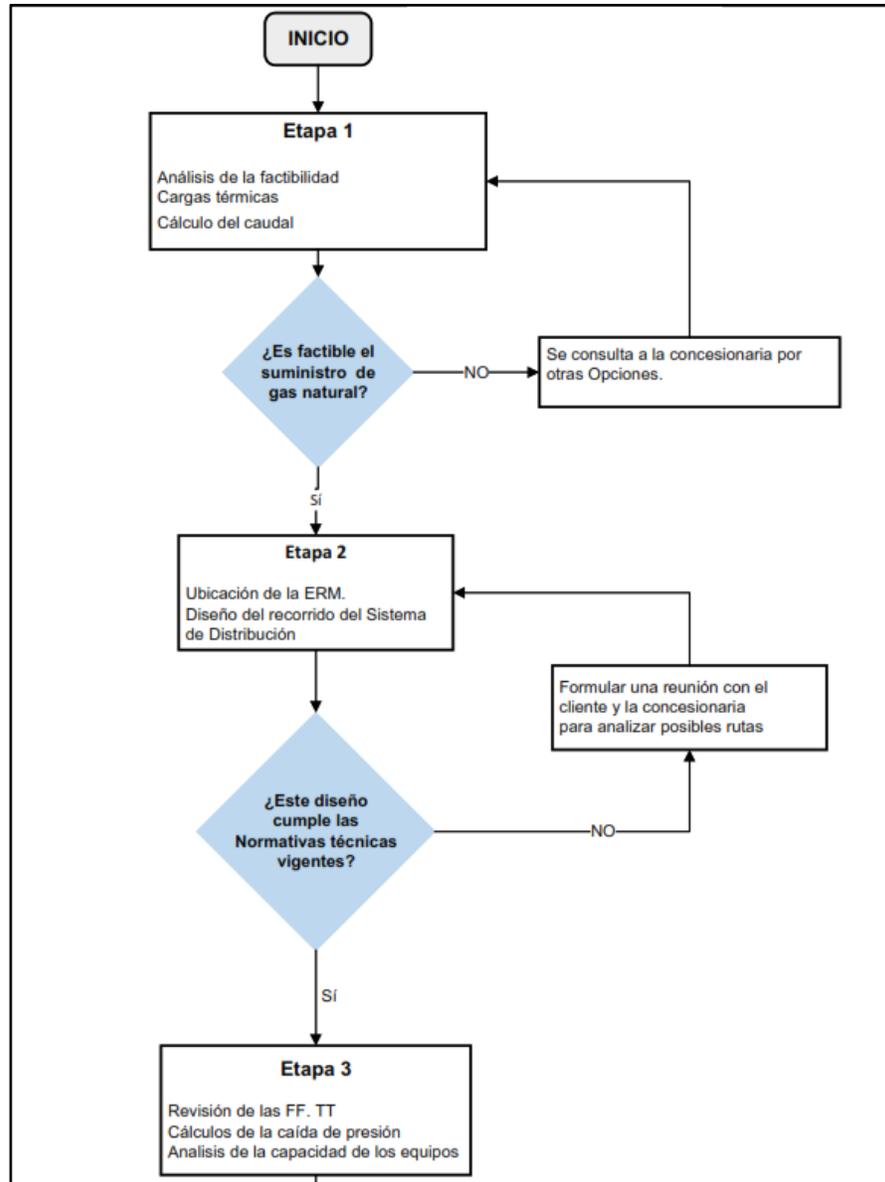
**Selección de equipos de regulación y medición:** En esta etapa se analiza la carga total del proyecto para seleccionar el medidor, el regulador y la válvula de bloqueo.

**Determinar el ahorro mensual generado por el consumo de gas natural:** Se calcula el ahorro generado por usar gas natural en comparación con el combustible que viene usando el Hospital Nacional Hipólito Unanue.

### **2.2.2. Diagrama de flujo**

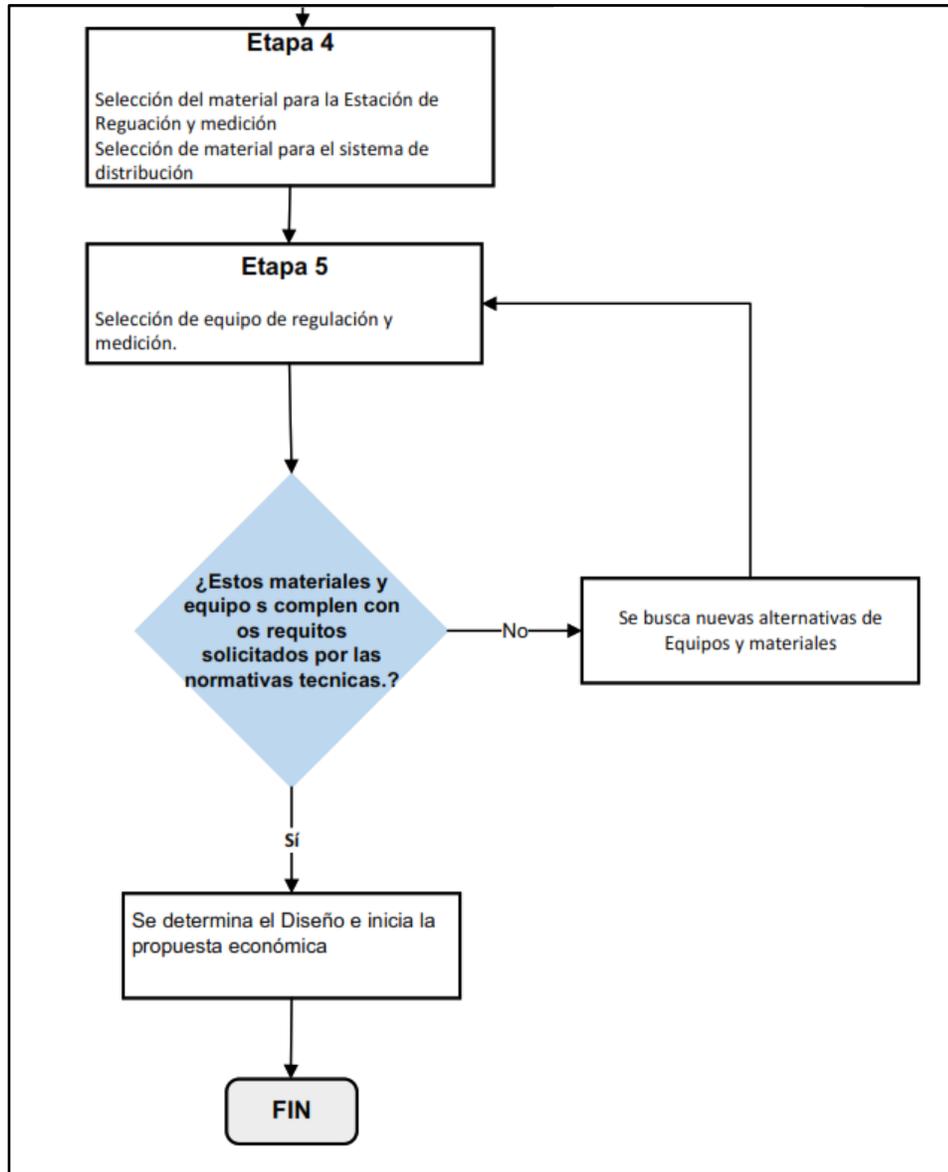
Para poder realizar el proyecto se tiene que tener la aprobación de Calidda desde la etapa del diseño hasta el presupuesto por eso se trabajó con el siguiente flujograma.

Figura 2.4 Diagrama de flujo (parte 01)



Fuente: Área de proyectos EJE SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.C

Figura 2.5 Diagrama de flujo (parte 02)



Fuente: Área de proyectos EJE SOLUCIONES ENERGETICAS S.A.C

### **III. APORTES REALIZADOS**

Estos aportes están basados en los objetivos específicos planteados y son:

#### **3.1. Determinación del caudal de consumo de Gas Natural demandado por los equipos térmicos del Hospital Nacional Hipólito Unanue.**

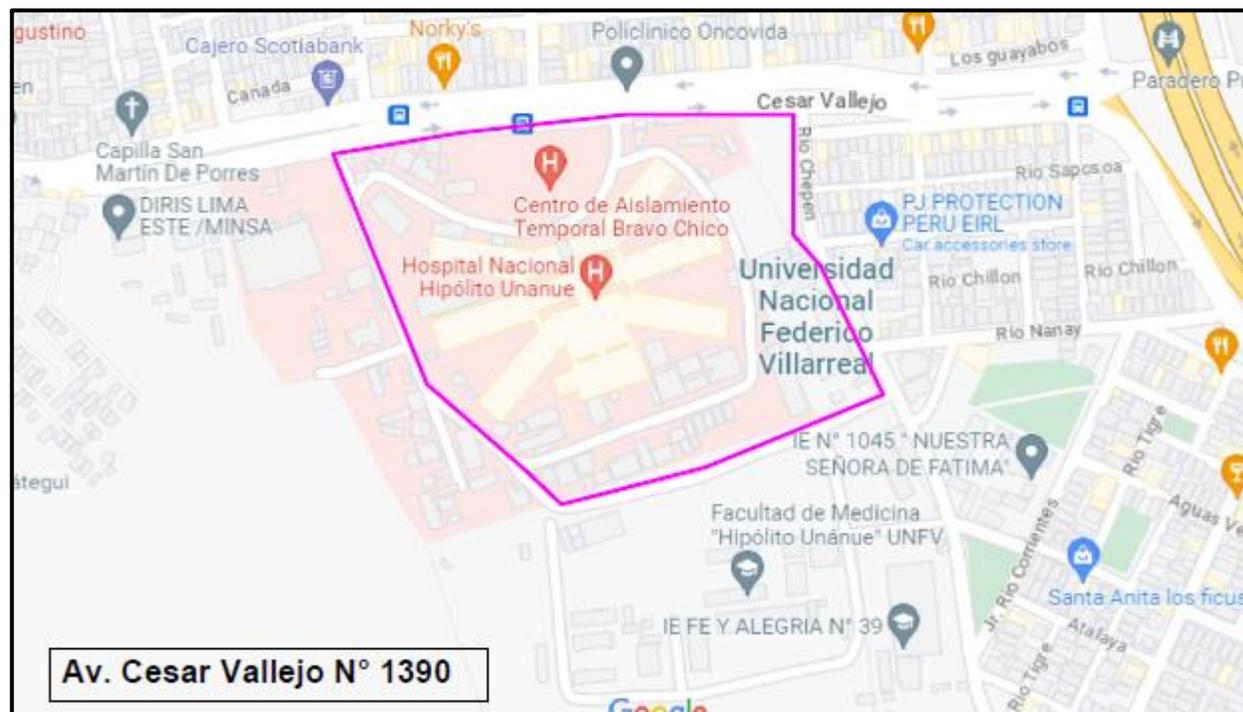
##### **Análisis de factibilidad por redes externas**

Antes de calcular el caudal se determina si se puede suministrar caudal al hospital, para esto se comunica la factibilidad a la concesionaria.

Se evaluó la factibilidad junto a la concesionaria, el hospital está ubicado en la av. Cesar Vallejo N°.1390- El agustino, tal como es indicado en la figura 3.1, de acuerdo al mapa de redes externas que maneja el concesionario se muestra en la figura 8 la red externa de un diámetro de 160 mm-PE que pasa por el frontis del hospital

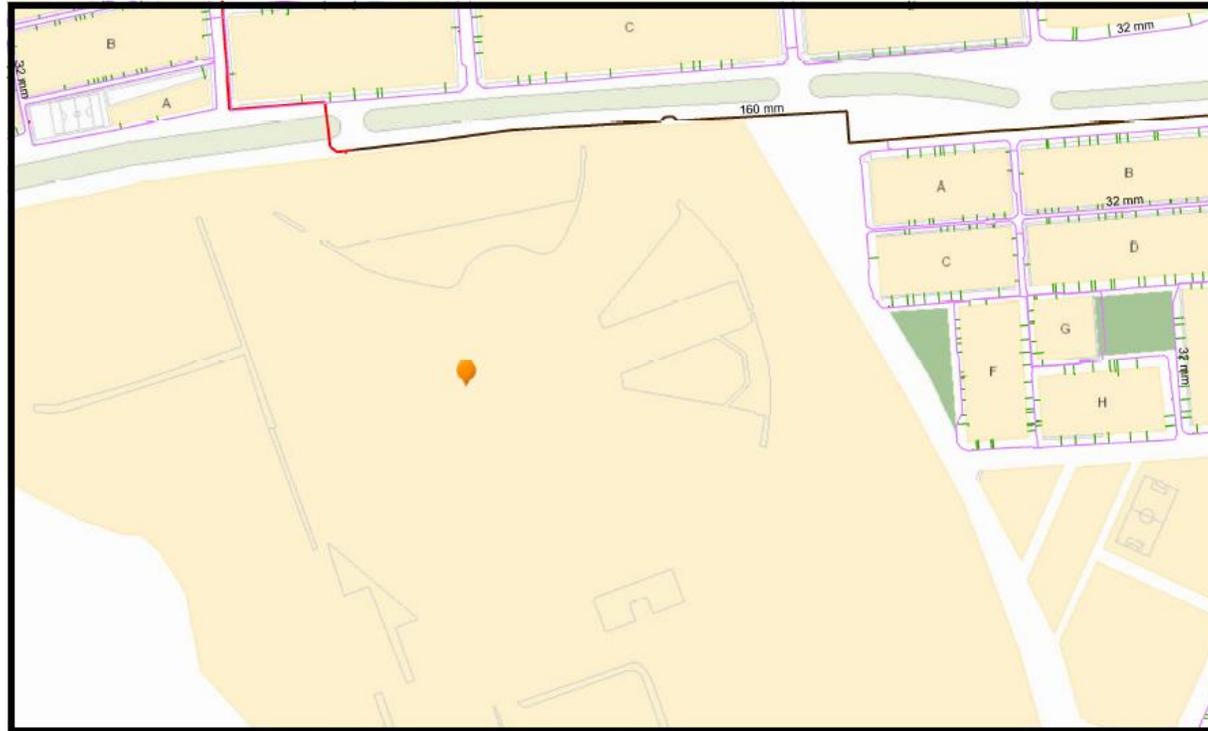
En anexo I se presenta la solicitud de factibilidad presentada y en el anexo 2 la respuesta favorable por parte

Figura 3.1 Ubicación del Hospital Nacional Hipólito Unanue.



Fuente : Tomada de <https://www.google.com/maps/place/Hospital+Nacional+Hipolito+Unanue/@-12.0415703,-76.9949657,15z/>

Figura 3.2. Redes de distribución existentes



Fuente: tomada de <https://gis.calidda.com.pe/CaliddaGIS/Default.aspx>

Como se muestra en el Figura 3.2, una red externa de 160 mm, la cual según ingeniería de la concesionaria si cumple con el caudal y presiones requeridas, esta viabilidad lo comunica a través de una RSFS (Anexo 02) con respuesta positiva.

### **Cargas térmicas del Hospital Nacional Hipólito Unanue**

En el siguiente cuadro se resume las cargas térmicas, también se calcula su caudal aplicando la ecuación 1, se muestra la condición de existencia del equipo y su ubicación dentro del hospital.

Tabla 3.1 Cuadro de cargas térmicas

CANTIDAD	EQUIPOS	POTENCIA (Kw)	POTENCIA TOTAL	CONDICIÓN	AMBIENTE
1	Caldero	2452.5	2452.5	Existente	Zona de calderos
9	Mecheros	4.5	40.5	Existente	Laboratorio
3	Freidoras	117.23	351.69	Existente	Cocina
3	Hornos estaticos	30	90	Existente	
4	Termotanques	33	132	Existente	
1	Grupo electrogeno	1001	1001	Existente	Grupo electrogeno
3	Termotanques	33	99	Existente	Pabellon 02
1	Caldero 60 BHP	588.6	588.6	Existente	Residuos solidos
1	Caldero 20 BHP	196.2	196.2	Existente	
<b>26</b>			<b>4951.49</b>		

Fuente: :Elaborado en base a los datos técnico de los equipos

De la tabla 3.1 se obtiene los siguientes datos de diseño:

Potencia de diseño: 4951.49 KW

### **Cálculo del caudal**

Reemplazando en la ecuación (1), teniendo en cuenta los siguientes datos:

q: 4951.49 Kw

PCS: 11.05  $Kw/m^3$

$$Q = \frac{q}{PCS} = \frac{4951.49}{11.05} = 448.1 \text{ m}^3/\text{hr}$$

Por lo tanto, el caudal de diseño es 448.1 (m<sup>3</sup>/hr)

Caudal de diseño: 448.1 m<sup>3</sup>/hr

Estos datos nos servirán como base para la selección de los equipos tanto de la Estación de Regulación primaria y la Estación de Regulación secundaria.

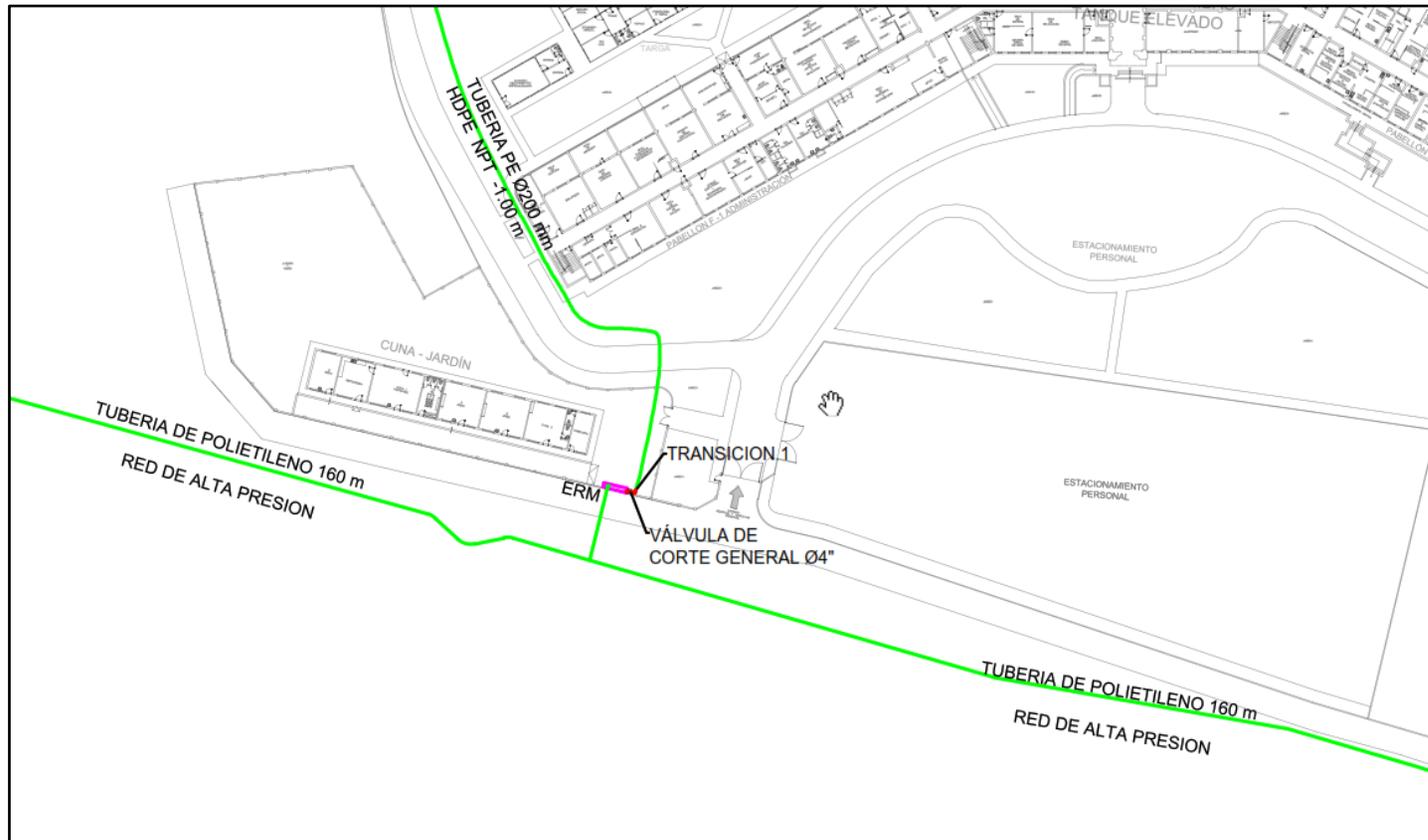
### **3.2. Diseño del recorrido de la red de tuberías, cumpliendo la normativa vigente.**

Para el diseño del recorrido de la red de tuberías se hará primero la ubicación de la estación, luego el recorrido de la red interna.

#### **Ubicación de la Estación de regulación y Medición**

NTP 111.010 (2019), la ubicación de la estación de regulación y medición deberá ser en el predio del usuario en el predio de usuario (cerca del límite de propiedad), muy próxima a la válvula de servicio (punto de entrega). El propósito es minimizar el recorrido de la tubería que lleva la presión de la red de distribución en el tramo entre la válvula de servicio y la ERPMP. El distribuidor deberá siempre tener acceso a la ERPMP para intervenir adecuadamente en caso de emergencia.

Figura 3.3 ubicación de la estación de regulación y medición

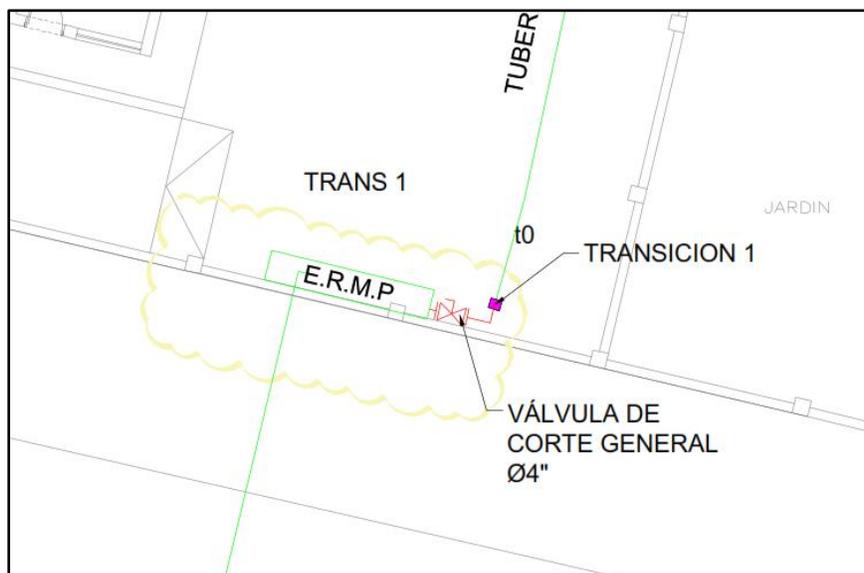


Fuente: Elaborado en base a los planos y criterios de diseño

En la figura 3.4 se muestra que hay un espacio en el límite de propiedad para la instalación de la estación cumpliendo con lo establecido por la normativa.

Asimismo, en el grafico se muestra la ubicación de la válvula de corte general, mediante el cual el cliente puede cortar el suministro a todo el hospital.

Figura 3.4 Ubicación de la válvula de corte general



Fuente: Elaborado en base a la inspección en la visita técnica

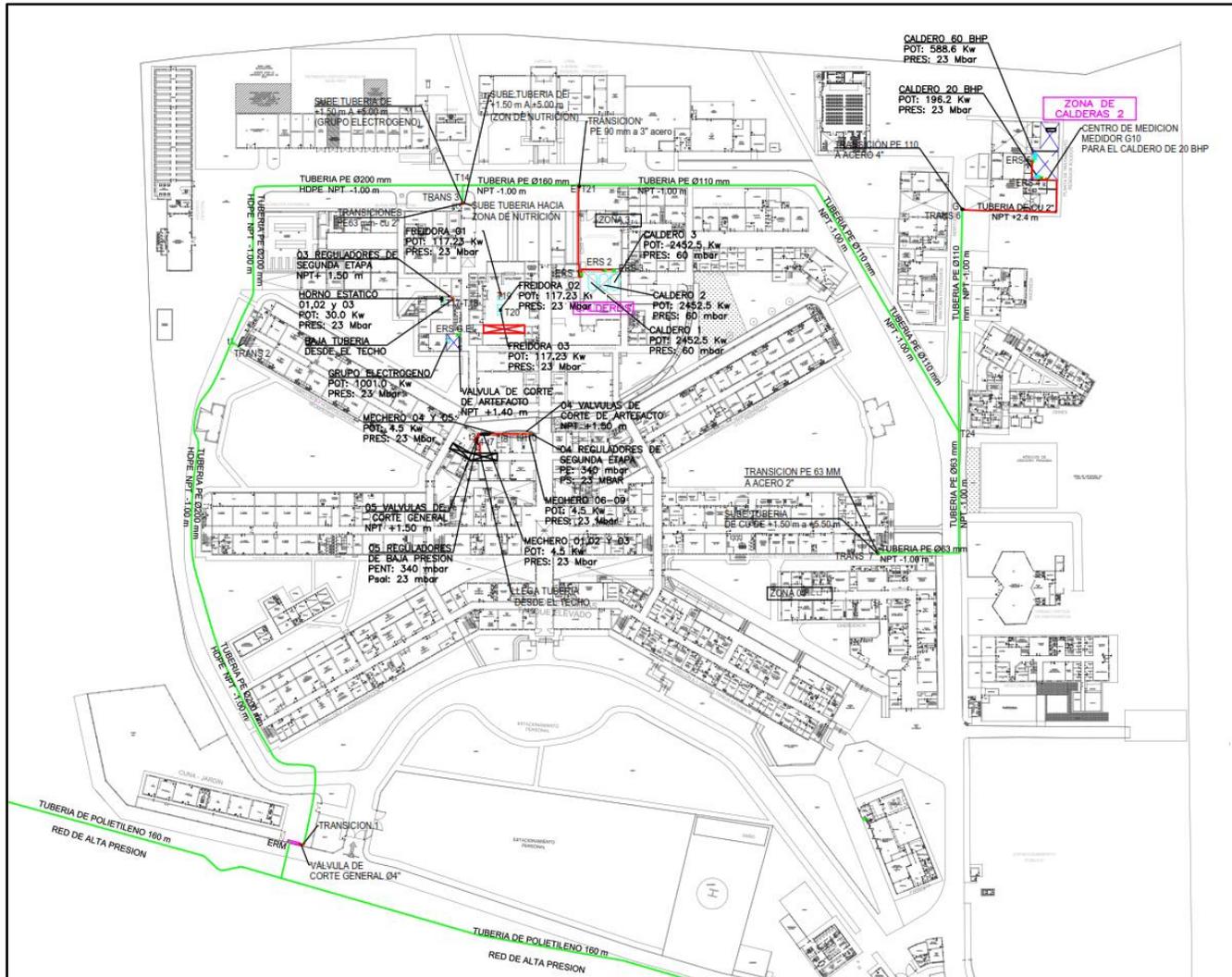
### Diseño del recorrido de las Tuberías

El recorrido se diseña teniendo en cuenta teniendo en cuenta la directiva de la concesionaria, la cual indica el cual indica que las redes de gas bajo superficie deberán instalarse en zonas exteriores a las edificaciones que no se encuentren techadas.

También se acota que las redes internas pueden ser visibles tanto de acero, o cobre, esto se seleccionará de acuerdo a los cálculos de la caída de presión.

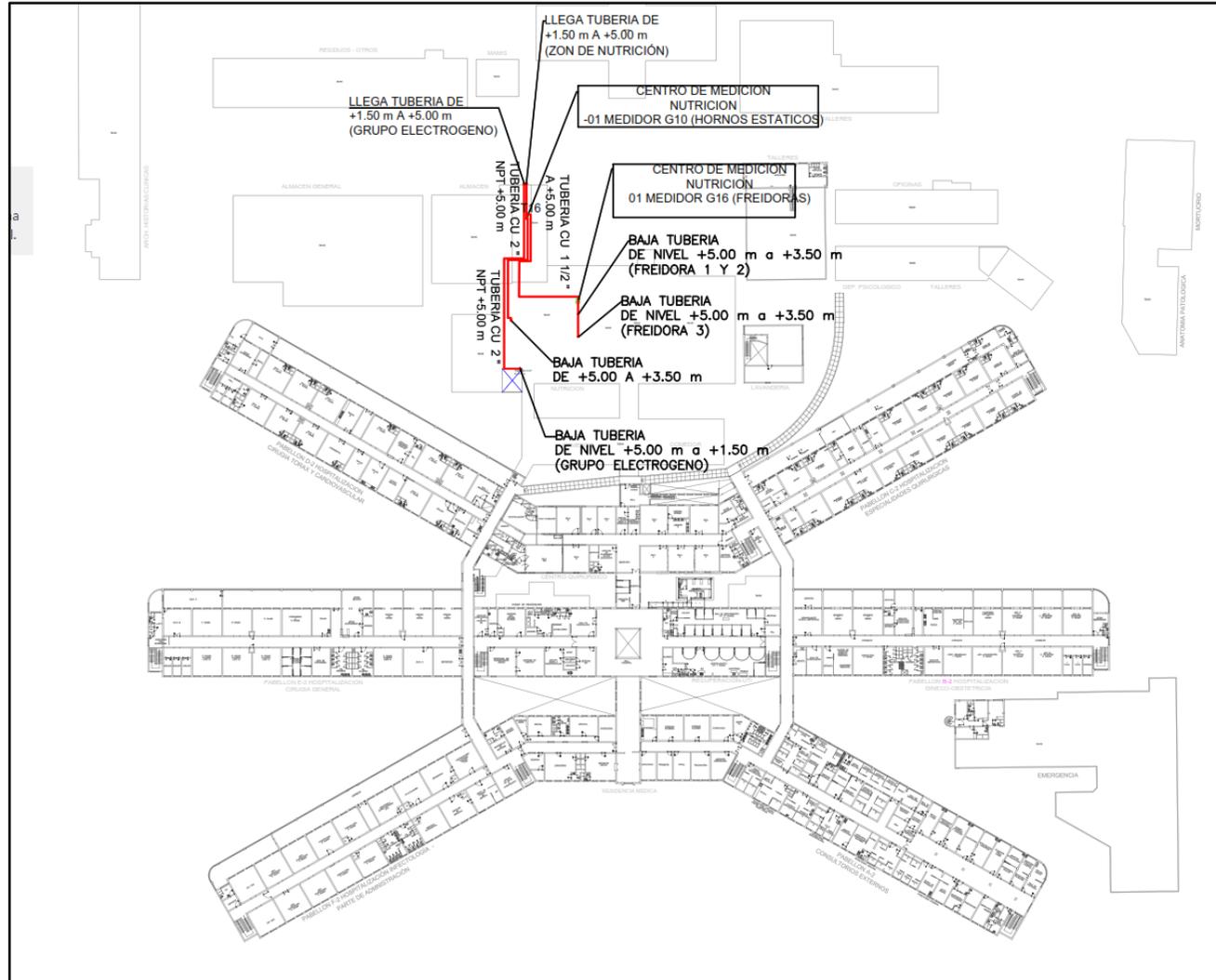
Teniendo en cuenta lo anterior se planteó el siguiente diseño.

Figura 3.5 Diseño de la red interna- Nivel 01



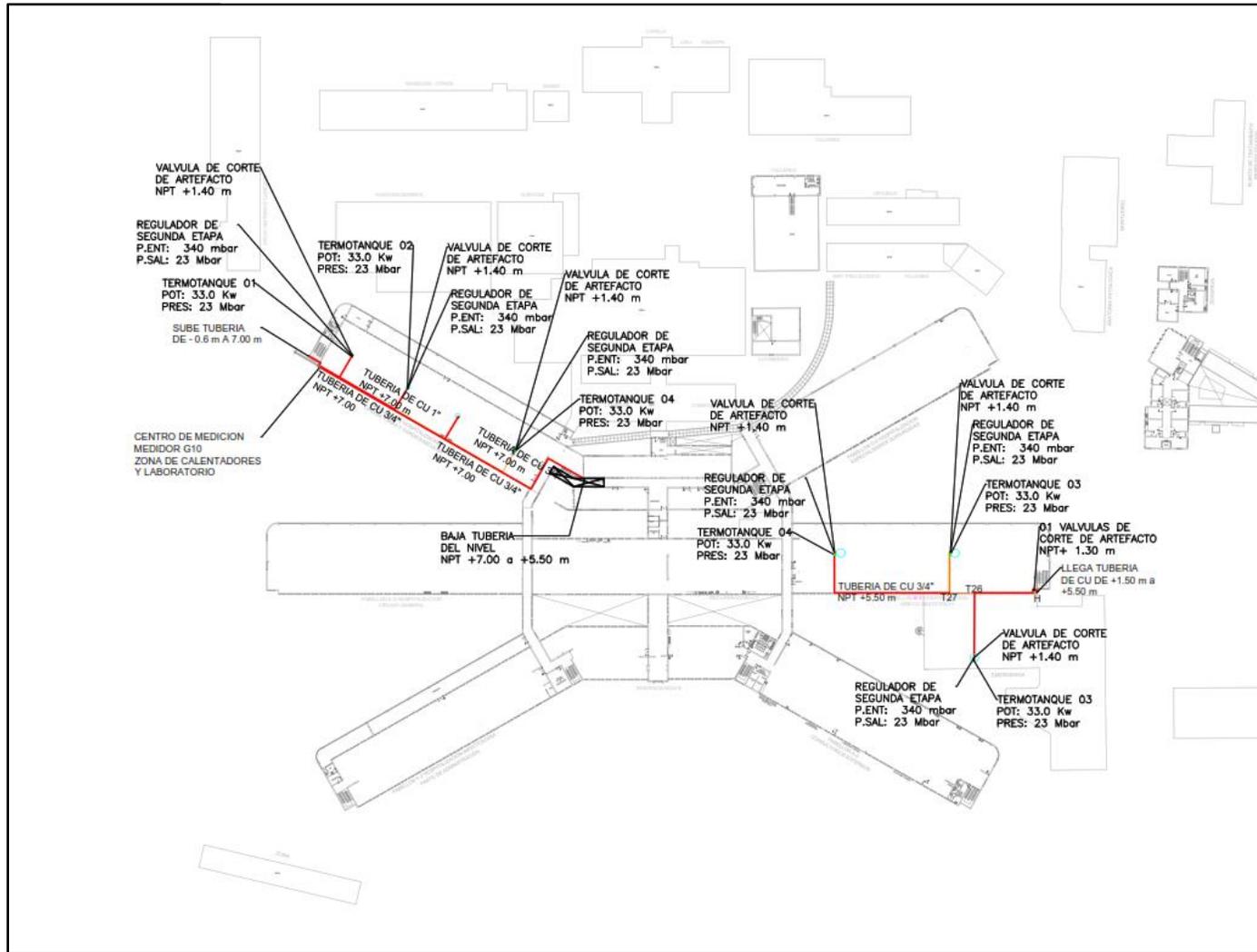
Fuente: Elaborado en base a los planos del Hospital Nacional Hipólito Unanue

Figura 3.6 Diseño de la red interna- Nivel 02



Fuente: Elaborado en base a los planos del Hospital Nacional Hipólito Unanue

Figura 3.7 Diseño de la red interna- nivel 03



Fuente: Elaborado en base a los planos del Hospital Nacional Hipólito Unanue

### 3.3. Determinar el material adecuado de tuberías según diseño

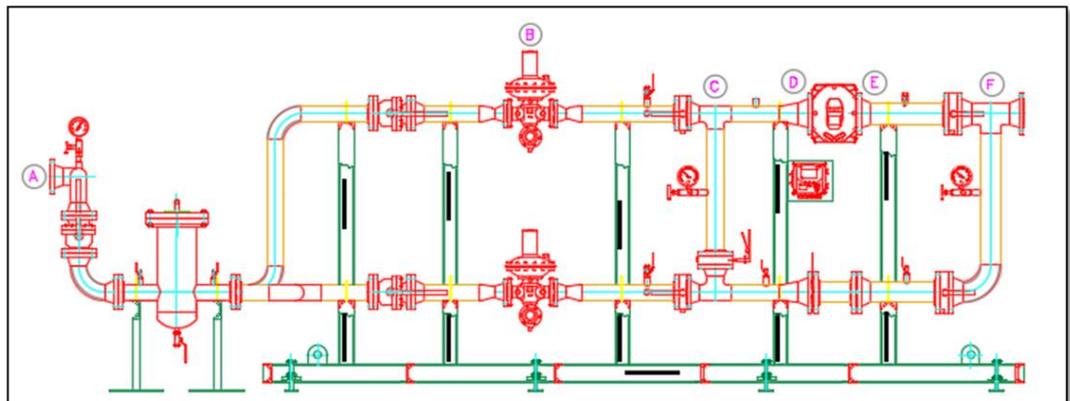
El material se seleccionará en 02 fases:

- Tuberías para la Estación de Regulación y Medición
- Tuberías para red interna.

#### Selección de tuberías para la Estación de regulación y medición

De acuerdo a las consideraciones de diseño y aplicando las ecuaciones 4 y 5 de las bases teóricas y formulando una tabla en Excel, también considerando los tramos indicados en la siguiente figura.

Figura 3.8 Plano mecánico de la Estación de Regulación y medición



Fuente: Elaborado en base a los requerimientos del Proyecto.

Los cálculos se realizarán en condiciones máximas y mínimas de presión para tener certeza de las condiciones de diseño que se puedan presentar.

Presión máxima de 5 bares y caudal máximo de 448.1 m<sup>3</sup>/hr.

Tabla 3.2 Cálculo de caída de presión (presión: 5 bar)

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm <sup>3</sup> /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO m m		VELOC. m /s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	447.2	3.06	33.45	5	4.9958	0.0042	33.00	3"	4.49	Tubería de Acero SCH40	Soldada
B-C	447.2	1.12	14.37	0.34	0.3319	0.0081	69.82	3"	20.19	Tubería de Acero SCH40	Soldada
C-D	447.2	0.53	0.53	0.331906011	0.3316	0.0003	70.03	3"	20.20	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D-E	447.2	0.27	0.99	0.331606504	0.3265	0.0052	70.04	4"	11.77	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E-F	447.2	0.86	18.24	0.326456138	0.3237	0.0028	70.18	4"	11.80	Tubería de Acero SCH40	Soldada

Fuente: Elaborado en base a los datos técnicos del proyecto

Presión mínima 1 bar y caudal máximo de 448.1 m<sup>3</sup>/hr

Tabla 3.3 Cálculo de caída de presión (Presión: 1 Bar)

PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL											
TRAMO	CAUDAL Sm <sup>3</sup> /h	LONGITUD m		PRESIONES barg		P1-P2 barg	DIAMETRO m m		VELOC. m /s	OBSERVACIONES	UNION
		real	cálculo	P1	P2		cálculo	Adop.			
A-B	447.2	3.06	33.45	5	4.9958	0.0042	33.00	3"	4.49	Tubería de Acero SCH40	Soldada
B-C	447.2	1.12	14.37	0.34	0.3319	0.0081	69.82	3"	20.19	Tubería de Acero SCH40	Soldada
C-D	447.2	0.53	0.53	0.331906011	0.3316	0.0003	70.03	3"	20.20	Tubería de Acero SCH40	Soldada
D-E	447.2	0.27	0.99	0.331606504	0.3265	0.0052	70.04	4"	11.77	Tubería de Acero SCH40	Soldada
E-F	447.2	0.86	18.24	0.326456138	0.3237	0.0028	70.18	4"	11.80	Tubería de Acero SCH40	Soldada

Fuente: Elaborado en base a los datos técnicos del proyecto

## Selección de tuberías para el sistema de distribución

### Cálculos de los diámetros para la red interna.

La red interna se calcula con la formulas 4 y 5, Los puntos indicados en los cálculos son indicados en el Plano isométrico, asimismo se selecciona los materiales de acuerdo a la presión de trabajo el diámetro seleccionado.

Tabla 3.4 caída de la presión de la red interna (parte 01)

CÁLCULOS DE RED INTERNA - MEDIA PRESION - RENOUARD CUADRATA (P > 100 mbar)														
ARTEFACTO	Tramo	L(m)	Q(M3/h)	LEquiv (m)	L total (m)	D(pig)	D(mm)	pl (mbar)	pf (mbar)	Velocidad (m/s)	lp (mbar)	OBSERVACIONES	UNION	
THERMATIQUE 4	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.653	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada	
	D-E1	0.08	15.61	3.60	6.68	Pol 63	51.400	319.283	319.095	1.59	0.188	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada	
	D1-D2	0.38	15.61	20.66	21.24	2" Sch 40	52.500	319.095	318.795	1.52	0.300	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	D2-D3	0.40	15.61	4.65	5.25	2" Cu	50.370	318.795	318.615	1.66	0.180	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D3-D4	18.06	15.61	0.70	18.76	1 1/4" Cu	32.130	318.615	316.861	4.07	1.725	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D4-D5	2.40	15.61	2.36	4.76	1" Cu	26.040	315.701	314.437	6.21	1.264	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D5-D6	6.19	11.95	1.52	7.71	1" Cu	26.040	314.437	313.176	4.76	1.261	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D6-D6.1	14.80	8.96	0.52	17.32	1" Cu	26.040	313.176	311.539	3.57	1.637	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D6.1-D6.1.1	18.90	5.97	0.52	19.42	1" Cu	26.040	311.539	310.603	2.38	0.936	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D6.1-REG	9.48	2.99	1.28	10.76	3/4" Cu	19.950	310.603	309.146	2.03	1.438	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	CAIDA DE PRESION TOTAL												14.834	
	THERMATIQUE 3	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
B-C		0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
C-D		221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.653	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada	
D-E1		0.08	15.61	3.60	6.68	Pol 63	51.400	319.283	319.095	1.59	0.188	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada	
D1-D2		0.38	15.61	20.66	21.24	2" Sch 40	52.500	319.095	318.795	1.52	0.300	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
D2-D3		0.40	15.61	4.65	5.25	2" Cu	50.370	318.795	318.615	1.66	0.180	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D3-D4		18.06	15.61	0.70	18.76	1 1/4" Cu	32.130	318.615	316.861	4.07	1.725	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D4-D5		2.40	15.61	2.36	4.76	1" Cu	26.040	315.701	314.437	6.21	1.264	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D5-D6		6.19	11.95	1.52	7.71	1" Cu	26.040	314.437	313.176	4.76	1.261	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D6-D6.1		14.80	8.96	0.52	17.32	1" Cu	26.040	313.176	311.539	3.57	1.637	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D6.1-D6.1.1		18.90	5.97	0.52	19.42	1" Cu	26.040	311.539	310.603	2.38	0.936	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D6.1-REG		9.48	2.99	1.28	10.76	3/4" Cu	19.950	310.603	310.019	2.03	0.984	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
CAIDA DE PRESION TOTAL												13.981		
THERMATIQUE 2		A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.653	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada	
	D-E1	0.08	15.61	3.60	6.68	Pol 63	51.400	319.283	319.095	1.59	0.188	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada	
	D1-D2	0.38	15.61	20.66	21.24	2" Sch 40	52.500	319.095	318.795	1.52	0.300	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	D2-D3	0.40	15.61	4.65	5.25	2" Cu	50.370	318.795	318.615	1.66	0.180	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D3-D4	18.06	15.61	0.70	18.76	1 1/4" Cu	32.130	318.615	316.861	4.07	1.725	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D4-D5	2.40	15.61	2.36	4.76	1" Cu	26.040	315.701	314.437	6.21	1.264	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D5-D6	6.19	11.95	1.52	7.71	1" Cu	26.040	314.437	313.176	4.76	1.261	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D6-D6.1	14.80	8.96	0.52	17.32	1" Cu	26.040	313.176	311.539	3.57	1.637	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	D6.1-D6.1.1	18.90	5.97	0.49	19.39	3/4" Cu	19.950	311.539	311.394	2.03	0.145	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	CAIDA DE PRESION TOTAL												12.698	
	THERMATIQUE 01	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
		B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
C-D		221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.653	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada	
D-E1		0.08	15.61	3.60	6.68	Pol 63	51.400	319.283	319.095	1.59	0.188	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada	
D1-D2		0.38	15.61	20.66	21.24	2" Sch 40	52.500	319.095	318.795	1.52	0.300	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
D2-D3		0.40	15.61	4.65	5.25	2" Cu	50.370	318.795	318.615	1.66	0.180	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D3-D4		18.06	15.61	0.70	18.76	1 1/4" Cu	32.130	318.615	316.861	4.07	1.725	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D4-D5		2.40	15.61	2.36	4.76	1" Cu	26.040	315.701	314.437	6.21	1.264	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D5-D6		6.19	11.95	1.52	7.71	1" Cu	26.040	314.437	313.176	4.76	1.261	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D6-D6.1		14.80	8.96	0.52	17.32	1" Cu	26.040	313.176	311.539	3.57	1.637	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
D6.1-D6.1.1		18.90	5.97	0.49	19.39	3/4" Cu	19.950	311.539	311.394	2.03	0.145	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
CAIDA DE PRESION TOTAL												11.408		

Fuente: Elaborado en base a los datos obtenidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

Tabla 3.5 Caída de la presión de la red interna (parte 02)

ARTEFACTO	Tramo	L(m)	Q(M3/h)	LEquiv (m)	L total (m)	D(pig)	D(mm)	pl (mbar)	pf (mbar)	Velocidad (m/s)	lp (mbar)	OBSERVACIONES	UNION
MECHERO 01-05	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.653	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada
	D-E1	0.08	15.61	3.60	6.68	Pol 63	51.400	319.283	319.095	1.59	0.188	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada
	D1-D2	0.38	15.61	20.66	21.24	2" Sch 40	52.500	319.095	318.795	1.52	0.300	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	D2-D3	0.40	15.61	4.65	5.25	2" Cu	50.370	318.795	318.615	1.66	0.180	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	D3-D4	18.06	15.61	0.70	18.76	1 1/4" Cu	32.130	318.615	316.861	4.07	1.725	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	D4-D5	2.40	15.61	2.36	4.76	1" Cu	26.040	315.701	314.437	6.21	1.264	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	D5-D6	6.19	11.95	1.52	7.71	1" Cu	26.040	314.437	313.176	4.76	1.261	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	D6-D6.1	14.80	8.96	0.52	17.32	1" Cu	26.040	313.176	311.539	3.57	1.637	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	D6.1-D6.1.1	18.90	5.97	0.49	19.39	3/4" Cu	19.950	311.539	307.880	2.50	0.557	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	D6.1-REG	9.48	2.99	1.28	10.76	3/4" Cu	19.950	307.880	307.421	1.99	0.299	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	CAIDA DE PRESION TOTAL												16.371
	MECHERO 9	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40
B-C		0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
C-D		221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.653	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada
D-E1		0.08	15.61	3.60	6.68	Pol 63	51.400	319.283	319.095	1.59	0.188	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada
D1-D2		0.38	15.61	20.66	21.24	2" Sch 40	52.500	319.095	318.795	1.52	0.300	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
D2-D3		0.40	15.61	4.65	5.25	2" Cu	50.370	318.795	318.615	1.66	0.180	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
D3-D4		18.06	15.61	0.70	18.76	1 1/4" Cu	32.130	318.615	316.861	4.07	1.725	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
D4-D5		2.40	15.61	2.36	4.76	1" Cu	26.040	315.701	314.437	6.21	1.264	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
D5-D6		6.19	11.95	1.52	7.71	1" Cu	26.040	314.437	313.176	4.76	1.261	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
D6-D6.1		14.80	8.96	0.52	17.32	1" Cu	26.040	313.176	311.539	3.57	1.637	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
D6.1-D6.1.1		18.90	5.97	0.49	19.39	3/4" Cu	19.950	311.539	307.880	2.50	0.557	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
D6.1-REG		9.48	2.99	1.28	10.76	3/4" Cu	19.950	307.880	307.421	1.99	0.299	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
CAIDA DE PRESION TOTAL												16.832	
MECHERO 8		A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.653	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada
	D-E1	0.08	15.61	3.60	6.68	Pol 63	51.400	319.283	319.095	1.59	0.188	Tuberia de PE SDR 11	Electrosoldada
	D1-D2	0.38	15.61	20.66	21.24	2" Sch 40	52.500	319.095	318.795	1.52	0.300	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	D2-D3	0.40	15.61	4.65	5.25	2" Cu	50.370	318.795	318.615	1.66	0.180	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	D3-D4	18.06	15.61	0.70	18.76	1 1/4" Cu	32.130	318.615	316.861	4.07	1		

Tabla 3.6 Caída de la presión de la red interna(parte 03)

ARTEFACTO	Tramo	L(m)	Q(M3/h)	L(Equiv) (m)	L total (m)	D(pulg)	D(mm)	pi (mbar)	pf (mbar)	Velocidad (m/s)	ip (mbar)	OBSERVACIONES	UNION
HORNIO ESTÁTICO 01	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	523.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	4" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 300	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 300	163.600	319.283	317.389	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	E-F	1.23	432.49	9.29	10.32	Pol 140	179.850	317.389	316.711	6.91	0.328	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	F-1	6.10	130.54	6.25	12.35	Pol 110	89.300	316.711	316.213	4.41	0.498	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	F1-F2	0.94	130.54	7.16	8.10	4" Sch 40	102.260	316.213	315.960	3.37	0.253	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	F2-F3	1.94	130.54	20.64	22.62	2" Sch 40	52.500	315.960	307.011	12.85	8.949	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	F3-F4	1.57	130.54	2.55	4.12	1 1/2" Cu	38.240	307.011	299.431	24.37	7.580	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4-F4.2	0.55	39.77	1.80	2.35	1" Cu	26.040	299.431	296.433	16.12	2.998	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-F4.2.1	1.20	8.14	1.60	2.80	1" Cu	26.040	296.433	296.107	3.29	0.326	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2.1-F4.2.2	34.12	8.14	1.60	35.72	1" Cu	26.040	296.107	293.332	3.29	2.775	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2.2-REG	0.15	2.71	1.28	1.43	3/4" Cu	19.950	293.332	293.162	1.87	0.169	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>												
<b>30.838</b>													
FREDORA 03	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	523.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	4" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 300	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 300	163.600	319.283	317.389	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	E-F	1.23	432.49	9.29	10.32	Pol 140	179.850	317.389	316.711	6.91	0.328	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	F-1	6.10	130.54	6.25	12.35	Pol 110	89.300	316.711	316.213	4.41	0.498	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	F1-F2	0.94	130.54	7.16	8.10	4" Sch 40	102.260	316.213	315.960	3.37	0.253	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	F2-F3	1.94	130.54	20.64	22.62	2" Sch 40	52.500	315.960	307.011	12.85	8.949	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	F3-F4	1.57	130.54	2.55	4.12	1 1/2" Cu	38.240	307.011	299.431	24.37	7.580	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4-F4.2	0.55	39.77	1.80	2.35	1" Cu	26.040	299.431	296.433	16.12	2.998	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-F4.2.1	37.43	31.83	2.55	39.98	1 1/2" Cu	38.240	296.433	292.948	5.97	5.680	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-F4.2.2	4.90	21.22	2.24	7.14	1 1/4" Cu	32.130	292.948	291.748	5.64	1.220	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-REG	7.74	10.61	1.60	9.34	1" Cu	26.040	291.748	290.303	4.35	2.485	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>												
<b>33.497</b>													
FREDORA 02	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	523.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	4" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 300	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 300	163.600	319.283	317.389	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	E-F	1.23	432.49	9.29	10.32	Pol 140	179.850	317.389	316.711	6.91	0.328	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	F-1	6.10	130.54	6.25	12.35	Pol 110	89.300	316.711	316.213	4.41	0.498	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	F1-F2	0.94	130.54	7.16	8.10	4" Sch 40	102.260	316.213	315.960	3.37	0.253	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	F2-F3	1.94	130.54	20.64	22.62	2" Sch 40	52.500	315.960	307.011	12.85	8.949	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	F3-F4	1.57	130.54	2.55	4.12	1 1/2" Cu	38.240	307.011	299.431	24.37	7.580	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4-F4.2	0.55	39.77	1.80	2.35	1" Cu	26.040	299.431	296.433	16.12	2.998	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-F4.2.1	37.43	31.83	2.55	39.98	1 1/2" Cu	38.240	296.433	292.948	5.97	5.680	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-F4.2.2	4.90	21.22	2.24	7.14	1 1/4" Cu	32.130	292.948	291.748	5.64	1.220	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-REG	2.23	10.61	1.60	4.10	1" Cu	26.040	291.748	291.137	4.35	0.611	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>												
<b>32.863</b>													
FREDORA 01	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	523.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	4" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 300	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 300	163.600	319.283	317.389	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	E-F	1.23	432.49	9.29	10.32	Pol 140	179.850	317.389	316.711	6.91	0.328	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	F-1	6.10	130.54	6.25	12.35	Pol 110	89.300	316.711	316.213	4.41	0.498	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida
	F1-F2	0.94	130.54	7.16	8.10	4" Sch 40	102.260	316.213	315.960	3.37	0.253	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	F2-F3	1.94	130.54	20.64	22.62	2" Sch 40	52.500	315.960	307.011	12.85	8.949	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	F3-F4	1.57	130.54	2.55	4.12	1 1/2" Cu	38.240	307.011	299.431	24.37	7.580	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4-F4.2	0.55	39.77	1.80	2.35	1" Cu	26.040	299.431	296.433	16.12	2.998	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-F4.2.1	37.43	31.83	2.55	39.98	1 1/2" Cu	38.240	296.433	292.948	5.97	5.680	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-F4.2.2	4.90	21.22	2.24	7.14	1 1/4" Cu	32.130	292.948	291.748	5.64	1.220	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	F4.2-REG	2.23	10.61	1.60	4.10	1" Cu	26.040	291.748	291.137	4.35	0.611	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte
	<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>												
<b>32.855</b>													

Fuente: Elaborado en base a los datos obtenidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

Tabla 3.7 Caída de la presión de la red interna (parte 04)

ARTEFACTO	Tramo	L(m)	Q(M3/h)	L(Equiv) (m)	L total (m)	D(pulg)	D(mm)	pi (mbar)	pf (mbar)	Velocidad (m/s)	ip (mbar)	OBSERVACIONES	UNION	
MECHERO 4	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	523.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	4" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 300	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 300	163.600	319.283	317.389	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
	E-F	1.23	432.49	9.29	10.32	Pol 140	179.850	317.389	316.711	6.91	0.328	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
	F-1	6.10	130.54	6.25	12.35	Pol 110	89.300	316.711	316.213	4.41	0.498	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
	F1-F2	0.94	130.54	7.16	8.10	4" Sch 40	102.260	316.213	315.960	3.37	0.253	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	F2-F3	1.94	130.54	20.64	22.62	2" Sch 40	52.500	315.960	307.011	12.85	8.949	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	F3-F4	1.57	130.54	2.55	4.12	1 1/2" Cu	38.240	307.011	299.431	24.37	7.580	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	F4-F4.2	0.55	39.77	1.80	2.35	1" Cu	26.040	299.431	296.433	16.12	2.998	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	F4.2-F4.2.1	37.43	31.83	2.55	39.98	1 1/2" Cu	38.240	296.433	292.948	5.97	5.680	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	F4.2-F4.2.2	4.90	21.22	2.24	7.14	1 1/4" Cu	32.130	292.948	291.748	5.64	1.220	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	F4.2-REG	2.23	10.61	1.60	4.10	1" Cu	26.040	291.748	291.137	4.35	0.611	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>													
<b>14.525</b>														
GRUPO ELECTROGENO	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	523.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	4" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 300	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 300	163.600	319.283	317.389	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
	E-F	1.23	432.49	9.29	10.32	Pol 140	179.850	317.389	316.711	6.91	0.328	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
	F-1	6.10	130.54	6.25	12.35	Pol 110	89.300	316.711	316.213	4.41	0.498	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
	F1-F2	0.94	130.54	7.16	8.10	4" Sch 40	102.260	316.213	315.960	3.37	0.253	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	F2-F3	1.94	130.54	20.64	22.62	2" Sch 40	52.500	315.960	307.011	12.85	8.949	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
	F3-F4	1.57	130.54	2.55	4.12	1 1/2" Cu	38.240	307.011	299.431	24.37	7.580	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	F4-ES (GRUPO)	52.30	20.59	3.25	55.45	2" Cu	50.300	304.383	290.741	9.81	13.862	Tuberia de cobre	Soldadura fuerte	
	<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>													
	<b>33.229</b>													
	HORNIO ESTÁTICO 03	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	523.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
		B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	4" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
C-D		221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 300	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
D-E		118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 300	163.600	319.283	317.389	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
E-F		1.23	432.49	9.29	10.32	Pol 140	179.850	317.389	316.711	6.91	0.328	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
F-1		6.10	130.54	6.25	12.35	Pol 110	89.300	316.711	316.213	4.41	0.498	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundida	
F1-F2		0.94	130.54	7.16	8.10	4" Sch 40	102.260	316.213	315.960	3.37	0.253	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
F2-F3		1.94	130.54	20.64	22.62	2" Sch 40	52.500</							

Tabla 3.8 Caída de la presión de la red interna (parte 05)

ARTEFACTO	Tromo	L(m)	Q(M3/h)	L(Equiv) (m)	L total (m)	D(plg)	D(mm)	pi (mbar)	pf (mbar)	Velocidad (m/s)	ip (mbar)	OBSERVACIONES	UNION
CALDERO 250 BHP(3)	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 200	163.600	319.283	317.289	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	E-F	1.23	432.49	9.09	10.32	Pol 160	129.850	317.289	316.711	6.91	0.578	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	F-G	37.84	301.93	9.09	47.93	Pol 160	129.850	316.711	315.517	4.83	1.193	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	G-H	169.00	79.98	9.09	178.09	Pol 160	129.850	315.517	315.030	1.28	0.487	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	H-I	8.03	71.02	7.16	15.19	4" Sch 40	102.260	302.815	302.815	7.34	12.213	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I1	0.53	71.02	7.16	7.69	4" Sch 40	102.260	302.815	302.654	1.85	0.141	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I2	0.40	71.02	20.66	21.06	2" Sch 40	50.370	299.796	294.135	7.67	5.661	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I3	31.40	17.76	3.25	34.65	2" Cu	50.370	299.797	294.379	7.67	5.661	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-ERS 3	16.96	53.27	3.25	20.21	2" Cu	50.370	294.139	292.112	5.76	2.027	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>										<b>17.850</b>			
CALDERO 250 BHP(2)	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 200	163.600	319.283	317.289	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	E-F	1.23	432.49	9.09	10.32	Pol 160	129.850	317.289	316.711	6.91	0.578	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	F-G	37.84	301.93	9.09	46.93	Pol 160	129.850	316.711	315.517	4.83	1.193	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	G-H	169.00	79.98	9.09	178.09	Pol 160	129.850	315.517	315.030	1.28	0.487	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	H-I	8.03	71.02	7.16	15.19	4" Sch 40	102.260	302.815	302.815	7.34	12.213	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I1	0.53	71.02	7.16	7.69	4" Sch 40	102.260	302.815	302.654	1.85	0.141	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I2	0.40	71.02	20.66	21.06	2" Sch 40	50.370	299.796	294.135	7.67	5.661	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-ERS 2	2.00	221.95	3.46	7.46	3" Sch 40	77.930	305.319	304.053	9.94	1.266	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>										<b>17.847</b>		
CALDERO 250 BHP(1)	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 200	163.600	319.283	317.289	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	E-F	1.23	432.49	9.09	10.32	Pol 160	129.850	317.289	316.711	6.91	0.578	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	F-G	37.84	301.93	9.09	46.93	Pol 160	129.850	316.711	315.517	4.83	1.193	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	G-H	169.00	79.98	9.09	178.09	Pol 160	129.850	315.517	315.030	1.28	0.487	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	H-I	8.03	71.02	7.16	15.19	4" Sch 40	102.260	302.815	302.815	7.34	12.213	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I1	0.53	71.02	7.16	7.69	4" Sch 40	102.260	302.815	302.654	1.85	0.141	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I2	0.40	71.02	20.66	21.06	2" Sch 40	50.370	299.796	294.135	7.67	5.661	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-ERS 1	5.40	221.95	3.46	8.86	3" Sch 40	77.930	307.440	306.305	9.92	1.357	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>										<b>17.888</b>		

Fuente: Elaborado en base a los datos obtenidos del Hospital Nacional Hipólito Unanue.

Tabla 3.9 cálculo de caída de presión (parte 06)

ARTEFACTO	Tromo	L(m)	Q(M3/h)	L(Equiv) (m)	L total (m)	D(plg)	D(mm)	pi (mbar)	pf (mbar)	Velocidad (m/s)	ip (mbar)	OBSERVACIONES	UNION
CALDERO 20 BHP	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 200	163.600	319.283	317.289	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	E-F	1.23	432.49	9.09	10.32	Pol 160	129.850	317.289	316.711	6.91	0.578	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	F-G	37.84	301.93	9.09	47.93	Pol 160	129.850	316.711	315.514	4.83	1.197	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	G-H	169.00	79.98	9.09	178.09	Pol 160	129.850	315.514	315.027	1.28	0.487	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	H-I	8.03	71.02	3.80	84.40	Pol 43	51.400	315.027	302.811	7.37	12.215	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	I-I1	0.40	71.02	7.16	7.16	4" Sch 40	102.260	315.514	315.514	4.83	1.197	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I2	0.40	71.02	20.66	21.06	2" Sch 40	50.370	302.450	299.796	7.03	2.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	I-I3	31.40	17.76	3.25	34.65	2" Cu	50.370	299.796	294.135	7.67	5.661	Tuberia de Cu	Soldadura fuerte
	I-ERS 4	1.75	17.76	3.25	5.00	2" Cu	50.370	293.944	293.762	1.92	0.181	Tuberia de Cu	Soldadura fuerte
<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>										<b>30.238</b>			
TERMOTANQUE 07	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 200	163.600	319.283	317.289	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	E-F	1.23	432.49	9.09	10.32	Pol 160	129.850	317.289	316.711	6.91	0.578	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	F-G	37.84	301.93	9.09	47.93	Pol 160	129.850	316.711	315.514	4.83	1.197	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	G-H	169.00	79.98	9.09	178.09	Pol 160	129.850	315.514	315.027	1.28	0.487	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	H-I	75.92	8.96	3.60	79.52	Pol 43	51.400	315.027	314.639	0.91	0.387	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	K-L	0.43	8.96	22.66	23.11	2" Sch 40	50.370	314.639	314.421	0.88	0.189	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	K-L	0.43	8.96	3.25	3.68	2" Cu	50.370	314.421	314.312	0.95	0.139	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	L-M	6.40	8.96	2.24	8.64	1 1/4" Cu	32.130	314.312	313.912	2.34	0.399	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	M-N	20.25	8.96	1.60	21.85	1" Cu	26.040	313.912	311.881	3.57	2.052	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
N-O	7.10	5.97	1.40	8.70	1" Cu	26.040	311.881	311.393	2.38	0.488	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
O-REC	30.90	2.99	1.28	32.18	3/4" Cu	19.950	311.393	309.893	2.03	1.500	Tuberia de acero SCH 40	Soldada	
<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>										<b>14.197</b>			
TERMOTANQUE 04	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	B-C	0.69	448.10	14.19	14.88	8" Sch 40	202.720	323.146	322.936	2.92	0.210	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	C-D	221.20	448.10	9.82	231.02	Pol 200	163.600	322.936	319.283	4.50	3.633	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	D-E	118.80	432.49	11.45	130.25	Pol 200	163.600	319.283	317.289	4.35	1.994	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	E-F	1.23	432.49	9.09	10.32	Pol 160	129.850	317.289	316.711	6.91	0.578	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	F-G	37.84	301.93	9.09	47.93	Pol 160	129.850	316.711	315.514	4.83	1.197	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	G-H	169.00	79.98	9.09	178.09	Pol 160	129.850	315.514	315.027	1.28	0.487	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	H-I	75.92	8.96	3.60	79.52	Pol 43	51.400	315.027	314.639	0.91	0.387	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	K-L	0.43	8.96	22.66	23.11	2" Sch 40	50.370	314.639	314.421	0.88	0.189	Tuberia de PE SDR 11	Electrofundido
	K-L	0.43	8.96	3.25	3.68	2" Cu	50.370	314.421	314.312	0.95	0.139	Tuberia de acero SCH 40	Soldada
	L-M	6.40	8.96	2.24	8.64	1 1/4" Cu	32.130	314.312	313.912	2.34	0.399	Tuberia de Cu	Soldadura fuerte
	M-N	20.25	8.96	1.60	21.85	1" Cu	26.040	313.912	311.881	3.57	2.052	Tuberia de Cu	Soldadura fuerte
N-O	7.10	5.97	1.40	8.70	1" Cu	26.040	311.881	311.393	2.38	0.488	Tuberia de Cu	Soldadura fuerte	
O-REC	13.20	2.99	1.28	14.48	3/4" Cu	19.950	311.393	310.620	2.03	1.743	Tuberia de Cu	Soldadura fuerte	
<b>CAIDA DE PRESION TOTAL</b>										<b>13.350</b>			
TERMOTANQUE 05	A-B	1.87	448.10	3.07	4.94	4" Sch 40	102.260	324.000	323.146	11.49	0.854	Tuberia de acero SCH 40	Sold

### 3.4. Determinación del sistema de regulación y medición de acuerdo a las normativas vigentes.

#### Sistema de regulación y medición de primera etapa

#### Calculo y selección del medidor

La selección del medidor se basa en la ecuación 2, para el proyecto las condiciones de trabajo serán las siguientes:

$$\begin{aligned}P_{e_{min}} &= 0.340 \text{ mbar} \\T &= 19 \text{ }^{\circ}\text{C} \\P_{atm} &= 1.01325 \text{ bar} \\T_{st} &= 273.15^{\circ}\text{C} \\P_{st} &= 1.01325\text{bar} \\Q_{st} \text{ Autorizado} &= 500 \text{ Sm}^3/\text{h} \\V_a &= X \text{ m}^3/\text{h}\end{aligned}$$

Desarrollando las fórmulas tenemos:

$$V_a \text{ autorizado} = 378.915 \frac{\text{m}^3}{\text{h}}$$

De acuerdo a las tablas de caudales para los medidores tipo G tenemos:

Tabla 3.10 Capacidad máxima de los medidores

$Q_{max}$ actual (m <sup>3</sup> /h)	Clasificación G
40	G 25
65	G 40
100	G 65
160	G 100
250	G 160
400	G 250
650	G 400
1,000	G 650
1,600	G 1000
2,500	G 1600
4,000	G 2500

Fuente: Elaborado en base a los folletos técnicos de los medidores industriales PIETRO FIORENTINI

El medidor seleccionado es un G 250 de 4" S-150 – Rotativo

### **Cálculo del espesor de las tuberías**

Para el cálculo de resistencia de tuberías, usamos la ecuación 3 indicada en las bases teóricas.

El análisis se realizará en tres tramos:

- a) Antes de la regulación (P=1- 5 bar)
- b) Después de la regulación (P= 340 mbar)
- c) Después de medidor rotativo (Para evitar el exceso de velocidad)

### **Antes de la regulación**

P<sub>max.</sub> de diseño = 5 bares

D<sub>min.</sub> Adoptado = 3" pulgadas

S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 Psi

E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura =1

F según clase de localidad asignada = 0.4

T para temperaturas menores a 250 °F = 1

Calculando para el tramo de 3”:

$$t = \frac{3 \times 14.7 \times 5}{2 \times 35000 \times 1 \times 0.4 \times 1}$$

$$t = 0.0079 \text{ pulgadas}$$

$$t = 0.200 \text{ mm}$$

Tabla 3.11 selección del espesor antes de la regulación

<b>Espesor calculado</b>	<b>Espesor adoptado</b>
t = 0.200 mm	t = 5.49 mm

Fuente: Elaborado en base a las fichas técnicas de acero SCH40

Este espesor t= 5.49 mm le corresponde a un espesor de la tubería de acero SCH 40 DE 3”

Después de la regulación:

Pmax. de regulada = 0.340 bares

Dmin. Adoptado = 3” pulgadas

S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 Psi

E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1

F según clase de localidad asignada = 0.4

T para temperaturas menores a 250 °F = 1

Calculando para el tramo de 4”:

$$t = \frac{3 \times 14.7 \times 0.34}{2 \times 35000 \times 1 \times 0.4 \times 1}$$

$$t = 0.000535 \text{ pulgadas}$$

$$t = 0.0135 \text{ mm}$$

Tabla 3.12 Selección del espesor después de la regulación

<b>Espesor calculado</b>	<b>Espesor adoptado</b>
t = 0.0135 mm	t = 5.49 mm (3")

Fuente: Elaborado en base a las fichas técnicas de acero SCH40

Después de la Etapa de medición:

Pmax. de regulada = 0.34 bares

Dmin. Adoptado = 4” pulgadas

S para tuberías de material ASTM 106 Grd. B = 35000 Psi

E según tabla de ASME para materiales ASTM 106 sin costura = 1

F según clase de localidad asignada = 0.4

T para temperaturas menores a 250 °F = 1

Calculando para el tramo de 4”:

$$t = \frac{4 \times 14.7 \times 0.34}{2 \times 35000 \times 1 \times 0.4 \times 1}$$

$$t = 0.000714 \text{ pulgadas}$$

$$t = 0.0181 \text{ mm}$$

Tabla 3.13 selección del espesor después de la regulación

<b>Espesor calculado</b>	<b>Espesor adoptado</b>
t = 0.181 mm	t = 6.02 mm (4")

Fuente: Elaborado en base a las fichas técnicas de acero SCH40

Teniendo los datos de trabajo del proyecto, se tendrá el la siguiente tabla:

Tabla 3.14. Presión de bloqueo de regulador

<b>Item</b>	<b>Descripción</b>	<b>Valor Actual</b>
1	Presión de diseño	5 bares
2	Presion de entrada máxima	5 bares
3	Presión de entrada mínima	1 bares
4	Caudal Autorizado	447.2 Sm <sup>3</sup> /h
5	Presión regulada	0.34 bares

Fuente: Elaborado en base a los datos técnicos de los equipos de Hospital Nacional Hipólito Unanue

Con estos datos ingresamos al programa Sizing on-line de Pietro Fiorentini del cual obtenemos los siguientes datos.

Figura 3.9 Especificaciones técnicas del regulador Dival 600

Pietro Fiorentini		PRESSURE REGULATOR CALCULATION SHEET		Name: 1239050 - 2022/11/24 17:29:4
<b>Input Values</b>				
Fluid		<b>Natural Gas</b>		
Flow rate	Q	500	Stm3/h	
Inlet pressure max.	Pumax	5	bar	
Inlet pressure norm.	Punorm	1	bar	
Inlet pressure min.	Pumin	1	bar	
Outlet pressure max.	Pdmax	340	mbar	
Outlet pressure min.	Pdmin	340	mbar	
Gas specific gravity [air = 1]	d	0.61		
Required outlet gas temperature	td	5	°C	
Selected regulator model		Dival 600		
Selected regulator size		50	mm	
Selected regulator size (inch)		2.0		
Incorpored silencer		No		
Incorpored monitor		No		
Incorpored Slam shut-down		Yes		
Selected downstream pipe diameter	DNpa	2.50	inch	
Selected downstream pipe thickness	tha	5.16	mm	
Type of head		TR		
<b>Output Values</b>				
Standard flow rate	Qs	500	Stm3/h	
Mass flow rate	Qm	373	kg/h	
Density	pu	0.76	kg/m3	
Minimum required inlet gas temp.	tu	8.08	°C	
Max gas velocity at outlet regulator flange	vd	50.99	m/s	
Mean velocity in downstream pipe	vp	32.83	m/s	
Pressure drop across regulator in full opening position	dp	0.28	bar	
Regulator maximum flow rate	Qmax	565	Stm3/h	
Selected Regulator CG	Cg	811		
<b>Noise</b>				
Max noise level	LPAmx	64.70	dBA	
Norm noise level	LPAmx	65.21	dBA	
Min noise level	LPAmx	65.21	dBA	

Fuente: Elaborado por el proveedor PIETRO FIORENTINI

De donde se nota que el regulador tiene una capacidad máxima de 565 Sm3/hr, lo cual es suficiente para cubrir la demanda del hospital.

### Selección de válvula de bloqueo (Según S-DIO-049)

EI BLOQUEO POR SOBREPRESIÓN según especificación técnica S-DIO-049 para válvulas de bloqueo por sobrepresión hasta 0.340”mbar será hasta el 20% por encima de la presión regulada. Para la Empresa en mención tenemos:

Tabla 3.15 Selección de válvula de bloqueo

Presión regulada	Presión de bloqueo por sobrepresión
Pr = 0.340 bar	P bloqueo= 0.408 bar

Fuente: Elaborado en base a los requerimientos de la válvula de bloqueo

El bloqueo seleccionado tiene un sistema de bloqueo reseteable manualmente y cumple con las siguientes características. Además, esta válvula de bloqueo tiene una presión máxima de entrada de 20 bares y un rango de bloqueo de 0.02 a 4.5. de bloqueo

#### DIVAL 600 - CON BLOQUEO INCORPORADO

#### Selección de reguladores de segunda etapa

Se seleccionaron los reguladores teniendo en cuenta el siguiente cuadro

Tabla 3.16 Selección de reguladores de segunda etapa

	Potencia (kw)	caudal (m3/hr)	presión de entrada (mbar)	Presión de salida (mbar)	regulador correspondiente
Termotanque	33.00	2.99	340	23	REGULADOR HUMCAR B6
Mechero	4.50	0.41	340	23	REGULADOR HUMCAR B6
horno estatico	30.00	2.71	340	23	REGULADOR HUMCAR B6
Grupo electrogeno	1,001.00	90.59	340	80-120	REGULADOR ESKA
caldero 250 BHP	2,452.50	221.95	340	80-120	REGULADOR GASTECH
FREIDORA	117.23	10.61	340	23	REGULADOR HUMCAR B30
CALDERO 20 BHP	196.20	17.76	340	80-120	REGULADOR ESKA
Caldero 60 BHP	588.60	53.27	340	80-120	REGULADOR ESKA

Fuente: Elaborado en base a los datos técnicos de los equipos de Hospital Nacional Hipólito Unanue

### 3.5. Determinar el ahorro generado por el consumo de gas natural de la caldera de 250 BHP

Se selecciono este equipo al ser el único equipo que consume Diesel y este mismo equipo funciona por prolongados tiempos y se turna con otras calderas que también consumen Diesel y también del cuadro de cargas (tabla 3.1) se puede obtener la siguiente tabla.

Tabla 3.17 Cuadro de Potencias nominales

Equipo	Potencia (KW)
Termotanque	33
mechero	4.5
Horno estatico	30
Grupo electrogeno	1001
Caldero 250 BHP	2452.5
FREIDORA	117.23
CALDERO 20 BHP	196.2
CALDERO 60 BHP	588.6

Fuente: Elaborado en base a los datos técnicos de los equipos de Hospital Nacional Hipólito Unanue

Para una significativa comparación de consumos, trabajaremos con la caldera de 250 BHP, por ser la que tiene registros por parte jefe de mantenimiento.

#### **Costo mensual por consumo de Diesel.**

Según el reporte del área de mantenimiento

El consumo del Diesel es: 12000 galones al mes

El costo del Diesel es: s/. 15.9 por gl.

Entonces el costo mensual viene dado por:

$$12000 \frac{gl}{mes} \times \frac{s/. 15.9}{gl} = \frac{s/. 190800}{mes}$$

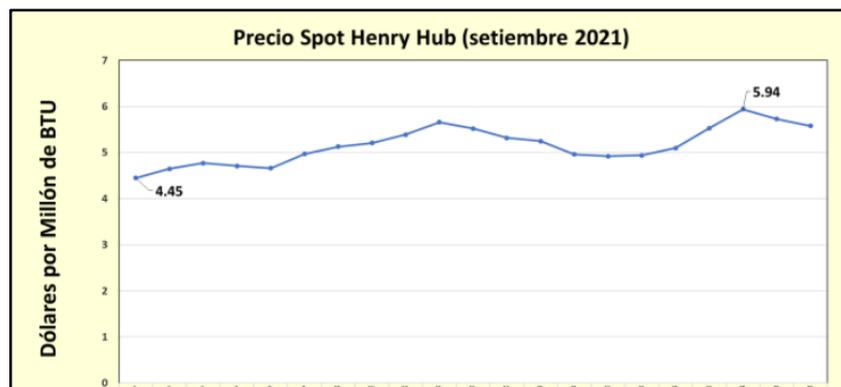
Para calcular los costos del consumo de gas natural se requiere saber su consumo mensual.

El caudal total demandado por el hospital es 221.95 m<sup>3</sup>/hr, de lo cual se puede obtener el consumo por mes, teniendo en cuenta un funcionamiento de 12 horas al día, considerando el siguiente costo:

$$221.95 \frac{m^3}{hr} \times \frac{12 hr}{1 día} \times \frac{30 días}{1 mes} = 79902 \frac{m^3}{mes}$$

Según el Boletín mensual de gas natural, el precio de gas natural varía de 4.45-5.94 \$/MMBTU, teniendo en cuenta 1m<sup>3</sup>=0.035 MMBTU, se tendrá con un promedio de 5.2 \$/mes.

Figura 3.11 Variación del precio del gas natural



Fuente: Tomado de Boletín Mensual-OSINERGMIN (2022)

Convirtiendo:

$$79902 \frac{m^3}{mes} * \frac{0.035 MMBTU}{m^3} * \frac{5.2 \$}{MMBTU} = 14542.164 \$$$

Convirtiendo a soles según tipo de cambio \$1= s/.3.70

Por lo tanto, el consumo de gas natural sería s/. 53806.007.

Cálculo de ahorro mensual

Ahorro mensual del Gas natural:

$$\frac{s/ 190800}{mes} - \frac{s/ 53806.007}{mes} = \frac{s/ 136993.993}{mes}$$

Entonces, el ahorro en generado por gas natural es: s/.136 993.993 al mes, esto representa un ahorra del 71.7%.

## **IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES**

### **4.1. Discusión de resultados**

De la tesis “diseño y análisis de la red de conducción y distribución de gas natural hacia los centros de consumo a la planta metalmecánica se redujo en un 65%, lo cual es muy cercano al valor de nuestro proyecto ( 71.7%) y da congruencia al análisis realizado en el presente trabajo.

De la revista científica “Diseño de la red de gas natural para el Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid con énfasis en la acometida hacia la planta de Etanol, área de servicios” se llegó a la conclusión que para equipos industriales se deben usar tuberías de acero por el gran consumo y para la zonas comerciales(zona de gastronomía) se deben usar tuberías de Cu por tener propiedades que ayudan a erradicar la bacteria y agentes patógenos dañinos, las cuales podrían causar enfermedades, esto es congruente con el análisis realizado en este proyecto.

De la tesis “ Diseño de la instalación de gas natural para el edificio Mauricio IV, se nota que el procesó de regulación es en 2 etapas, en primera regulación se reduce la presión hasta 140 mbar y luego ya en segunda etapa hasta 23 mbar, esto es congruente a los equipo instalados en los artefactos en el presente trabajo para los equipo de baja presión, asimismo se nota el autor resalta que a mayor caudal y longitud , mayor será el diametro interno, esto también da validez a nuestro proyecto donde debido al mayor caudal se tiene que usar diámetros de has 200 mm.

De la tesis “Diseño y cálculo de la instalación de gas natural para el bloque central del instituto tecnológico Bolivia indica que una presión media de 300 mbar ayuda a reducir los diámetros de la tubería esto es congruente con nuestro proyecto ya que nosotros ingresamos a una presión de 340 mbar que minimiza la caída de presión en el tramo de tubería HDPE 200 mm. También incide que para los equipos de baja presión podemos basarnos en la norma local correspondiente a los equipos de baja presión, esta norma sería la NTP 111.011 la cual nuestro proyecto también cumple.

De la tesis “Diseño de redes internas para suministro de gas combustible en edificaciones de uso residencial en base a la Norma Técnica Colombiana” para equipos de baja presión se utilizan los mismos valores de presión de ingreso(340 mbar) y presión de salida de 23 mbar asimismo también lo realizan en 02 etapas de regulación, equivalente al presente trabajo.

De la tesis “Efecto en el diseño de la red interna para el abastecimiento de gas natural en la empresa COGORNO- PLANTA VENTANILLA” EN su ERM antes del regulador se trabajan con una presión de 1-5 bar se utiliza tuberías de 1”, en cambio en nuestro sistema que trabaja con la misma presión de ingreso se utiliza tubería de 3”, esto sucede debido a que se trabaja con un caudal mucho mayor 448.1 ( m<sup>3</sup>/hr), en cambio en cambio Danny Gómez y Wilson Barrantes trabajan con un caudal de 120 m<sup>3</sup>/hr, esto significa que a mayor caudal de ingreso implica un mayor diámetro de tubería para evitar la caída de presión y estar en los rango de las velocidades normados. Ambas cumplen con las normas técnicas peruanas que se utilizan en las instalaciones industriales.

De la tesis “ Diseño de un sistema alternativo de tuberías en la condición de gas natural de 340 mbar para reducir costos de inversión, se nota que es la misma presión de operación que nuestro proyecto, pero para este proyecto se llega a abastecer el caudal solicitado con una tubería de 2”, en cambio en nuestro proyecto hay equipos de elevado consumo por ejemplo la caldera 250 BHP (221.95 m<sup>3</sup>/hr) en contraste con Jorge Romero y Christiam Valverde que alimenta locales comerciales con una demanda promedio de 21 m<sup>3</sup>/hr, de esto se deduce que si se tienes equipos de gran consumo se tendrá que incrementar el diámetro para mantenerse dentro de una presión y velocidad permitida.

De la tesis “Diseño de un sistema de alimentación de 504 MCH de gas natural para el ahorro energético de los equipos térmicos en la industria textil Ecatex, Pascual uso las mismas ecuaciones de flujo que usamos en nuestro análisis basado en códigos ASME, ellos determinaron diámetros mayores a 2” por lo cual tuvieron que usar tuberías de acero similar a este proyecto, asimismo da énfasis a las variables a analizar en la red interna como una caída de presión máxima de 50% entre puntos de regulación y un flujo de gas con una velocidad máxima de 25 m/s , estas mismas variables son analizadas en este trabajo de suficiencia y son congruentes con el rango permitido según NTP.

De la tesis “Diseño de un sistema de alimentación de gas natural para 04 calderas pirotubulares de 400 BHP, se nota que a pesar de tener un caudal de 1400 Sm<sup>3</sup>/hr se pudo diseñar aumentando la presión regulada a 2 bar, en nuestro proyecto el caudal es mucho menor por eso podemos alimentarla con tan solo una presión regulada de 340 mbar, asimismo también seleccionar tuberías de acero SCH 40 y una velocidad máxima de 25 m/s, estos datos también son respetados en nuestro proyecto, cumpliendo la NTP 111.010.

De la tesis Instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 smch de gas natural, las tuberías como resultado de cálculo son de acero SCH 40 y polietileno SDR 11, lo cual es similar a nuestro proyecto, cumpliendo los materiales permitidos por la normativa vigente, Kezma ingresa a una presión de 2.5 bar lo cual les permite reducir los diámetros de la red interna, en nuestro proyecto se ingresa a menor presión regulada, lo que nos lleva a usar un diámetro de 200 mm, aun teniendo caudales cercanos.

## 4.2. Conclusiones

- Se diseñó un sistema de distribución de gas natural para la reducción de costos energéticos al Hospital Nacional Hipólito Unanue, este sistema está compuesto por una Estación de regulación y medición (ERM) y la red interna compuesta por 3 tipos de tuberías (Cobre, Polietileno y Acero), este diseño conlleva a un ahorro significativo, asimismo, se hizo énfasis en la caldera de 250 BHP, ya que este equipo consume petróleo y es el equipo de mayor demanda.
- El caudal de consumo de gas natural es de 448.1 m<sup>3</sup>/hr, esto abastece a todos las secciones del hospital, tantos equipos in situ y equipos proyectados, asimismo este caudal es la potencia nominal de diseño.
- Se diseñó el recorrido de la red interna como se muestra en la figura 3.3, pasando las tuberías montante por zonas comunes, asimismo se usó Polietileno enterrado en zonas no techadas, para zonas techadas se usó tuberías visibles para disminuir el impacto civil en estas zonas de alta concurrencia, también para realizar su respectivo mantenimiento, como una visibilidad de los reguladores y válvulas las cuales tiene que tener fácil acceso.
- Se seleccionó tuberías de acero, Polietileno y Cu siendo para los siguientes tramos específicos como muestran las tablas 3.4- tabla 3.9, dando los siguientes materiales:

**Tuberías de acero:** Para la estación por tener diámetros mayores a 2" y el ingreso a la caldera para mantener la velocidad y caída de presión en rangos aprobados por la norma.

**Tuberías de polietileno:** Todo el tramo enterrado y en zonas no techadas para en caso de una eventual fuga el gas se disipe con el exterior.

**Tuberías de cobre:** Ingreso a todos los equipos comerciales como las (cocinas, termas, entre otros), en tuberías visibles para mitigar el impacto de obra civil, y agilizar la instalación.

- Como muestra la figura 3.7 se escogió un Regulador Dival 600, este regulador cumple con los requisitos de Presión de ingreso, presión de salida y Caudal máximo, asimismo de acuerdo a la tabla 3.10 se determina que el medidor G250 cumple con los requisitos de 448.1 m<sup>3</sup>/hr.
- El ahorro generado por el consumo de la caldera de 250 BHP fue un monto de s/. 136 993.993 al mes esto representa un ahorro de 71.7 % del costo generado por el uso de petróleo Diesel.

## **V. RECOMENDACIONES**

Realizar un mantenimiento anual para la red interna por tener distintos tipos de tubería, entre ellas el acero, asimismo una revisión semestral de los equipos mecánicos.

Interpretar correctamente la normativa técnica peruana 111.010 y 111.011, para cumplir con la mínima presión requerida por la diversidad de los equipos.

Instalar un sistema de alimentación dual en los calderos para asegurar el suministro cuando se requiera hacer mantenimiento a la estación de regulación y medición primaria (ERMP).

## VI. BIBLIOGRAFIA

NTP 111. 010.INDECOPI. (2014). GAS NATURAL SECO, *Sistema de tuberías para instalaciones residenciales y comerciales*. 3<sup>a</sup>.ed. Perú, 2014. Disponible en: <https://www.slideshare.net/AugustoPerez18/ntp-111010-instalaciones-internas-sistema-de-tuberias-industriales>

NTP 111. 010.INDECOPI. (2014). GAS NATURAL SECO, *Sistema de tuberías para instalaciones residenciales y comerciales*. 1<sup>a</sup>.ed. Perú, 2014. Disponible en:<https://www.slideshare.net/AugustoPerez18/ntp-111010-instalaciones-internas-sistema-de-tuberias-industriales>

NTP 111.011. INDECOPI. (2014). GAS NATURALSECO. *Sistema de tuberías para instalaciones internas residenciales y comerciales*. 1.<sup>a</sup> ed. Perú,2014.Disponible en: <https://www.ipcperu.net/doc/ntp-111011-2014-1.pdf>

GOMEZ, D. y BARRANTES, W. *Efecto del diseño de la red interna para abastecimiento de gas natural en la empresa Cogorno-Planta Ventanilla*. Tesis [Ingeniero en Energía]. Nuevo Chimbote: Universidad Nacional de Santa, 2020.

ROMERO, J. Y VELARDE, C. *Diseño de un sistema alternativo de tubería en la conducción de gas natural de 340 mbar para reducir costos de inversión en un centro de capacitación en San Miguel-Lima*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2021

KUMA SALDAÑA, Frank Edwards . Diseño e instalación de la red interna y estación de regulación y medición primaria de 455 SMCH de gas natural Planta de Alimentos Molitalia-Cajamarquilla. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Callao: Universidad Nacional del Callao, 2019.

ADAMA, J. e IPANAQUE, V . *Diseño de un sistema de alimentación de gas natural para cuatro calderas pirotubulares de 400 BHP*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. Lima: Universidad Tecnológica del Perú, 2019.

VILLEGAS MOLINA, SANDRA *Diseño de instalación de gas natural para una vivienda multifamiliar “Edificio Mauricio IV”*. Tesis [Ingeniero Ambiental]. La Paz: Universidad Mayor de San Andrés, 2020.

RAMIREZ ESPEJEL, Erick Fernando. *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 de uso y manejo de Gas Natural*. Tesis [Ingeniero Mecánico]. D.F: Instituto Politécnico Nacional, 2013

DIRECCIÓN GENERAL DE INDUSTRIA, ENERGÍA Y MINAS.2002. *El gas natural, el recorrido de la energía*. [En línea]. Madrid: Dirección general de Industria, Energía y Minas [Fecha de consulta: 29 de setiembre de 2023]. Disponible en:  
<https://www.fenercom.com/wp-content/uploads/2019/05/recorrido-de-la-energia-gas-natural.pdf>

Perú Petro. Conceptos básicos sobre sobre el gas natural [En Línea] Lima: Perú Petro Minas [Fecha de consulta: 29 de setiembre de 2023] Disponible en:

<https://www.perupetro.com.pe/wps/wcm/connect/984b352d-2ac3-4f97-815c-2ac3-4f97-815c104617f8528f/charla+ásica+sobre+gasnatural.pdf?MOD=AJPERES>

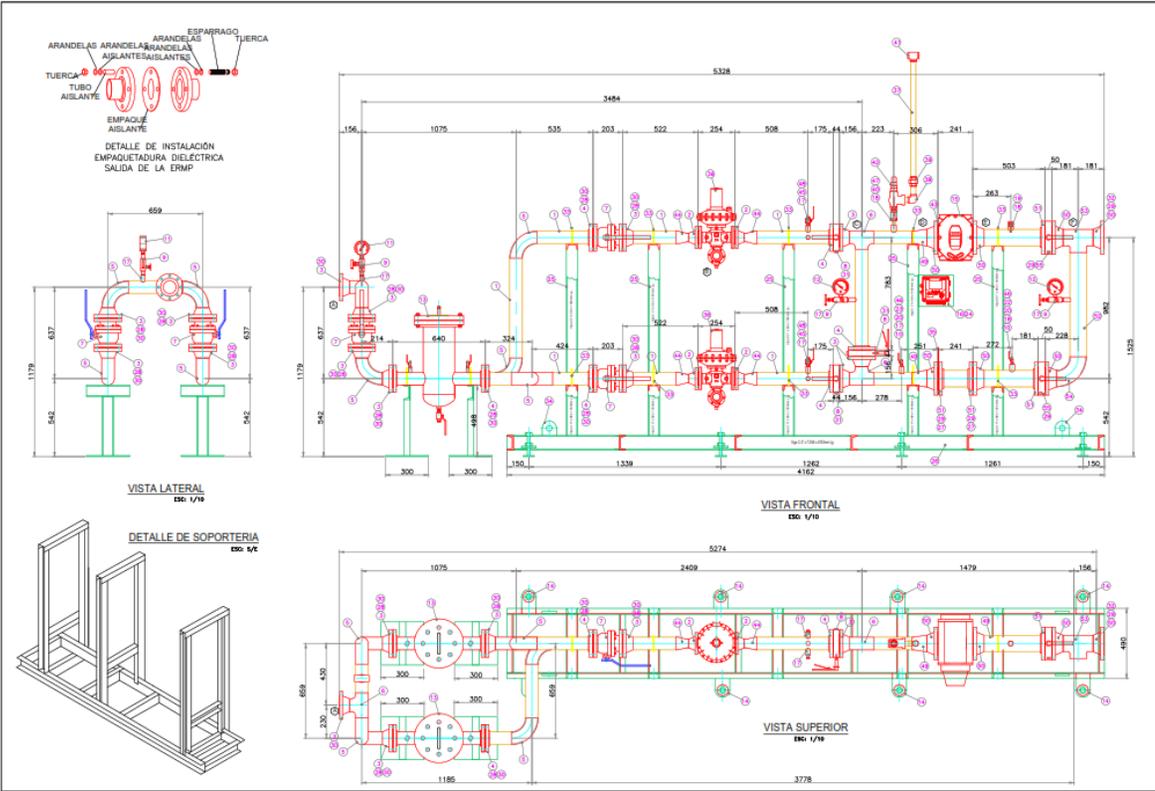
LOPEZ MORENO, FREDDY. *Aspectos generales de la industria del gas natural y supervisión de ductos de transporte de gas natural y líquidos de Gas Natural* [En Línea] Lima: OSINERGMIN [Fecha de consulta: 10 de agosto de 2023]. Disponible en: <http://gasnatural.osinerg.gob.pe/contenidos/uploads/GFGN/presentacion-tecnica.pdf>

BOLETÍN MENSUAL, Producción y proceso de Gas Natural [En Línea] Lima: [Fecha de consulta: 01 de agosto de 2023]. Disponible en: <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/3787629/Bolet%C3%ADn%20Mensual%20de%20Gas%20Natural%20Setiembre%202022%20-%20DSGN.pdf>

Ormeño, et al. (2012), *Sistema de transporte y distribución de gas natural en el Perú* [En línea]. Lima: OSINERGMIN (2012) [Fecha de consulta: 10 de Agosto de 2023]. Disponible en: <https://biblioteca.olade.org/opac-tmpl/Documentos/hm000663.pdf>

## **VII. ANEXOS**

## **7.1. Planos**

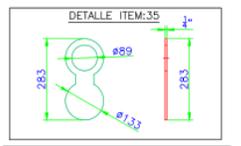
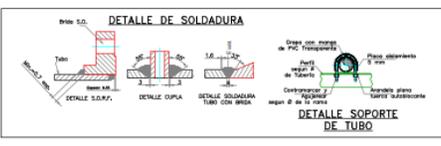


LISTA DE MATERIALES					
ITEM	CANT	UNID	DESCRIPCION	MATERIAL	NORMA
1	1.273	unida	Tubería tipo 40 20.040 30.070 A 3.0 Cl. B 3"	ASTM A 106-10B	ASTM A 106-10B
2	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
3	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
4	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
5	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
6	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
7	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
8	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
9	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
10	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
11	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
12	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
13	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
14	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
15	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
16	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
17	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
18	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
19	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
20	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
21	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
22	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
23	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
24	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
25	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
26	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
27	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
28	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
29	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
30	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
31	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
32	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
33	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
34	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
35	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
36	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
37	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
38	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
39	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
40	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
41	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
42	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
43	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
44	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
45	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
46	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
47	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
48	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
49	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
50	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
51	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
52	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
53	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
54	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106
55	1.15	unida	Brida 30.040 30.150 B 3"	ASTM A 106	ASTM A 106

DATOS DE DISEÑO	
PRECION DE DISEÑO	5 bar
PRECION MINIMA DE ENTRADA	5 bar
PRECION MINIMA DE SALIDA	1 bar
PRECION REGULADA	5.340 mbar
CALOR MINIMO	447.2 Btu/h
PRECION DE PRUEBA	7.5 bar
PRECION DE SOLDADURA	50 bar
EGRADO NO DESTRUCTIVO ( R y PT)	100%
MANEJO MASO EN EL LIMITE DEL PRESION DE DISEÑO	NO
TERMINACION EXTERIOR INTERIOR	NORMA SSPC-SP10
Zn INORGANICO	3.0 E.P.S. Min
EPORADO DE ALTO SOLIDOS	6.0 E.P.S. Min
POLIMERADO ACRILICO	3.0 E.P.S. Min
TUBERIA: COALD. TEE, VALVULAS	RA-1000
FILTROS	RA-8010
SOBRES	RA-6002

**ESTACIONES INDUSTRIALES**

TIPO	DENOMINACION	CALOR MAX.	P. REGULADA
001	TIPO INDUSTRIAL	447.2 Sm3/h	0.340 mbar

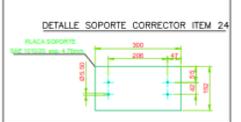
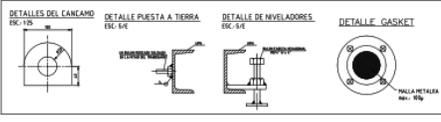


- NOTA:**
- Tuberías/dividas tendrán un acabado con pintura epoxica y Poluretano color amarillo RA-1004.
  - El filtro tendrá un acabado con pintura epoxica y Poluretano color Blanco RA-8010.
  - La soporteria tendrá un acabado con pintura epoxica color Verde RA-6002.

**\*NOTA:**

A- Entrada de red de gas ø 3"

B- Salida hacia la red interna ø 4"



**DATOS OPERATIVOS VALVULA REGULADORAS Y SEGURIDAD**

ITEM	TIPO	VALVULA	PRESION
36	MAN	VALVULA REGULADOR	0.48 mbar
37	MAN	VALVULA REGULADOR	0.50 mbar
38	MAN	VALVULA REGULADOR	0.48 mbar
39	MAN	VALVULA REGULADOR	0.50 mbar
40	MAN	VALVULA REGULADOR	0.48 mbar
41	MAN	VALVULA REGULADOR	0.50 mbar
42	MAN	VALVULA REGULADOR	0.48 mbar
43	MAN	VALVULA REGULADOR	0.50 mbar

**PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL**

TRAMO	CALCAL	LONGITUD	PRESION INICIAL	PRESION FINAL	DIAMETRO NOM	VELOC.	OBSERVACIONES	UNIDAD
A-B	447.2	3.98	18.48	1	4.998	0.0002	19.18	ft
B-C	447.2	1.12	14.37	0.34	0.319	0.0001	69.82	ft
C-D	447.2	0.83	0.30	0.319	0.0001	0.0002	78.10	ft
D-E	447.2	0.27	0.30	0.319	0.0001	0.0002	78.10	ft
E-F	447.2	0.86	18.34	0.34	0.319	0.0001	78.10	ft

**PLANILLA DE CALCULO DE TUBERIAS DE GAS NATURAL**

TRAMO	CALCAL	LONGITUD	PRESION INICIAL	PRESION FINAL	DIAMETRO NOM	VELOC.	OBSERVACIONES	UNIDAD
A-B	447.2	3.98	18.48	1	4.998	0.0002	19.18	ft
B-C	447.2	1.12	14.37	0.34	0.319	0.0001	69.82	ft
C-D	447.2	0.83	0.30	0.319	0.0001	0.0002	78.10	ft
D-E	447.2	0.27	0.30	0.319	0.0001	0.0002	78.10	ft
E-F	447.2	0.86	18.34	0.34	0.319	0.0001	78.10	ft

**ESTACION DE REGULACION Y MEDICION**

**PLANO MECANICO**

PROYECTO: ESTACION DE REGULACION Y MEDICION

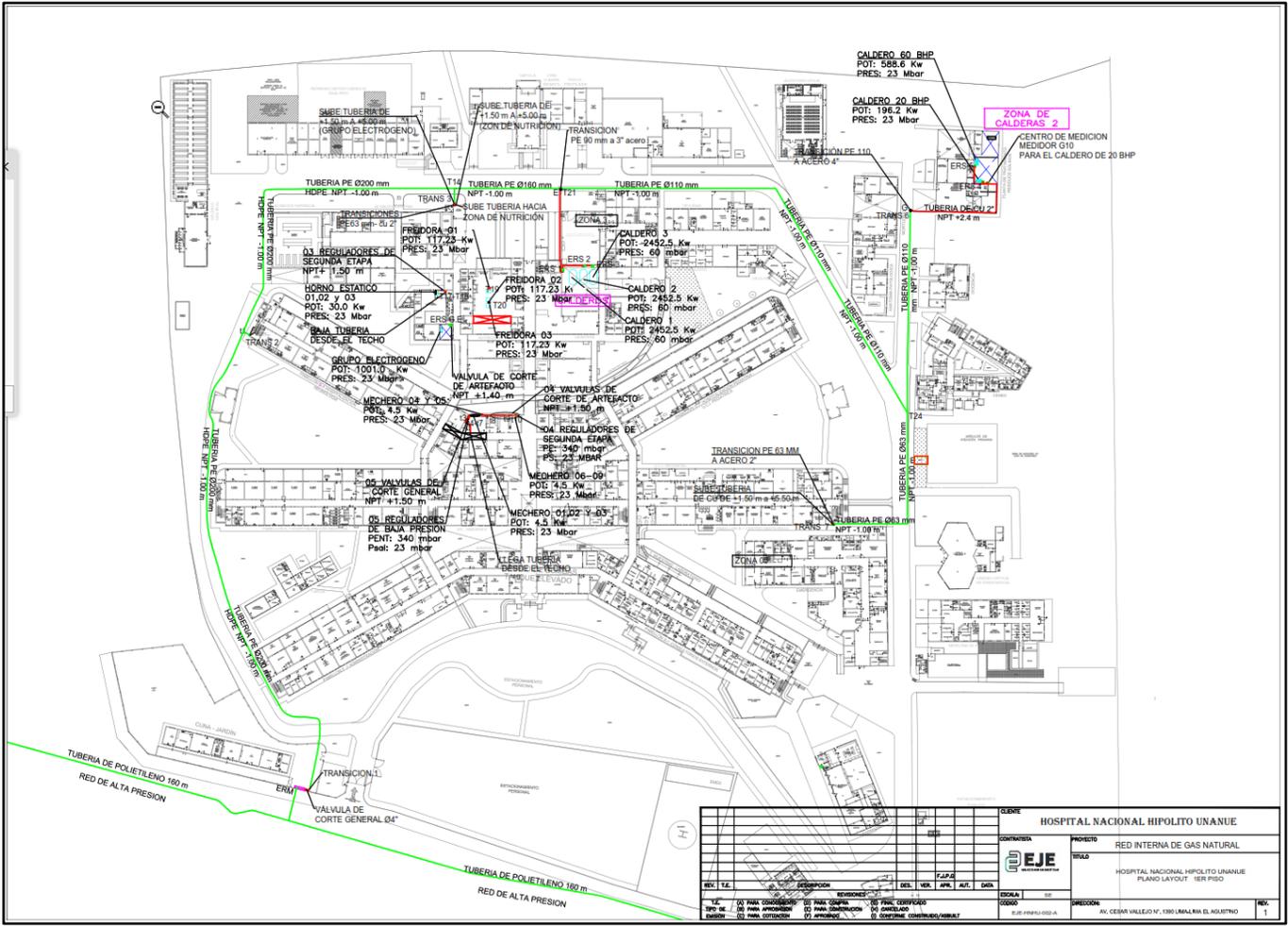
FECHA: 12/08/2024

ELABORADO: [Nombre]

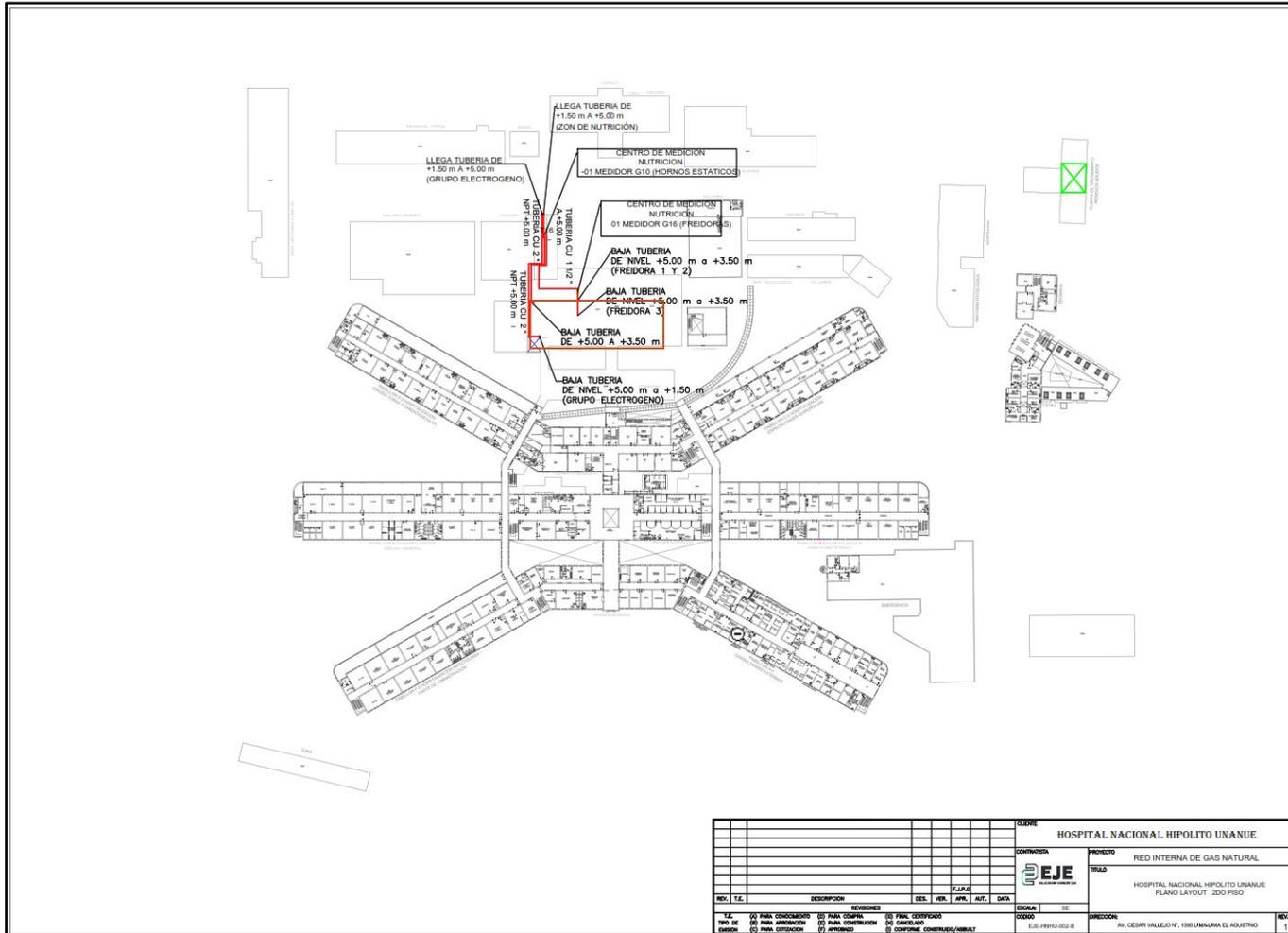
REVISADO: [Nombre]

APROBADO: [Nombre]

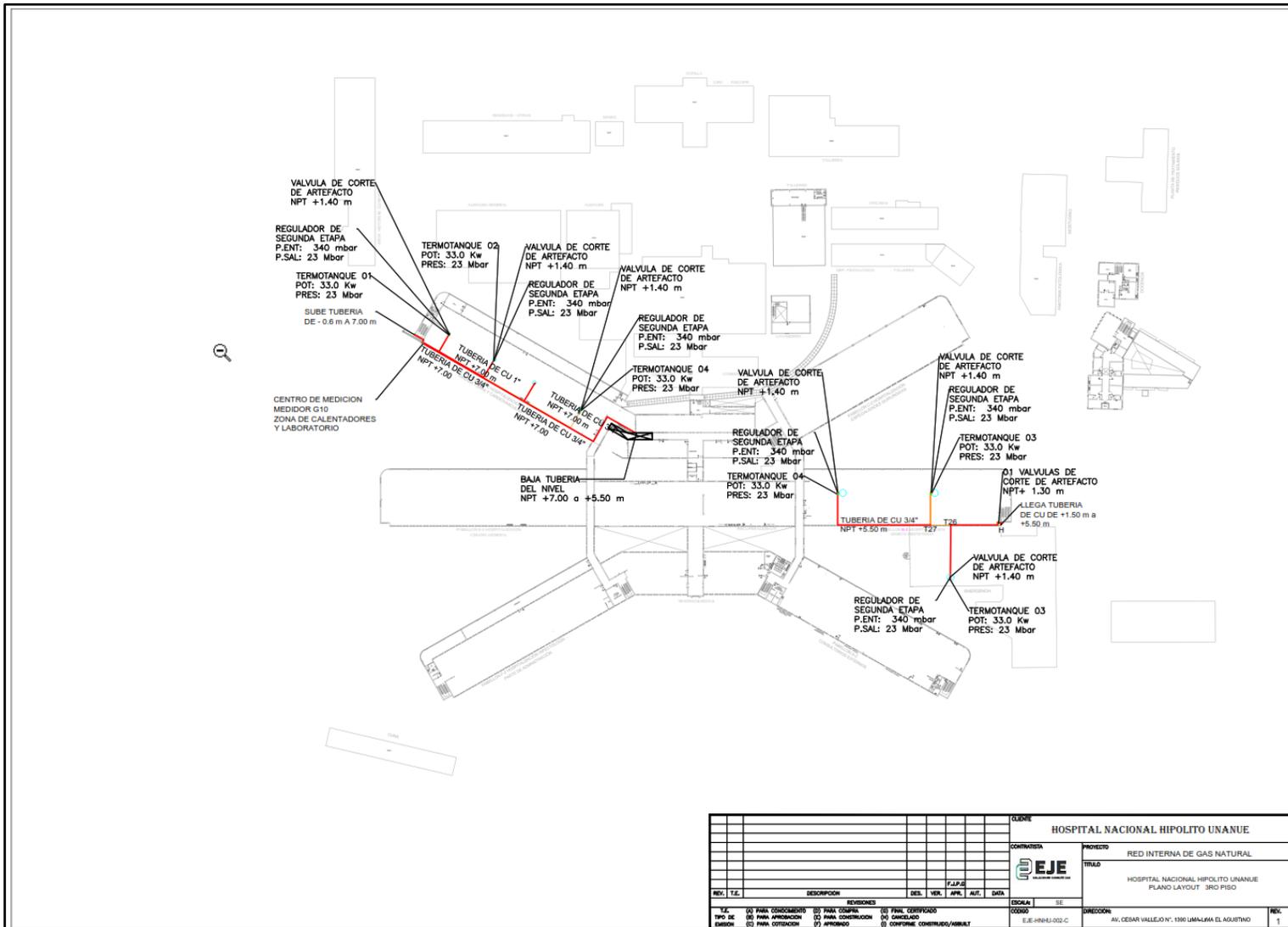
Fuente: EJE SOLUCIONES ENERGETICAS



Fuente: EJE SOLUCIONES ENERGETICAS SAC



Fuente: EJE SOLUCIONES ENERGETICAS SAC



Fuente: EJE SOLUCIONES ENERGETICAS SAC



## **7.2. Solicitud de factibilidad**

Lima, 27 de diciembre del 2022

Señores  
**Gas Natural de Lima y Callao S.A.**  
Jr. Doménico Morelli 150 - La Rambla  
San Borja

Atención. Ing. Ted Baldoce  
Supervisor de Proyectos Internas

Referencia. Solicitud de Revisión de Expediente

PRELIMINAR →	ESTACION 1	<input checked="" type="checkbox"/>	PIG 1	<input type="checkbox"/>	AIE 1	<input type="checkbox"/>
	ESTACION-MOD 1	<input type="checkbox"/>	PIG1-MOD/AMPL 1	<input type="checkbox"/>		
CONFORME A OBRA →	ESTACION 2	<input type="checkbox"/>	PIG 2	<input type="checkbox"/>		
	ESTACION-MOD 2	<input type="checkbox"/>	PIG1-MOD/AMPL 2	<input type="checkbox"/>		

Estimados Señores.

Por medio de la presente, yo Danny Cesar Gomez Ninaquispe, en mi condición de responsable IG3 y responsable técnico del Proyecto Hospital Nacional Hipólito Unanue, presento el expediente en mención, para su revisión.

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

Sin otro particular, nos despedimos de ustedes.

  
DANNY CESAR GÓMEZ NINAQUISPE  
INSTALADOR REGISTRADO DE GAS NATURAL  
Reg. OSINERG N° 05652/CAL-0-3  
FIRMA IG3

Nombre: Danny Cesar Gomez Ninaquispe  
N° Registro: 05652 (Categoría IG-3)

Correo Electrónico: [d.gomez2627@gmail.com](mailto:d.gomez2627@gmail.com)

¿El interesado autoriza que las notificaciones referidas a la presente solicitud de revisión sean remitidas al correo electrónico en los datos del instalador? **SI**  
**NO**  
(Marca con un X)

(\*) Leyenda:

ESTACION: Se refiere a la parte de la acometida compuesta por la ERM, EFM ó ERMGC  
PIG: Se refiere a la Red Interna  
AIE: Se refiere a la parte de la acometida, específicamente la tubería que ingresa a la estación

### **7.3. Respuesta a la solicitud de factibilidad**

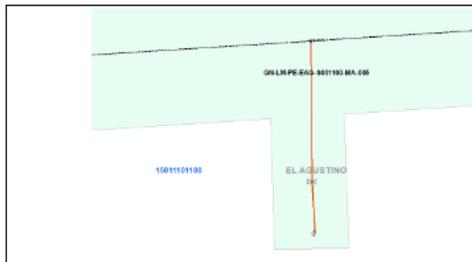


**ANEXO 1: RESPUESTA DE SOLICITUD DE FACTIBILIDAD DE SUMINISTRO PARA INDUSTRIALES**

Nombre: HOSPITAL NACIONAL HIPOLITO UNANUE  
 Dirección: AV. CESAR VALLEJO 1390  
 Distrito: EL AGUSTINO  
 Tipo de Actividad: SALUD

Presión de Diseño : 5 barg  
 Presión Máxima de Suministro de Red : 5 barg  
 Presión Mínima de Suministro de Red : 1 barg  
 Presión Regulada prevista en salida ERM : 340 mbarg  
 Caudal Máximo Autorizado (Instantáneo) : 447.2 Sm<sup>3</sup>/h

Presión de Entrada (Mínima) (barg)	Presión de Diseño (Máxima) (barg)	Presión Regulada (mbarg)	Medidor	Corrector	Caudal Máximo
1 barg	5 barg	340	Rotativo G 250 Homologado x Inacal	Electrónico PTZ c/ entrada pulsos BF	≈ 447.2 Sm <sup>3</sup> /h



El diámetro de la tubería desde la red hasta la conexión con la ERM será de POLIETILENO Ø 110mm y su longitud será confirmada en obra.

**Observaciones**

El suministro a HOSPITAL NACIONAL HIPOLITO UNANUE se realizará a partir de la Red de BAJA Presión - POLIETILENO de MAPO 5 barg instalada en la AVENIDA CESAR VALLEJO. La Tubería de Conexión será instalada desde la Red de Distribución hacia el límite de propiedad de la planta por la AVENIDA CESAR VALLEJO.

En la vía pública, como parte de la Tubería de Conexión, será instalada la VALVULA DE SERVICIO, la cual permitirá, en caso que sea necesario, interrumpir el suministro. Todas las instalaciones cumplirán con el Reglamento de Distribución (DS 040-2008-EM TUO Reglamento de distribución de gas natural) y normas internacionales asociadas.

**Nota:**

El Caudal Máximo Autorizado ha sido determinado por GNLC en base a los datos de consumo de combustibles suministrados por El Cliente, los cuales consideran las futuras ampliaciones de la planta. El diseño de la Acometida (incluyendo la Estación) de la presente Respuesta Solicitud de Factibilidad considera este Caudal Máximo Autorizado. En el caso que El Cliente no registre, durante un plazo de seis (6) meses, el Caudal Máximo Autorizado, GNLC tendrá el derecho de reducirlo en base al caudal máximo efectivamente registrado durante este plazo, sin previo aviso. La validez de la presente respuesta de factibilidad de suministro es de 04 meses calendario.

**DESCRIPCION DE LA ESTACION DE REGULACION Y MEDICION**

Los equipos y componentes cumplirán con la Especificación Técnica Diseño, Construcción e Instalación de una Acometida (S-DIO-015).

El medidor deberá cumplir la norma

NMP 016:2012 Norma Metroológica Peruana, Medidores de gas Parte 1: Requisitos Metroológicos, Parte 2: Controles Metroológicos y ensayos de funcionamiento, y las resoluciones emitidas al respecto

- Resolución N° 001-2012/SNM – INDECOPI Control Metroológico de Medidores de Agua y de Energía Eléctrica

- Resolución N° 007-2012/SNM – INDECOPI Aprueban Norma Metroológica sobre Medidores de Gas

- Resolución N° 001-2014/SNM – INDECOPI Aprueban Disposiciones Complementarias respecto del Control Metroológico de Medios de Medición de Agua Potable, Energía Eléctrica y Gas

Cod. Anteproyecto: PPE0-22-0503 Fecha: 28/11/2022

**Lista de Aprobaciones**

**DANNY CESAR GOMEZ NINAQUISPE**  
 INSTALADOR REGISTRADO DE GAS NATURAL  
 Reg. SENEGS N° 0662/CAL-13

#### **7.4. Ficha técnica de los equipos**

<b>Autor(a):</b>
PIETRO FIORENTINI
<b>Título</b>
IM-RM Medición industrial
<b>Edición</b>
<b>Lugar de edición</b>
Arcugnano, Italia
<b>Editorial</b>
<b>Año de edición</b>
<b>Número de páginas:</b>
20

S



## Quiénes somos

Somos una organización internacional especializada en el diseño y la fabricación de soluciones tecnológicamente avanzadas para sistemas de tratamiento, transporte y distribución de gas natural.

Somos el socio ideal para los operadores del sector del petróleo y el gas, con una oferta comercial que abarca toda la cadena del gas natural.

Estamos en constante evolución para satisfacer las más altas expectativas de nuestros clientes en términos de calidad y fiabilidad.

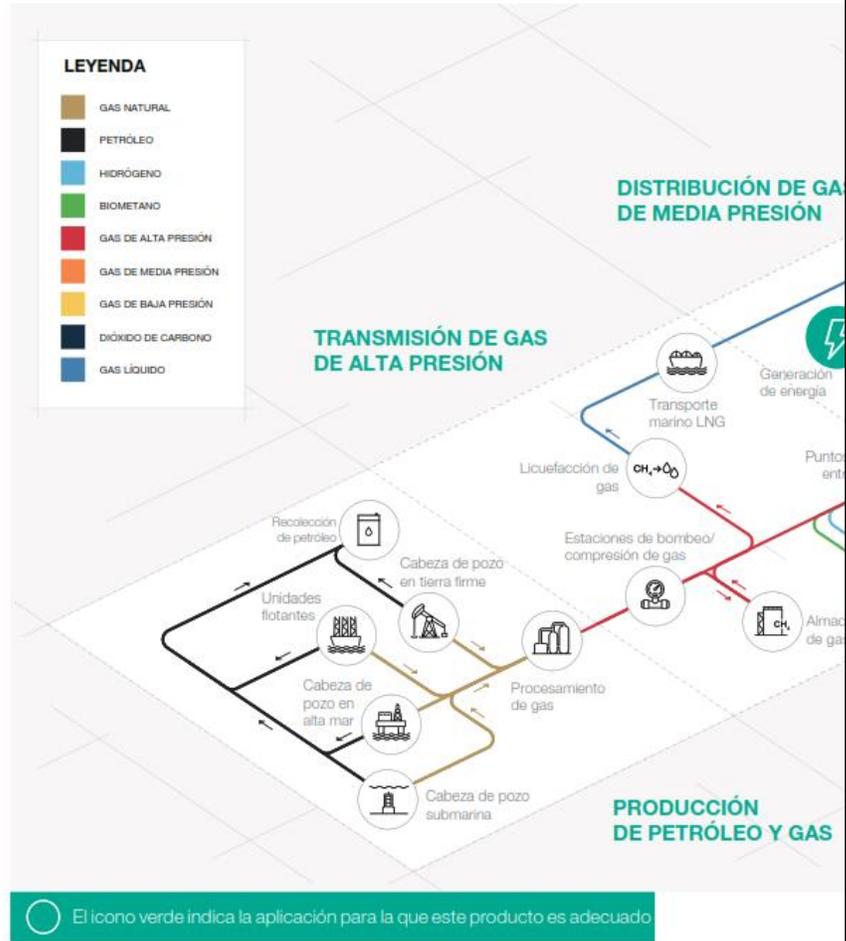
Nuestro objetivo es estar un paso por delante de la competencia, con tecnologías personalizadas y un programa de servicio posventa realizado con el más alto grado de profesionalidad.



## Ventajas de Pietro Fiorentini

-  Asistencia técnica localizada
-  Experiencia desde 1940
-  Operamos en más de 100 países

# Área de aplicación



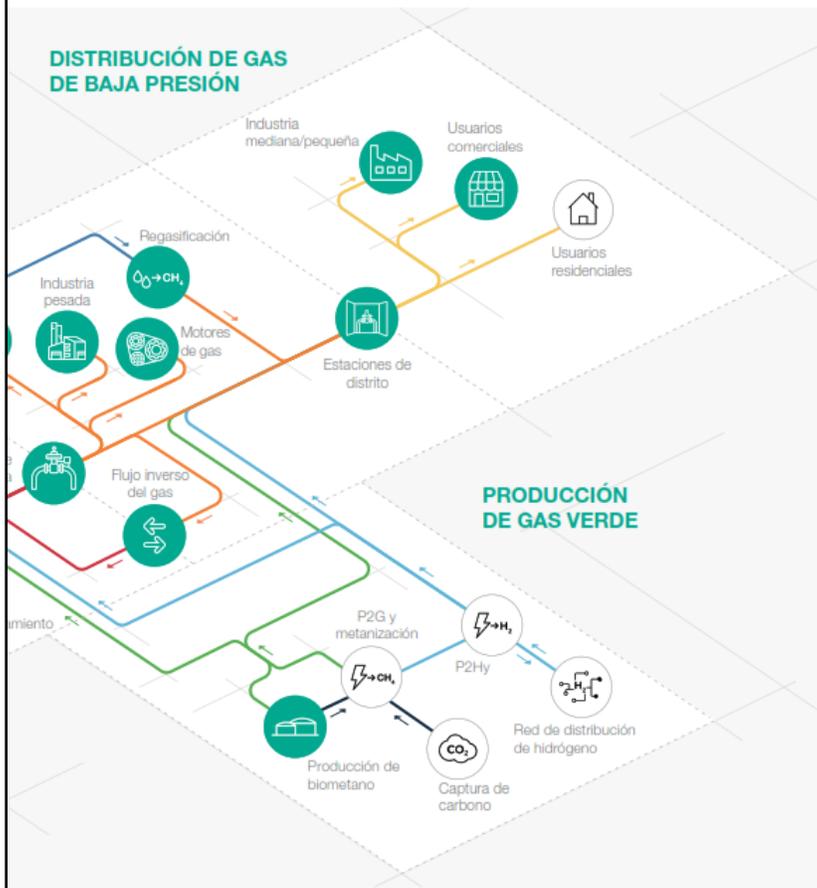
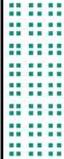


Figura 1 Mapa del área de aplicación



## Introducción

Las empresas de gas natural de todo el mundo usan los medidores rotativos Pietro Fiorentini para aplicaciones comerciales e industriales de medición del gas natural. Nuestros medidores rotativos se utilizan tanto en aplicaciones residenciales de flujo alto y en aplicaciones de transmisión de volumen bajo. Los medidores rotativos Pietro Fiorentini se usan en los colectores de cabeza de pozo, en las estaciones de compresión, en los sistemas de distribución de gas y en los usuarios finales como plantas químicas y de procesamiento.

Los medidores de construcción estándar se usan para la medición de una variedad de gases filtrados y secos no corrosivos, incluidos los gases especiales. Los medidores rotativos Pietro Fiorentini están aprobados para aplicaciones de transferencia de custodia y son usados por empresas de transmisión y distribución de gas natural. Algunos tamaños de medidores están disponibles en la versión HTR (resistente a las altas temperaturas) según la norma EN12480, Anexo C.

## Principio de medición de los medidores rotativos

Los medidores rotativos Pietro Fiorentini están diseñados para medir el volumen de los gases y las mezclas de gases con un alto grado de precisión. El principio de funcionamiento de desplazamiento positivo de tipo rotativo garantiza una precisión permanente y no regulable mediante el uso de dos impulsores de dos lóbulos mecanizados de precisión recubiertos con una cámara de medición rígida. A diferencia de otros tipos de medidores, la precisión de medición no se ve afectada por cambios en la gravedad específica del gas, la presión o el flujo fluctuante. Los medidores rotativos Pietro Fiorentini pueden utilizarse desde la presión atmosférica hasta 20 bar con una medición de gran precisión en un amplio rango de funcionamiento.



Como se muestra en la imagen, dos impulsores contrarrotativos de dos lóbulos con forma de 8 están recubiertos con una cámara de medición rígida, con conexiones de entrada y de salida en lados opuestos. Los engranajes de distribución de precisión mecánica mantienen los impulsores en la posición relativa correcta. Las distancias de funcionamiento óptimas entre los impulsores, el cilindro y las placas de cabezal proporcionan un sellado continuo y sin contacto. Dos impulsores de dos lóbulos mecanizados de precisión recubiertos con una cámara de medición rígida.

# Características

## Rotores

Los rotores mecanizados de precisión y alto rendimiento se mantienen en su lugar con los cuatro rodamientos del eje principal situados fuera de los engranajes de distribución. Esta ubicación de los rodamientos refuerza la conexión entre los rotores y los engranajes de distribución.



Los sofisticados impulsores con perfil cuadrado mejoran no solo la precisión, sino también el rango de medición del medidor minimizando las fugas entre los rotores y el cuerpo. Este diseño también reduce la deflexión de los ejes principales del rotor a un alto caudal y una presión elevada donde la carga dinámica es más prevalente. Esta característica hace que el medidor sea menos vulnerable a los daños durante la puesta en marcha y el funcionamiento.

## Diseño robusto

El diseño robusto del medidor rotativo Pietro Fiorentini es menos sensible a la tensión de las tuberías desalineadas o de las conexiones con bridas. Nuestro medidor con cuerpo compacto, conexiones de brida gruesas y anillos de soporte de rodamientos de acero inoxidable ofrecen una fácil instalación y un sólido rendimiento en las instalaciones más exigentes. Los rotores cuadrados con ejes principales rígidos también son menos susceptibles a daños resultantes de una rápida presurización del medidor.



Los técnicos de reparación pueden sustituir todas las piezas principales sin necesidad de herramientas especiales. Este innovador cartucho de medición Pietro Fiorentini simplifica las principales actividades de mantenimiento y reparación. Los técnicos pueden retirar todo el mecanismo de medición (rotores, engranajes de distribución y rodamientos) del cuerpo del medidor en una sola pieza. Ya sea que solo deba limpiar el cartucho y reinstalarlo, o que deba sustituirlo, las reparaciones principales son rápidas y fáciles.



## Indicador multifuncional

Los medidores rotativos Pietro Fiorentini usan un indicador acoplado magnéticamente. Un imán de «accionamiento» se acopla al imán «seguidor» del indicador, que a su vez acciona el odómetro del indicador del medidor.



El indicador de Pietro Fiorentini utiliza un odómetro de 8 cifras y proporciona lecturas directas en metros cúbicos. El indicador tiene un grado de protección IP67. El indicador puede quitarse o instalarse con solo «un giro y un clic».

El acoplamiento magnético permite una orientación ajustable de 355° o un cambio sin poner desmontar el medidor.

Un solo indicador puede adaptarse a todos los tamaños del medidor rotativo gracias a la reducción de engranajes situada dentro del cuerpo del medidor.

La reducción de engranajes se usa para colocar el imán de accionamiento a una relación de salida común para todos los medidores rotativos Pietro Fiorentini.

Mediante el uso de un indicador común, el diseño habilita la estandarización, reduce el inventario y maximiza la flexibilidad modular.

El indicador de Pietro Fiorentini también tiene una bolsa que puede contener diferentes tipos de dispositivos de impulsos de baja frecuencia, como interruptores reed o dispositivos de detección de fraude o de indicación de alteraciones.

Para aplicaciones que requieren una comunicación en serie, el indicador de Pietro Fiorentini se suministra con un codificador. El codificador usa tres sensores ópticos para detectar el paso de la luz a través de un disco ranurado específicamente diseñado, que gira dentro del indicador. La luz detectada que pasa a través del disco se transforma en un valor numérico mediante el Código Gray.

El sistema ofrece una alta resolución y permite efectuar el cálculo de flujo instantáneo.

## Versión HTR

Algunos tamaños del medidor rotativo Pietro Fiorentini también están disponibles en la versión HTR (resistente a las altas temperaturas).

La versión HTR cumple con la norma EN12480 - Anexo C, Informe de prueba DVGW 17 134 4703 082.

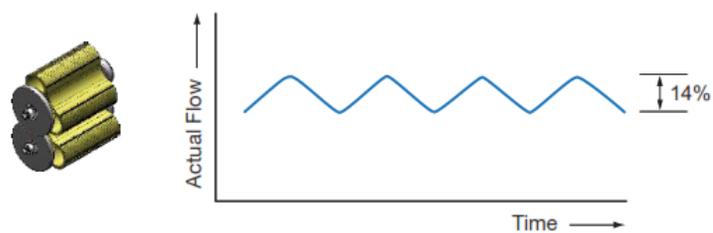
Material del cuerpo	Hierro fundido EN-GJS-400-15 o EN-GJS-400-18LT
Conexión con brida	Cara plana PN16
Presión de trabajo máxima	16 bar/5 bar HTR
Tratamiento de la superficie	Pintada - amarillo RAL1004
Rango de temperatura de diseño	de -25 °C a +55 °C (de -13 °F a 131 °F)
Rango de temperatura operativa	de -25 °C a +55 °C (de -13 °F a 131 °F)

## Versiones Twin

El diseño del impulsor doble reduce los impulsos y el ruido aguas abajo. El diseño del medidor rotativo con impulsor de ocho lóbulos de la figura crea impulsos como flujos de gas a través de la cámara de medición. Este es un fenómeno común y típico de los medidores rotativos.

La resonancia puede afectar la linealidad de la curva de calibración. El efecto de dichos impulsos aumenta con la presión y la resonancia resultante puede afectar a componentes como los reguladores de presión en la estación de medición.

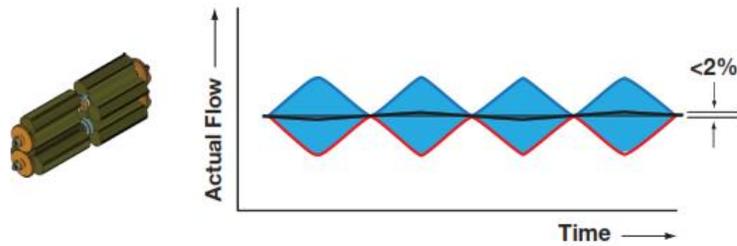
Los armónicos, o el cambio de frecuencia creado por los impulsos, pueden limitar el Qmax alcanzable cuando cambia la presión de la cámara de medición.



Los armónicos son simplemente una columna de aire que resuena a su frecuencia fundamental o más baja.

El pequeño impulso producido por el medidor rotativo se produce cuando el medio de flujo cambia rápidamente la presión cuando gira el elemento de medición (impulsores).

La amplitud del impulso de la cavidad de medición es directamente proporcional a la pérdida de presión a través del medidor y a la velocidad del dispositivo rotativo. Esta frecuencia resonante del flujo de gas tiende a mostrarse como un valor superior al valor nominal esperado en la curva de rendimiento.



El principio del impulsor Twin, proporcionado en el tamaño más grande del medidor rotativo, divide el flujo en dos cámaras de medición.

La fase de cada par de impulsores se desplaza a 45 grados (180 grados en términos de onda sinusoidal) para que los impulsos sean opuestos e insignificantes o se eliminen.

Los medidores rotativos Twin de Pietro Fiorentini proporcionan una precisión significativamente mejorada con respecto al rango de medición convencional, lo que los hace la opción ideal para aplicaciones de medidores de referencia o principales. Los impulsos reducidos también reducen significativamente los ruidos ambientales, lo que hace que los medidores rotativos Twin sean ideales para aplicaciones sensibles al sonido.



La versión Twin puede tener un by-pass interno como funcionalidad adicional para garantizar el suministro de gas en caso de que se produzca una emergencia cuando los rotores están bloqueados. El by-pass se activa automáticamente al superar un valor de caída de presión configurado en la fábrica. El valor de presión deseado puede comunicarse a la empresa en el momento en que se realiza el pedido. El dispositivo de by-pass garantiza al usuario final que el gas estará disponible también en caso de que el medidor se dañe.

Este dispositivo no puede ser activado por el usuario, se activa cuando se supera la caída de presión configurada.

El dispositivo de by-pass puede restablecerse solamente quitando el instrumento de la tubería y solo después de romper los sellos metrológicos.



**Figura 2** By-pass cerrado



**Figura 3** By-pass abierto

## Ventajas competitivas de IM-RM

-  Alto rango de medición
-  Resistencia superior
-  Mantenimiento y reparación simplificados
-  Tamaño compacto y menos peso
-  Compatible con biometano y mezcla de hidrógeno al 25 %. Mezclas superiores disponibles bajo pedido\*
-  Perfil del rotor de alto rendimiento
-  Pérdida de presión baja
-  Indicador multifuncional
-  Reducida sensibilidad a los daños que derivan de los golpes de presión

(\*\*) para el cuerpo de aluminio

## Características

Características	Valores
Caudales*	de 0,5 m <sup>3</sup> /h a 1000 m <sup>3</sup> /h de 17,6 cfm a 35314 cfm
Presión de diseño*	hasta 2,5 MPa hasta 25 barg
Temperatura ambiente*	de -25 °C a +55 °C de -13 °F a +131 °F
Rango de temperatura de gas*	de -25 °C a +55 °C de -13 °F a +131 °F
Precisión	$Q_{min} \leq Q < Q_t \pm 2\%$ y $Q_t \leq Q \leq Q_{max} \pm 1\%$ ( $Q_t$ según EN12480)
Rango de medición	hasta 1:250
Repetibilidad	Mejor que 0,1 %
Grado de protección	IP 67
Normas de metrología aplicables	MID 2014/32/EU
Indicador y salida de impulsos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 dígitos</li> <li>• 2 salidas de impulsos de baja frecuencia (contacto reed NO)</li> <li>• 1 salida antifraude (contacto reed NC)</li> </ul>
Certificación de área peligrosa	ATEX II 2 G Ex h IIB T8 Gb
Accesorios	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador con codificador óptico</li> <li>• sensores de alta frecuencia</li> <li>• válvula de by-pass en las versiones Twin</li> </ul>
Dimensiones nominales DN	de DN 40 a DN 150
Conexiones*	ANSI 150 de acuerdo con ASME B16.5 o PN 16/25 de acuerdo con EN 1092-1

**(\*) OBSERVACIÓN:** Otras características funcionales y/o rangos de temperatura ampliados disponibles a petición. Los rangos de temperatura indicados son los máximos para los que se cumplen todas las prestaciones del equipo, incluida la precisión. El producto estándar puede tener un rango de valores más estrecho.

Tabla 1 Características

# Materiales y aprobaciones

Pieza	Material
Cuerpo	aleación de aluminio anodizado duro o fundición de grafito esferoidal
Rotor	aleación de aluminio
Ejes y rodamientos	acero inoxidable
Carcasa del indicador	Carcasa de policarbonato resistente a los rayos UV, apta para su instalación en exteriores

**OBSERVACIÓN:** Los materiales indicados anteriormente se refieren a los modelos estándar. Se pueden proporcionar diferentes materiales según las necesidades específicas.

Tabla 2 Materiales

## Normas de fabricación y aprobaciones

Los medidores rotativos **IM-RM** están diseñados para cumplir los requisitos de la norma EN 12480 y la norma OIML R137 1&2:2012.



EN 12261



OIML R137  
1&2:2012

El producto está certificado de conformidad con la Directiva Europea 2014/68/UE (PED), 2014/32/UE (MID), 2014/34/UE (ATEX).



PED



MID



ATEX

# Tabla de capacidad

## Tamaños disponibles/condiciones de funcionamiento nominales (unidades métricas)

Modelo	Qmax	Qmin	Rango	DN	Volumen cíclico	Distancia entre bridas	Peso Alum.   HTR	Impulsos de baja frecuencia	Disponibilidad de la versión HTR
	m <sup>3</sup> /h	m <sup>3</sup> /h	máx.	mm	dm <sup>3</sup>	mm	kg	Imp/m <sup>3</sup>	Si   No
G10	16	0,5	1:30	40	0,18	121	3,5	10	<b>X</b>
G16	25	0,5	1:50	40	0,18		3,5	10	<b>X</b>
G25	40	0,5	1:90	40	0,26		4	10	<b>X</b>
G16	25	0,5	1:50	40   50	0,69	171	10/23	10	<b>V</b> Solamente DN50
G25	40	0,5	1:90	40   50	0,69		10/23	10	<b>V</b> Solamente DN50
G40	65	0,5	1:130	40   50	0,69		10/23	10	<b>V</b> Solamente DN50
G65	100	0,5	1:200	50	0,69		10/23	10	<b>V</b>
G65	100	1	1:100	80	1,11		12/30	10	<b>V</b>
G100	160	1	1:160	50	1,11		12/30	1	<b>X</b>
G100	160	1	1:160	80	1,11		12/30	1	<b>V</b>
G100 - Twin	160	1,6	1:100	80	1,73		20,5	1	<b>X</b>
G160 - Twin	250	1,6	1:160	80	1,73		20,5	1	<b>X</b>
G100	160	1,6	1:100	80	2,31		241	22,5/56	1
G160	250	1,6	1:160	80	2,31	22,5/56		1	<b>V</b>
G100	160	2,5	1:65	100	2,98	27,5/62		1	<b>V</b>
G160	250	1,6	1:160	100	2,98	27,5/62		1	<b>V</b>
G250	400	2,5	1:160	100	2,98	27,5/62		1	<b>V</b>
G250 - Twin	400	4,0	1:100	100	3,88	45		1	<b>X</b>
G400 - Twin	650	4,0	1:160	100	3,88	45		1	<b>X</b>
G400 - Twin	650	4,0	1:160	150	3,88	45		1	<b>X</b>
G400 - Twin	650	6,5	1:100	150	5,97	56		1	<b>X</b>
G650 - Twin	1000	6,5	1:160	150	5,97	56		1	<b>X</b>

Tabla 3 Tabla de capacidad y rango de medición (unidades métricas)

**Tamaños disponibles/condiciones de funcionamiento nominales (unidades Imperiales)**

Modelo	Qmax	Qmin	Rango	DN	Volumen cíclico	Distancia entre bridas	Peso Alum.   HTR	Impulsos de baja frecuencia	Disponibilidad de la versión HTR
	cuft/h	cuft/h					máx.		
G10	565	18	1:30	G1½ o 1½ NPT	11,0	4,8"	7,7	10	<b>X</b>
G16	883	18	1:50	G1½ o 1½ NPT	11,0		7,7	10	<b>X</b>
G25	1413	18	1:80	G1½ o 1½ NPT	15,9		8,8	10	<b>X</b>
G16	883	18	1:50	1½   2"	42,1	6,7"	22/50,7	10	▼ Solamente DN50
G25	1413	18	1:80	1½   2"	42,1		22/50,7	10	▼ Solamente DN50
G40	2295	18	1:130	1½   2"	42,1		22/50,7	10	▼ Solamente DN50
G65	3531	18	1:200	2"	42,1		22/50,7	10	▼
G65	3531	35	1:100	3"	67,7		26,5/66,1	10	▼
G100	5650	35	1:160	2"	67,7		26,5/66,1	1	<b>X</b>
G100	5650	35	1:160	3"	67,7		26,5/66,1	1	▼
G100 - Twin	5650	57	1:100	3"	105,6		45,2	1	<b>X</b>
G160 - Twin	8829	57	1:160	3"	105,6		45,2	1	<b>X</b>
G100	5650	57	1:100	3"	141,0		9,5"	49,6   123,5	1
G160	8829	57	1:160	3"	141,0	49,6   123,5		1	▼
G100	5650	88	1:65	4"	181,9	60,6   136,7		1	▼
G160	8829	57	1:160	4"	181,9	60,6   136,7		1	▼
G250	14126	88	1:160	4"	181,9	60,6   136,7		1	▼
G250 - Twin	14126	141	1:100	4"	236,8	99,2		1	<b>X</b>
G400 - Twin	22955	141	1:160	4"	236,8	99,2		1	<b>X</b>
G400 - Twin	22955	141	1:160	6"	236,8	99,2		1	<b>X</b>
G400 - Twin	22955	230	1:100	6"	364,3	123,5		1	<b>X</b>
G650 - Twin	35315	230	1:160	6"	364,3	123,5		1	<b>X</b>

**Tabla 4** Tabla de capacidad y rango de medición (unidades imperiales)



## Accesorios

### Indicador con codificador óptico

Cuando se requiere una comunicación en serie, el indicador está equipado con un codificador compuesto por tres sensores ópticos y componentes electrónicos.

Los sensores ópticos detectan la luz que pasa a través de un disco ranurado especialmente diseñado que gira dentro del indicador y los componentes electrónicos lo convierten en un valor numérico con el código Gray.

El sistema ofrece una alta resolución y permite efectuar el cálculo de flujo instantáneo.



Figura 4 Indicador con codificador óptico

### Sensor de alta frecuencia

Los medidores rotativos pueden proporcionarse con un sensor de alta frecuencia (HF). El sensor está acoplado a una rueda magnética dentro de la caja de engranajes.

Está diseñado y aprobado de acuerdo con la norma ATEX. La señal de salida generada cumple con la norma EN 60947-5-6/NAMUR.

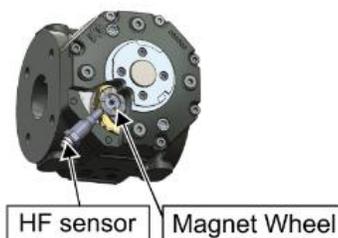


Figura 5 Sensor de alta frecuencia

# Pesos y dimensiones

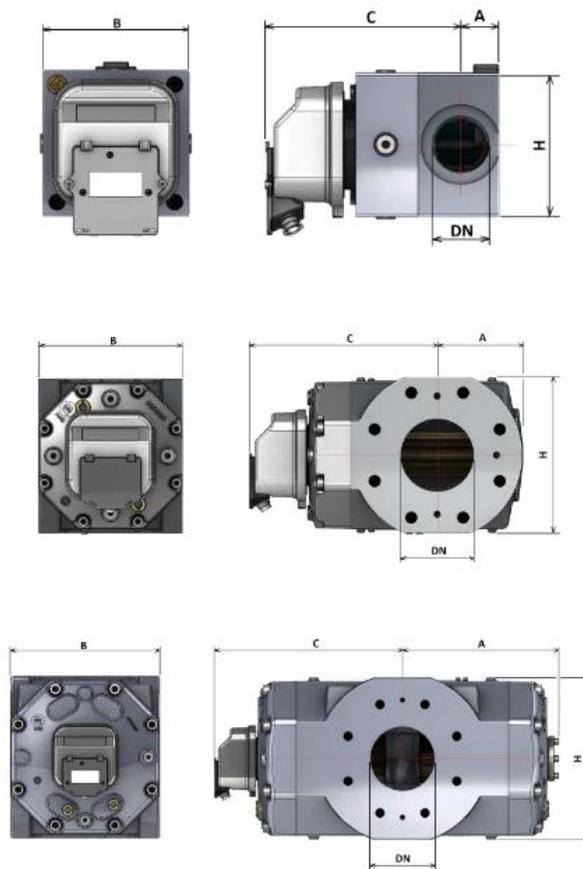


Figura 6 Dimensiones del IM-RM



Dimensiones (para otras conexiones, póngase en contacto con su representante de Pietro Fiorentini más cercano)

Modelo	Dimensión (DN)		A máx		B ± 2 mm		C máx		H máx	
	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas	mm	pulgadas
G10	40	G1½ o 1½ NPT	35	1,4"	121	4,8"	175	6,9"	130	5,1"
G16	40	G1½ o 1½ NPT	35	1,4"	121	4,8"	175	6,9"	130	5,1"
G25	40	G1½ o 1½ NPT	50	2,0"	121	4,8"	175	6,9"	130	5,1"
G16	40   50	1½   2"	85	3,3"	171	6,7"	190	7,5"	185	7,3"
G25	40   50	1½   2"	85	3,3"	171	6,7"	190	7,5"	185	7,3"
G40	40   50	1½   2"	85	3,3"	171	6,7"	190	7,5"	185	7,3"
G65	50	2"	85	3,3"	171	6,7"	190	7,5"	185	7,3"
G65	80	3"	100	3,9"	171	6,7"	220	8,7"	185	7,3"
G100	50	2"	100	3,9"	171	6,7"	220	8,7"	185	7,3"
G100	80	3"	100	3,9"	171	6,7"	220	8,7"	185	7,3"
G100 - Twin	80	3"	225	8,9"	171	6,7"	280	11,0"	185	7,3"
G160 - Twin	80	3"	225	8,9"	171	6,7"	280	11,0"	185	7,3"
G100	80	3"	100	3,9"	241	9,5"	240	9,4"	265	10,4"
G160	80	3"	100	3,9"	241	9,5"	240	9,4"	265	10,4"
G100	100	4"	130	5,1"	241	9,5"	255	10,0"	265	10,4"
G160	100	4"	130	5,1"	241	9,5"	255	10,0"	265	10,4"
G250	100	4"	130	5,1"	241	9,5"	255	10,0"	265	10,4"
G250 - Twin	100	4"	255	10,0"	241	9,5"	305	12,0"	265	10,4"
G400 - Twin	100	4"	255	10,0"	241	9,5"	305	12,0"	265	10,4"
G400 - Twin	150	6"	255	10,0"	241	9,5"	305	12,0"	265	10,4"
G400 - Twin	150	6"	325	12,8"	241	9,5"	375	14,8"	265	10,4"
G650 - Twin	150	6"	325	12,8"	241	9,5"	375	14,8"	265	10,4"

Tabla 5 Dimensiones

Pesos (para otras conexiones, póngase en contacto con su representante de Pietro Fiorentini más cercano)

Modelo	Dimensión (DN)		Versión					
			Aluminio		HTR <sup>1</sup>		Hierro fundido	
	[mm]	puercas	kg	libras	kg	libras	kg	libras
G10	40	G1 1/2 o 1 1/2 NPT	3,5	8	-	-	-	-
G16	40	G1 1/2 o 1 1/2 NPT	3,5	8	-	-	-	-
G25	40	G1 1/2 o 1 1/2 NPT	4	9	-	-	-	-
G16	40   50	1 1/2   2"	10	22	23	51	23	51
G25	40   50	1 1/2   2"	10	22	23	51	23	51
G40	40   50	1 1/2   2"	10	22	23	51	23	51
G65	50	2"	10	22	23	51	23	51
G65	80	3"	12	26	-	-	30	66
G100	50	2"	12	26	-	-	30	66
G100	80	3"	12	26	30	66	30	66
G100 - Twin	80	3"	20,5	45	-	-	-	-
G160 - Twin	80	3"	20,5	45	-	-	-	-
G100	80	3"	22,5	50	56	123	56	123
G160	80	3"	22,5	50	56	123	56	123
G100	100	4"	27,5	61	62	137	62	137
G160	100	4"	27,5	61	62	137	62	137
G250	100	4"	27,5	61	62	137	62	137
G250 - Twin	100	4"	45	99	-	-	-	-
G400 - Twin	100	4"	45	99	-	-	-	-
G400 - Twin	150	6"	45	99	-	-	-	-
G400 - Twin	150	6"	45	99	-	-	-	-
G650 - Twin	150	6"	45	99	-	-	-	-

<sup>1</sup> HTR: Versión resistente a altas temperaturas que cumple con el Anexo C de la norma EN12480.

**Tabla 6** Pesos

<b>Autor(a):</b>
PIETRO FIORENTINI
<b>Título</b>
DIVAL 600 Regulador de gas para media y baja presión
<b>Edición</b>
<b>Lugar de edición</b>
Arcugnano, Italia
<b>Editorial</b>
<b>Año de edición</b>
<b>Número de páginas:</b>
28



# Dival 600

Regulador de gas para media y baja presión



**FOLLETO TÉCNICO**

## Quiénes somos

Somos una empresa internacional especializada en el diseño y fabricación de dispositivos y soluciones tecnológicamente avanzados para sistemas de tratamiento, transporte y distribución de gas natural.

Somos el socio ideal para los operadores del sector del gas y petróleo, con una oferta comercial que cubre toda la cadena de suministro del gas natural.

Estamos en constante evolución para satisfacer las más altas expectativas de nuestros clientes en términos de calidad y fiabilidad.

Nuestro objetivo es estar un paso por delante de la competencia, gracias a tecnologías realizadas a medida y un programa de asistencia postventa llevado a cabo con el más alto grado de profesionalidad.



## Pietro Fiorentini nuestras ventajas



Soporte técnico localizado

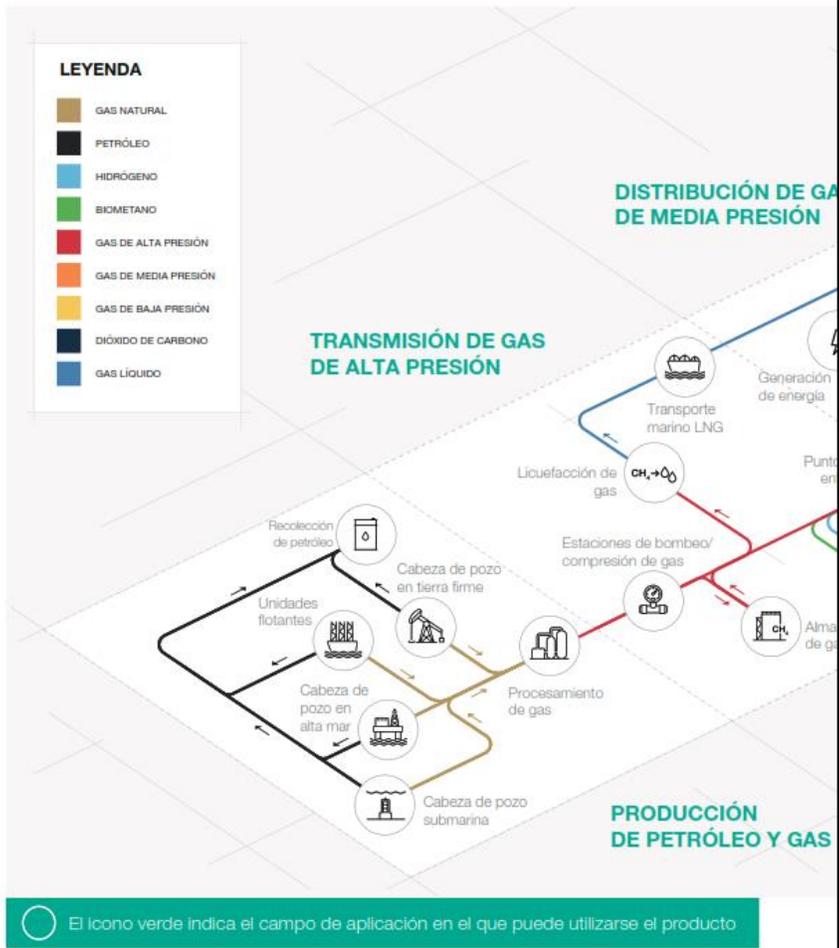


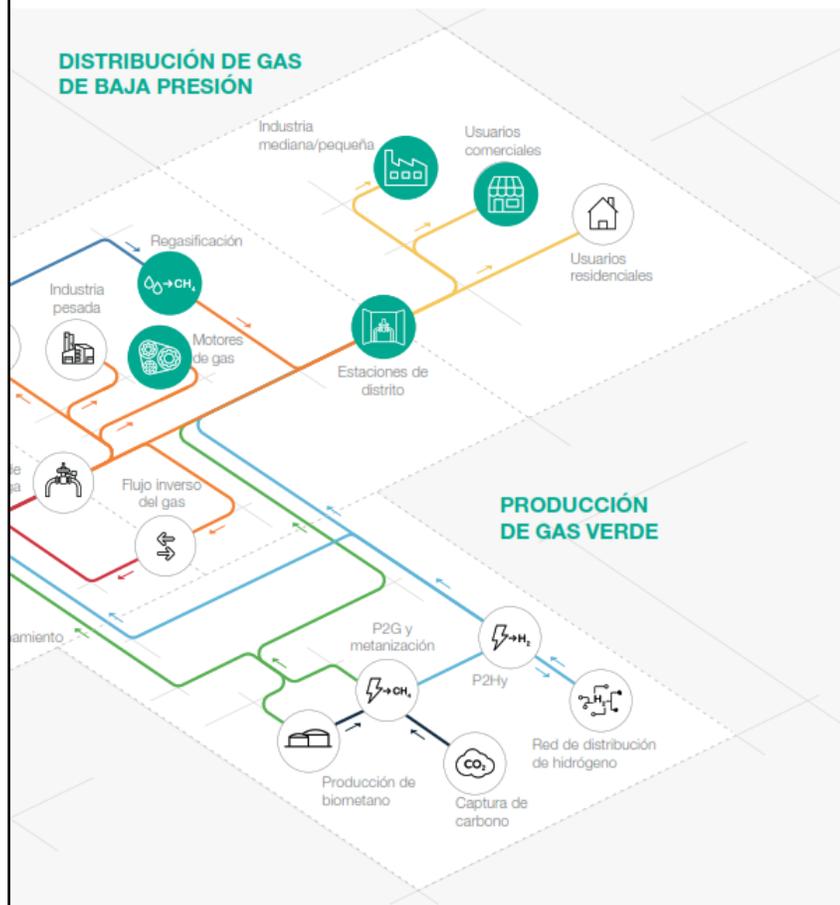
Activos desde 1940



Operamos en más de 100 países alrededor del mundo

# Área de aplicación





**Figura 1** Mapa de las áreas de aplicación



## Introducción

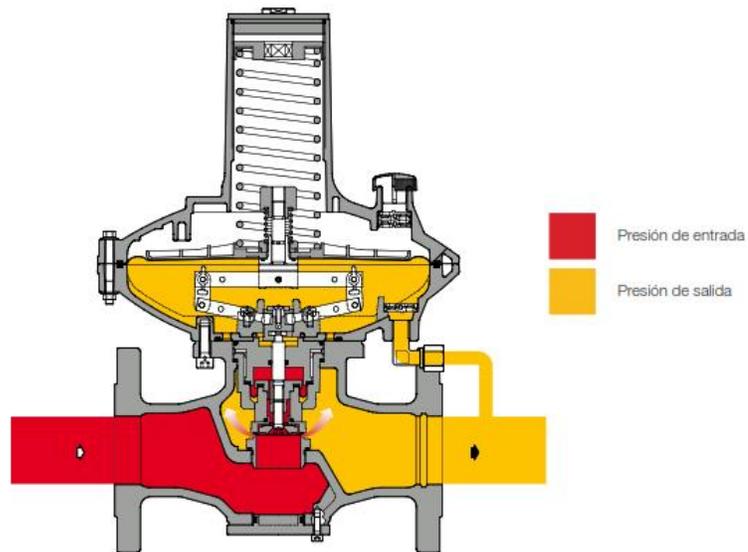
**Dival 600** forma parte de la gama de **reguladores de presión de gas de acción directa** de Pietro Fiorentini con control de membrana y contraste de muelle.

Utilizado principalmente en redes de distribución de gas natural de media y baja presión, también se utiliza ampliamente en instalaciones comerciales e industriales.

El Dival 600 puede utilizarse con fluidos gaseosos no corrosivos pretratados.

Según la norma europea EN 334, se clasifica como **Fail Open**.

Dival 600 es **Hydrogen Ready** para mezclas GN-H2.



**Figura 2** Dival 600

# Descripción y Rangos de calibración

**Dival 600** es un **regulador de presión de acción directa** que garantiza un control extremadamente preciso de la presión de salida.

Las características del controlador de la serie Dival 600 lo hacen adecuado para cualquier aplicación.

El rápido tiempo de respuesta lo hace óptimo para aplicaciones industriales en las que pueden producirse cambios bruscos de caudal; la precisión de la regulación en caso de cambios en la presión de entrada también hace de los reguladores de la serie Dival 600 un excelente producto para los sistemas civiles de distribución de gas.

La arquitectura del regulador **Dival 600** facilita la instalación en cualquier posición de las tuberías de entrada y salida que las condiciones de campo puedan tener.

El diseño modular del regulador de presión **Dival 600** permite acoplar al mismo cuerpo del regulador el dispositivo de bloqueo o el dispositivo para su uso como «monitor en línea» sin cambiar el ancho.



Figura 3 Dival 600



Figura 4 Dival 600 con LA



## Dival 600 ventajas competitivas

- Equilibrado
- Funciona con baja presión diferencial
- Alta precisión
- Regulador Fail Open
- Elevada relación de giro
- Token IRV
- Top entry
- Mantenimiento sencillo
- Accesorios integrados
- Compatible con biometano e hidrógeno mezclado hasta el 20 %. Mezclas superiores disponibles bajo pedido

## Características

Características	Valores
Presión de diseño * (PS <sup>1</sup> / DP <sup>2</sup> )	hasta 2 MPa hasta 20 barg
Temperatura ambiente de uso* (TS <sup>1</sup> )	de -20 °C a +60 °C de -4 °F a +140 °F
Temperatura admisible del gas*	de -20 °C a +60 °C de -4 °F a +140 °F
Campo de presión de entrada bpu (MAOP / p <sub>max</sub> <sup>1</sup> )	de (Pd + 0,01) MPa a 2 MPa de (Pd + 0,1) barg a 20 barg
Campo de regulación posible (Wd <sup>1</sup> )	de 1,2 KPa a 420 KPa de 12 mbarg a 4200 mbarg
Accesorios disponibles	LA siam shut, silenciador incorporado, versión monitor, alivio
Presión diferencial mínima (Δp <sub>min</sub> <sup>1</sup> )	0,01 MPa   0,1 barg
Clase de precisión (AC <sup>1</sup> )	hasta 5
Sobrepresión de cierre (SG <sup>1</sup> )	hasta 10 (según la versión y el punto de ajuste)
Tamaños disponibles (DN <sup>1-2</sup> )	DN 25 / 1"; DN 40 / 1" 1/2; DN 50 / 2"
Conexiones*	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Embridadas: clase 150 RF según ASME B16.5 y ASME B16.42</li> <li>• Clase ANSI 125 FF según ASME B16.1, PN16/25 según ISO 7005-1 e ISO 7005-2</li> <li>• Roscadas: Rp EN 10226-1, NPT ASME B1.20.1 (solo tamaño DN50   2")</li> </ul>

<sup>(1)</sup> según la norma EN334  
<sup>(2)</sup> según la norma ISO 23555-1  
<sup>(\*)</sup> NOTA: A petición del cliente, pueden ofrecerse características funcionales diferentes y/o rangos de temperatura más amplios. El rango de temperatura del gas de entrada indicado es el máximo para el que se garantiza todo el rendimiento del equipo, incluida la precisión. El producto puede tener diferentes rangos de presión o temperatura según la versión y/o los accesorios instalados.

Tabla 1 Características

# Materiales y aprobaciones

Parte	Material
Cuerpo del equipo	Hierro fundido GS 400-18 ISO 1083 Acero ASTM A216 WCB
Tapa	Aluminio
Asiento	Latón
Membrana	Goma entelada
Anillos de estanqueidad	Goma de nitrilo

NOTA: los materiales anteriores se refieren a los modelos estándar. Se pueden proporcionar diferentes materiales en función de las necesidades específicas.

Tabla 2 Materiales

## Normas de construcción y aprobaciones

El regulador **Dival 600** está diseñado según la norma europea EN 334.  
En caso de rotura, el regulador pasa a la posición de apertura (véase la norma EN 334).

El producto está certificado según la Directiva Europea 2014/68/UE (PED).  
Clase de fuga: hermética, mejor que la clase VIII según ANSI/FCI 70-3.



EN 334



PED-CE



# Gamas de muelles y cabezales

Campos de presiones del cabezal					
		Cabezal BP	Cabezal MP	Cabezal TR	Enlace web tabla de muelles
Modelo	DN	kPa mbar	kPa mbar	kPa mbar	
Dival 600	1"	1,2 ÷ 34 12 ÷ 340	-	30 ÷ 420 300 ÷ 4200	<a href="#">IT.1393</a>
Dival 600	1" 1/2 - 2"	1,2 ÷ 8,5 12 ÷ 85	8 ÷ 34 80 ÷ 340	30 ÷ 420 300 ÷ 4200	<a href="#">IT.1393</a>

**Tabla 3** Rango de calibración de los cabezales de control

Enlace a las tablas de calibración: [HAGA CLIC AQUÍ](#) o use el código QR:



# Presiones de funcionamiento máximas permitidas

Presiones de diseño (p <sub>d</sub> según EN334)				
Versión	Cuerpo		Válvula de bloqueo	
	MPa	barg	MPa	barg
PN16-25 Cuerpo de acero	1,60	16	2,00	20
PN16-25 Cuerpo de hierro fundido	1,60	16	2,00	20
#150 Cuerpo de acero	1,89	18,9	2,00	20
#150 Cuerpo de hierro fundido	1,70	17	2,00	20
Cuerpo roscado de hierro fundido	2,00	20	2,00	20

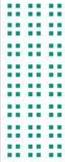
**Tabla 4** Presiones de diseño de cuerpos y válvulas de bloqueo

	Cabezal			
	BP/MP		TR	
	MPa	barg	MPa	barg
Tapa	2,00	20	2,00	20
Membrana	0,07	0,7	0,88	8,8
Máxima Δp en la membrana	0,04	0,46	0,58	5,85

**Tabla 5** Presiones de diseño probadas

MAOP presión máxima de funcionamiento admisible (p <sub>max</sub> según EN334)					
	Versión	Cabezal			
		BP/MP		TR	
		MPa	barg	MPa	barg
Con / Sin Marcado CE	PN16-25 (todos los materiales de los cuerpos)	2,00	20	2,00	20
	#150 Cuerpo de acero	1,89	18,9	1,89	18,9
	#150 Cuerpo de hierro fundido	1,70	17	1,70	17
	PN16-25 (todos los materiales de los cuerpos) + bloque	2,00	20	2,00	20
	#150 Cuerpo de acero + bloque	1,89	18,9	1,89	18,9
	#150 Cuerpo de hierro fundido + bloque	1,70	17	1,70	17

**Tabla 6** MAOP presión máxima de funcionamiento admisible con/sin marcado CE



## Accesorios

### Para el regulador de presión:

- Silenciador incorporado
- Válvula de bloqueo
- Versión monitor

### Monitor en línea

El monitor en línea suele instalarse antes del controlador principal.

Aunque la función del monitor es diferente, los dos reguladores son casi idénticos en términos de componentes mecánicos: la única diferencia entre los dos es que el monitor está calibrado a una presión más alta que el regulador principal.

El **Dival 600** con función de monitor en línea es un controlador con un conjunto de equilibrado modificado en comparación con el regulador normal. Esta modificación garantiza una mayor precisión de la presión regulada y, por tanto, un valor de conmutación igualmente preciso sin peligro de interferir con el regulador principal.

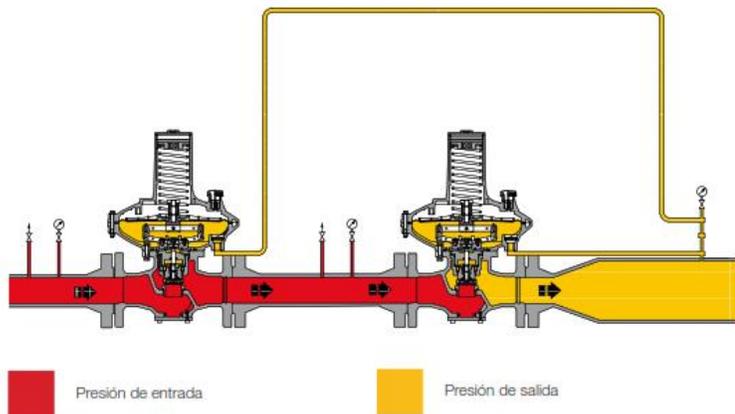


Figura 5 Dival 600 con función de monitor en línea

## Silenciador incorporado

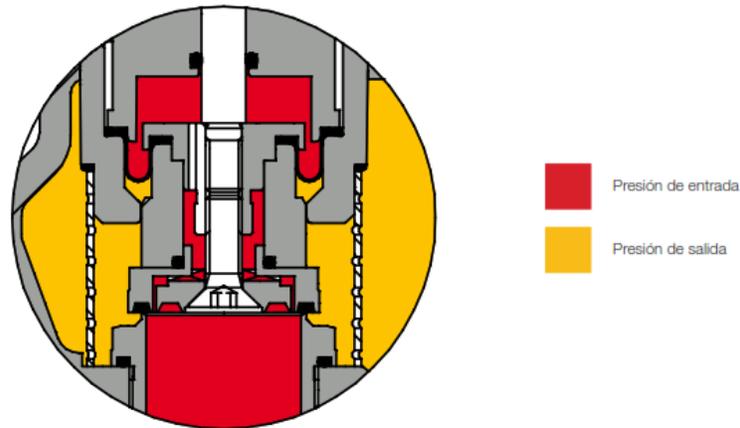
Cuando se desea alcanzar un determinado límite de ruido, un silenciador adicional puede reducir considerablemente el nivel de ruido (dBA).

El regulador de presión Dival 600 puede estar equipado con un **silenciador incorporado**, tanto en la versión estándar como en la versión con bloqueo.

La absorción del ruido es muy eficaz en el punto en el que se genera el ruido, impidiendo así su propagación.

Gracias al perfil modular del regulador, el silenciador puede adaptarse tanto a la versión estándar del regulador Dival 600 como a las que llevan incorporadas válvulas de bloqueo o monitores **sin necesidad de modificar la tubería principal**.

La reducción y el control de la presión funcionan de la misma manera que la versión estándar.



**Figura 6** Dival 600 con silenciador incorporado

## Válvula de bloqueo LA

El regulador de presión Dival 600 ofrece la posibilidad de instalar una válvula de cierre LA incorporada y esto puede hacerse durante el proceso de fabricación o posteriormente en el campo.

LA está disponible para todos los tamaños.

Las características principales de este dispositivo son:

- OPSO Cierre por sobrepresión
- UPSO Cierre por subpresión
- Bypass interno
- Botón para el desenganche manual del mecanismo de bloqueo
- Dimensiones compactas
- Mantenimiento sencillo
- Dispositivo para desenganchar el mecanismo de bloqueo a distancia
- Opción de final de carrera

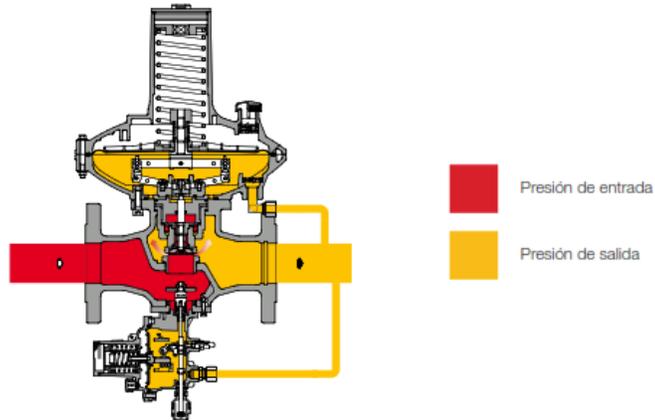


Figura 7 Dival 600 con válvula de bloqueo LA

**Presostatos para válvulas de bloqueo** tipos y campos de calibración

Modelo bloque	Tipo	Funcionamiento	Campo Wh		Enlace web tabla de muelles
			KPa	mbarg	
LA	BP	OPSO	3 - 18	30 - 180	<a href="#">TI.00214</a>
		UPSO	0,6 - 6	6 - 60	
LA	MP	OPSO	14 - 45	140 - 450	<a href="#">TI.00214</a>
		UPSO	1 - 24	10 - 240	
LA	TR	OPSO	25 - 550	250 - 5500	<a href="#">TI.00214</a>
		UPSO	10 - 350	100 - 3500	

**Tabla 7** Tabla de calibración

# Pesos y Dimensiones

## Dival 600

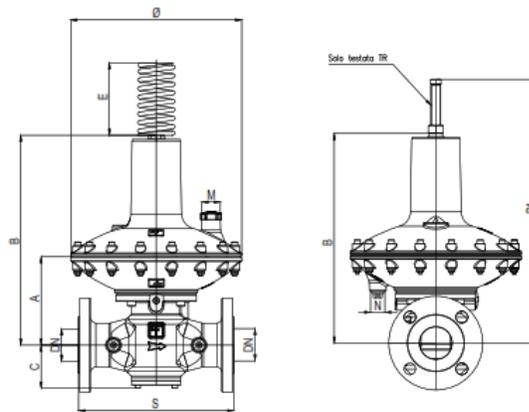
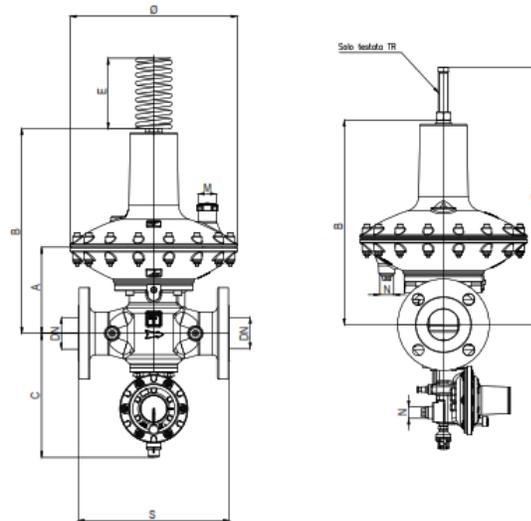


Figura 8 Dimensiones Dival 600

Pesos y dimensiones (para conexiones diferentes, póngase en contacto con el distribuidor Pietro Fiorentini más cercano)									
Díámetro nominal [mm]	25		40		50		G 2"		
Tamaño [pulgadas]	1"		1 1/2"		2"		2" NPT		
	[mm]	[pulgadas]	[mm]	[pulgadas]	[mm]	[pulgadas]	[mm]	[pulgadas]	
S	183	7,2"	222	8,7"	254	10"	152,4	6"	
Ø	280	11,0"	280	11,0"	280	11,0"	280	11,0"	
A	145	5,7"	145	5,7"	145	5,7"	145	5,7"	
B	346	13,6"	346	13,6"	346	13,6"	346	13,6"	
B1	472	18,6"	472	18,6"	472	18,6"	472	18,6"	
C	65	2,56"	70	2,8"	70	2,8"	70	2,8"	
E	180	7,1"	180	7,1"	180	7,1"	180	7,1"	
M	Rp 1/2"		Rp 1/2"		Rp 1/2"		Rp 1/2"		
N	Rp 1/4"		Rp 1/4"		Rp 1/4"		Rp 1/4"		
Conexiones neumáticas	Øe 10 x Ø 8 (medidas imperiales bajo pedido)								
Peso	kg	lbs	kg	lbs	kg	lbs	kg	lbs	
Dival 600	14	30,9	17,5	38,6	18,5	40,8	13,8	30,4	

Tabla 8 Pesos y dimensiones

## Dival 600 + LA



**Figura 9** Dimensiones Dival 600 + LA

Pesos y dimensiones (para conexiones diferentes, póngase en contacto con el distribuidor Pietro Fiorentini más cercano)									
Dámetro nominal [mm]	25		40		50		G 2"		
Tamaño [pulgadas]	1"		1 1/2"		2"		2" NPT		
	[mm]	[pulgadas]	[mm]	[pulgadas]	[mm]	[pulgadas]	[mm]	[pulgadas]	
S	183	7,2"	222	8,7"	254	10"	152,4	6"	
Ø	290	11,0"	280	11,0"	280	11,0"	280	11,0"	
A	145	5,7"	145	5,7"	145	5,7"	145	5,7"	
B	346	13,6"	346	13,6"	346	13,6"	346	13,6"	
B1	472	18,6"	472	18,6"	472	18,6"	472	18,6"	
C	198	7,8"	210	8,3"	210	8,3"	210	8,3"	
E	180	7,1"	180	7,1"	180	7,1"	180	7,1"	
M	Rp 1/2"		Rp 1/2"		Rp 1/2"		Rp 1/2"		
N	Rp 1/4"		Rp 1/4"		Rp 1/4"		Rp 1/4"		
Conexiones neumáticas	Øe 10 x Øi 8 (medidas imperiales bajo pedido)								
Peso	kg	lbs	kg	lbs	kg	lbs	kg	lbs	
Dival 600 + LA	14,8	32,6	18,5	40,8	19,5	43	14,8	32,6	

**Tabla 9** Pesos y dimensiones



## Dimensionamiento y Cg

La selección de un regulador suele realizarse en función del cálculo del caudal, que se determina mediante el uso de fórmulas que utilizan los coeficientes de caudal (Cg) y de forma (K1) especificados en la norma EN 334. Dimensionamiento disponible a través del programa de sizing on-line de Pietro Fiorentini.

Coeficiente de caudal						
	Ø280 BP / MP			Ø280 TR		
Diámetro	25	40	50	25	40	50
Pulgadas	1"	1" 1/2	2"	1"	1" 1/2	2"
Cg	267	698	818	311	749	811
K1	94	94	86	97	95	97

Tabla 10 Coeficiente de caudal

Para ver el dimensionamiento, [HAGA CLIC AQUÍ](#) o utilice el código QR:



**Nota:** Si no dispone de las llaves de acceso, póngase en contacto con su distribuidor Pietro Fiorentini más cercano.

Dado que el controlador se instala dentro de un sistema, el dimensionamiento en línea tiene en cuenta más variables, lo que garantiza una propuesta completa y exhaustiva.

Para los distintos gases y para el gas natural con una densidad relativa distinta de 0,61 (respecto al aire), se aplican los coeficientes de corrección de la siguiente fórmula:

$$F_c = \sqrt{\frac{175,8}{S \times (273,16 + T)}}$$

$$F_c = \sqrt{\frac{316,44}{S \times (459,67 + T)}}$$

S = densidad relativa (ref. tabla 19)  
T = temperatura del gas (°C)

S = densidad relativa (ref. tabla 19)  
T = temperatura del gas (°F)

Coeficiente de corrección Fc		
Tipo de gas	Densidad relativa S	Coeficiente de corrección Fc
Aire	1,00	0,78
Propano	1,53	0,63
Butano	2,00	0,55
Nitrógeno	0,97	0,79
Oxígeno	1,14	0,73
Dióxido de carbono	1,52	0,63

Nota: la tabla muestra los coeficientes de corrección Fc válidos para los gases, calculados a una temperatura de 15 °C y la densidad relativa indicada.

**Tabla 11** Coeficiente de corrección Fc

Conversión del caudal
Stm <sup>3</sup> /h x 0,94795 = Nm <sup>3</sup> /h

Nm<sup>3</sup>/h Condiciones de referencia:  
 T= 0 °C; P= 1 barg | T= 32 °F; P= 14,5 psig  
 Stm<sup>3</sup>/h Condiciones de referencia:  
 T= 15 °C; P= 1 barg | T= 59 °F; P= 14,5 psig

**Tabla 12** Conversión del caudal

**ATENCIÓN:**

Para lograr un rendimiento óptimo, evitar la erosión prematura y limitar las emisiones de ruido, se recomienda comprobar la velocidad del gas y el cumplimiento de las prácticas y normativas locales. La velocidad del gas en la brida de salida puede calcularse mediante la siguiente fórmula:

$$V = 345,92 \times \frac{Q}{DN^2} \times \frac{1 - 0,002 \times Pd}{1 + Pd}$$

V = velocidad del gas en m/s  
 Q = caudal de gas en Stm<sup>3</sup>/h  
 DN = diámetro nominal en mm  
 Pd = presión en salida en barg

$$V = 0,0498 \times \frac{Q}{DN^2} \times \frac{14,504 - 0,002 \times Pd}{14,504 + Pd}$$

V = velocidad del gas en ft/s  
 Q = caudal de gas en Scfh  
 DN = diámetro nominal en pulgadas  
 Pd = presión de salida en psi

# Tablas de caudales

## Dival 600 BP - DN 1"

De 1,2 kPa [12 mbarg] a 8,5 kPa [85 mbarg]

Dival 600 BP - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		4 kPa / 40 mbarg		6 kPa / 60 mbarg		8,5 kPa / 85mbarg	
MPa	barg	Stm <sup>3</sup> /h	Scfh								
0,05	0,5	170	6100	168	6000	163	5800	166	5900	165	5900
0,10	1,0	260	9200	262	9300	270	9600	273	9700	262	9300
0,20	2,0	429	15200	432	15300	442	15700	437	15500	419	14800
0,50	5,0	676	23900	693	24500	743	26300	764	27000	726	25700
1,00	10,0	911	32200	888	31400	818	28900	780	26900	723	25600
1,50	15,0	572	20200	600	21200	684	24200	740	26200	720	25500
2,00	20,0	373	13200	442	15700	648	22900	766	27100	717	25400

Cg = 267 K1= 94

**Tabla 13** Caudal de Dival 600 BP con presión de salida de 1,2 kPa [12 mbarg] a 8,5 kPa [85 mbarg]

## Dival 600 BP - DN 1"1/2

De 1,2 kPa [12 mbarg] a 8,5 kPa [85 mbarg]

Dival 600 BP - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		4 kPa / 40 mbarg		6 kPa / 60 mbarg		8,5 kPa / 85mbarg	
MPa	barg	Stm <sup>3</sup> /h	Scfh								
0,05	0,5	440	15600	438	15500	433	15300	407	14400	350	12400
0,10	1,0	669	23700	669	23700	669	23700	638	22600	559	19800
0,20	2,0	998	35300	1014	35900	1064	37600	1097	38800	1097	38800
0,50	5,0	994	35100	1094	38700	1392	49200	1648	58200	1790	63300
1,00	10,0	990	35000	1122	39700	1518	53700	1782	63000	1782	63000
1,50	15,0	838	29600	994	35100	1463	51700	1775	62700	1775	62700
2,00	20,0	589	20800	786	27800	1376	48600	1769	62500	1769	62500

Cg = 698 K1= 94

**Tabla 14** Caudal de Dival 600 BP con presión de salida de 1,2 kPa [12 mbarg] a 8,5 kPa [85 mbarg]

**Nota:** los caudales máximos garantizados tienen en cuenta múltiples factores como: la prolongación de la vida útil del regulador, la mitigación de la erosión y las vibraciones debidas a las altas velocidades y la minimización del ruido.  
**Nota:** todos los caudales indicados se refieren al regulador sin accesorios. Si hay accesorios incorporados, debe considerarse una reducción adecuada.

## Dival 600 BP - DN 2"

De 1,2 kPa [12 mbarg] a 8,5 kPa [85 mbarg]

Dival 600 BP - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		4 kPa / 40 mbarg		6 kPa / 60 mbarg		8,5 kPa / 85mbarg	
MPa	barg	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh
0,05	0,5	520	18400	516	18300	506	17900	485	17200	450	15900
0,10	1,0	799	28300	791	28000	766	27100	735	26000	699	24700
0,20	2,0	1047	37000	1122	39700	1347	47600	1397	49400	1147	40600
0,50	5,0	1044	36900	1185	41900	1608	56800	1918	67800	1989	70300
1,00	10,0	1148	40600	1287	45500	1703	60200	1980	70000	1980	70000
1,50	15,0	888	31400	1068	37800	1611	56900	1972	69700	1972	69700
2,00	20,0	639	22600	860	30400	1523	53800	1965	69400	1965	69400

Cg = 818 K1= 86

Tabla 15 Caudal de Dival 600 BP con presión de salida de 1,2 kPa [12 mbarg] a 8,5 kPa [85 mbarg]

## Dival 600 MP - DN 1"

De 8 kPa [80 mbarg] a 34 kPa [340 mbarg]

Dival 600 MP - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		5 kPa / 50 mbarg		7,5 kPa / 75 mbarg		10 kPa / 100 mbarg	
MPa	barg	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh
0,05	0,5	150	5300	150	5300	145	5200	130	4600	115	4100
0,10	1,0	250	8900	260	9200	250	8900	240	8500	230	8200
0,20	2,0	419	14800	449	15900	409	14500	419	14800	429	15200
0,25	2,5	696	24600	696	24600	696	24600	746	26400	796	28200
0,50	5,0	693	24500	693	24500	693	24500	743	26300	792	28000
0,75	7,5	690	24400	690	24400	690	24400	740	26200	789	27900
1,00	10,0	688	24300	688	24300	688	24300	737	26100	786	27800

Cg = 267 K1= 94

Tabla 16 Caudal de Dival 600 MP a una presión de salida de 8 kPa [80 mbarg] a 34 kPa [340 mbarg]

**Nota:** los caudales máximos garantizados tienen en cuenta múltiples factores como: la prolongación de la vida útil del regulador, la mitigación de la erosión y las vibraciones debidas a las altas velocidades y la minimización del ruido.  
**Nota:** todos los caudales indicados se refieren al regulador sin accesorios. Si hay accesorios incorporados, debe considerarse una reducción adecuada.

**Dival 600 MP - DN 1"1/2**

De 8 kPa [80 mbarg] a 34 kPa [340 mbarg]

Dival 600 MP - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		10 kPa / 100 mbarg		1,5 kPa / 15 mbarg		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		30 kPa / 300 mbarg	
MPa	barg	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh
0,05	0,5	400	14200	400	14200	400	14200	370	13100	340	12100
0,10	1,0	685	24200	699	24700	619	21900	619	21900	619	21900
0,20	2,0	1097	38800	1097	38800	998	35300	1048	37100	1098	38800
0,50	5,0	1620	57300	1691	59800	1592	56300	1592	56300	1592	56300
1,00	10,0	1641	58000	1782	63000	1683	59500	1733	61200	1783	63000
1,50	15,0	1634	57700	1775	62700	1677	59300	1726	61000	1775	62700
2,00	20,0	1698	60000	1769	62500	1769	62500	1769	62500	1769	62500

Cg = 698 K1= 94

Tabla 17 Caudal de Dival 600 MP a una presión de salida de 8 kPa [80 mbarg] a 34 kPa [340 mbarg]

**Dival 600 MP - DN 2"**

De 8 kPa [80 mbarg] a 34 kPa [340 mbarg]

Dival 600 MP - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		5 kPa / 50 mbarg		7,5 kPa / 75 mbarg		10 kPa / 100 mbarg	
MPa	barg	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh
0,05	0,5	400	14200	400	14200	400	14200	370	13100	340	12100
0,10	1,0	685	24200	699	24700	619	21900	619	21900	619	21900
0,20	2,0	1097	38800	1097	38800	998	35300	1048	37100	1098	38800
0,25	2,5	1620	57300	1691	59800	1592	56300	1592	56300	1592	56300
0,50	5,0	1641	58000	1782	63000	1683	59500	1733	61200	1783	63000
0,75	7,5	1634	57700	1775	62700	1677	59300	1726	61000	1775	62700
1,00	10,0	1698	60000	1769	62500	1769	62500	1769	62500	1769	62500

Cg = 818 K1= 86

Tabla 18 Caudal de Dival 600 MP a una presión de salida de 8 kPa [80 mbarg] a 34 kPa [340 mbarg]

**Nota:** los caudales máximos garantizados tienen en cuenta múltiples factores como: la prolongación de la vida útil del regulador, la mitigación de la erosión y las vibraciones debidas a las altas velocidades y la minimización del ruido.  
**Nota:** todos los caudales indicados se refieren al regulador sin accesorios. Si hay accesorios incorporados, debe considerarse una reducción adecuada.

## Dival 600 TR - DN 1"

De 30 kPa [300 mbarg] a 420 kPa [4200 mbarg]

Dival 600 TR - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		5 kPa / 50 mbarg		7,5 kPa / 75 mbarg		10 kPa / 100 mbarg	
MPa	bar	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh
0,05	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	1,0	180	6400	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20	2,0	329	11700	310	11000	-	-	-	-	-	-
0,25	2,5	697	24700	757	26800	618	21900	578	20500	538	19000
0,50	5,0	862	30500	1090	38500	1389	49100	1323	46800	1256	44400
0,75	7,5	858	30300	1109	39200	1729	61100	1811	64000	1894	66900
1,00	10,0	855	30200	1111	39300	1772	62600	2087	73700	2402	84900

Cg = 311 K1= 97

**Tabla 19** Caudal de Dival 600 TR con presión de salida de 30 kPa [300 mbarg] a 420 kPa [4200 mbarg]

## Dival 600 TR - DN 1"1/2

De 30 kPa [300 mbarg] a 420 kPa [4200 mbarg]

Dival 600 TR - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		5 kPa / 50 mbarg		7,5 kPa / 75 mbarg		10 kPa / 100 mbarg	
MPa	bar	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh	Stm³/h	Scfh
0,05	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	1,0	495	17500	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20	2,0	838	29600	839	29700	-	-	-	-	-	-
0,25	2,5	1791	63300	1692	59800	1844	65200	1646	58200	1448	51200
0,50	5,0	1882	66500	1784	63000	1984	70100	1918	67800	1853	65500
0,75	7,5	1953	69000	1777	62800	1976	69800	1944	68700	1944	68700
1,00	10,0	1966	69500	1770	62500	2067	73000	2024	71500	1981	70000

Cg = 749 K1= 97

**Tabla 20** Caudal de Dival 600 TR con presión de salida de 30 kPa [300 mbarg] a 420 kPa [4200 mbarg]

**Nota:** los caudales máximos garantizados tienen en cuenta múltiples factores como: la prolongación de la vida útil del regulador, la mitigación de la erosión y las vibraciones debidas a las altas velocidades y la minimización del ruido.  
**Nota:** todos los caudales indicados se refieren al regulador sin accesorios. Si hay accesorios incorporados, debe considerarse una reducción adecuada.

**Dival 600 TR - DN 2"**

De 30 kPa [300 mbarg] a 420 kPa [4200 mbarg]

**Dival 600 TR** - (precisión 10% ; AC10 según EN334)

Presión de entrada		Presión de salida									
		2 kPa / 20 mbarg		2,5 kPa / 25 mbarg		5 kPa / 50 mbarg		7,5 kPa / 75 mbarg		10 kPa / 100 mbarg	
MPa	bar	Sm <sup>3</sup> /h	Scfh	Sm <sup>3</sup> /h	Scfh	Sm <sup>3</sup> /h	Scfh	Sm <sup>3</sup> /h	Scfh	Sm <sup>3</sup> /h	Scfh
0,05	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0,10	1,0	540	19100	-	-	-	-	-	-	-	-
0,20	2,0	998	35300	999	35300	-	-	-	-	-	-
0,25	2,5	2488	87900	2489	87900	1894	66900	1896	67000	1898	67100
0,50	5,0	2476	87500	2478	87500	4464	157700	4469	157900	4473	158000
0,75	7,5	2466	87100	2468	87200	4446	157000	4450	157200	4454	157300
1,00	10,0	2457	86800	2458	86800	4429	156400	4433	156600	4437	156700

Cg = 811    K1 = 97

**Tabla 21** Caudal de Dival 600 TR con presión de salida de 30 kPa [300 mbarg] a 420 kPa [4200 mbarg]

**Nota:** los caudales máximos garantizados tienen en cuenta múltiples factores como: la prolongación de la vida útil del regulador, la mitigación de la erosión y las vibraciones debidas a las altas velocidades y la minimización del ruido.  
**Nota:** todos los caudales indicados se refieren al regulador sin accesorios. Si hay accesorios incorporados, debe considerarse una reducción adecuada.

# Centrarse en el Cliente

Pietro Fiorentini es una empresa italiana líder que opera a nivel internacional y se centra en la calidad de sus productos y servicios.

La estrategia principal es crear una relación estable a largo plazo, anteponiendo las necesidades de los clientes. El Lean management, el Lean thinking y el Customer centricity se utilizan para mejorar y mantener un alto nivel de experiencia del cliente.



## **Asistencia**

Una de las prioridades de Pietro Fiorentini es ofrecer apoyo al cliente en todas las fases del desarrollo del proyecto, durante la instalación, la puesta en marcha y el funcionamiento. Pietro Fiorentini ha desarrollado un sistema de gestión de intervenciones altamente estandarizado, que simplifica todo el proceso y archiva eficazmente todas las intervenciones realizadas, obteniendo así una valiosa información para mejorar los productos y servicios. Muchos servicios están disponibles a distancia, lo que evita largos tiempos de espera o costosas intervenciones.



## **Formación**

Pietro Fiorentini ofrece servicios de formación para operadores experimentados y nuevos usuarios. La formación consta de partes teóricas y prácticas, y está diseñada, seleccionada y preparada según el nivel de uso y las necesidades de los clientes.



## **Gestión de las relaciones con los clientes (CRM)**

La orientación al cliente es una de las principales ideas y misiones de Pietro Fiorentini. Por ello, Pietro Fiorentini actualizó el sistema de gestión de las relaciones con los clientes. Esto permite hacer un seguimiento de todas las ocasiones y solicitudes de los clientes en un solo lugar, haciendo que el flujo de información esté disponible.



# Sostenibilidad

En Pietro Fiorentini creemos en un mundo que puede avanzar con tecnologías y soluciones capaces de dar forma a un futuro más sostenible. Por eso el respeto a las personas, la sociedad y el medio ambiente son los pilares de nuestra estrategia.



## Nuestro compromiso con el mundo del mañana

Mientras que en el pasado nos limitábamos a suministrar productos, sistemas y servicios para la industria del petróleo y el gas, hoy queremos ampliar nuestros horizontes y crear tecnologías y soluciones para un mundo digital y sostenible, centrándonos en proyectos de energías renovables para ayudar a aprovechar al máximo los recursos de nuestro planeta y crear un futuro en el que las generaciones más jóvenes puedan crecer y prosperar.

Ha llegado el momento de anteponer la razón por la que actuamos al qué y al cómo lo hacemos.





TB0023ESP



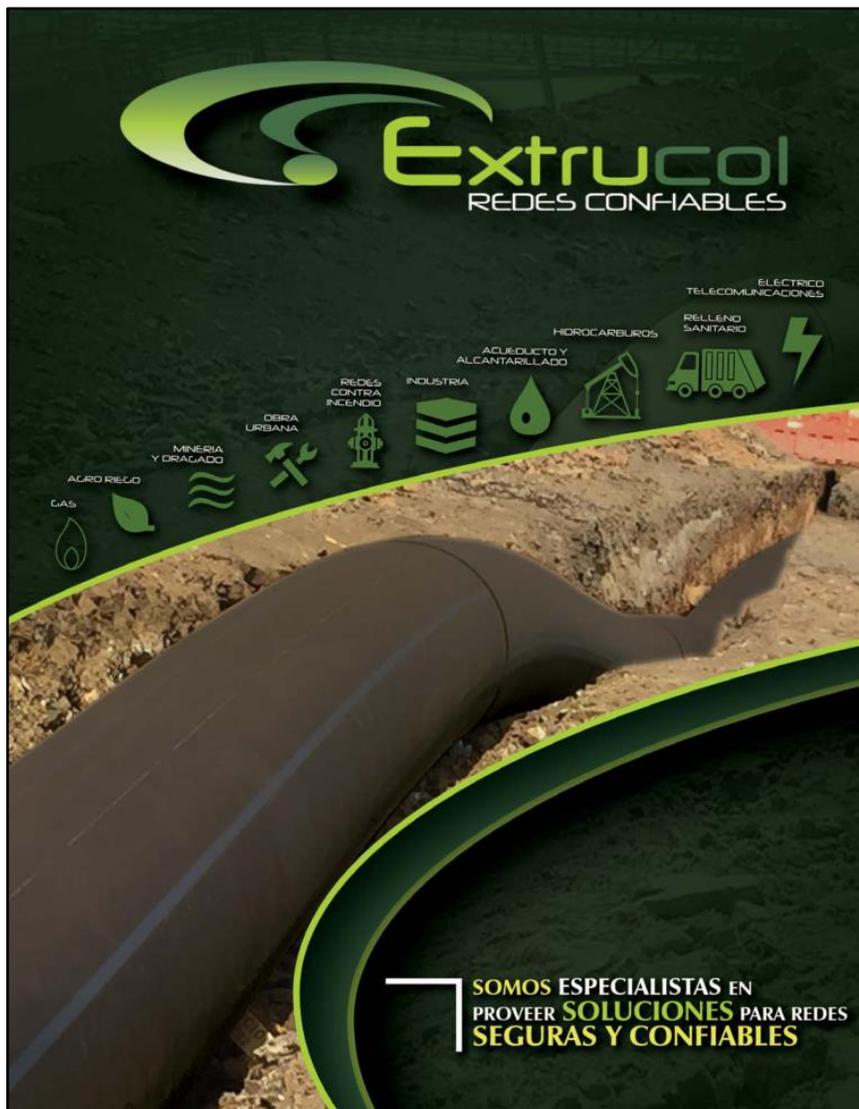
Los datos no son vinculantes. Nos reservamos el derecho a realizar cambios sin previo aviso.

dval800\_technicalbrochure\_ESP\_revA

[www.fiorentini.com](http://www.fiorentini.com)

## **7.5. Fichas técnicas de los materiales**

<b>Autor(a):</b>
EXTRUCOL
<b>Título</b>
EXTRUCOL REDES CONFIABLES
<b>Edición</b>
<b>Lugar de edición</b>
Colombia
<b>Editorial</b>
<b>Año de edición</b>
<b>Número de páginas:</b>
18



## EXTRUCOL S.A.

Es el más grande productor de tuberías y accesorios de Polietileno en Colombia, contribuyendo al desarrollo y realización de obras de infraestructura. Apoyándolo con el conocimiento y la experiencia de más de 29 años.

**Somos especialistas en el manejo de redes de polietileno**



ATENDEMOS LOS SECTORES DE LA INDUSTRIA EN DIFERENTES APLICACIONES COMO:

 Uds	 Agricultura-Riego	 Minería y Dragado	 Obras Urbanas	 Redes Contra Incendio
 Industria	 Acueducto y Alcantarillado	 Hidrocarburos	 Relleno Sanitario	 Eléctrico Telecomunicaciones



### GENERALIDADES DE NUESTROS PRODUCTOS

Hoy en día las resinas disponibles para la fabricación de tuberías de polietileno poseen extraordinarias ventajas como resultado de la evolución tecnológica de los últimos años, permitiendo la fabricación de tuberías de mayor diámetro y presión nominal, sin incremento en los costos de instalación, convirtiéndolas en un material competitivo, tanto económica como técnicamente.

La oferta actual del mercado colombiano nos ha permitido desarrollar una amplia gama de referencias en diámetros que van desde 16mm (1/2 Pulg) hasta 800mm (32 Pulg) con presiones nominales de trabajo hasta 362,5 psi (2,5 MPa).

Las características dimensionales de las tuberías fabricadas con esta última generación de resinas abren el campo de aplicación para un material ya conocido y que ofrece absoluta garantía y confiabilidad.

Aplicaciones: Conducción de gas natural, conducción de agua potable, Conducción de aguas crudas y sólidos en suspensión, protección de cables, soterramiento de redes, reposición sin zanja, rellenos sanitarios tecnificados, procesos industriales, entre otras.

**Las tuberías de pe presentan grandes ventajas frente a las fabricadas en otros materiales tradicionales**

<ul style="list-style-type: none"> <li>* Inertes</li> <li>* Totalmente Atóxicas</li> <li>* Insolubles</li> <li>* Bajo Factor de Fricción</li> <li>* Baja Conductividad Eléctrica</li> <li>* Alta Resistencia a la Abrasión</li> <li>* Ligeras</li> <li>* Uniones Monolíticas</li> <li>* Resistentes a las Fisuras</li> <li>* Libres de Fugas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>* Duraderas (vida Útil superior a 50 años)</li> <li>* Alta Resistencia Química</li> <li>* Altamente Flexibles: permiten cambios bruscos de dirección sin necesidad de accesorios, adaptándose a terrenos sinuosos.</li> </ul>
---	--

www.extrucol.com | 1

## SOLUCIONES PARA PROYECTOS EN:

### ACUEDUCTO Y ALCANTARILLADO



El polietileno es un producto termoplástico flexible y no tóxico, características que garantizan total seguridad para la conducción de Agua Potable. Es así como Extrucol, fabrica para las redes de Acueducto referencias de tubería desde 16mm (1/2") hasta 800mm (32"), en PE100, PE80 y PE40, atendiendo necesidades desde la aducción hasta las conexiones domiciliarias.

Los sistemas de acueducto desarrollados en PE son totalmente inertes, atóxicos, durables, altamente flexibles permitiendo adaptabilidad al terreno aún con movimientos sísmicos. Los tipos de uniones aseguran total hermeticidad en el sistema, disminuyendo los índices de agua no contabilizada (IANC-IPUF).

De esta manera, métodos de instalación sin zanja como : Perforación Horizontal Dirigida y Pipe bursting, permiten reducir costos de instalación y disminuir impactos socio-ambientales, generando mayor rendimiento frente a la renovación convencional. Las tuberías en Polietileno, son las más recomendadas e utilizadas en reposiciones y nuevas instalaciones con métodos sin zanja.



### TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN DE GAS



#### TUBERÍA EN POLIETILENO:

Las tuberías y accesorios para la conducción de combustibles gaseosos fabricados por Extrucol bajo las normas NTC 1746 y UNEEN1555 en serie pulgadas y métrica, son obtenidos a partir del polietileno de media densidad (PEMD), grado PE2708 o PE 80 para presiones de trabajo hasta 60 psi y polietileno de alta densidad (PEAD), grado PE4710 o PE100 para una presión de trabajo hasta 145 psi.

Las tuberías de polietileno también se usan para transportar GLP (Gas propano o gas líquido del petróleo) en estos casos el desempeño del tubo es igual al demostrado con gas natural permitiendo el intercambio de gases sin ningún inconveniente, por lo tanto un propano ducto se puede pasar a gas natural y viceversa.



### TUBERÍA EN POLIAMIDA 12 (PAU-12)



La poliamida 12 (PAU-12 no plastificada) es un polímero termoplástico de alta dureza y resistencia química; específicamente en aplicaciones de redes de gas se maneja la referencia VESTAMID NRG2105 de alto peso molecular, resistencia a la corrosión, a los hidrocarburos pesados, a la propagación lenta y rápida de grietas y al rayado e impacto.

Las tuberías en poliamida 12 PAU-12 para redes de Gas Natural o GNV, son fabricadas bajo la norma ISO 16486-2/NTC6105-2 y soportan una presión de operación hasta de 18 bares (261 psi). Estas

tuberías son una excelente alternativa para reemplazar tuberías en acero, propiciando costos de instalación y mantenimiento bajos, pues los procesos de unión como termofusión y electrofusión pueden realizarse con los mismos equipos utilizados para tuberías de polietileno, no requieren protección catódica y cuentan con un coeficiente de rugosidad bajo que permite disminuir costos de energía de bombeo y aumentar el flujo de gas transportado.

### TUBERÍA MULTICAPA (PEALPE) PARA REDES INTERNAS DE GAS



Tuberías multicapa PE-AL-PE (POLIETILENO-ALUMINIO-POLIETILENO) en referencias desde 1216 hasta 2632 fabricada bajo la norma ISO 17484-1 ó NTC 6015, las cuales son la mejor opción para acometidas internas de gas. Estas tuberías proporcionan las ventajas de una tubería Metálica y plástica a la vez, ya que combinan la resistencia del metal con la longevidad y durabilidad de los plásticos. Su alta flexibilidad proporciona gran facilidad en su instalación y por estar recubierta de polietileno tiene una alta resistencia a la corrosión. Los tubos macro-compuestos PE-AL-PE están diseñados para presión máxima de operación hasta 500 kPa (5 bar) a una temperatura de 0 °C a 40 °C.

### MINERIA Y DRAGADO



El bajo coeficiente de fricción de las tuberías de polietileno permite transportar fluidos con alto contenido de material en suspensión, asegurando una baja pérdida de espesor de pared y por lo tanto una vida útil superior comparada con otras tuberías plásticas.

Las tuberías y accesorios de polietileno son catalogados como hidráulicamente lisos.

### HIDROCARBUROS



En el sector de Hidrocarburos, las tuberías de polietileno de Alta Densidad han sido utilizadas en conducciones de crudo, aguas aceitosas y transporte de fluidos gaseosos. En conducciones de fluidos con alto contenido de material en suspensión, el uso de tuberías en polietileno de alta densidad, disminuye la probabilidad de formación de incrustaciones, debido a su baja rugosidad y se eliminan los efectos corrosivos y erosivos del crudo muy común para tuberías de acero.

En esta aplicación se utilizan las tuberías de Polietileno de alta densidad como "película" o "liner".

Máxima temperatura de operación: 40° C. Para fluidos a temperaturas mayores se recomienda el uso de TUBERÍAS DE POLIPROPILENO – EXTRUCOL.

### RELLENO SANITARIO



Las tuberías de PEAD, presentan una excelente resistencia química, propiedad que le permite conducir fluidos líquidos o gaseosos altamente corrosivos, como es el caso de lixiviados y biogás. En las tuberías de PEAD no se presentan los procesos electroquímicos presentes en los procesos de corrosión en los metales.

El sistema de unión propuesto para esta aplicación, es UNIÓN POR TERMOFUSIÓN, toda vez que este tipo de unión asegura total hermeticidad y un excelente comportamiento ante esfuerzos tanto radiales como axiales; adicionalmente este tipo de unión asegura la estabilidad de la unión durante la vida útil de la tubería, al no presentar empaque de caucho entre las tuberías unidas.



## REDES CONTRA INCENDIO



EXTRUCOL, es la tercera empresa en Suramérica en contar con el sello FM Approvals, para tuberías de Polietileno de alta densidad aplicables para redes contra incendio y la primera en contar con clasificación o rating de presión: RDE 11 clase 200 (presión de trabajo: 200 psi). Las tuberías en Polietileno de alta densidad para los sistemas de redes contra incendio, aplican para instalaciones subterráneas o soterradas y sus conexiones a los diferentes componentes de la red (hidrantes - monitores - gabinetes, etc.). Por ser una tubería plástica no se permite la instalación a la vista.

## OBRA URBANA



Además de las tuberías fabricadas en PE 40, PE80 Y PE100, para redes de distribución y acometidas domiciliarias, se cuenta con tubería multicapa PEALPE (Polietileno- Aluminio- Polietileno) para agua fría, en acometidas internas de agua fabricadas bajo la norma ASTM F1282; esta opción permite instalar la tubería con mayor facilidad y rapidez, debido a su flexibilidad; además de integrar la resistencia del aluminio con las propiedades del polietileno. En las tuberías PE-AL-PE se permite el transporte de agua bajo las siguientes consideraciones: 200psi a 23°C / 160psi a 60°C/ 100psi a 82°C.



## OBRA CIVIL



Las tuberías de Polietileno son fabricadas con materias primas adicionales con componentes que mejoran su comportamiento ante los efectos de los rayos ultravioleta, razón por la cual es posible almacenarlas o utilizarlas durante largos periodos de tiempo a la intemperie, sin el efecto de envejecimiento foto oxidativo (cristalización). En el sector de Obras civiles, las tuberías de Polietileno son ideales para la protección de torones de acero en estructuras post-tensadas.

## AGRO- RIEGO



En un sector donde el uso del recurso agua, es vital para su desarrollo, la tubería de Polietileno ofrece mayor resistencia, durabilidad, uniones herméticas y rangos de presión de servicio desde 58 Psi hasta 362 Psi. Tubería de polietileno de alta y media densidad- para Agua cruda o potable

## INDUSTRIA TRANSFORMADORA



En el sector de industria transformadora, las tuberías y accesorios de polietileno de alta densidad permiten conducir afluentes y efluentes generados o necesarios en sus procesos productivos; un rango de trabajo pH entre 1,25 y 14 y su alta inercia química, le permiten el transporte de ácidos inorgánicos, alcoholes, aceites, entre otros. Adicionalmente el polietileno no sufre el efecto de ningún tipo de agresión microbiana, ni propicia la aparición de bacterias, hongos, etc.



## ELECTRICO-TELECOMUNICACIONES



Tubos de polietileno utilizados como ductos y subductos manufacturados para aplicaciones sin presión para cables de comunicación, televisión por cable o redes eléctricas, son fabricados bajo la norma NTC 5320.

El polietileno es un material no conductor eléctrico. Su alta capacidad dieléctrica le permite resistir hasta 70.000 V sin presentar falla en la tubería cuando se somete al ensayo ASTM F968 y ASTM F712, por lo tanto es una excelente alternativa en la protección de redes desnudas de media, sin apertura de zanja o en redes aéreas evitando apertura de circuitos causados por árboles, animales, lluvias fuertes; así como disminuye los costos asociados a podas de árboles.



## ACCESORIOS

### ACCESORIOS



### ACCESORIOS TERMOENSAMBLADOS



#### CURVAS

Diámetros: Desde 200 mm hasta 800 mm  
Ángulos: 11,25° - 22,5° - 30° - 45° - 60° - 90°  
Presiones nominales: PN Tubo\*1 y PN Tubo\*0,8  
Para ángulos no indicados, por favor contactar a Extrucol.

#### TEE RECTAS

Diámetros: Desde 200 mm hasta 800 mm  
Presiones nominales: PN Tubo\*0,6

#### TEE REDUCIDAS

Diámetros base: Desde 90 mm hasta 800 mm  
Diámetros de derivación: Desde 63 mm hasta 160 mm  
Presiones nominales: PN Tubo\*1

#### CRUZ

Diámetros: Desde 200 mm hasta 800 mm  
Presiones nominales: PN Tubo\*0,4

#### CAJAS PARA MICROMEDIDORES

Cajas Plásticas en Polipropileno para micromedidores de 1/2 pulgada.

### ACCESORIOS EN POLIETILENO PARA APLICACIONES DE GAS.



Extrucol cuenta con una amplia gama de accesorios en polietileno de media y alta densidad para redes de gas en serie pulgadas y sistema métrico a partir de 1/2 pulgada IPS y CTS hasta 12 pulgadas IPS y sus equivalencias en milímetros, en donde un alto porcentaje de los mismos son fabricados por la compañía o en su defecto importados.

- Uniones y Uniones reducidas
- Tapones
- Tees y Tees Reducidas
- Silletas
- Transiciones
- Codos
- Portaflanches
- Transitomas extremo liso y Flanchado
- Silletas autoperforantes Termofusión y electrofusión
- Polivalvulas

### KIT DE VALVULAS DE CORTE POR EXCESO DE FLUJO

#### La ventaja de la seguridad en el suministro de gas.

El dispositivo Pipelife Gas-Stop desarrollado en Austria, funciona como un elemento de seguridad activa, que previene en fracción de segundos los escapes de gas incontrolados, ocasionados por daños en la red producto de terceros, eliminando de esta forma emanaciones de gas hasta tanto no se realice la intervención y respectiva reparación.

Cada Válvula de corte por exceso de flujo es diseñada por el fabricante de acuerdo con el caudal de la línea de distribución y presión máxima de operación.

Este es entregado por Extrucol al mercado, como un kit en un accesorio de polietileno para ser instalado en la red.



## HERRAMIENTAS Y EQUIPOS

Contamos con una amplia gama de herramientas como complemento para la construcción de redes de gas:

- Planchas
- Sockets
- Anillos Fríos
- Biseladores
- Herramienta para doblar tubería PEALPE
- Cortatubo
- Equipo sillero



## ACCESORIOS DE POLIETILENO PARA APLICACIONES DE AGUA E INDUSTRIA

Extrucol ofrece para las redes de Acueducto e industria, accesorios tanto de fabricación nacional como importados en diámetros desde 16 mm hasta 800 mm:

- Tapones
- Tees y Tees Reducidas
- Silletas de termofusión
- Silletas de salida roscada
- Reducciones
- Uniones socket
- Portaflanches
- Bridas orientables metálicas
- Uniones de Electrofusión



## ACCESORIOS PEALPE de Compresión y Grafados



Los accesorios PEALPE comercializados por Extrucol corresponden a piezas en bronce Latón, homologadas por la compañía para garantizar la compatibilidad tubo-accesorio, adicional a que cumplen con las normas AS4176 e ISO 17484:

- Uniones
- Tees
- Codos
- Válvulas

## ACCESORIOS MECÁNICOS

- Uniones – Unión reducción
- Adaptadores Macho y Hembra
- Tees
- Codos
- Collares de derivación



**TABLA DE DIMENSIONES TUBERÍAS PARA APLICACIONES DE AGUA E INDUSTRIALES**

**DIMENSIONES TUBERÍA DE POLIETILENO PARA CONDUCCION DE AGUA (PE 100)**  
\*Con Base en la Norma NTC 4585 - 2

DIAMETRO EXTERNO (mm)	ESPESOR DE PARED (mm)			RDE	PN (Bares)	PSI (Libras)	* DIAMETRO INTERNO (mm)	Relación Pulgadas
	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO					
40	3.7	4.0	4.3	11	16	232	32.8	1 1/4"
50	3.0	3.4	3.7	17	10	145	44.2	1 1/2"
50	4.6	5.0	5.3	11	16	232	41.0	
63	3.8	4.0	4.2	17	10	145	55.6	
63	4.7	5.1	5.5	13.6	12.5	182	53.8	2"
63	5.8	6.2	6.5	11	16	232	51.6	
75	4.5	4.8	5.1	17	10	145	66.3	
75	5.6	6.0	6.3	13.6	12.5	182	64.1	2 1/2"
75	6.8	7.2	7.6	11	16	232	61.7	
90	3.5	3.8	4.0	26	6	87	83.3	
90	4.3	4.6	4.9	21	8	116	81.7	
90	5.4	5.8	6.1	17	10	145	79.5	3"
90	6.7	7.1	7.5	13.6	12.5	182	76.9	
90	8.2	8.7	9.2	11	16	232	73.9	
110	4.2	4.5	4.8	26	6	87	102.0	
110	5.3	5.7	6.0	21	8	116	99.8	
110	6.6	7.0	7.4	17	10	145	97.2	4"
110	8.1	8.6	9.1	13.6	12.5	182	94.2	
110	10.0	10.6	11.1	11	16	232	90.4	
160	6.2	6.6	7.0	26	6	87	148.1	
160	7.7	8.2	8.6	21	8	116	145.1	
160	9.5	10.1	10.6	17	10	145	141.5	6"
160	11.8	12.5	13.1	13.6	12.5	182	136.9	
160	14.6	15.4	16.2	11	16	232	131.3	
200	7.7	8.2	8.6	26	6	87	185.2	
200	9.6	10.2	10.7	21	8	116	181.4	
200	11.9	12.6	13.2	17	10	145	176.8	8"
200	14.7	15.5	16.3	13.6	12.5	182	171.2	
250	18.2	19.2	20.2	11	16	232	154.2	
250	9.6	10.2	10.7	26	6	87	231.6	
250	11.9	12.6	13.2	21	8	116	227.0	
250	14.8	15.6	16.4	17	10	145	221.2	10"
250	18.4	19.4	20.4	13.6	12.5	182	214.0	
250	22.7	23.9	25.1	11	16	232	205.4	

La presentación de las tuberías de polietileno disminuye los tiempos de instalación y su gran resistencia al impacto disminuye las pérdidas por instalación.

Tubería de 16 mm - 63 mm: Rollos de 100 m.  
Tubería de 90 mm - 110 mm: Rollos de 50 m.  
Tubería de 160 mm - 800 mm: Tramos de 6 o 12 m.

Para diámetros diferentes a los estipulados en las tablas, por favor contactar a Extrucol.

**TABLA DE DIMENSIONES TUBERÍAS PARA APLICACIONES DE AGUA E INDUSTRIALES**

DIAMETRO EXTERNO (mm)	ESPESOR DE PARED (mm)			RDE	PN (Bares)	PSI (Libras)	* DIAMETRO INTERNO (mm)	Relación Pulgadas
	MINIMO	PROMEDIO	MAXIMO					
315	12.1	12.8	13.5	26	6	87	291.8	
315	15.0	15.8	16.6	21	8	116	286.0	12"
315	18.7	19.7	20.7	17	10	145	278.6	
315	23.2	24.5	25.7	13.6	12.5	182	269.6	
315	28.6	30.1	31.6	11	16	232	258.8	
355	13.6	14.4	15.1	26	6	87	328.9	
355	16.9	17.8	18.7	21	8	116	322.3	
355	21.1	22.3	23.4	17	10	145	313.9	14"
355	26.1	27.5	28.9	13.6	12.5	182	303.9	
355	32.2	33.9	35.6	11	16	232	291.7	
355	39.7	41.8	43.8	9	20	290	276.7	
400	15.3	16.2	17.0	26	6	87	370.6	
400	19.1	20.2	21.2	21	8	116	363.0	16"
400	23.7	25.0	26.2	17	10	145	353.8	
400	29.4	31.0	32.5	13.6	12.5	182	342.4	
400	36.3	38.2	40.1	11	16	232	328.6	
400	44.7	47.0	49.3	9	20	290	311.8	
450	61.5	63.5	67.8	7.4	25	363	328.4	
450	50.3	52.9	55.5	9	20	290	350.8	
450	40.9	43.0	45.1	11	16	232	369.6	
450	33.1	34.9	36.6	13.6	12.5	182	385.2	18"
450	26.7	28.1	29.5	17	10	145	380.0	
450	21.5	22.7	23.8	21	8	116	408.4	
450	17.2	18.2	19.1	26	6	87	417.0	
500	68.0	70.0	72.0	7.4	25	363	365.5	
500	55.8	58.0	61.5	9	20	290	389.9	
500	45.4	47.8	50.1	11	16	232	410.7	
500	36.8	38.7	40.6	13.6	12.5	182	427.9	20"
500	29.7	31.3	32.8	17	10	145	442.1	
500	23.9	25.2	26.4	21	8	116	453.7	
500	19.1	20.2	21.2	26	6	87	463.3	
560	76.0	78.0	80.0	7.4	25	363	409.7	
560	62.5	65.5	68.9	9	20	290	436.7	
560	50.8	53.4	56.0	11	16	232	460.1	
560	41.2	43.4	45.5	13.6	12.5	182	479.3	22"
560	33.2	35.0	36.7	17	10	145	496.3	
560	26.7	28.1	29.5	21	8	116	508.3	
560	21.4	22.6	23.7	26	6	87	518.9	
630	70.3	73.0	77.5	9	20	290	491.3	
630	57.2	60.2	63.1	11	16	232	517.5	
630	46.3	48.7	51.1	13.6	12.5	182	539.3	24"
630	37.4	39.4	41.3	17	10	145	557.1	
630	30.0	31.6	33.1	21	8	116	571.9	
630	24.1	25.4	26.7	26	6	87	583.7	
710	64.5	67.2	71.1	11	16	232	584.2	
710	52.2	54.9	57.6	13.6	12.5	182	608.8	
710	42.1	44.3	46.5	17	10	145	629.0	28"
710	33.9	35.7	37.4	21	8	116	645.4	
710	27.2	28.7	30.1	26	6	87	658.8	
800	72.6	76.0	80.0	11	16	232	658.4	
800	58.8	61.8	64.8	13.6	12.5	182	685.0	
800	47.4	49.9	52.3	17	10	145	708.8	32"
800	38.1	40.1	42.1	21	8	116	727.4	

## TABLA DE DIMENSIONES TUBERÍA PARA APLICACIÓN DE RED CONTRA INCENDIO FM APPROVALS

### TUBERÍA SERIE MÉTRICA \* Con base a la norma FM 1613

Diámetro Nominal mm	RDE	Clase psi	Diámetro Exterior		Espesor de Pared mm	Tolerancia para el Espesor de Pared mm		Tolerancia para el Ovalamiento mm
			mm	Exterior mm		mm	mm	
630	11	200	630	(+3.80)	57,20	(+5.90)	22,1	
560			(+3.40)	50,80	(+5.20)	19,6		
500			(+3.00)	45,40	(+4.70)	17,5		
450			(+2.70)	40,90	(+4.20)	15,2		
400			(+2.40)	36,30	(+3.80)	14,0		
355			(+2.20)	32,20	(+3.40)	12,5		
315			(+1.90)	28,60	(+3.00)	11,1		
250			(+1.50)	22,70	(+2.40)	5,0		
225			(+1.40)	20,50	(+2.20)	4,5		
200			(+1.20)	18,20	(+2.00)	4,0		
160			(+1.00)	14,60	(+1.60)	3,2		
110			(+0.70)	10,00	(+1.10)	2,2		
90			(+0.60)	8,20	(+1.00)	1,8		
75			(+0.50)	6,80	(+0.80)	1,6		

Para diámetros superiores a 630 mm hasta 800 mm, por favor contactar a Extrucol. Extrucol entrega certificado de análisis de la fabricación, inspección, muestreo y ensayo según lo establecido en la norma FM 1613  
Compuesto de Polietileno de alta densidad clasificado como PE 4710.

## TABLA DE DIMENSIONES TUBERÍA PARA APLICACIONES DE GAS

### TUBERÍA MULTICAPA PE-AL-PE \* Con Base en la Norma ISO 17484-1/NTC 6015

REFERENCIA	DIAMETRO NOMINAL (mm)	DIAMETRO EXTERNO PROMEDIO (mm)		ESPESOR DE PARED MINIMO (mm)	DIAMETRO INTERNO PROMEDIO (mm)	PRESENTACIÓN ROLLOS (mts)
		Minimo	Máximo			
		1216	16			
1418	18	18,4	1,8	14	200	
1620	20	20,4	2	16	100	
2025	25	25,5	2,2	20	100	
2632	32	32,2	2,9	25,9	50/100	

Temperatura de trabajo: 0°C a 40°C  
Presión máxima de operación: 500 Kpa (5Bar)  
Colores: Blanco, Amarillo y Negro con franja amarilla.

## TABLA DE DIMENSIONES TUBERÍA PARA APLICACIONES DE GAS

### TUBERÍA SERIE PULGADAS \* Con base a la norma ASTM D2513/NTC1746

Diámetro Nominal Pulg.	Espesor de Pared								Presentación Metros	
	RDE 17		RDE 11		RDE 9		RDE 7		Minimo	Tolerancia
1/2 CTS					2,29	+0,279			200	
1/2 IPS									150	
3/4 IPS			2,41	+0,279					150	
1 IPS			3,02	+0,356					150	
2 IPS			5,49	+0,660					100	
3 IPS	5,23	+0,635	8,08	+0,965					50-100	10-12
4 IPS	6,71	+0,813	10,39	+1,246					50	10-12
6 IPS	9,91	+1,194	15,29	+1,829						10-12
8 IPS	12,9	+1,549	19,94	+2,388						10-12
10 IPS	16,08	+1,930	24,84	+2,972						10-12
12 IPS	19,05	+2,286	29,46	+3,531						10-12
14 IPS	20,93	+2,610	32,33	+3,89						10-12
16 IPS	23,90	+2,870	36,96	+4,44						10-12

### TUBERÍA SERIE MILIMETROS \* Con base en la norma UNE - EN 1555-2

Diámetro Nominal (mm)	Tolerancias	Espesor de Pared (mm)				Presentación	
		RDE 17		RDE 11		Rollos	Tramos
		Minimo	Tolerancia	Minimo	Tolerancia		
20	+0,3	2,3	+0,4	3,0	+0,4	150	-
25	+0,3	2,3	+0,4	3,0	+0,4	150	-
32	+0,3	2,3	+0,4	3,0	+0,4	150	-
63	+0,4	3,8	+0,5	5,8	+0,7	100	-
90	+0,6	5,4	+0,7	8,2	+1,0	100	-
110	+0,7	6,6	+0,8	10,0	+1,1	50	10-12
160	+1,0	9,5	+1,1	14,6	+1,6	-	10-12
200	+1,2	11,9	+1,3	18,2	+2,0	-	10-12
250	+1,5	14,8	+1,6	22,7	+2,4	-	10-12
315	+1,9	18,7	+2,0	28,6	+3,0	-	10-12
355	+2,2	21,1	+2,3	32,2	+3,4	-	10-12
400	+2,4	23,7	+2,5	36,3	+3,8	-	10-12

## SERVICIOS DE LABORATORIO

El Laboratorio Extrucol está acreditado por la ONAC y ofrece sus servicios a clientes y terceros para la realización de los siguientes ensayos:

### ENSAYOS ACREDITADOS

NTC 595 : 2007	Resistencia a la tensión y porcentaje de elongación
NTC 2935 : 2012 Numeral 10.1.9	Estabilidad térmica
ISO 11357-6 : 2008	Determinación del tiempo de inducción a la oxidación (OIT isotérmico)
ISO 11357-6 : 2008	Temperatura de inducción al a oxidación (OIT dinámico)
NTC 3358 : 2000	Determinación de las dimensiones de tubos y accesorios: diámetros y espesor de pared
NTC 3576 : 2009 Método B	Determinación de índice de fluidez
NTC 3577 : 2000 Método C	Determinación de la densidad por la técnica del gradiente de densidad. Gradiente de columna
NTC 3578-1 : 2013	Determinación de la presión sostenida para la conducción de fluidos
NTC 3579 : 2006, Procedimiento A	Determinación de la presión de rotura a corto plazo
NTC 4392 : 2003, Procedimiento B	Resistencia a la tensión aparente del anillo mediante el método de disco muestreado
ISO 13953 : 2001	Determinación de la resistencia a la tracción y tipo de fallo en probetas soldadas a tope

### OTROS ENSAYOS NO ACREDITADOS

NTC 4451-1/-2	Tuberías termoplásticas. Reversión longitudinal. Parte 1. Método de ensayo. (ISO 2505-1) Parte 2. Determinación de parámetros (antecedente ISO 2505-2)
NTC 1746	Tracción axial para pegas a Socket hasta 2 Pulg (antecedentes ASTM D2513.04 *)
ISO 17484-1 / NTC 6015. Anexo G	Resistencia a la carga de tracción en las juntas (antecedente ISO 17484)
ISO 17484-1 / NTC 6015. Anexo H	Ensayos de aplastamiento en las juntas (antecedente ISO 17484)
ISO 17484-1 / NTC 6015. Anexo I	Ensayo de resistencia al impacto en las juntas (antecedente ISO 17484)
ISO 17484-1 / NTC 6015. Anexo K	Ensayo de doblado repetido (antecedente ISO 17484)
ISO 17484-1 / NTC 6015. Anexo L	Método para determinar las dimensiones en la tubería (antecedente ISO 17484)
ISO 6259	Thermoplastics pipes - determination of tensile properties.
ISO 1183	Densidad por desplazamiento
ISO 1133	Índice de fluidez
ISO 13955	Crushing decohesion test of polyethylene. Electrofusion assemblies
ISO 13949	Method for the assessment of the degree of pigment dispersion in polyolefin pipes, fittings and compounds.
ASTM D 543	Evaluating the resistance of plastics to chemical reagents
ASTM D 1603	Carbon black content in olefin plastics
NTC 3624	Recomendaciones para el estrangulamiento de tubos de poliolefinas para la conducción de gases a presión (homologación de ASTM F-1041).
EN 1716	Resistencia al impacto
NTC 4534	Dispositivos de transición polietileno - metal para uso en las instalaciones de suministro de gas. (Elevadores).
NTC 2576	Aparatos mecánicos. Válvulas y mecanismos termoplásticos de corte accionados manualmente para sistemas de distribución de gas. (antecedentes ANSI/ASME B16.40)
DVS 2203-2	prüfen von schweißverbindungen aus thermoplastischen kunststoffen zeitstand - zugversuch.

## CPR ZONA OCCIDENTE

Atlántico, Bolívar, Córdoba, Sucre, Antioquia, Chocó, Tolima, Huila, Caldas, Risaralda, Quindío, Valle de Cauca, Cauca, Nariño y Putumayo.

Email: [sandra.avila@extrucol.com](mailto:sandra.avila@extrucol.com)  
[roberto.canillo@extrucol.com](mailto:roberto.canillo@extrucol.com)  
[alexis.landazuri@extrucol.com](mailto:alexis.landazuri@extrucol.com)  
[ventas.occidente@extrucol.com](mailto:ventas.occidente@extrucol.com)

Tel: 676 1940 - 676 1320 Ext:141 - 118 - 142 - 105 - 238

## CPR ZONA ORIENTE

Guajira, Magdalena, Cesar, Norte de Santander, Santander, Arauca, Casanare y San Andres Islas, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Caquetá y Guaviare.

Email: [silvia.pimienta@extrucol.com](mailto:silvia.pimienta@extrucol.com)  
[alvaro.oliva@extrucol.com](mailto:alvaro.oliva@extrucol.com)  
[randy.vizcaino@extrucol.com](mailto:randy.vizcaino@extrucol.com)  
[ventas.oriente@extrucol.com](mailto:ventas.oriente@extrucol.com)

Tel: 676 1940 - 676 0051 Ext: 148 - 113 - 179 - 127

## VENTAS INTERNACIONALES

Todas las líneas de producto a nivel internacional

Email: [juliana.aponte@extrucol.com](mailto:juliana.aponte@extrucol.com)  
[ventas.internacionales@extrucol.com](mailto:ventas.internacionales@extrucol.com)  
 Tel: + 57 7 676 0286 / + 57 7 676 1940 Ext:150 - 139  
 Cel: + 57 316 433 4671





Propósito General  
**Ofrecer soluciones de conducción de fluidos por redes seguras y confiables**  
[www.extrucol.com](http://www.extrucol.com)



<b>Autor(a):</b>
Elaboradora de Productos de Cobre S.A
<b>Título</b>
Ficha técnica de Cobre tipo L
<b>Edición</b>
<b>Lugar de edición</b>
Santiago de Chile
<b>Editorial</b>
EPC S.A.
<b>Año de edición</b>
2014
<b>Número de páginas:</b>
5



Productos/ Cañería Desnuda

Cañería Desnuda

Termocañería

Cañería Revestida

CAÑERÍA DE COBRE SIN COSTURA ALEACION DHP (C-12200) NORMAS DE FABRICACION ASTM B-88/NCH951.

TEMPLE DRAWN (DURO).

LARGO STANDARD 6 MTRS

Tipo K

Tipo L

Tipo M

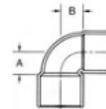
**Definición:** Utilización en la conducción de agua y gas.

Ficha técnica tipo L:

Diámetro Nominal	Diámetro Exterior Real	Tolerancia Diámetro Exterior (mm)	Espesor de Pared (mm)	Tolerancia Espesor (mm)	Peso Kg/Mtr	Presión Max de Trabajo	
						Kg/cm2	Lb/Pulg2
3/8"	1/2"	0,03	0,89	0,100	0,294	62	882
1/2"	5/8"	0,03	1,02	0,100	0,424	57	811
3/4"	7/8"	0,03	1,14	0,100	0,673	45	640
1"	1.1/8"	0,04	1,27	0,130	0,971	39	555
1.1/4"	1.3/8"	0,04	1,4	0,150	1,314	35	498
1.1/2"	1.5/8"	0,05	1,52	0,150	1,692	32	455
2"	2.1/8"	0,05	1,78	0,180	2,601	28	398

**Solder-Joint: Pressure Fittings**  
**Wrot Copper 90 Deg. Elbow - Close Ruff**

107C  
**90 Deg. Elbow - Close Ruff**  
 CXC



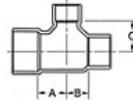
Part Number	Nominal Size in Inches	O.D. Size in Inches	Box Quantity	Master Pack	Approx. Net Wt.	Dim. A	Dim. B
31260	1/8	1/4	50	1000	0.008	3/8	3/8
31262	1/4	3/8	50	1000	0.012	3/8	3/8
31266	3/8	1/2	50	1000	0.026	13/32	13/32
31272	1/2	5/8	100	1000	0.044	25/64	25/64
31280	5/8	3/4	25	250	0.069	17/32	17/32
31288	3/4	7/8	50	500	0.096	9/16	9/16
31296	1	1 1/8	20	200	0.208	47/64	47/64
31306	1 1/4	1 3/8	25	200	0.259	15/16	15/16
31314	1 1/2	1 5/8	20	120	0.371	1 11/64	1 11/64
31322	2	2 1/8	10	80	0.805	1 29/64	1 29/64
31330	2 1/2	2 5/8	5	40	1.180	1 21/32	1 21/32
31338	3	3 1/8	3	24	1.920	1 61/64	1 61/64
31346	3 1/2	3 5/8	1	8	2.728	2 7/32	2 7/32
31352	4	4 1/8	1	8	4.557	2 17/32	2 17/32
31360	5	5 1/8	1	1	8.586	3 1/8	3 1/8
31368	6	6 1/8	1	1	15.200	3 3/16	3 3/16
31371	8	8 1/8	1	1	37.000	5 1/8	5 1/8



Jr. Mariscal Luzuriaga N° 544 – Jesús María  
 Telefax: 511-3305363 / 511-4244446  
 E-mail: [ventas@dincorsa.com](mailto:ventas@dincorsa.com)

Solder-Joint: Pressure Fittings: Wrot Copper Tee

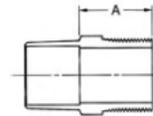
111 Tee  
CXXCX



Part Number	Nominal Size in Inches	O.D. Size in Inches	Box Quantity	Master Pack	Approx. Net Wt.	Dim. A	Dim. B	Dim. C
32606	1/8	1/4	50	1000	0.016	13/64	13/64	7/32
32602		3/16	50	1000	0.009	3/16	3/16	3/16
32622		5/16	50	1000	0.020	7/32	7/32	9/32
32640	1/4	3/8	50	1000	0.028	17/64	17/64	1/4
32668	3/8	1/2	50	5000	0.045	5/16	5/16	3/8
32700	1/2	5/8	50	5000	0.059	21/64	21/64	11/32
32732	5/8	3/4	25	250	0.110	7/16	7/16	1/2
32768	3/4	7/8	25	250	0.131	1/2	1/2	7/16
32818	1	1 1/8	10	100	0.263	21/32	21/32	21/32
32866	1 1/4	1 3/8	5	50	400	53/64	53/64	51/64
32910	1 1/2	1 5/8	50	50	0.544	55/64	55/64	15/16
32970	2	2 1/8	5	40	1.082	1 1/16	1 1/16	1 15/64
33030	2 1/2	2 5/8	1	10	1.961	1 21/32	1 21/32	1 11/16
33124	3	3 1/8	1	10	2.632	1 7/8	1 7/8	1 11/16
33250	3 1/2	3 5/8	1	8	4.167	2 5/32	2 5/32	2 1/4
33258	4	4 1/8	1	8	5.210	2 13/32	2 13/32	2 9/16
33400	5	5 1/8	1	1	7.998	2 37/64	2 37/64	2 29/32
33420	6	6 1/8	1	1	12.613	3 1/8	3 1/8	3 11/16
33454	8	8 1/8	1	1	32.086	4 1/16	4 1/16	4 3/4
32702	1/2 x 1/2 x 1	5/8 x 5/8 x 1 1/8	10	100	0.290	15/16	15/16	3/4
32704	1/2 x 1/2 x 3/4	5/8 x 5/8 x 7/8	25	250	0.118	33/64	33/64	15/32
32706	1/2 x 1/2 x 5/8	5/8 x 5/8 x 3/4	50	500	0.110	21/32	21/32	1/2
32708	1/2 x 1/2 x 3/8	5/8 x 5/8 x 1/2	50	500	0.064	5/16	5/16	13/32
32710	1/2 x 1/2 x 1/4	5/8 x 5/8 x 3/8	50	500	0.064	9/32	9/32	13/32
32712	1/2 x 1/2 x 1/8	5/8 x 5/8 x 1/4	50	500	0.064	9/32	9/32	1/2
32716	1/2 x 3/8 x 1/2	5/8 x 1/2 x 5/8	50	500	0.063	3/8	17/32	11/32
32718	1/2 x 3/8 x 3/8	5/8 x 1/2 x 1/2	50	500	0.064	5/16	1/2	13/32
32724	1/2 x 1/4 x 1/2	5/8 x 3/8 x 5/8	50	500	0.063	3/8	21/32	11/32
32728	1/2 x 1/4 x 1/4	5/8 x 3/8 x 3/8	50	500	0.064	9/32	5/8	13/32
32770	3/4 x 3/4 x 1	7/8 x 7/8 x 1 1/8	10	100	0.202	3/4	3/4	17/32
32772	3/4 x 3/4 x 5/8	7/8 x 7/8 x 3/4	25	250	0.153	1/2	1/2	3/4
32774	3/4 x 3/4 x 1/2	7/8 x 7/8 x 5/8	25	250	0.112	25/64	25/64	19/32
32776	3/4 x 3/4 x 3/8	7/8 x 7/8 x 1/2	25	250	0.131	25/64	25/64	11/16
32778	3/4 x 3/4 x 1/4	7/8 x 7/8 x 3/8	25	250	0.135	25/64	25/64	3/4
32786	3/4 x 5/8 x 5/8	7/8 x 3/4 x 3/4	25	250	0.150	1/2	11/16	3/4
32790	3/4 x 1/2 x 3/4	7/8 x 5/8 x 7/8	25	250	0.144	1/2	25/32	17/32
32794	3/4 x 1/2 x 1/2	7/8 x 5/8 x 5/8	25	250	0.109	25/64	5/8	19/32
32796	3/4 x 1/2 x 3/8	7/8 x 5/8 x 1/2	25	250	0.137	25/64	5/8	11/16
32798	3/4 x 1/2 x 1/4	7/8 x 5/8 x 3/8	25	250	0.140	25/64	5/8	3/4
32802	3/4 x 3/8 x 3/4	7/8 x 1/2 x 7/8	25	250	0.159	1/2	29/32	17/32
32806	3/4 x 3/8 x 3/8	7/8 x 1/2 x 1/2	25	250	0.132	25/64	23/32	11/16
32820	1 x 1 x 1 1/2	1 1/8 x 1 1/8 x 1 5/8	5	50	0.680	1 1/4	1 1/4	1 5/32
32822	1 x 1 x 1 1/4	1 1/8 x 1 1/8 x 1 3/8	5	50	0.405	1 5/32	1 5/32	31/32
32824	1 x 1 x 3/4	1 1/8 x 1 1/8 x 7/8	10	100	0.220	1/2	1/2	5/8
32826	1 x 1 x 5/8	1 1/8 x 1 1/8 x 3/4	10	100	0.319	1/2	1/2	5/16
32828	1 x 1 x 1/2	1 1/8 x 1 1/8 x 5/8	10	100	0.183	23/64	23/64	11/16
32830	1 x 1 x 3/8	1 1/8 x 1 1/8 x 1/2	10	100	0.183	23/64	23/64	13/16
32836	1 x 3/4 x 1	1 1/8 x 7/8 x 1 1/8	10	100	0.290	21/32	53/64	21/32
32838	1 x 3/4 x 3/4	1 1/8 x 7/8 x 7/8	10	100	0.220	1/2	11/16	5/8
32842	1 x 3/4 x 1/2	1 1/8 x 7/8 x 5/8	10	100	0.183	23/64	9/16	11/16
32844	1 x 3/4 x 3/8	1 1/8 x 7/8 x 1/2	10	100	0.270	23/64	9/16	13/16
32856	1 x 1/2 x 1	1 1/8 x 5/8 x 1 1/8	10	100	0.290	21/32	5/8	21/32
32858	1 x 1/2 x 3/4	1 1/8 x 5/8 x 7/8	10	100	0.220	1/2	15/16	5/8
32860	1 x 1/2 x 1/2	1 1/8 x 5/8 x 5/8	10	100	0.183	23/64	13/64	11/16
32868	1 1/4 x 1 1/4 x 2	1 3/8 x 1 3/8 x 2 1/8	5	40	1.352	1 3/4	1 3/4	1 3/8
32870	1 1/4 x 1 1/4 x 1 1/2	1 3/8 x 1 3/8 x 1 5/8	5	50	0.680	1 3/16	1 3/16	1 5/32
32872	1 1/4 x 1 1/4 x 1	1 3/8 x 1 3/8 x 1 1/8	5	50	0.348	17/32	17/32	25/32

**Solder-Joint: Pressure Fittings**  
**Wrot Copper Male Adapter**

104  
Male Adapter  
CXM



Part Number	Nominal Size In Inches	O.D. Size In Inches	Box Quantity	Master Pack	Approx. Net Wt.	Dim. A
30280	1/8	1/4 x 1/8	50	1000	0.019	13/32
30290	1/4	3/8 x 1/4	50	1000	0.027	15/32
30300	3/8	1/2 x 3/8	50	500	0.041	7/8
30310	1/2	5/8 x 1/2	50	500	0.064	19/32
30330	3/4	7/8 x 3/4	25	250	0.118	13/16
30342	1	1 1/8 x 1	20	200	0.170	27/32
30354	1 1/4	1 3/8 x 1 1/4	10	100	0.317	15/16
30368	1 1/2	1 5/8 x 1 1/2	10	100	0.462	7/8
30378	2	2 1/8 x 2	5	50	0.675	31/32
30388	2 1/2	2 5/8 x 2 1/2	4	40	1.267	1 21/32
30400	3	3 1/8 x 3	2	20	1.520	1 7/32
30410	4	4 1/8 x 4	1	16	2.262	1 9/32
30358	1 1/4 x 1 1/2	1 3/8 x 1 1/2	10	100	0.523	1 45/64



**DINCORSA**

Jr. Mariscal Luzuriaga N° 544 – Jesús María  
Telefax: 511-3305363 / 511-4244446  
E-mail: [ventas@dincorsa.com](mailto:ventas@dincorsa.com)

**Solder-Joint: Pressure Fittings  
Wrot Copper Coupling with Stop**

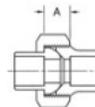
100  
Coupling with Stop  
CXC



Part Number	Nominal Size in Inches	O.D. Size in Inches	Box Quantity	Master Pack	Approx. Net Wt.	Dim. A
30896	1/4	3/8	50	1000	0.008	3/32
30898	3/8	1/2	50	1000	0.015	3/32
30900	1/2	5/8	100	1000	0.024	3/32
30902	5/8	3/4	25	500	0.041	3/32
30904	3/4	7/8	50	500	0.056	3/32
30906	7/8	1	10	200	0.084	3/32
30908	1	1 1/8	25	250	0.122	3/32
30910	1 1/4	1 3/8	20	200	0.144	3/32
30914	1 1/2	1 5/8	10	100	0.216	3/32
30916	2	2 1/8	5	50	0.391	3/32
30918	2 1/2	2 5/8	5	50	0.624	3/32
30920	3	3 1/8	5	40	0.909	3/32
30922	3 1/2	3 5/8	1	16	1.369	3/32
30924	4	4 1/8	2	16	1.966	3/32
30926	5	5 1/8	1	6	3.365	3/16
30928	6	6 1/8	1	6	5.262	3/16
30930	8	8 1/8	1	1	12.941	1/8

**Solder-Joint: Pressure Fittings: Wrot Copper Union**

102  
Union  
CXC



Part Number	Nominal Size in Inches	O.D. Size in Inches	Box Quantity	Master Pack	Approx. Net Wt.	Dim. A
33576	1/4	3/8	25	500	0.113	13/32
33578	3/8	1/2	25	250	0.131	27/64
33580	1/2	5/8	25	250	0.114	1/2
33582	3/4	7/8	20	200	0.257	21/32
33584	1	1 1/8	10	100	0.557	7/16
33585	1 1/4	1 3/8	5	50	0.698	7/16
33586	1 1/2	1 5/8	5	50	0.878	29/64
33587	2	2 1/8	2	20	1.499	15/32



**DINCORSA**

Jr. Mariscal Luzuriaga N° 544 -- Jesús María  
Telefax: 511-3305363 / 511-4244446  
E-mail: [ventas@dincorsa.com](mailto:ventas@dincorsa.com)

<b>Autor(a):</b>
FR
<b>Título</b>
Tubería de acero
<b>Edición</b>
<b>Lugar de edición</b>
Perú
<b>Editorial</b>
<b>Año de edición</b>
<b>Número de páginas:</b>
4



## Tubos ASTM A53 / ASTM A106 / API 5L Gr. B SCH STD / 40 / XS / 80 / 160

Tubo de acero negro sin costura, tri-norma A53 / ASTM A106 / API 5L grado B x 6 metros de largo.

Desde 1/4" a 11/2" en corte recto, y desde 2" a 24" con extremos biselados<sup>(\*)</sup>.

Esta tubería está destinada a aplicaciones mecánicas y de presión y también es aceptable para usos ordinarios en la conducción de vapor, agua, gas, y las líneas de aire. Este tipo de tubería es apta para ser soldada y roscada. La vida útil corresponde al uso en condiciones normales para lo que fue fabricada.

\* Opcional extremos planos



### TUBERÍA DE ACERO

#### Tolerancia Dimensional

Espesor mínimo	-12.5% del valor nominal
Peso	+/-10% del valor nominal
Diámetro	1/8" hasta 1 1/2": +/- 1/64"; 2" hasta 24": +/-1% del valor nominal

#### Propiedades Mecánicas

Resistencia a la Tracción, min	60000 PSI (415 MPa)
Fluencia, min	35000 PSI (240 MPa)

Diámetro Nominal	Dimen. Exterior	STD				SCH-40			XS			SCH-80			SCH-160		
		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		Espesor Nominal	Peso		
Pulg.	mm	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	mm	kg/m	kg	
1/4	13.7	2.24	0.63	3.78	2.24	0.63	3.78	3.02	0.80	4.8	3.02	0.80	4.8	-	-	-	
3/8	17.1	2.31	0.84	5.04	2.31	0.84	5.04	3.20	1.10	6.6	3.20	1.10	6.6	-	-	-	
1/2	21.3	2.77	1.27	7.62	2.77	1.27	7.62	3.73	1.62	9.72	3.73	1.62	9.72	4.78	1.95	11.7	
3/4	26.7	2.87	1.69	10.14	2.87	1.69	10.14	3.91	2.20	13.2	3.91	2.20	13.2	5.56	2.90	17.4	
1	33.4	3.38	2.50	15	3.38	2.50	15	4.55	3.24	19.44	4.55	3.24	19.44	6.35	4.24	25.44	
1 1/4	42.2	3.56	3.39	20.34	3.56	3.39	20.34	4.85	4.47	26.82	4.85	4.47	26.82	6.35	5.61	33.66	
1 1/2	48.3	3.68	4.05	24.3	3.68	4.05	24.3	5.08	5.41	32.46	5.08	5.41	32.46	7.14	7.25	43.5	
2	60.3	3.91	5.44	32.64	3.91	5.44	32.64	5.54	7.48	44.88	5.54	7.48	44.88	8.74	11.11	66.66	
2 1/2	73.0	5.16	8.63	51.78	5.16	8.63	51.78	7.01	11.41	68.46	7.01	11.41	68.46	9.53	14.92	89.52	
3	88.9	5.49	11.29	67.74	5.49	11.29	67.74	7.62	15.27	91.62	7.62	15.27	91.62	11.13	21.35	128.1	
4	114.3	6.02	16.07	96.42	6.02	16.07	96.42	8.56	22.32	133.92	8.56	22.32	133.92	13.49	33.54	201.24	
5	141.3	6.55	21.77	130.62	6.55	21.77	130.62	9.53	30.97	185.82	9.53	30.97	185.82	15.88	49.12	294.72	
6	168.3	7.11	28.26	169.56	7.11	28.26	169.56	10.97	42.56	255.36	10.97	42.56	255.36	18.26	67.57	405.42	
8	219.1	8.18	42.55	255.3	8.18	42.55	255.3	12.70	64.64	387.84	12.70	64.64	387.84	23.01	111.27	667.62	
10	273.0	9.27	60.29	361.74	9.27	60.29	361.74	12.70	81.55	489.3	15.09	95.98	575.88	28.58	172.27	1033.62	
12	323.8	9.53	73.88	443.28	10.31	79.71	478.26	12.70	97.46	584.76	17.48	132.05	792.3	33.32	238.69	1432.14	
14	355.6	9.53	81.33	487.98	11.13	94.55	567.3	12.70	107.39	644.34	19.05	158.11	948.66	35.71	281.72	1690.32	
16	406.4	9.53	93.27	559.62	12.70	123.31	739.86	12.70	123.30	739.8	21.44	203.54	1221.24	40.49	365.38	2192.28	
18	457	9.53	105.16	630.96	14.27	155.81	934.86	12.70	139.15	834.9	23.83	254.57	1527.42	45.24	459.39	2756.34	
20	508	9.53	117.15	702.9	15.09	183.43	1100.58	12.70	155.12	930.72	26.19	311.19	1867.14	50.01	564.85	3389.1	
22	559	9.53	129.13	774.78	-	-	-	12.70	171.09	1026.54	28.58	373.85	2243.1	53.98	672.30	4033.8	
24	610	9.53	141.12	846.72	17.48	255.43	1532.58	12.70	187.06	1122.36	30.96	442.11	2652.66	59.54	808.27	4849.62	

\* Fotos y datos referenciales. No aceptamos responsabilidad por usos incorrectos o mal interpretaciones de estos datos.

## Tubos ASTM A53 /A106 / API 5L Gr. B Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI												
Medida Nominal inch (mm)	Cédula		Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)								
				-29 +38	205	260	350	370	400	430	450	
				Maximum Allowable Stress (MPa)								
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9	
1/4" (6)	STD	40	2.24	7985	7985	-	-	-	-	-	-	-
	XS	80	3.02	10798	10798	-	-	-	-	-	-	-
3/8" (9.6)	STD	40	2.31	6606	6606	-	-	-	-	-	-	-
	XS	80	3.20	9147	9147	-	-	-	-	-	-	-
1/2" (15)	STD	40	2.77	4992	4992	4718	4243	4193	3245	2696	2172	
	XS	80	3.73	6975	6975	6594	5929	5859	4534	3766	3034	
		160	4.78	9113	9113	8612	7746	7655	5923	4921	3964	
	XXS		7.47	14249	14249	13465	12112	11969	9262	7695	6199	
3/4" (20)	STD	40	2.87	4071	4071	3847	3461	3420	2646	2198	1771	
	XS	80	3.91	5717	5717	5402	4860	4802	3715	3087	2486	
		160	5.56	8434	8434	7971	7169	7084	5482	4554	3668	
	XXS		7.82	12054	12054	11391	10246	10125	7836	6509	5243	
1" (25)	STD	40	3.38	3807	3807	3598	3236	3198	2474	2056	1656	
	XS	80	4.55	5262	5262	4973	4476	4420	3421	2842	2289	
		160	6.35	7612	7612	7193	6470	6394	4948	4110	3311	
	XXS		9.09	11172	11172	10558	9496	9385	7262	6033	4860	
1 1/4" (32)	STD	40	3.56	3135	3135	2962	2664	2633	2038	1693	1364	
	XS	80	4.85	4377	4377	4136	3720	3676	2845	2363	1904	
		160	6.35	5888	5888	5564	5005	4946	3827	3180	2561	
	XXS		9.7	9370	9370	8854	7963	7871	6090	5059	4075	
1 1/2" (40)	STD	40	3.68	2820	2820	2665	2397	2368	1833	1530	1226	
	XS	80	5.08	3974	3974	3756	3379	3339	2583	2147	1729	
		160	7.14	5764	5764	5453	4905	4847	3750	3116	2510	
	XXS		10.16	8525	8528	8056	7247	7161	5541	4604	3708	
2" (50)	STD	40	3.91	2375	2375	2243	2020	1996	1544	1283	1033	
	XS	80	5.54	3431	3431	3242	2916	2882	2230	1853	1492	
		160	8.74	5637	5637	5327	4792	4736	3665	3044	2452	
	XXS		11.07	7367	7367	6962	6262	6189	4789	3978	3205	
2 1/2" (65)	STD	40	5.16	2598	2598	2455	2208	2183	1689	1403	1130	
	XS	80	7.01	3600	3600	3401	3060	3024	2339	1944	1566	
		160	9.53	5020	5020	4745	4267	4217	3264	2711	2184	
	XXS		14.02	7699	7699	7275	6544	6467	5004	4157	3349	
3" (80)	STD	40	5.49	2256	2256	2171	1918	1895	1466	1218	981	
	XS	80	7.62	3189	3186	3014	2711	2679	2073	1722	1387	
		160	11.13	4798	4798	4533	4077	4029	3118	2590	2087	
	XXS		15.24	6813	6813	6439	5791	5723	4429	3679	2964	
4" (100)	STD	40	6.02	1913	1913	1808	1626	1607	1243	1033	832	
	XS	80	8.56	2764	2764	2612	2349	2322	1797	1754	1202	
		120	11.13	3654	3654	3453	3105	3069	2374	1973	1595	
		160	13.49	4499	4499	4251	3824	3779	2924	2429	1916	
	XXS		17.12	5852	5852	5530	4975	4916	3804	3160	2545	
5" (125)	STD	40	6.55	1677	1677	1584	1425	1408	1089	905	731	
	XS	80	9.53	2474	2474	2338	2103	2079	1609	1336	1076	
		120	12.7	3355	3355	3170	2851	2818	2180	1812	1459	
		160	15.88	4265	4265	4030	3626	3583	2772	2303	1856	
	XXS		19.05	5206	5206	4921	4426	4374	3385	2812	2265	

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

## Tubos ASTM A53 / A106 / API 5L Gr. B Presión de Trabajo vs. Temperatura

Máxima Presión PSI											
Medida Nominal inch (mm)	Cédula	Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)								
			-29 +38	205	260	350	370	400	430	450	
			Maximum Allowable Stress (MPa)								
			137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9	
16" (400)		10	6.35	553	553	523	470	464	359	299	241
		20	7.92	692	692	654	588	581	450	374	301
	STD	30	9.53	833	833	787	709	701	542	450	363
	XS	40	12.7	1117	1117	1056	949	938	726	598	486
		60	16.66	1476	1476	1395	1255	1240	959	797	643
		80	21.44	1916	1916	1810	1628	1609	1245	1034	833
		100	26.19	2360	2360	2230	2007	1983	1534	1274	1026
		120	30.96	2815	2815	2660	2390	2364	1830	1520	1224
		140	36.53	3355	3355	3170	2851	2818	2180	1812	1459
		160	40.49	3745	3745	3540	3184	3147	2434	2023	1630
		10	6.35	491	491	464	417	412	319	265	214
18" (450)		20	7.92	614	614	580	522	516	399	332	267
	STD	30	9.53	740	740	699	629	622	481	400	322
	XS	40	12.7	991	991	936	842	832	644	535	431
		60	16.66	1316	1316	1255	1116	1105	849	703	566
		80	21.44	1716	1716	1628	1461	1446	1105	914	733
		100	26.19	2160	2160	2056	1856	1836	1414	1174	946
		120	30.96	2615	2615	2480	2236	2206	1714	1444	1166
		140	36.53	3155	3155	2990	2696	2656	2054	1744	1416
		160	40.49	3545	3545	3340	2984	2947	2284	1913	1540
		10	6.35	491	491	464	417	412	319	265	214
		20	7.92	614	614	580	522	516	399	332	267
20" (500)	STD	30	9.53	665	665	628	565	559	432	359	289
	XS	40	12.7	890	890	841	757	748	579	481	387
		60	16.66	1166	1166	1102	991	981	760	633	506
		80	21.44	1516	1516	1436	1281	1266	984	816	653
		100	26.19	1916	1916	1816	1628	1609	1245	1034	833
		120	30.96	2360	2360	2230	2007	1983	1534	1274	1026
		140	36.53	2815	2815	2660	2390	2364	1830	1520	1224
		160	40.49	3260	3260	3080	2771	2738	2120	1761	1418
		10	6.35	441	441	417	373	371	287	238	192
		20	7.92	564	564	528	465	459	352	289	229
	24" (600)	STD	30	9.53	553	553	523	470	464	359	299
XS		40	12.7	739	739	699	629	622	481	400	322
		60	16.66	982	982	936	842	832	644	535	431
		80	21.44	1282	1282	1228	1116	1105	849	703	566
		100	26.19	1632	1632	1556	1396	1381	1064	884	703
		120	30.96	2032	2032	1936	1736	1706	1314	1094	873
		140	36.53	2482	2482	2360	2116	2076	1564	1314	1066
		160	40.49	2882	2882	2740	2446	2406	1854	1564	1266
		10	6.35	367	367	347	312	309	239	198	160
		20	7.92	453	453	423	370	364	289	241	192
		30	9.53	553	553	523	470	464	359	299	241
	40	12.7	739	739	699	629	622	481	400	322	
	60	16.66	982	982	936	842	832	644	535	431	
	80	21.44	1282	1282	1228	1116	1105	849	703	566	
	100	26.19	1632	1632	1556	1396	1381	1064	884	703	
	120	30.96	2032	2032	1936	1736	1706	1314	1094	873	
	140	36.53	2482	2482	2360	2116	2076	1564	1314	1066	
	160	40.49	2882	2882	2740	2446	2406	1854	1564	1266	

Máximos de rangos de presión y temperatura de acuerdo a ASME B31.3

## Tubos ASTM A53 /A106 / API 5L Gr. B Presión de Trabajo vs. Temperatura

		Máxima Presión PSI										
Medida Nominal inch (mm)	Cédula	Espesor de pared (mm)	Temperature (°C)									
			-29 +38	205	260	350	370	400	430	450		
			Maximum Allowable Stress (MPa)									
				137.8	137.8	130.2	117.1	115.7	89.6	74.4	59.9	
6" (150)	STD	40	7.11	1530	1530	1440	1294	1279	990	779	663	
	XS	80	10.97	2389	2389	2258	2032	2008	1553	1290	1039	
		120	14.27	3154	3154	2981	2676	2649	2051	1704	1372	
	XXS	160	18.26	4108	4108	3882	3492	3450	2670	2218	1787	
8" (200)		20	6.35	1035	1035	978	879	869	673	559	450	
		30	7.04	1149	1149	1086	976	965	747	621	500	
	STD	40	8.18	1341	1341	1267	1139	1126	871	724	584	
	XS	60	10.31	1703	1703	1609	1447	1430	1106	919	740	
		80	12.7	2113	2113	1997	1797	1775	1374	1141	919	
		100	15.09	2531	2531	2391	2151	2126	1645	1367	1101	
		120	18.26	3096	3096	2926	2632	2601	2013	1672	1347	
	XXS	140	20.62	3526	3526	3332	2996	2961	2291	1904	1533	
		160	23.01	3965	3965	3747	3371	3331	2577	2141	1725	
	10" (250)		20	6.35	826	826	781	703	695	538	447	360
30			7.8	1019	1019	963	866	856	663	551	444	
STD		40	9.27	1216	1216	1149	1034	1022	790	657	530	
XS		60	12.7	1682	1682	1589	1429	1412	1093	908	731	
		80	15.09	2011	2011	1900	1709	1689	1307	1085	874	
		100	18.26	2454	2454	2319	2087	2062	1595	1325	1067	
		120	21.44	2906	2906	2746	2470	2440	1889	1569	1264	
XXS		140	25.4	3481	3481	3389	2958	2923	2262	1880	1514	
		160	28.58	3949	3949	3732	3357	3318	2567	2132	1718	
		20	6.35	695	695	658	591	584	452	376	303	
12" (300)		30	8.38	922	922	871	783	804	600	498	401	
		STD	40	9.53	1050	1050	992	892	882	683	568	457
	XS	60	12.7	1410	1410	1333	1199	1184	916	761	614	
		80	14.27	1591	1591	1503	1352	1336	1034	859	692	
		100	17.48	1962	1962	1864	1667	1648	1275	1059	853	
		120	21.44	2427	2427	2294	2063	2040	1578	1311	1056	
	XXS	140	25.4	2903	2903	2743	2467	2438	1887	1567	1262	
		160	28.58	3290	3290	3109	2796	2763	2138	1776	1431	
		10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275	
	14" (350)		20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345
STD			30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416
XS		40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487	
		60	12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558	
		80	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666	
		100	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846	
XXS		120	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069	
		140	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258	
		160	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449	
		10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275	
	20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345		
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416	
XS	40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487		
	60	12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558		
	80	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666		
	100	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846		
XXS	120	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069		
	140	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258		
	160	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449		
	10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275		
	20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345		
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416	
XS	40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487		
	60	12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558		
	80	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666		
	100	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846		
XXS	120	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069		
	140	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258		
	160	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449		
	10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275		
	20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345		
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416	
XS	40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487		
	60	12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558		
	80	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666		
	100	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846		
XXS	120	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069		
	140	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258		
	160	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449		
	10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275		
	20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345		
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416	
XS	40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487		
	60	12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558		
	80	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666		
	100	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846		
XXS	120	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069		
	140	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258		
	160	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449		
	10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275		
	20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345		
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416	
XS	40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487		
	60	12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558		
	80	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666		
	100	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846		
XXS	120	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069		
	140	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258		
	160	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449		
	10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275		
	20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345		
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416	
XS	40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487		
	60	12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558		
	80	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666		
	100	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846		
XXS	120	23.83	2458	2458	2323	2090	2066	1598	1328	1069		
	140	27.79	2891	2891	2732	2457	2428	1880	1561	1258		
	160	31.75	3331	3331	3148	2831	2798	2166	1799	1449		
	10	6.35	633	633	598	538	532	411	342	275		
	20	7.92	791	791	749	674	666	515	428	345		
	STD	30	9.53	954	954	902	811	802	621	516	416	
XS	40	11.13	1119	1119	1060	951	939	728	605	487		
	60	12.7	1281	1281	1211	1089	1076	832	692	558		
	80	15.09	1529	1529	1445	1300	1285	994	825	666		
	100	19.05	1947	1947	1840	1655	1635	1410	1051	846		
XXS	120	23.83	2458	2458	2323							