

Universidad Tecnológica Nacional  
Facultad regional concepción del Uruguay

---

Ingeniería Electromecánica

PROYECTO FINAL DE CARRERA  
(PFC N° 1409B)

## **INSTALACIÓN DE RED DE GAS NATURAL INDUSTRIAL EN ALTA PRESIÓN**

Autores:

- Benetti, Marcelo Exequiel
- Caire, Samir Exequiel

Tutor:

- Ing. Brutton, Mario Cecilio

Dirección de proyecto:

- Ing. Puente, Gustavo
- Ing. De Marco, Luis

**AÑO 2015**



## Resumen Ejecutivo (Abstract)

El proyecto se basa en una instalación de gas natural a alta presión, donde se muestra la complejidad existente, los beneficios técnico-económicos, y las ventajas que pueden tener las industrias al utilizar éste combustible.

The current project is about a high pressure natural gas installation, where its complexity has been approached, the economic and technical benefits as well as the advantages for industries in the use of this kind fuel.

## Agradecimientos

En primer lugar queremos agradecer a nuestras familias, amigos y personas allegadas, que nos han apoyado formando parte de este proyecto que hemos decidido llevar adelante hace un tiempo atrás.

También queremos agradecer, a los profesionales encargados de la cátedra y a los que componen el departamento de ingeniería electromecánica, que se han brindado de una manera notable para que podamos llevar adelante el correspondiente proyecto.

De manera muy especial queremos agradecer a nuestro tutor Mario Brutten, porque se comprometió desde un principio, para brindarnos su experiencia, información y respaldo en los momentos que nos costaba sobrepasar ciertas etapas del proyecto.

Le agradecemos a la industria que tomamos como ejemplo para desarrollar el correspondiente pliego, ya que nos abrió las puertas de sus instalaciones para que podamos realizar un relevamiento general de datos.

Y por último, a nivel general, queremos agradecer a todas las personas del área técnica y venta de las distintas marcas de equipos que componen esta instalación, ya que no han tendido inconvenientes en brindarnos determinada información, aun sabiendo que se trataba de un proyecto final.

## Índice

1. Introducción al proyecto .....	9
1.1. Introducción .....	9
1.2. Descripción del proceso de secado .....	9
1.3. Descripción del problema .....	9
1.4. Objetivos generales .....	9
1.5. Alcances .....	10
1.6. Propuesta de solución .....	11
1.6.1. Combustibles.....	11
1.6.2. Estudio de Inversión.....	13
1.6.3. Conclusión.....	13
2. Ingeniería Básica .....	14
2.1. Diagrama de flujo en bloques de la instalación.....	14
2.2. Vistas de la instalación .....	14
2.3. Diagramas de flujo en procesos de la instalación.....	16
2.4. Descripción de la instalación .....	17
2.4.1. Transportadora de Gas del Norte (TGN).....	17
2.4.2. Distribuidora (Gas NEA).....	18
2.4.3. Instalación y Distribución Interna (Industria).....	19
2.4.4. Cañerías.....	21
2.4.5. Protección a la corrosión .....	22
2.4.6. Soldaduras .....	22
2.5. Documentación exigida por la empresa transportadora .....	23
2.5.1. Soldaduras .....	23
2.5.2. Excavaciones .....	23
2.5.3. Inspección para detección de pérdidas de gas .....	24
2.5.4. Prueba hidráulica de tramos de cañerías .....	24
2.5.5. Perforación de cañerías presurizadas.....	24
2.5.6. Protección anticorrosiva .....	24

2.6. Documentación exigida por la empresa distribuidora .....	25
2.7. Ingeniería según Normativa Vigente.....	25
2.7.1. Normas Argentina de Gas (NAG).....	25
2.7.2. Normativa Transportadora de Gas del Norte (TGN).....	25
2.8. Orden de inversión .....	26
3. Ingeniería de Detalle .....	27
3.1. Dimensionamiento y diseño de instalación.....	27
3.1.1. Diámetro de cañería.....	27
3.1.2. Espesor de cañería .....	29
3.2. Transmisión (TGN) .....	29
3.2.1. Derivación en servicio .....	29
3.3. Distribución (Gas NEA).....	31
3.3.1. Cuadro de maniobra.....	31
3.3.2. Distribución.....	33
3.4. Planta de regulación y medición primaria (Industria) .....	35
3.4.1. Válvula de bloqueo general V-301.....	36
3.4.2. Manómetros M-302 M-309 M-319 .....	37
3.4.3. Filtros o separadores de polvo tipo seco F-303 F-311 .....	37
3.4.4. Cuadro de regulación .....	37
3.4.5. Sistema de medición .....	38
3.4.6. Sistema by-pass.....	39
3.4.7. Válvulas de venteo VV-315 VV-320 .....	39
3.4.8. Sistema de odorización SO-321 .....	39
3.4.9. Válvula de bloqueo general V-322.....	41
3.4.10. Instalación interna .....	41
3.4.11. Cartel de señalización CS-323 .....	42
3.5. Planta de regulación secundaria (Industria).....	42
3.5.1. Válvula de bloqueo V-401 .....	43
3.5.2. Manómetros M-403 M-408 .....	43
3.5.3. Válvulas de venteo manual VV-402 VV-409.....	43

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

3.5.4.	Válvulas de bloqueo manual V-404 V-407 .....	44
3.5.5.	Válvula de alivio por sobrepresión V-405 .....	44
3.5.6.	Válvula reguladora VR-406 .....	44
3.5.7.	Válvula de bloqueo V-410 .....	44
3.6.	Selección de equipos.....	44
3.6.1.	Transmisión (TGN).....	44
3.6.2.	Distribución (Gas NEA) .....	46
3.6.3.	Planta de regulación y medición primaria (Industria).....	51
3.6.4.	Planta de regulación secundaria (Industria) .....	58
3.7.	Especificaciones técnicas .....	63
3.7.1.	Transmisión (TGN).....	63
3.7.2.	Distribución e instalación (Gas NEA - Industria).....	107
3.8.	Estudio económico y financiero .....	115
3.8.2.	Costo del proyecto (inversión).....	117
3.8.3.	Financiación .....	117
3.8.4.	Beneficios.....	117
3.8.5.	Flujo de caja anual .....	118
3.8.6.	Cálculo de los indicadores.....	118
4.	Memoria de cálculo .....	119
4.1.	Cálculo de inversión .....	119
4.2.	Cálculo diámetro de cañería .....	120
4.3.	Espesor de tubería .....	123
4.4.	Placa de refuerzo.....	128
4.5.	Parámetros de la planta de regulación y medición primaria .....	134
4.6.	Parámetros de la planta de regulación secundaria.....	135
4.7.	Estudio económico y financiero .....	135
4.7.1.	Costo del proyecto (Inversión).....	135
4.7.2.	Financiación .....	142
4.7.3.	Flujo de caja anual .....	144
4.7.4.	Cálculo de los indicadores.....	144

5. Anexo I – Equipos, accesorios, catálogos.....	147
5.1. Cañería de acero “Siderca - Siat” .....	147
5.2. Cañería de plástico “ALDYL” .....	148
5.3. Válvulas esféricas bridadas “Esferomatic” .....	149
5.3.1. Válvulas esféricas S600 PT .....	157
5.3.2. Válvulas esféricas S600 PN .....	159
5.3.3. Válvulas esféricas S150 PN .....	162
5.3.4. Válvulas esféricas S150 PT.....	165
5.4. Válvula de retención a clapeta V-206 “Giron” .....	168
5.5. Válvula de cierre “Esferomatic” .....	170
5.6. Válvula de bloqueo por sobrepresión V-305A/B “Satesa” .....	171
5.7. Pre-regulador PR-306A/B “Satesa” .....	174
5.8. Válvula reguladora (VR-307A/B) “Satesa” .....	176
5.9. Válvulas de seguridad por alivio “Satesa” .....	178
5.10. Válvula de bloqueo por sobrepresión V-405 “Satesa” .....	180
5.11. Válvula reguladora VR-406 “Satesa” .....	183
5.12. Junta dieléctrica JD-104 “Protan” .....	185
5.13. Actuador neumático AN-204 “Air Torque” .....	186
5.14. Filtros a cartucho “Tormene Americana” .....	191
6. Anexo II – Tablas, planillas, especificaciones .....	193
6.1. Soldadura .....	193
6.1.1. Informe de ensayo radiográfico .....	193
6.1.2. Informe del ensayo de líquidos penetrantes .....	194
6.1.3. Especificaciones del proceso de soldadura (EPS) .....	195
6.1.4. Registro de calificación del soldador (RCS) .....	196
6.1.5. Informe de ensayos no destructivos (END) .....	197
6.2. Excavaciones.....	198
6.3. Prueba hidráulica.....	199
6.3.1. Planillas .....	199
6.3.2. Acta de ejecución de prueba hidráulica.....	206

6.4. Protección anticorrosiva.....	207
6.4.1. Registro de preparación de superficies .....	207
6.4.2. Registro de control de espesores .....	208
6.4.3. Registro de condiciones climáticas.....	209
6.4.4. Registro de ensayos.....	210
6.5. Tabla N° 4 de la Norma API 1104-99.....	211
7. Referencias.....	212
8. Glosario.....	213
9. Planos.....	215

## 1. Introducción al proyecto

### 1.1. Introducción

Una industria de la zona ubicada sobre la ruta Nacional N° 14 está llevando adelante el montaje de una secadora de cereal.

Hoy en día se conoce que uno de los combustibles más utilizados es el gas natural, debido a que es una forma de energía limpia, económica, posee un buen rendimiento y brinda mayor comodidad.

Esta industria tiene la posibilidad de contar con gas natural, ya que el gasoducto troncal de alta presión de la empresa Transportadora Gas del Norte (TGN) atraviesa su predio.

### 1.2. Descripción del proceso de secado

Para secar el grano se utiliza una secadora de flujo continuo, conformada por 2 torres de 4 módulos cada una, y tiene una capacidad aproximada de 180 tn/h.

Cuenta con dos quemadores lineales automáticos para vena de aire. La potencia nominal es de 4000000 Kcal/h, lo que demanda una caudal de 430 m<sup>3</sup>/h (215 m<sup>3</sup>/h cada quemador) de gas natural.

La industria tiene un proceso de secado estacional; su funcionamiento depende de las temporadas de cosechas de los distintos cereales.

### 1.3. Descripción del problema

La industria tiene incertidumbre con respecto al combustible que va a utilizar para alimentar la secadora; las opciones más viables son el gas licuado de petróleo (GLP) y el gas natural (GN).

Se destaca que la instalación correspondiente para gas natural es más compleja, debido a las exigencias y requisitos impuestos por TGN. Además se deberá conectar a un gasoducto principal que implica operar a una presión elevada.

A futuro la industria prevé duplicar su capacidad de secado, por lo tanto se analizan las ventajas de las instalaciones de gas natural con respecto a las de gas licuado de petróleo.

### 1.4. Objetivos generales

- Estudiar y analizar los beneficios técnicos y económicos de utilizar gas natural como combustible principal.
- Proyectar la instalación de red de gas natural para alimentar una industria pequeña de la zona desde el gasoducto troncal de la transportadora.

## 1.5. Alcances

### Ingeniería Básica

1. Diagrama de flujo en bloques de la instalación.
2. Vistas de la instalación.
3. Diagramas de flujo en procesos de la instalación.
4. Descripción de la instalación.
5. Documentación exigida por la empresa transportadora.
6. Documentación exigida por la empresa distribuidora.
7. Ingeniería según normativa vigente.
8. Orden de inversión.
9. Diseño de las instalaciones (desde la conexión del gasoducto principal hasta la planta de planta de regulación secundaria).
10. Especificaciones técnicas necesarias para llevar a cabo el montaje de la obra.
11. Estudio económico y financiero.

### Ingeniería de detalle

9. Cálculo y diseño de las instalaciones (desde la conexión del gasoducto principal hasta la planta de regulación secundaria).

#### Transmisión (TGN).

- Derivación sobre gasoducto enterrado (Hot Tap).
- Cuadro de maniobra de derivación.

#### Distribución (Gas NEA).

- Cuadro de maniobra de derivación.
- Diseño y cálculo de cañería de alimentación (en alta presión) a la industria.

#### Instalación y Distribución Interna (Industria).

- Planta de regulación y medición primaria.
- Planta de regulación secundaria.

10. Especificaciones técnicas necesarias para llevar a cabo el montaje de la obra.
11. Estudio económico y financiero.

### No incluye

12. Obras civiles.
13. Instalaciones eléctricas.

## 1.6. Propuesta de solución

### 1.6.1. Combustibles

La solución a la problemática se basa en la comparación de los combustibles considerados; el gas natural que es el elegido para el proyecto, y el gas licuado de petróleo que es el más utilizado para este tipo de industrias.

#### 1.6.1.1. Gas natural (GN)

##### Características

- Tiene un poder calorífico de  $9300 \text{ Kcal/m}^3$ .
- Está compuesto principalmente de metano.
- La estructura molecular simple del gas natural facilita que se quemee limpiamente, por ello su combustión no produce partículas sólidas ni azufre.
- El gas natural es una de las fuentes de energías fósiles más limpia, ya que es la que emite menos gases contaminantes por unidad de energía producida.
- Es eficiente.
- No es corrosivo.

##### Ventajas

###### Económica

- Ahorro directamente proporcional al consumo.
- Pago posterior al consumo.

###### Comodidad

- Suministro de gas continuo (no se requiere el empleo de camiones).
- No se detiene la producción a causa de desabastecimiento.
- No requiere almacenamiento, aprovechamiento de espacio.

###### Control

- Permite un control exacto del consumo.

### Eficiencia

- Aumenta la vida útil de los artefactos al no dejar residuos sólidos ni líquidos.

### Desventajas

- La instalación necesaria para utilizar gas natural requiere una inversión inicial elevada.
- Es una instalación compleja debido a que hay que cumplimentar los códigos y las normas que exigen los entes reguladores.

### **1.6.1.2. Gas licuado de petróleo (GLP)**

#### Características

- Tiene un poder calorífico de  $11900 \text{ Kcal/Kg}$ .
- Es un derivado del petróleo.
- Es una mezcla de propano y butano.
- No es tóxico ni corrosivo, pero desplaza al oxígeno por lo que no es recomendable respirarlo mucho tiempo.
- No contiene plomo ni aditivos añadidos.
- No contiene azufre en su composición.
- Es más pesado que el aire.

#### Ventajas

- Es muy seguro y cómodo para su utilización.
- No contamina el medio ambiente ni deja residuos sólidos por tener una combustión limpia.
- No genera contaminación ni abrasión en los equipos.

#### Desventajas

- Pago previo al consumo.
- Se requiere el servicio de camiones para abastecer los tanques de almacenamiento.
- Posible desabastecimiento.

### 1.6.2. Estudio de Inversión

Otras consideraciones a tener en cuenta a la hora de decidir entre un combustible y otro son: las tarifas, el balance energético, los consumos y los montos de inversión.

En el [Ítem 4.1] se muestra el cálculo de las tarifas. Éste arroja los siguientes datos:

- Inversión estimada instalación de GN: \$1500000
- Inversión estimada instalación de GLP: \$25000
- Ahorro por hora (GN): \$1831,7
- Amortización en horas consumidas (GN): 819 *h*

### 1.6.3. Conclusión

Analizando estos combustibles, se puede notar que ambos son eficientes y poseen bajo nivel de contaminación.

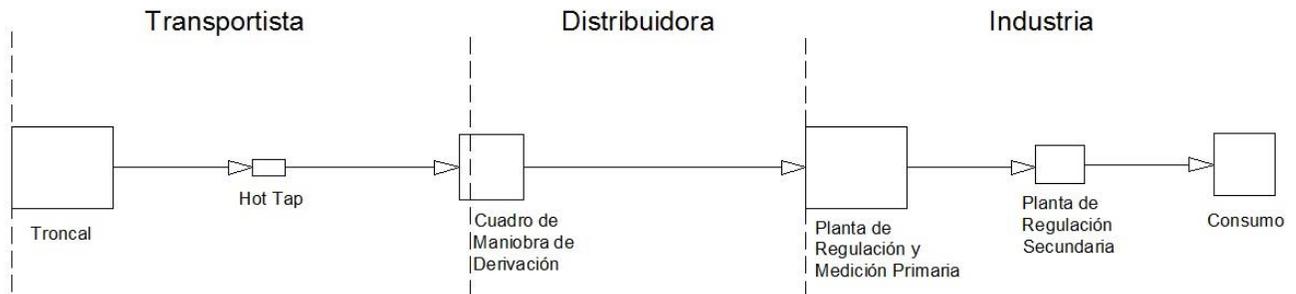
La diferencia entre el monto de inversión estimado entre una instalación y la otra es significativa; la del gas natural es aproximadamente 60 veces mayor que la de gas licuado de petróleo.

Lo determinante a la hora de decidir que combustible utilizar fue la diferencia de los costos energéticos, siendo la del gas licuado de petróleo superior en comparación con la del gas natural.

Esta diferencia hace que la amortización del monto de inversión inicial, para la realización de la instalación para gas natural, esté dentro de los parámetros normales para un proyecto de este tipo.

## 2. Ingeniería Básica

### 2.1. Diagrama de flujo en bloques de la instalación



Como se puede observar, el diagrama abarca desde la conexión del gasoducto principal (Troncal) hasta los quemadores de la secadora (Consumo).

La instalación se divide básicamente en tres partes:

- Empresa Transportadora de Gas del Norte (TGN).
- Empresa Distribuidora (Gas NEA).
- Instalación y Distribución Interna (Industria).

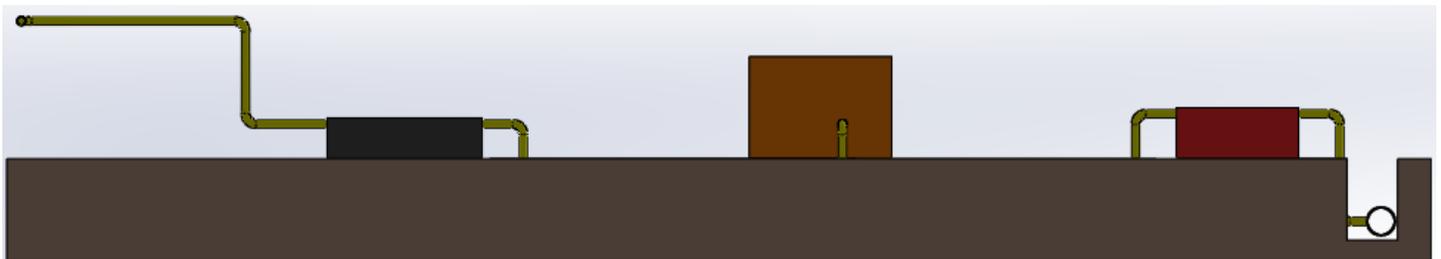
La empresa transportadora (TGN) abarca el caño troncal, la derivación del servicio (Hot Tap), y parte del cuadro de maniobra de derivación.

La empresa distribuidora (Gas NEA) abarca parte del cuadro de maniobra de derivación, hasta la acometida de la planta de regulación y medición primaria (PRM).

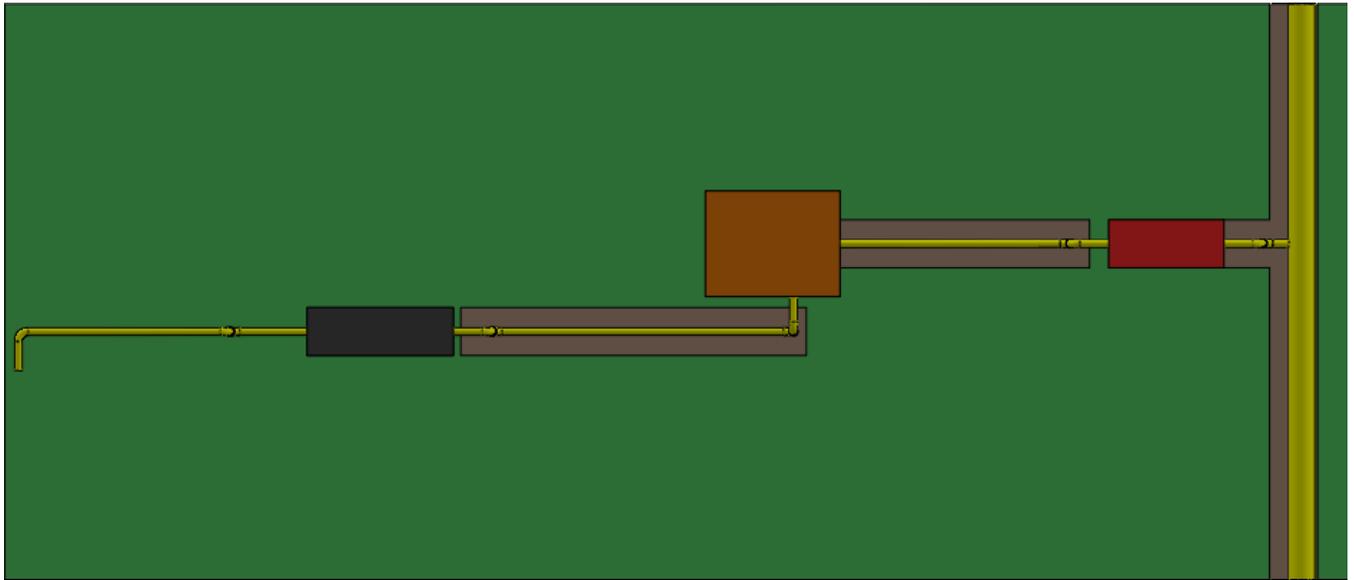
La instalación y distribución interna (Industria) abarca la planta de regulación y medición primaria (PRM), la planta de regulación secundaria (PRS), y los quemadores de la secadora (Consumo).

### 2.2. Vistas de la instalación

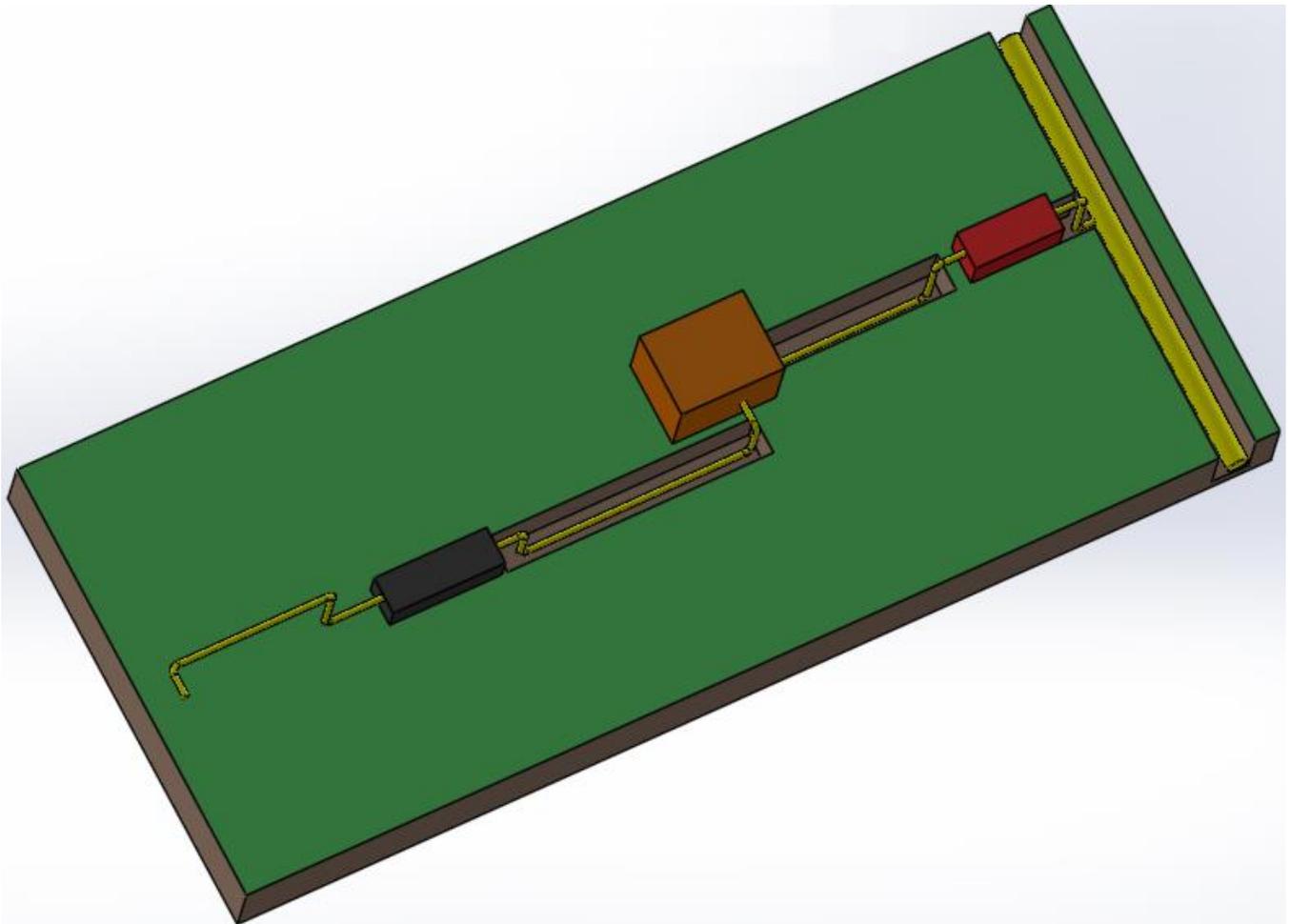
#### Vista lateral



Vista en planta



Vista isométrica



### 2.3. Diagramas de flujo en procesos de la instalación

Diagrama 1: Transportadora de Gas del Norte (TGN)

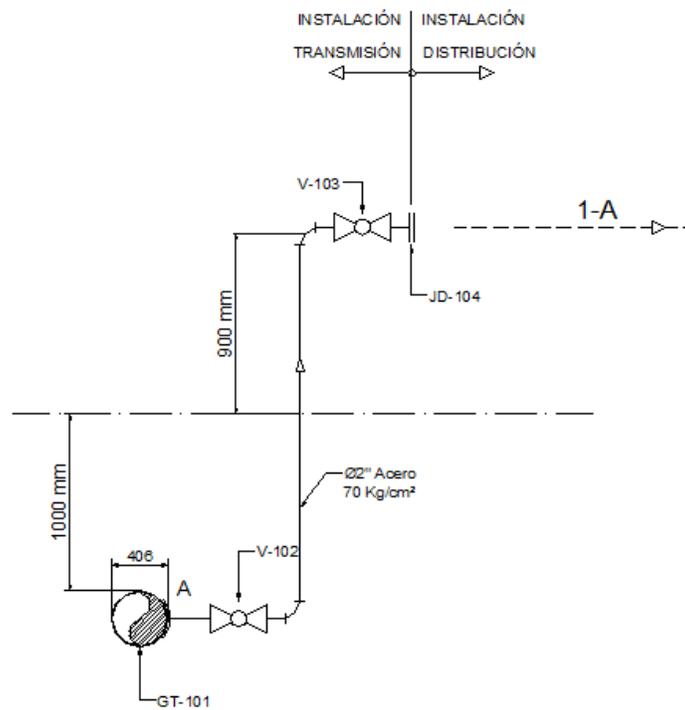
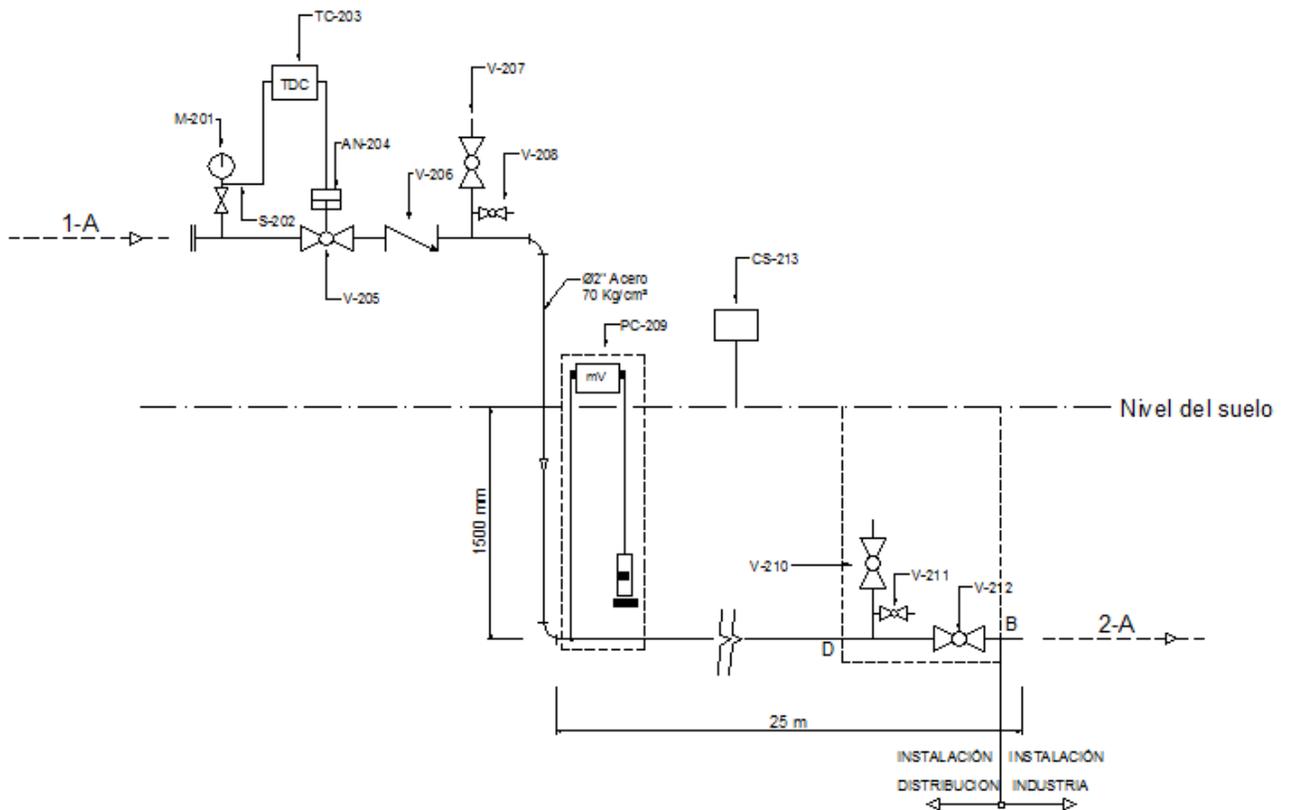
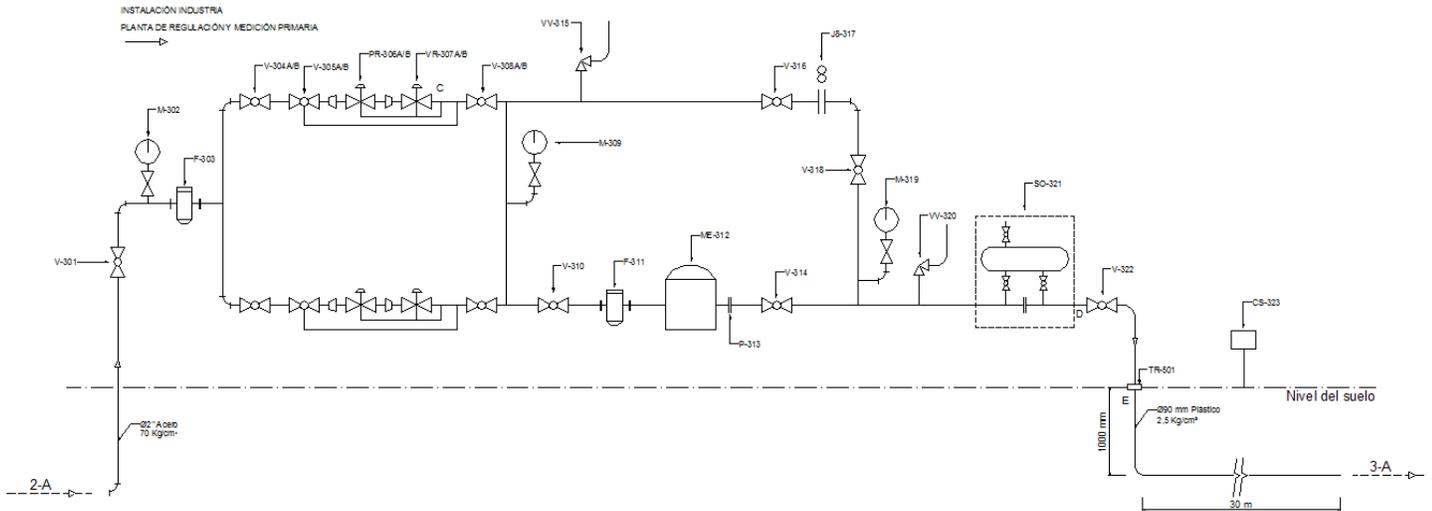


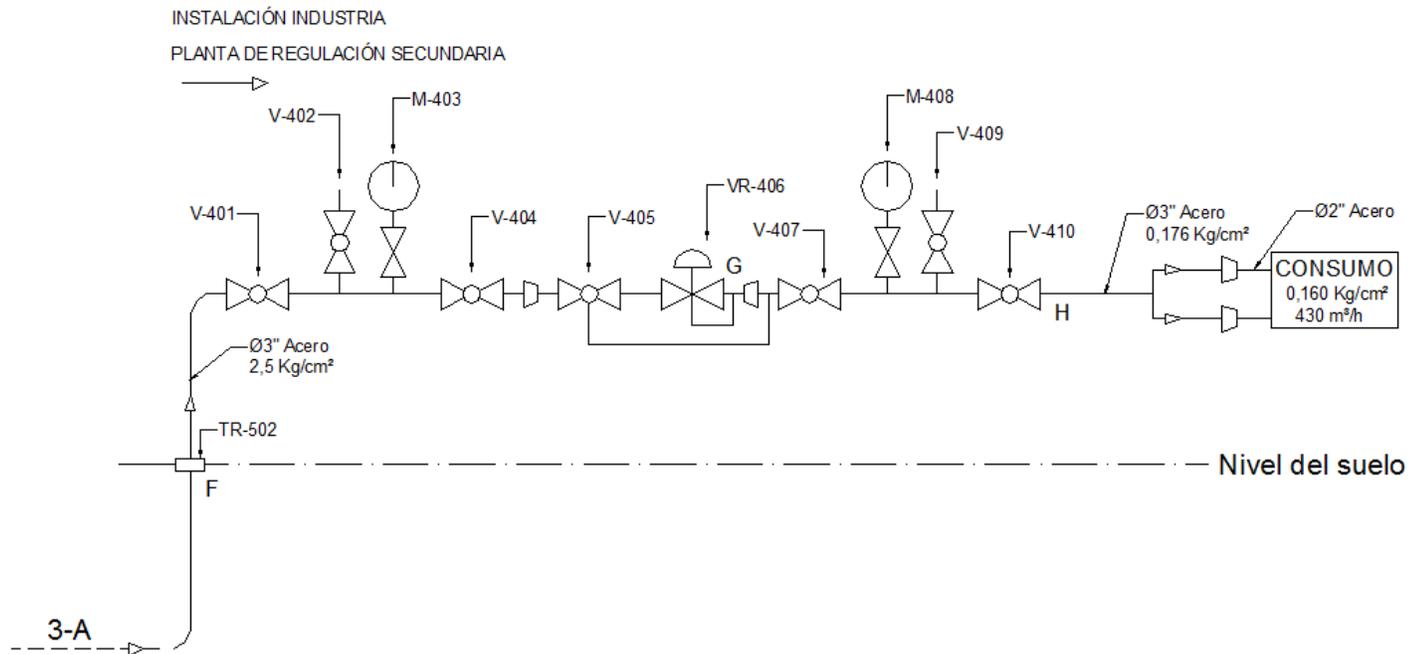
Diagrama 2: Distribuidora (Gas NEA)



**Diagrama 3:** Planta de regulación y medición primaria (Industria)



**Diagrama 4:** Planta de regulación secundaria (Industria)



## 2.4. Descripción de la instalación

### 2.4.1. Transportadora de Gas del Norte (TGN)

Abarca desde el troncal principal de alta presión **GT-101**, donde se realiza la perforación del caño (Hot Tap), hasta la primera válvula de bloqueo manual **V-103** correspondiente al cuadro de maniobra de derivación. A partir de ahí se coloca una junta dieléctrica **JD-104** donde comienza la instalación propia de la empresa distribuidora.

Para hacer la derivación de servicio se suelda un niple -con su respectiva placa de refuerzo- al gasoducto troncal y al otro extremo se suelda una válvula de bloqueo tipo esférica **V-102**, llamada válvula de derivación. Ésta tiene un extremo soldado y el otro bridado para poder montar la máquina perforadora.

En la superficie se coloca una válvula de cierre tipo esférica de paso total **V-103**. Ésta es manipulada por la empresa transportadora y permite cortar el suministro en caso de que sea necesario.

#### **2.4.2. Distribuidora (Gas NEA)**

Se extiende desde la división de la junta dieléctrica **JD-104** hasta la válvula esférica de cierre **V-212**, ubicada antes de ingresar a la planta de regulación primaria.

La junta permite aislar eléctricamente ambos tramos en caso de que se produzcan descargas eléctricas.

Se observa en el diagrama una válvula esférica **V-205** accionada por un actuador neumático **AN-204**. Éste último es comandado por un tablero de corte por baja y alta presión **TC-203**.

El tablero recibe la señal de medición **S-202** que le permite setear la presión de operación del gasoducto aguas abajo, y en caso de que exista una presión fuera de los límites de operación, cortar el suministro.

La señal de medición se toma aguas arriba de la válvula comandada **V-205**; aquí se coloca una válvula manifold en conjunto con una "T" que permite instalar un manómetro **M-201**, para conocer la presión de operación del gasoducto principal.

Se coloca una válvula de retención a clapeta **V-206** para impedir el retorno de gas en caso de que se corte el suministro.

Se observa en el diagrama una válvula esférica **V-207**; un extremo se vincula con el conducto de gas y en el otro se coloca una brida ciega. La válvula es exigida por la empresa distribuidora para la habilitación de la instalación, ya que permite realizar su purgado.

Sobre la misma derivación donde se coloca la válvula esférica para hacer el purgado, se puede observar una válvula de cierre **V-208**; ésta es utilizada para conectar equipos de medición en caso de que sea necesario.

Se realiza una puesta a tierra de toda la instalación para protegerla en caso de que se produzcan descargas eléctricas.

Hasta este punto se completan los componentes correspondientes al cuadro de maniobra de derivación. Una vez finalizado el mismo, la cañería vuelve a

enterrarse y se dirige hacia la acometida de la planta de regulación y medición primaria.

Se instala protección catódica **PC-209**, como se muestra en diagrama, al final del cuadro de maniobra de derivación.

Antes de la acometida se instalan un conjunto de válvulas esféricas **V-210 - V-211**, que posee uno de sus extremos vinculado con el conducto de gas y el otro cerrado. Sobre el mismo niple se puede observar una válvula de cierre.

A continuación se coloca una válvula esférica de cierre **V-212**, y aquí finaliza el tramo correspondiente a la distribución.

En la superficie se coloca un cartel de señalización **CS-213** para indicar que por debajo atraviesa la cañería.

### **2.4.3. Instalación y Distribución Interna (Industria)**

Abarca desde la planta de regulación y medición primaria hasta el consumo; pasando antes por la planta de regulación secundaria.

#### **2.4.3.1. Planta de regulación y medición primaria (PRM)**

Tiene por función reducir y regular automáticamente la presión del fluido aguas abajo del punto de entrega y medir los volúmenes de gas consumidos.

La primera válvula que vemos en el diagrama es de bloqueo general de entrada de  $\frac{1}{4}$  de vuelta y accionamiento manual **V-301**.

Se instala un filtro o separador de polvo tipo seco **F-303**, con el fin de evitar inconvenientes que se pueden producir por la presencia de partículas sólidas mayores a 80 micrones en los reguladores.

Se observan manómetros con sus respectivas válvulas de bloqueo **M-302**, **M-309**, y **M-319**. Se instalan en distintos puntos de la planta y nos permiten visualizar las distintas presiones.

Luego del filtro, y a modo de evitar la interrupción del suministro de gas, se diseñó un sistema de regulación adicional con las mismas características; en el caso de que falle uno se tiene el otro de reserva.

Cada sistema de regulación está comprendida entre válvulas de bloqueo manual **V-304A/B** y **V-308A/B**.

La válvula que sigue es de bloqueo por sobrepresiones de tipo normal cerrada y de rearme manual **V-305A/B**, la presión de corte será a lo sumo un 10% menor que la máxima de trabajo del sistema de medición asignado. La señal de comando se toma aguas abajo del regulador de presión para proteger la instalación y el equipo de medición.

Para realizar la regulación se utiliza un pre-regulador directo **PR-306A/B** apto para resistir la formación de hidratos por caídas bruscas de presión. Este se encarga de mandar la señal de comando al piloto de la válvula reguladora principal **VR-307A/B**. Para la selección de la misma se debe tener en cuenta los valores máximos y mínimos de la presión de entrada; el caudal de diseño para las condiciones de presión mínima de entrada; y que cuando la presión sea máxima, no trabaje por debajo del 20% de su apertura.

Las válvulas de venteo **VV-315** y **VV-320** se ubican aguas arriba y aguas abajo del sistema de medición para proteger a la instalación en caso de eventuales sobrepresiones ocasionadas por las pérdidas de la válvula de bloqueo por sobrepresión. El caudal mínimo que evacuaran estas válvulas es el 10% del caudal de diseño de la instalación y la presión de apertura está comprendida entre la presión de corte de la válvula de seguridad de bloqueo y la máxima de diseño. En todos los casos, los venteos se deben elevar a los cuatro vientos sobre las construcciones existentes.

El sistema de medición se diseña en base al equipo que asigne Gas del Estado. Está seccionado por dos válvulas de bloqueo manuales **V-310** y **V-314** y se coloca un filtro **F-311** de características similares al que se ubica en la entrada la planta de regulación y medición primaria, pero con la capacidad de evitar el pasaje de partículas mayores a 50 micrones para proteger el medidor **ME-312**.

La presión sobrepasa  $1\text{Kg/cm}^2$ , por lo que se coloca aguas abajo del mismo una placa limitadora de caudal **P-313** que consiste en una tobera de radio corto con orificio calibrado.

El sistema de medición cuenta con un bypass, compuesto por dos válvulas de accionamiento manual y  $\frac{1}{4}$  de vuelta **V-316** y **V-318**; y una "junta en 8" **J8-317** la cual es únicamente manipulada por la distribuidora en caso de que ocurra una falla en el sistema de medición.

La transportadora entrega el gas sin odorizar, por lo tanto la instalación cuenta con un sistema de odorización **SO-321**. Se instala aguas abajo del equipo de medición como se muestra en el esquema. Se instala una placa orificio para generar una diferencia de presión necesaria para su funcionamiento.

Luego se coloca una válvula de bloqueo general de  $\frac{1}{4}$  de vuelta y accionamiento manual **V-322**. Aguas abajo se realiza una transición a cañería de plástico; ésta es enterrada y se dirige a la planta de regulación secundaria.

En la superficie se coloca un cartel de señalización **CS-323** que se utiliza para indicar que por debajo del terreno atraviesa la cañería de plástico.

El recinto donde se instala la planta de regulación y medición primaria se construye en mampostería (espesor mínimo 150mm), revocada interiormente con

cubierta incombustible y convenientemente ventilado e iluminado. El piso tiene una determinación de cemento alisado y está sobre-elevado del nivel del terreno circundante. Debe poseer dos puertas metálicas con apertura hacia el exterior.

#### **2.4.3.2. Planta de regulación secundaria (PRS)**

Cuando la presión de utilización en los artefactos difiere de la presión regulada de distribución es necesario instalar una planta de regulación secundaria. Las plantas de regulación secundaria se deben ubicar en lugares accesibles y son adecuadamente protegidas.

La planta cuenta con elementos aptos para soportar la presión de diseño. La primera es una válvula de bloqueo de cierre rápido y accionamiento manual **V-401**.

Se instalan manómetros con sus correspondientes válvulas de bloqueo **M-403** y **M-408** ubicados como se muestran en el diagrama.

Se coloca una válvula de venteo manual **V-409** aguas abajo del regulador y una válvula de venteo manual **V-402** anterior a la regulación, para purgar la cañería en aquellos casos en que por su distancia, desde la planta reguladora principal, lo haga necesario. Los venteos deben elevarse a los cuatro vientos en una zona segura.

No se admiten bypass de regulación manual en plantas de regulación secundaria.

La válvula reguladora de presión **VR-406** está ubicada entre dos válvulas de bloqueo manual **V-404** y **V-407**, las que permiten aislar el equipo regulador en caso de que se requiera manipular.

Cuando las instalaciones ubicadas aguas abajo de las plantas de regulación no soportan la presión máxima de alimentación a éstas, se instalan válvulas de seguridad de corte o de alivio por sobrepresión. Por esta razón se coloca una válvula de alivio por sobrepresión **V-405**, la cual setea la presión aguas abajo del equipo de regulación.

Al final se instala una válvula de bloqueo manual **V-410** que se utiliza para sacar de servicio el consumo. Luego de ésta se conecta la cañería directamente a los quemadores de la secadora.

#### **2.4.4. Cañerías**

Los caños de acero corresponden a las especificaciones ASTM A53 sin costura. Los tubos de plástico corresponden a las especificaciones ASTM PE tipo II.

Las características técnicas se detallan en la ingeniería de detalle.

#### 2.4.4.1. Tramo I (A-B)

De acero y abarca desde el gasoducto troncal **GT-101** hasta la válvula de bloqueo de servicio de la distribuidora **V-212**.

#### 2.4.4.2. Tramo II (B-C)

De acero y abarca desde la válvula de la distribuidora **V-212** hasta la entrada del regulador de la planta de regulación y medición primaria **VR-307 A/B**.

#### 2.4.4.3. Tramo III (C-D)

De acero y abarca desde la salida del regulador **VR-307 A/B** hasta la salida del sistema de odorización **SO-321**.

#### 2.4.4.4. Tramo IV (D-E)

De acero y abarca desde el sistema de odorización **SO-321** hasta la transición acero-plástico **TR-501**.

#### 2.4.4.5. Tramo IV (E-F)

De plástico y enterrada, abarca desde la transición acero-plástico **TR-501** hasta la transición acero-plástico **TR-502**.

#### 2.4.4.6. Tramo IV (F-G)

De acero y abarca desde la transición acero-plástico **TR-502** hasta la entrada del regulador de la planta de regulación secundaria **VR-406**.

#### 2.4.4.7. Tramo V (G-H)

De acero y abarca desde la salida del regulador **VR-406** hasta la válvula de bloqueo manual **V-410** ubicada a la salida de la planta de regulación secundaria.

### 2.4.5. Protección a la corrosión

- Enterrada: dos niveles de protección, catódica y superficial. La parte superficial es del tipo polietileno extruido tricapa (PET). En uniones soldadas se coloca mantas termocontraíbles, y en accesorios y válvulas se coloca epoxi líquido.
- Aérea: protección superficial, base de pintura epoxi y una terminación de poliuretano alifático.

### 2.4.6. Soldaduras

- La soldadura está a cargo de un soldador habilitado.

- La calidad de las soldaduras de prueba que se utilizan para habilitar el procedimiento se determina mediante ensayos destructivos.
- Se registra en detalle cada procedimiento de soldadura, incluyendo los resultados de los ensayos de calificación.

## 2.5. Documentación exigida por la empresa transportadora

La empresa transportadora exige entregar una documentación detallada con diversas exigencias para poder ejecutar la derivación en servicio (Hot Tap), y el resto de la obra que le corresponde.

### 2.5.1. Soldaduras

El contratista debe presentar para aprobación todos los procedimientos necesarios para la ejecución de los trabajos.

Para las soldaduras de la unión de la válvula hot tap, el niple y refuerzo de derivación se deben entregar a la empresa transportista:

- Informe de inspección visual.
- Informe de ensayo radiográfico, ver anexo II **[Ítem 6.1.1]**.
- Informe de inspección por partículas magnetizables.
- Informe del ensayo de ultra sonido.
- Informe del ensayo de líquidos penetrantes, ver anexo II **[Ítem 6.1.2]**.

Previo al ensayo se debe presentar para la aprobación de TGN el procedimiento específico.

La empresa contratista, a partir del mapa de soldaduras y las especificaciones técnicas que se describen, debe realizar:

- Las especificaciones del proceso de soldadura, ver anexo II **[Ítem 6.1.3]**.
- El registro de calificación del soldador, ver anexo II **[Ítem 6.1.4]**.
- El informe de ensayos no destructivos, ver anexo II **[Ítem 6.1.5]**.

Toda esta información es necesaria para que la empresa transportadora autorice el realizado de la obra.

### 2.5.2. Excavaciones

Se debe entregar a la empresa transportadora una lista de control para revisión de cumplimiento del procedimiento de excavación. Ver anexo II **[Ítem 6.2]**.

### **2.5.3. Inspección para detección de pérdidas de gas**

Se debe llevar un registro diario de la inspección de fugas utilizando el formulario “Inspección para detección de pérdidas”. Esto sirve como documentación respaldatoria a fin de demostrar que se ha cumplido con el programa de detección de pérdidas.

El formulario debe confeccionarse indefectiblemente en toda la inspección se encuentren o no pérdidas. Todas las pérdidas encontradas durante una inspección de detección de fugas deben registrarse.

### **2.5.4. Prueba hidráulica de tramos de cañerías**

El contratista debe presentar para aprobación de la empresa transportadora el procedimiento de prueba hidráulica con una antelación mínima de treinta días hábiles a la fecha de inicio de los trabajos en obra.

Debe indicar en su procedimiento las responsabilidades del personal afectado a las pruebas hidráulicas, incluyendo un listado de las personas con su función y calificación profesional.

Debe presentar el listado completo de los equipos y los instrumentos incluidos en la prestación, conforme a lo establecido en la norma, dentro de los quince días hábiles de la adjudicación de los trabajos.

Debe presentar a la inspección de obra de TGN los certificados de calibración rastreables a patrón nacional, conjuntamente con el procedimiento de calibración del fabricante del instrumento, de todos los instrumentos de medición y control con validez vigente a la fecha de utilización.

En cada secuencia de la prueba hidráulica, se verifican los registros aplicables en las planillas que se incluyen en el anexo II **[Ítem 6.3.1]**. Concluidas todas las operaciones de la secuencia de prueba, se debe confeccionar el “Acta de ejecución de prueba hidráulica”, cuyo modelo figura en el anexo II **[Ítem 6.3.2]**.

### **2.5.5. Perforación de cañerías presurizadas**

Se debe entregar a la empresa transportadora un listado de control para revisión de cumplimiento del procedimiento. Además dos formularios, “Reuniones previas a los trabajos” y “Permiso de trabajo seguro - Trabajo en caliente”.

### **2.5.6. Protección anticorrosiva**

Por cada tramo de cañería o accesorio revestido, se deben completar los siguientes registros:

- Registro de preparación de superficies. Ver anexo II **[Ítem 6.4.1]**.

- Registro de control de espesores. Ver anexo II [Ítem 6.4.2].
- Registro de condiciones climáticas. Ver anexo II [Ítem 6.4.3].
- Registro de ensayos. Ver anexo II [Ítem 6.4.4].

## 2.6. Documentación exigida por la empresa distribuidora

- Planilla de consulta previa de sistema de medición.
- Plano general de la instalación.
- Planos de la planta de regulación y medición primaria.
- Plano de equipo para acondicionamiento de gas (odorizador).
- Plano de mapa de soldaduras.

## 2.7. Ingeniería según Normativa Vigente

### 2.7.1. Normas Argentina de Gas (NAG)

El proyecto se basa en las siguientes normas:

**NAG-100:** Normas Argentinas mínimas de seguridad para el transporte y distribución de gas natural y otros gases por cañerías.

**NAG-201:** Disposiciones, normas y recomendaciones para uso de gas natural en instalaciones industriales.

**NAG-124:** Procedimiento general para pruebas de resistencia y hermeticidad de gasoductos.

**NAG-108:** Revestimientos anticorrosivos de cañerías y accesorios.

**GE2420:** Normas de odorización del gas.

### 2.7.2. Normativa Transportadora de Gas del Norte (TGN)

El proyecto se basa en las siguientes especificaciones de la normativa de TGN:

**IP-EP-I-001:** Ejecución de derivaciones en servicio.

**IP-EP-S-028:** Prueba hidráulica de tramos de cañería.

**SM PE P 03:** Inspección para detección de pérdidas de gas.

**SM PC P 01:** Perforación de cañerías presurizadas.

**IP-EP-S-025:** Radiografiado de soldaduras de gasoductos.

**IP-EP-S-032:** Aplicación de los ensayos no destructivos.

**IP-EF-I-002:** Revestimiento para cañerías e instalaciones metálicas enterradas.

**IP EF I 004:** Aplicación de revestimiento anticorrosivo para uniones soldadas.

**IP-EF-S-011:** Revestimiento anticorrosivo tricapa.

**IP EF I 003:** Aplicación de revestimiento para cañerías e instalaciones metálicas aéreas.

**IP-EP-S-021:** Juntas monolíticas.

**IP-EF-I-006:** Instalación de mojon con caja de medición de potencial.

**IP-EF-I-001:** Preparación de superficie para la aplicación de revestimiento.

**IP-EP-S-032:** Aplicación de los ensayos no destructivos.

**IP-EP-S-023:** Soldadura de gasoductos y de ramales.

## **2.8. Orden de inversión**

Para conseguir el orden de inversión se consultó con personas que tienen experiencia en obras e instalaciones de este tipo, las cuales pueden alcanzar los US\$175.000.

Este valor es estimativo, una vez avanzado el proyecto se realiza una cotización de la obra teniendo en cuenta los equipos, elementos, accesorios, materiales, instalación, mano de obra, ingeniería, y demás Ítems tenidos en cuenta.

### 3. Ingeniería de Detalle

Abarca desde la derivación en servicio hasta la planta de regulación secundaria. Se consideran para el desarrollo de esta ingeniería los siguientes puntos:

- Dimensionamiento y diseño de instalación.
- Transmisión (TGN).
- Distribución (Gas NEA).
- Planta de regulación y medición primaria (Industria).
- Planta de regulación secundaria (Industria).
- Selección de equipos.
- Especificaciones técnicas.
- Estudio económico y financiero.

#### 3.1. Dimensionamiento y diseño de instalación

En el plano **[PL-01]** se observa el diseño completo de la instalación, se enumeran los equipos y sus respectivas disposiciones. También se aprecian los distintos tramos, las presiones de trabajo y las características de las cañerías que se exponen a continuación.

##### 3.1.1. Diámetro de cañería

Los elementos de la instalación comprendidos entre el punto de entrega y las válvulas reguladoras de presión deberán ser aptos para soportar la presión máxima de suministro.

Toda la instalación debe estar dimensionada para conducir el caudal requerido por los equipos y las ampliaciones futuras previstas, teniendo en cuenta las limitaciones en la pérdida de carga y velocidad indicada más adelante.

En primer lugar se determina el diámetro de cañería utilizando la fórmula de Renouard simplificada, y luego se verifica el espesor nominal de pared.

En el tramo que abarca desde el gasoducto troncal **GT-101** hasta la válvula de bloqueo de servicio **V-212** se realiza el cálculo con un diámetro de 2 pulgadas, ya que es el mínimo permitido para realizar una derivación del gasoducto troncal.

Se definen los tramos de este modo:

- **Tramo I:** desde el gasoducto troncal **GT-101** hasta la válvula de bloqueo de servicio de la distribuidora **V-212**.

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

- **Tramo II:** desde la válvula **V-212** hasta la entrada al regulador de la planta de regulación y medición primaria **VR-307 A/B**.
- **Tramo III:** desde la salida del regulador **VR-307 A/B** hasta la salida del sistema de odorización **SO-321**.
- **Tramo IV:** desde la salida del sistema de odorización **SO-321** hasta la entrada del regulador de la planta de regulación secundaria **VR-406**.
- **Tramo V:** desde la salida del regulador **VR-406** hasta la válvula de bloqueo manual **V-410** ubicada a la salida de la planta de regulación secundaria.

Los parámetros a tener en cuenta para el dimensionamiento de la instalación son los siguientes:

$Q$ : Caudal de diseño.

$\Delta P$ : Máxima caída de presión admitida para el tramo.

$P_A$ : Presión mínima de suministro al inicio del tramo.

$P_B$ : Presión mínima de suministro al final del tramo.

Teniendo en cuenta futuras ampliaciones la instalación se diseña para un caudal de 860 m<sup>3</sup>/h, salvo el último tramo que corresponde a 430 m<sup>3</sup>/h y alimenta directamente el consumo. La presión mínima de suministro es de 25 Kg/cm<sup>2</sup>. Si la presión disminuye, el tablero de corte por baja presión ubicado en el cuadro de maniobra de derivación corta automáticamente el suministro de gas.

Como condiciones básicas de dimensionamiento se consideran las siguientes caídas de presiones máximas, admitidas para cada tramo.

En los tramos I y II se considera una caída de presión del 10%.

El tramo III se calcula con una caída del 15% en el equipo de medición ya que se debe instalar una placa limitadora de caudal; más una caída del 12% en el sistema de odorización debido a que en el mismo se debe instalar una brida orificio para generar una depresión.

En el tramo IV se toma una caída de presión del 20%.

En el tramo V se considera una caída de presión del 10%.

En el **[Ítem 4.2]** se observa el procedimiento de cálculo correspondiente para el dimensionamiento de la instalación.

### 3.1.2. Espesor de cañería

Se determina, para el espesor, características, material de la cañería, y la presión máxima a la que se puede someter la instalación. Dicho valor se verifica que esté por encima de la condiciones de trabajo correspondiente.

En el **[Ítem 4.3]** se observa el procedimiento de cálculo y sus resultados.

## 3.2. Transmisión (TGN)

En el plano **[PL-02]** se observa el diseño de la instalación, equipos, elementos, disposición, listado de materiales y demás características.

### 3.2.1. Derivación en servicio

En el plano **[PL-03]** se observa la conexión al gasoducto troncal “Hot Tap”, en el cual se detalla las condiciones de diseño, materiales, y equipos.

Para la instalación se tienen en cuenta consideraciones de diseño que se detallan a continuación.

#### 3.2.1.1. Refuerzo de conexiones soldadas de derivaciones

Este procedimiento lo vemos en la placa de refuerzo que se coloca en la derivación de servicio, donde se hace la perforación del gasoducto troncal.

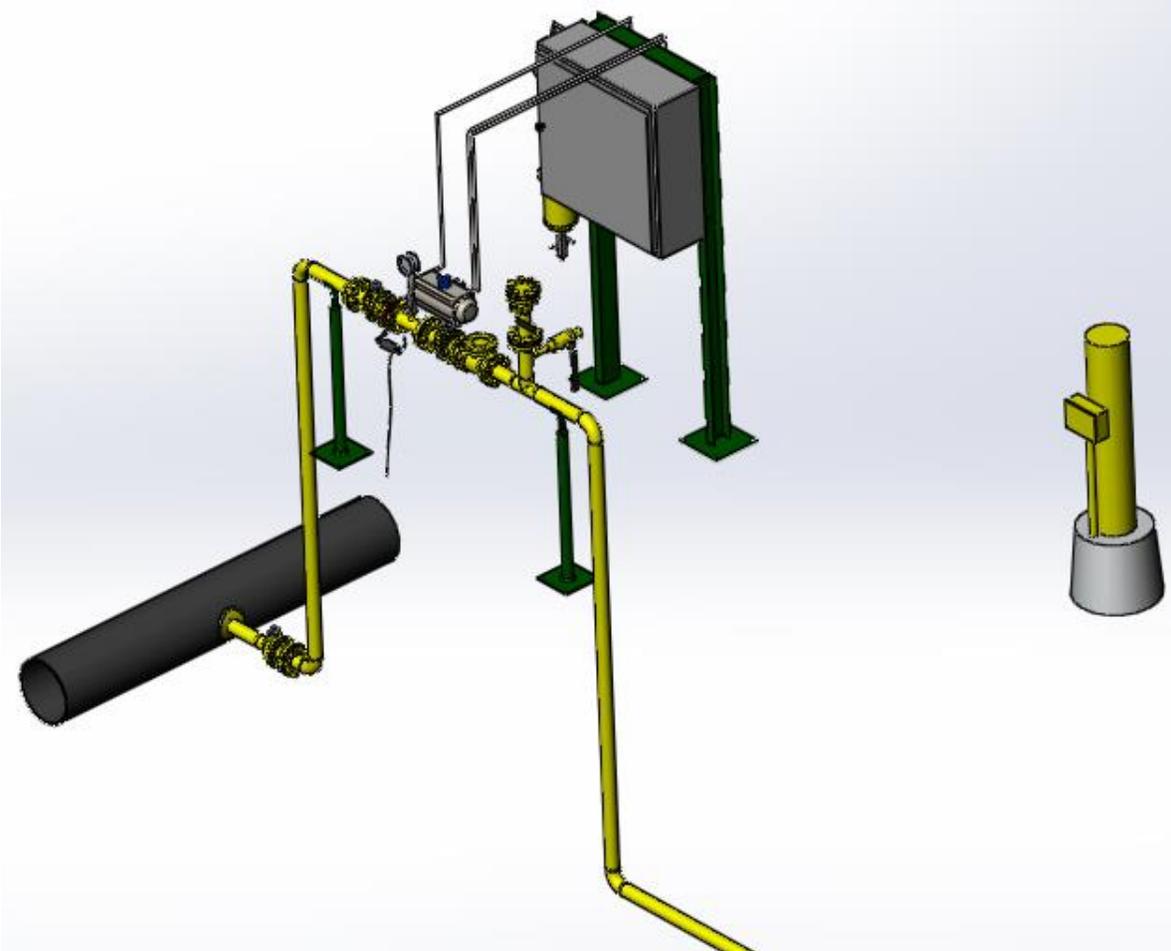
En el **[Ítem 4.4]** se describe el procedimiento correspondiente para el diseño de la placa de refuerzo.

#### 3.2.1.2. Válvula de bloqueo tipo esférica V-102

La derivación en servicio cuenta con una válvula de bloqueo tipo esférica llamada válvula de derivación. Es también llamada válvula de sacrificio.

Tiene un extremo soldado y el otro bridado para poder montar la máquina perforadora.

### 3.2.2. Cuadro de maniobra



El cuadro de maniobra abarca parte de la transportadora como de la distribuidora, como se definió en la ingeniería básica.

En la imagen se observa los equipos que conforman el cuadro de maniobra.

Es montado sobre una base de hormigón y está cerrado por un cerco perimetral, para evitar el ingreso de personas no autorizadas.

Los equipos se detallan a continuación:

#### 3.2.2.1. Válvula de cierre tipo esférica V-103

El primer accesorio es una válvula de cierre tipo esférica de paso total. Ésta es únicamente manipulada por TGN y permite cortar el suministro si los es necesario. La válvula se instala sin palanca de accionamiento.

### 3.2.2.2. Junta dieléctrica JD-104

Se coloca una junta dieléctrica, ésta es una referencia que separa lo que es la parte transportadora, de la distribuidora.

Permite separar eléctricamente tuberías extensas en sistemas de protección catódicas distintas, aislar una cañería y asegurar que la protección catódica o fugas eléctricas no incrementen la corrosión, proveer protección contra corrientes telúricas, prolongando así por muchos años su vida útil.

Ambos extremos de las instalaciones separados por la correspondiente junta se vinculan mediante un descargador a tierra.

### 3.2.2.3. Señalización

En el recinto donde se encuentra el cuadro de maniobra se colocan distintos carteles de señalización que son obligatorios. Se enumeran los mismos con sus respectivos planos.

- Identificación de la instalación. Ver plano **[PL-21]**.
- Prohibido el acceso. Ver plano **[PL-22]**.
- Prohibido fumar. Ver plano **[PL-23]**.

## 3.3. Distribución (Gas NEA)

En el plano **[PL-04]** se observa el diseño de la instalación, los equipos y accesorios que se utilizan respetando las características de trabajo.

### 3.3.1. Cuadro de maniobra

Los componentes que corresponden al cuadro se enumeran a continuación:

#### 3.3.1.1. Manómetro M-201

Se instala en conjunto con una válvula manifold ubicados aguas abajo de la junta dieléctrica, como se muestran en los planos correspondientes al cuadro de maniobra.

El manómetro permite visualizar la presión de operación del gasoducto.

#### 3.3.1.2. Válvula esférica con actuador neumático V-205

Esta válvula es accionada por un actuador, y es la que permite sacar de servicio la instalación de manera instantánea ante un funcionamiento anormal del gasoducto troncal.

Es una válvula esférica de paso total, esfera guiada, doble bloqueo. Las válvulas de paso total en posición abierta no presentan obstáculo alguno para el paso del

fluido y son esencialmente un tramo más de la cañería. Cuando por razones constructivas no se puede usar el cuerpo de una sola pieza, pasa a ser de dos, como nuestro caso.

El diseño de esfera guiada, permite aliviar la presión sobre los asientos, obteniéndose una mayor vida útil de los mismos. El guiado se produce íntegramente en el interior del cuerpo, lo que evita la posibilidad de pérdidas adicionales, o la expulsión del elemento de guiado. Este sistema de asientos permite el doble bloqueo de la línea, y el drenaje del interior de la válvula, lo que facilita el reempaquetado bajo presión.

#### **3.3.1.3. Actuador neumático AN-204**

Es el responsable de accionar la válvula esférica que fue nombrada anteriormente. Éste es de cremallera y piñón neumático, y es controlado por un tablero de corte por alta y baja presión.

El actuador neumático utiliza el mismo gas natural de la instalación para su funcionamiento.

Por ser un sistema de seguridad se utiliza el sistema de retorno por muelle para accionar la válvula, esto asegura sacar de servicio la línea aunque se corte de manera inmediata el suministro de gas.

#### **3.3.1.4. Tablero de control TC-203**

Es el encargado de comandar el actuador neumático, utiliza el mismo gas natural de la instalación para su funcionamiento, corta tanto por baja como por alta presión.

El tablero recibe la señal de medición **S-202** que le permite setear la presión de operación del gasoducto aguas abajo, y en caso de que exista una presión fuera de los límites de operación, corta el suministro.

La señal de medición se toma aguas arriba de la válvula comandada, más precisamente donde se ubica el manómetro, mide la presión de operación del gasoducto principal.

Cuenta con un pulmón que brinda estabilidad al sistema.

En el plano **[PL-05]** se observa el circuito neumático del tablero de control, y sus componentes para poder entender su funcionamiento.

El tablero de control se fija a una estructura de perfil UPN como se puede observar en el plano **[PL-13]**.

### 3.3.1.5. Válvula de retención a clapeta V-206

La válvula tiene como objetivo principal cerrar el pasaje de gas natural en sentido contrario al de circulación, en caso de que se corte el suministro de gas.

### 3.3.1.6. Válvula de venteo manual V-207

Esta válvula es exigida por la empresa distribuidora para poder realizar el purgado de la cañería, y de esta manera permite habilitar la instalación.

### 3.3.1.7. Válvula de cierre V-208

Se coloca en la derivación donde se encuentra la válvula de venteo manual nombrada anteriormente. Es utilizada para conectar equipos de medición en caso que sea necesario.

## 3.3.2. Distribución

Terminado el cuadro de maniobra, la cañería se vuelve a enterrar y se dirige hacia la acometida de la planta de regulación y medición primaria. En este tramo de cañería se instalan los siguientes componentes:

### 3.3.2.1. Protección catódica PC-209

El método más sencillo de aplicar la protección catódica es mediante la conexión del metal a proteger con otro metal más fácilmente corroible al actuar como ánodo de sacrificio.

Los ánodos galvánicos son diseñados y seleccionados para tener un potencial electroquímico más negativo que el acero de la cañería. El ánodo galvánico se corroe, se consume el material del ánodo hasta que finalmente éste debe ser reemplazado. La fuerza impulsora para el flujo es la diferencia de potencial electroquímico entre el ánodo y el cátodo.

En el plano **[PL-10]** se puede observar el montaje del mojón donde se ubica la caja de medición de potencial, las características, los componentes, la placa de identificación, y demás.

En el plano **[PL-11]** se puede observar la instalación del ánodo galvánico, medidas a respetar, componentes, y restantes características.

En especificaciones técnicas se explica bien este procedimiento, los criterios y la medición para protección catódica.

### **3.3.2.2. Conjunto de válvulas V-210 V-211 V-212**

Estas válvulas se ubican en la acometida de la planta de regulación y medición primaria. Se instalan en una cámara ubicada bajo tierra, a la cual se puede tener acceso a través de la superficie.

Toda cámara subterránea o foso para válvulas, debe ser apta para proteger el equipo instalado soportando las cargas que pudieran ser impuestas sobre ella. Debe contar con suficiente espacio de trabajo de manera que el equipo requerido en la cámara o foso pueda ser debidamente instalado, operado y mantenido; así como el espacio y los elementos necesarios para asegurar un fácil y rápido egreso o salvataje.

#### **3.3.2.2.1. Válvula esférica V-210**

Se instala con un extremo vinculado al conducto de gas, y en el otro se coloca una brida ciega. Es exigida por la empresa distribuidora para la habilitación ya que permite realizar el purgado de la instalación.

#### **3.3.2.2.2. Válvula de cierre V-211**

Esta válvula se coloca en la derivación donde se encuentra la válvula de venteo manual nombrada anteriormente. Es utilizada para conectar equipos de medición en caso que sea necesario.

#### **3.3.2.2.3. Válvula de cierre tipo esférica V-212**

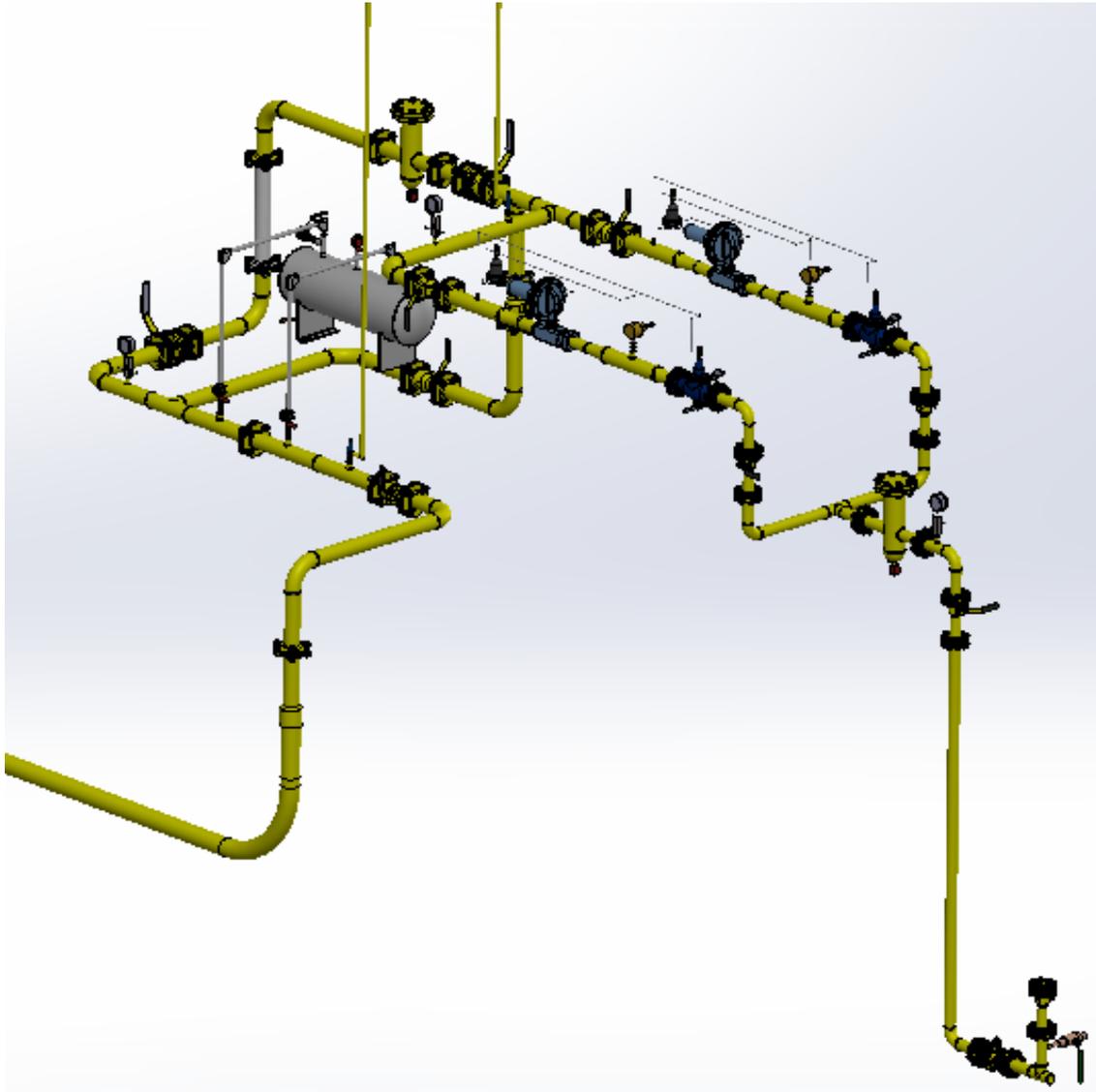
Con la colocación de esta válvula finaliza el tramo correspondiente a distribución.

### **3.3.2.3. Cartel de señalización CS-213**

Se coloca en la superficie para indicar que por debajo atraviesa la cañería.

En el plano **[PL-20]** se puede observar la instalación del cartel indicador de gasoducto enterrado, el diseño del soporte, del cartel y la información que el mismo debe detallar.

### 3.4. Planta de regulación y medición primaria (Industria)



En la imagen se muestra la instalación de la planta de regulación y medición primaria, donde se puede observar los equipos que la conforman y la disposición de los mismos.

En el **[Ítem 4.5]** se puede ver la tabla en la cual se expresan los parámetros de funcionamiento de la correspondiente instalación.

En el plano **[PL-06]** se observa el diseño de la instalación, el listado de componentes, disposición, características de los mismos y demás.

La planta tiene por objeto asegurar una presión de salida (presión regulada) de valor constante, independientemente de las variaciones de presiones de

suministro fijadas por la empresa distribuidora y de la fluctuación de caudal requerida por la instalación, dentro de los rangos previstos de consumo.

Asimismo, en función de las características del suministro y de las condiciones particulares requeridas por la instalación se preverán elementos que garanticen la separación de sólidos y líquidos del fluido; que eviten los riesgos de formación de hidratos y que aseguren en todo momento que la sobrepresión que se alcance en la instalación, por fallas en el sistema de regulación, no supere los valores para los cuales se diseña la misma.

El recinto donde se ubica la planta debe construirse en mampostería (espesor mínimo de 150 mm), revocada interiormente con cubierta incombustible y convenientemente ventilado e iluminado.

Es exclusivo para la planta y demás elementos que tengan relación con la instalación. Su piso tiene una terminación de cemento alisado y está sobre-elevado del nivel del terreno circundante.

Debe poseer dos puertas metálicas con apertura hacia el exterior, una sobre la vía pública y otra sobre el interior del establecimiento para acceso del usuario. Ambas puertas están provistas de cerradura de seguridad.

La ventilación del recinto se realiza mediante rejillas dispuestas en las paredes del mismo. No menos del 5% de la superficie lateral del mismo, está cubierta por dichas rejillas, el 80% de la ventilación se realiza por la parte superior y el 20% restante por la parte inferior.

La instalación de la iluminación es del tipo antiexplosivo y asegura un nivel lumínico uniforme no inferior a 150 lux. Se colocan dos interruptores, uno junto a cada puerta de acceso en el interior del recinto con llaves de combinación que permitan el encendido o apagado total en forma independiente.

Se debe colocar un extinguidor de fuego de polvo seco base potásica de 10 kg, y un cartel de operaciones fijado en un punto que asegure su fácil lectura.

La planta de regulación y medición primaria está compuesta por los siguientes componentes que enumeramos a continuación:

#### **3.4.1. Válvula de bloqueo general V-301**

Es una válvula de bloqueo general de entrada de  $\frac{1}{4}$  de vuelta y accionamiento manual. Es utilizada para sacar de servicio la planta, cortando el suministro de gas.

### **3.4.2. Manómetros M-302 M-309 M-319**

Se instalan distintos manómetros en la planta, con distintas ubicaciones como se puede observar en los planos. Cada manómetro se instala con su respectiva válvula de bloqueo.

Estos manómetros nos permiten visualizar las diferentes presiones que posee la planta en sus correspondientes ubicaciones.

### **3.4.3. Filtros o separadores de polvo tipo seco F-303 F-311**

Debe preverse la colocación de filtros o separadores de polvo tipo seco, aguas arriba de la regulación y del medidor con el fin de evitar inconvenientes que se puedan originar por la presencia de partículas sólidas mayores que 80 micrones para la etapa de regulación y 50 micrones para la de medición.

Son diseñados para filtrar todas las partículas sólidas contaminantes presentes en el fluido gaseoso. Son comercializados en distintos tipos y tamaños de forma tal de satisfacer todas las necesidades del cliente, mediante construcciones compactas y facilidad de operación.

Su fácil instalación y mantenimiento no requieren herramientas especiales.

Utilizan elementos filtrantes estándar y son construidos con fibras de poliéster y malla de acero de refuerzo. El elemento filtrante es capaz de retener las partículas sólidas con filtraciones hasta 5 micrones, y tiene una graduación nominal de 5 y 10 micrones.

### **3.4.4. Cuadro de regulación**

Se diseña con doble vía de regulación, en caso de anomalía de la rama que se encuentra operando, se habilita la otra para evitar la interrupción del suministro.

El cuadro está compuesto por los siguientes componentes:

#### **3.4.4.1. Válvulas de bloqueo V-304A/B V-308A/B**

Cada sistema de regulación está comprendido entre válvulas de bloqueo manual, con el fin de poder aislar la rama que se quiera sacar de servicio por falla o mantenimiento.

#### **3.4.4.2. Válvula de bloqueo por sobrepresión V-305A/B**

La válvula es de tipo normal cerrada y de rearme manual, cuya presión de corte será a lo sumo un 10% menor que la máxima de trabajo del sistema de medición asignado. La señal de comando se toma aguas abajo del regulador de presión para proteger la instalación y el equipo de medición.

#### **3.4.4.3. Pre-regulador PR-306A/B**

Se encarga de mandar la señal de comando al piloto de la válvula reguladora principal; toma la presión aguas abajo de la válvula reguladora.

Son aptos para gas natural, aire propano y otros gases que no sean corrosivos, dado que pueden afectar a los elementos internos del equipo. Normalmente es utilizado para instalaciones de pequeños caudales de servicio, con grandes caídas de presión, instalaciones donde un calentador es antieconómico.

El concepto de anti-hielo responde a que en este pre-regulador la caída de presión, con la brusca expansión de volumen originada, se produce dentro de una vena gaseosa que tiene temperatura constante, superior a la temperatura de formación de hidratos.

#### **3.4.4.4. Válvula reguladora VR-307A/B**

Para la selección de la misma se debe tener en cuenta los valores máximos y mínimos de la presión de entrada y el caudal de diseño para las condiciones de presión mínima de entrada. Otro parámetro a tener en cuenta, cuando la presión sea máxima, no trabaje por debajo del 20% de su apertura.

#### **3.4.5. Sistema de medición**

El sistema de medición se diseña en base al equipo que asigne Gas NEA, teniendo en cuenta las condiciones de funcionamiento de nuestra instalación, que se detallan cuando se solicita la factibilidad de suministro. La distribuidora determina el sistema de medición a utilizar (inferencial, rotativo, de turbina, de diafragma, etc.) determinando los lineamientos generales para la ejecución de la rama de medición.

En los planos adjuntos no se observa el equipo de medición, debido a que se debe adaptar dicho sector para poder realizar la prueba hidráulica de la instalación sin el equipo correspondiente. De esta manera evitamos que se produzcan fallas técnicas en el mismo.

El sistema de medición se compone de los siguientes componentes:

##### **3.4.5.1. Válvulas de bloqueo V-310 V-314**

El sistema de medición está comprendido entre estas válvulas de bloqueo manual, con el fin de poder poner o sacar de servicio el sistema de ser necesario por falla, o mantenimiento.

##### **3.4.5.2. Medidor ME-312**

El medidor lo asigna Gas NEA.

### **3.4.5.3. Placa limitadora de caudal P-313**

En los medidores volumétricos que operan a presiones superiores a 0,987 bar (1Kg/cm<sup>2</sup>) se instalan placas limitadoras de caudal (a proveer por Gas NEA) como medida integral de protección. Esta placa consiste en una tobera de radio corto con orificio calibrado, se coloca aguas abajo del medidor.

### **3.4.6. Sistema by-pass**

Todos los sistemas de medición, salvo aquellos con medidores a diafragma de baja presión, poseen conexión directa de emergencia "by-pass" que cuenta con los siguientes componentes:

#### **3.4.6.1. Válvulas de bloqueo V-316 V-318**

Las válvulas de bloqueo de accionamiento manual, ¼ de vuelta y extremos bridados se instalan, aguas arriba y aguas abajo de la junta en 8. Esta vía se habilita por la distribuidora en caso de que falle el sistema de medición, para no dejar sin suministro a la industria.

#### **3.4.6.2. Junta en 8 J8-317**

Esta junta permite habilitar el sistema en caso de falla de la rama de medición. Es únicamente manipulada por la distribuidora.

#### **3.4.7. Válvulas de venteo VV-315 VV-320**

Se ubican como se muestra en el plano. El caudal que evacuan es como mínimo el 10% del caudal de diseño de la instalación, y la presión de apertura está comprendida entre la presión de corte de la válvula de seguridad de bloqueo y la máxima de diseño. Los venteos se deben elevar a los cuatro vientos sobre las construcciones existentes.

#### **3.4.8. Sistema de odorización SO-321**

La odorización es el sistema adoptado para asignar un olor al gas natural, que por sí mismo es inodoro. Dando al gas un indicador de olor es posible detectar con gran facilidad eventuales fugas y dispersiones, una solución que garantiza una red segura y elimina desperdicios inútiles.

Sin éste agente de advertencia, existe la posibilidad de que se acumulen concentraciones de gas peligrosas sin que sean detectadas, creando una amenaza potencial de explosión e incendio.

Como TGN entrega el gas sin odorizar, la instalación cuenta con un sistema de odorización, que se observa en el plano **[PL-07]**. Instalado como se muestra en el plano **[PL-06]**.

El requerimiento común es que el gas debe ser odorizado (o contener un olor natural identificable) a tal grado, que el gas sea fácilmente detectado por una persona con un olfato normal a, o por debajo, de una concentración en el aire igual a la quinta parte del límite explosivo más bajo (L.E.L.)

Dicho equipo se instala aguas abajo del sistema de medición. Cuando se elige el tipo de odorizante que se va a usar, debe considerarse el tipo de odorizador en el que se va a utilizar, así como sus propiedades.

Por ejemplo, en los odorizadores del tipo absorción y de mecha, el odorizante ideal sería uno que tenga un rango muy limitado de vaporización, lo cual proporciona una vaporización constante de los componentes, mientras que un rango más amplio permite que la mezcla se vaporice a diferentes velocidades, dejando sin utilizar alguno de los componentes.

Los odorizantes con amplios rangos de vaporización son más adecuados para los odorizadores del tipo de inyección.

El gas natural es odorizado con una mezcla de 80% butil mercaptan terciario y 20% de metil-etil sulfuro en proporción de 8 a 10 mg. por metro cúbico de gas natural.

El sistema que se usa para la odorización varía tanto en los principios de suministro del odorizante como en el tamaño. La selección del tipo de equipo depende de muchos factores, incluyendo la disponibilidad del tipo de odorizante, aplicación, tamaño del sistema, velocidad mínima y máxima de flujo, economía, calidad del gas, los límites de operación y de la disponibilidad de energía eléctrica (en caso de requerirse). Hay dos tipos básicos de equipo:

- Odorizantes de inyección líquida.
- Vaporización (absorción).

Frecuentemente, en instalaciones de tamaño mediano, se usa un sistema de odorización conocido como tipo de absorción (o vaporización). Normalmente, estos odorizadores consisten de un tanque cilíndrico que se llena parcialmente con el odorizante. Una parte del gas pasa por el odorizante y absorbe una cantidad de éste.

Generalmente, el gas se hace fluir a través del odorizador por medio de una restricción en la línea principal, como puede ser una placa de orificio, una válvula o accesorio parcialmente cerrado para generar una diferencial de presión proporcional al flujo del gas. La diferencia en la presión desvía una parte del flujo del gas a través del tanque odorizador y del odorizante. Es muy común usar mamparas deflectoras dentro de los odorizadores para hacer que el gas tenga un

caminos menos directo a través del odorizador y así incrementar la absorción de los vapores de odorizante.

También es práctica común tener mechas suspendidas en el tanque del odorizador para incrementar el área superficial de vaporización. Esta mezcla de gas supersaturado/odorizante se puede suministrar a la corriente principal de gas por medio de una válvula de control de flujo en la línea de desviación (by-pass).

Este ajuste fino, permite que el usuario incremente o disminuya la relación de odorización, sin tener que hacer frecuentes ajustes al elemento de restricción de la línea principal.

La cantidad de odorizante que es absorbida, depende de la rapidez de vaporización de los odorizantes y de la cantidad de gas que pasa a través del odorizador. Dos factores que determinan la rapidez de vaporización del odorizante son la temperatura del odorizante y la presión del gas. Mientras más baja es la temperatura del odorizante, menor es su volatilidad, es decir, libera menos vapor. Además, la capacidad de absorción del gas disminuye a medida que la temperatura disminuye o se incrementa la presión.

En donde las instalaciones lo permitan, los efectos de la temperatura normalmente son minimizados enterrando el tanque odorizador, para aprovechar las temperaturas de la tierra que son más constantes. Normalmente, los odorizadores son instalados en el lado de baja presión de los reguladores a fin de que el gas pueda pasar a través del odorizador a una presión reducida, mejorando de esta manera su capacidad para absorber el odorizante.

Aguas abajo del sistema de odorización se debe instalar una placa orificio para generar una diferencia de presión necesaria para el funcionamiento del mismo.

#### **3.4.9. Válvula de bloqueo general V-322**

Es de bloqueo general de  $\frac{1}{4}$  de vuelta y accionamiento manual. La válvula se utiliza para sacar de servicio el suministro de gas, en caso de que se realice mantenimiento u ocurra una falla aguas debajo de la planta

Luego de la válvula, se entierra la cañería y se dirige hacia la planta de regulación secundaria.

#### **3.4.10. Instalación interna**

La vinculación entre la planta de regulación y medición primaria con la planta de regulación secundaria se realiza por una cañería de polietileno, la cual se encuentra bajo tierra.

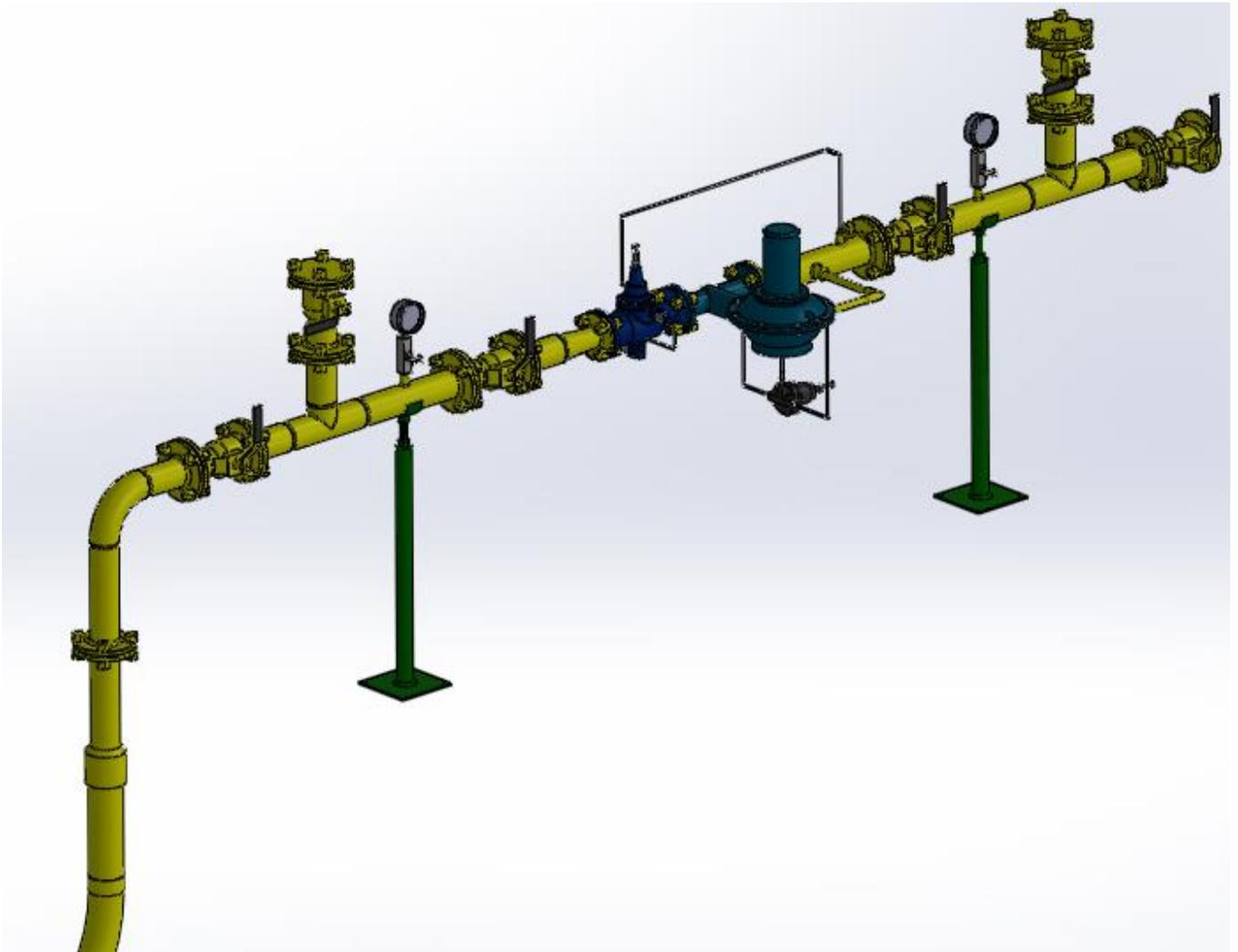
La instalación interna se puede observar en el plano **[PL-08]**.

El pasaje de cañería de acero a polietileno se realiza mediante transiciones **TR-501** y **TR-502**, el montaje se observa en el plano nombrado anteriormente.

#### **3.4.11. Cartel de señalización CS-323**

En la superficie se coloca un cartel de señalización para indicar que por debajo atraviesa la cañería plástica. Ver plano **[PL-20]**.

### **3.5. Planta de regulación secundaria (Industria)**



En la imagen se muestra la instalación de la planta de regulación secundaria, donde se observan los equipos que la conforman y la disposición de los mismos.

En el **[Ítem 4.6]** se puede ver la tabla en la cual se expresan los parámetros de funcionamiento de la correspondiente instalación.

En el plano **[PL-09]** se observa el diseño de la instalación, se detallan los componentes, características, listado de materiales y demás.

Cuando la presión de utilización en los artefactos difiere de la presión regulada de distribución es necesario instalar una planta de regulación secundaria.

Las plantas de regulación secundarias deben ubicarse en lugares accesibles y estar adecuadamente protegidas. En los casos de difícil acceso, se instala en lugar conveniente una válvula de cierre rápido y accionamiento manual que bloquee totalmente la planta de regulación secundaria.

La planta cuenta con los siguientes elementos aptos para soportar la presión de diseño:

#### **3.5.1. Válvula de bloqueo V-401**

Es la primera válvula de la planta, es de bloqueo de cierre rápido y accionamiento manual. Es utilizada para sacar de servicio el suministro de gas.

#### **3.5.2. Manómetros M-403 M-408**

Se instalan distintos manómetros en la planta con distintas ubicaciones, como se puede observar en los planos.

Se instalan aguas arriba y aguas abajo del sistema de regulación.

Cada manómetro se instala con su respectiva válvula de bloqueo.

Nos permiten visualizar las diferentes presiones que posee la planta en sus correspondientes ubicaciones.

#### **3.5.3. Válvulas de venteo manual VV-402 VV-409**

Se instalan aguas arriba y aguas abajo del regulador.

Sirve para purga de cañerías.

#### **3.5.4. Válvulas de bloqueo manual V-404 V-407**

El sistema de regulación está ubicado entre estas dos válvulas de bloqueo manual. Éstas permiten aislar el equipo regulador en caso de que se requiera manipular.

#### **3.5.5. Válvula de alivio por sobrepresión V-405**

Cuando las instalaciones ubicadas aguas abajo de las subestaciones no soporten la presión máxima de alimentación a éstas, se instalarán válvulas de seguridad de corte o de alivio por sobrepresión. Por esta razón se coloca una válvula de alivio por sobrepresión, la cual setea la presión aguas abajo del equipo de regulación.

#### **3.5.6. Válvula reguladora VR-406**

La válvula reguladora es instalada entre elementos que posibiliten su remoción.

#### **3.5.7. Válvula de bloqueo V-410**

Al final de la planta se instala una válvula de bloqueo manual, la cual se utiliza para sacar de servicio el consumo. Luego de ésta válvula se conecta la cañería a los quemadores de la secadora.

### **3.6. Selección de equipos**

En esta sección de la ingeniería de detalles vamos a realizar la selección de equipos correspondientes a toda la instalación. Vamos a seccionar esta selección en cuatro grandes grupos, para seguir trabajando con la misma dinámica. Estos grupos serían

- Transmisión (TGN).
- Distribución (Gas NEA).
- Planta de regulación y medición primaria (PRM).
- Planta de regulación secundaria (PRS).

En esta selección quedan afuera cañerías, accesorios, y bulonería que se detallan en los planos; se van a tener en cuenta para el listado de materiales.

#### **3.6.1. Transmisión (TGN)**

##### **3.6.1.1. Refuerzo de conexiones soldadas de derivaciones**

Seleccionamos una placa de refuerzo de la marca Cintolo, cuyas características se muestran a continuación.

- Marca: Cintolo

- Diámetro de derivación (o.d.): 2”
- Diámetro de la línea (O.D.): 12”
- L: 120,3 mm
- Espesor: 6,35 mm
- Material: ASTM A 234 WPB

### 3.6.1.2. Válvula de bloqueo tipo esférica V-102

La selección de ésta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.3.1]**.

- Código: ABF 600 - PT I V - D: 2”

EL código anterior corresponde para una válvulas con ambos extremos bridados, para nuestro caso es necesario que un extremo sea bridado y el otro para soldar por lo tanto haremos es pedido especial al fabricante. Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridado y para soldar
- Serie: S600
- Pasaje: Total (PT)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V.
- Diámetro nominal: 2”

### 3.6.1.3. Válvula de cierre tipo esférica V-103

La selección de ésta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.3.1]**.

- Código: ABF 600 - PT I V - D: 2” RF

La válvula es la misma que seleccionamos para la de sacrificio **V-102** en la derivación. Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S600

- Pasaje: Total (PT)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2"
- Tipo de brida: RF

#### **3.6.1.4. Junta dieléctrica JD-104**

Seleccionamos una junta dieléctrica con las siguientes características.

- Marca: Protan
- Modelo: Dinaelek.
- Sello de PTFE.
- Anillo de cierre de PTFE.
- Núcleo de acero inoxidable 316.

La junta Dinaelek ha sido desarrollada para brindar una solución efectiva de sellado y asilamiento eléctrico de bridas, ofreciendo máxima resistencia y durabilidad. Las demás características se pueden observar en el catálogo de la marca que se encuentra en anexo I [Ítem 5.12].

#### **3.6.2. Distribución (Gas NEA)**

##### **3.6.2.1. Manómetro M-201**

Seleccionamos un manómetro con las siguientes características.

- Marca: Beyca
- Modelo: MM4-58
- Manómetro apto para intemperie
- Diámetro nominal: 100 mm.
- Mecanismo de acero inoxidable
- Tubo bourdón AISI 316
- Visor de policarbonato
- Aguja indicadora en aluminio
- Clase 2% (en seco)
- Conexión inferior 1/2" NPT

### 3.6.2.2. Válvula esférica con actuador neumático V-205

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.1]. La válvula es la misma que seleccionamos para la de sacrificio **V-102** en la derivación.

Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Esferomatic
- Código: ABF 600 – PT I V- D: 2” RF
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S600
- Pasaje: Total (PT)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2”
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Actuador neumático

### 3.6.2.3. Actuador neumático AN-204

El catálogo de la marca del actuador neumático que se selecciona se encuentra en anexo I [Ítem 5.13]. Seleccionamos un actuador neumático de la marca Air Torque, representado también por Esferomatic, que es la marca de las válvulas seleccionadas anteriormente.

El nuevo actuador de 4<sup>ta</sup> generación de cremallera y piñón neumática ha sido diseñado, desarrollado y probado que incorpora la última tecnología y materiales disponibles.

Este producto cuenta con las siguientes características, confiabilidad, alto rendimiento, gran gama de productos que permite una selección de tamaño más económico, indicador de posición del árbol de transmisión y multifunción. Innovador, pleno cumplimiento de las especificaciones más recientes de todo el mundo, altos niveles de la tecnología de protección contra la corrosión, estilo, y estéticamente compacto y moderno. Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Air Torque
- Código: AT 350 S 10 A F10 22

- Modelo: AT 350, retorno por muelle para cerrar en sentido horario.
- Numero de resortes: 10 (5 por lado)
- Cuerpo: dureza especial y anodizado, color (acero inoxidable brillante)
- Tapas terminales: recubrimiento de cromado más poliéster, color (ral 9007)
- Eje de accionamiento: acero al carbono
- Pistón: normal anodizado, color negro.
- Brida: F10
- Cuadrante: diagonal de 22 mm
- Indicador de posición: estándar
- Juntas: estándar de caucho nitrilo (NBR)

#### **3.6.2.4. Tablero de control TC-203**

Seleccionamos un tablero de control de la marca Esferomatic. En el plano adjunto **[PL-05]** se puede observar el circuito que explica el funcionamiento del tablero de corte por alta y baja presión seleccionado.

#### **3.6.2.5. Válvula de retención a clapeta V-206**

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.4]**. Seleccionamos una válvula de retención tipo clapeta de la marca Giron. Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Giron
- Serie: 600 PN 110
- Diámetro: 2"
- Extremos: Bridados (RF)
- Cuerpo: ASTM A216 Gr. WCB
- Asiento: ASTM A216 Gr. WCB + 13% Cr.

#### **3.6.2.6. Válvula de venteo manual V-207**

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.3.2]**. Para las condiciones de presión y temperatura de trabajo adoptaremos una serie 600. Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Esferomatic
- Código: ABF 600 - PN I V - D: 2" RF

- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S600
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### 3.6.2.7. Válvula de cierre V-208

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.5]**. Se selecciona una válvula de la marca Esferomatic, modelo Estic. Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Esferomatic
- Serie: WOG 5000
- Modelo: ARF (Estic)
- Código: ARF (ESTIC) – WOG 5000 – PT I V – D: 1/2" NPT
- Diámetro: 1/2"
- Pasaje: Total (PT)
- Extremos: Roscados NPT
- Accionamiento: Palanca
- Cuerpo: Acero al carbono ASTM A 105
- Esfera: Acero inoxidable ASTM 351 CF8M
- Vástago: Acero inoxidable AISI 316
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V

#### 3.6.2.8. Válvula esférica V-210

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.3.2]**. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-207** del cuadro de maniobra. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S600
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### 3.6.2.9. Válvula de cierre V-211

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.5]**. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-208** del cuadro de maniobra. Por lo tanto las características de la válvula de cierre son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Serie: WOG 5000
- Modelo: ARF (Estic)
- Diámetro: 1/2"
- Pasaje: Total (PT)
- Extremos: Roscados NPT
- Accionamiento: Palanca
- Cuerpo: Acero al carbono ASTM A 105
- Esfera: Acero inoxidable ASTM 351 CF8M
- Vástago: Acero inoxidable ANSI 316
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V

#### 3.6.2.10. Válvula de cierre tipo esférica V-212

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.3.1]**. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-103** del cuadro de maniobra. Por lo tanto las características de la válvula de cierre tipo esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S600
- Pasaje: Total (PT)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2"
- Tipo de brida: RF

### 3.6.3. Planta de regulación y medición primaria (Industria)

#### 3.6.3.1. Válvula de bloqueo general V-301

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.2]. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-207** del cuadro de maniobra. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S600
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### 3.6.3.2. Conjunto de manómetros M-302 M-309 M-319

##### 3.6.3.2.1. Manómetro M-302

Seleccionamos un manómetro con las siguientes características.

- Marca: Beyca
- Modelo MM2-34

- Rango de presión: 0 a 100 bar
- Diámetro nominal: 63 mm
- Caja de hierro pintada en negro
- Mecanismo de bronce
- Tubo bourdón de bronce
- Conexión de bronce
- Visor de vidrio
- Aguja indicadora de aluminio
- Clase 2%
- Rosca de 1/2" BSPT inferior y posterior

#### **3.6.3.2.2. Manómetros M-309 M-319**

Seleccionamos dos manómetros con las siguientes características.

- Marca: Beyca
- Modelo: MM1-34
- Rango de presión: 0 a 10 bar
- Diámetro nominal: 50 mm
- Caja de acero pintada de negro
- Mecanismo de bronce
- Tubo bourdón de bronce
- Conexión de bronce
- Visor de vidrio
- Aguja indicadora de aluminio
- Clase 2%
- Rosca de 1/2" BSPT inferior y posterior

#### **3.6.3.3. Filtro o separador de polvo tipo seco F-303**

La selección se encuentra en anexo I **[Ítem 5.14]**. Se selecciona un filtro de la marca Tormene Americana, los filtros diseñados y manufacturados por esta marca garantizan una gran capacidad de filtración y una baja caída de presión.

Estos filtros utilizan cartuchos sintéticos con una eficiencia del 99% para partículas mayores a 5 micrones. Otras características constructivas de la marca son las siguientes.

- Diseñados y contruidos de acuerdo al código ASME VIII DIV I
- Materiales utilizados de acuerdo a la norma ASME/ASTM
- Conexiones bridadas ANSI B16.5 (2")
- Serie 600
- Cartuchos con dimensiones estándar.
- Probados hidráulica y neumáticamente.

#### **3.6.3.4. Válvula de bloqueo V-304A/B**

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.3.2]**. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-207** del cuadro de maniobra. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S600
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### **3.6.3.5. Válvula de bloqueo por sobrepresión V-305A/B**

La selección se encuentra en anexo I **[Ítem 5.6]**. Se selecciona una válvula de bloqueo por sobrepresión de la marca Satesa, tipo Shutoff. Esta válvula ha sido diseñada especialmente para para ser usada en redes de distribución de gas, apta para presiones de línea de hasta 70 bar ajustándose su aplicación a la serie ANSI correspondiente.

Algunas de las características se ven a continuación.

- Marca: Satesa

- Tipo: Shutoff
- Tamaño del cuerpo: 2"
- Serie: 600 RF
- Piloto tipo: 6U0 – 029HI
- Rango de presión: 2,1 a 7 bar

#### **3.6.3.6. Pre-regulador PR-306A/B**

El catálogo de la marca del pre-regulador se encuentra en anexo I [Ítem 5.7]. Se selecciona un pre-regulador de la marca Satesa, tipo 1305. Esta serie consiste en pre-reguladores directos, no pilotados, aptos para resistir la formación de hidratos por caídas de presión y temperatura.

Algunas de las especificaciones se ven a continuación.

- Marca: Satesa
- Tipo: 1305-F
- Conexión entrada 1" NPT-M
- Conexión salida 1/4" NPT-H
- Máxima presión de entrada: 276 bar

#### **3.6.3.7. Válvula reguladora VR-307A/B**

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.8]. Se selecciona una válvula reguladora pilotada de la marca Satesa, regulador tipo 631, piloto 67-H en baja presión.

Características del regulador tipo 631.

- Marca: Satesa
- Código de equipo: 1F0-002HA
- Cuerpo: 2"
- Conexión: BSPT
- Orificio diámetro: ¼"

#### **3.6.3.8. Válvula de bloqueo V-308A/B**

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.3]. Para las condiciones de presión y temperatura de trabajo adoptaremos una serie 150. Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Esferomatic
- Código: ABF 150 – PN I G- D: 3” RF
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3”
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca.

#### **3.6.3.9. Válvulas de bloqueo V-310 V-314**

La selección de estas válvulas se encuentra en anexo I **[Ítem 5.3.4]**. Para las condiciones de presión y temperatura de trabajo adoptaremos una serie 150. Las características son las que se muestran a continuación.

- Marca: Esferomatic
- Código: ABF 150 – PT I G- D: 3” RF
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Total (PT)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3”
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca.

#### **3.6.3.10. Filtro o separador de polvo tipo seco F-311**

La selección se encuentra en anexo I **[Ítem 5.14]**. Se selecciona un filtro similar al filtro **F-303**, donde las características son las siguientes.

- Diseñados y construidos de acuerdo al código ASME VIII DIV I
- Materiales utilizados de acuerdo a la norma ASME/ASTM
- Conexiones bridadas ANSI B16.5 (3")
- Serie 150
- Cartuchos con dimensiones estándar.
- Probados hidráulica y neumáticamente.

#### **3.6.3.11. Medidor ME-312**

El medidor lo asigna Gas del Estado.

#### **3.6.3.12. Placa limitadora de caudal P-313**

La placa limitadora de caudal lo asigna Gas del Estado.

#### **3.6.3.13. Válvulas de bloqueo V-316 V-318**

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I **[Ítem 5.3.3]**. Se seleccionan unas válvulas idénticas a la válvula **V-308A/B** del cuadro de regulación. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca.

#### **3.6.3.14. Junta en 8 J8-317**

La junta en 8 la asigna Gas del Estado.

### 3.6.3.15. Válvulas de venteo VV-315 VV-320

La selección de estas válvulas se encuentra en anexo I [Ítem 5.9]. Se seleccionan unas válvulas de venteo con las siguientes características.

- Marca: Satesa
- Tipo: 2740-MO
- Código: 5F0-003FA
- Presión de alivio: 4,14 bar
- Área de orificio: 0,387 cm<sup>2</sup>
- Conexión de entrada: 1" BSPT

### 3.6.3.16. Sistema de odorización SO-321

El sistema de odorización se manda a fabricar de acuerdo a nuestras necesidades. Ver plano adjunto [PL-07].

### 3.6.3.17. Válvula de bloqueo general V-322

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.3]. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-308A/B** del cuadro de regulación. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

### 3.6.4. Planta de regulación secundaria (Industria)

#### 3.6.4.1. Válvula de bloqueo V-401

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.3]. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-308A/B** del cuadro de regulación. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### 3.6.4.2. Válvula de venteo manual V-402

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.3]. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-308A/B** del cuadro de regulación. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

### 3.6.4.3. Manómetro M-403

Seleccionamos un manómetro con las siguientes características.

- Marca: Beyca
- Modelo: MM1-34
- Rango de presión: 0 a 10 bar
- Diámetro nominal: 50 mm
- Caja de acero pintada de negro
- Mecanismo de bronce
- Tubo bourdón de bronce
- Conexión de bronce
- Visor de vidrio
- Aguja indicadora de aluminio
- Clase 2%
- Rosca de 1/2" BSPT inferior y posterior

### 3.6.4.4. Válvulas de bloqueo manual V-404

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.3]. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-308A/B** del cuadro de regulación. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### 3.6.4.5. Válvula de bloqueo por sobrepresión V-405

La selección se encuentra en anexo I [Ítem 5.10]. Se selecciona una válvula de bloqueo por sobrepresión de la marca Satesa, tipo Shutoff. Esta es similar a las válvulas de bloqueo manual **V-305A/B** seleccionadas para el cuadro de regulación de la planta de regulación y medición primaria.

Algunas de las características se ven a continuación.

- Marca: Satesa
- Tipo: Shutoff
- Presión: Baja
- Tamaño del cuerpo: 2"
- Serie: 150 RF
- Piloto tipo: 6U0 – 008HG
- Rango de presión: 0,07 a 0,6 bar

#### 3.6.4.6. Válvula reguladora VR-406

La selección se encuentra en anexo I [Ítem 5.11]. Se selecciona una válvula reguladora de la marca Satesa, tipo 99-SO. Esta válvula ha sido diseñada especialmente para servicios de distribución de gas natural, suministro de gas a industrias y grandes establecimientos como escuelas o centros comerciales.

Algunas de las características se ven a continuación.

- Marca: Satesa
- Tipo: 99-SO, baja presión
- Tamaño del cuerpo: Diámetro nominal 2", con distintos orificios de asiento
- Serie: 150 RF
- Presión de entrada máxima: 28 bar
- Piloto tipo: 6351
- Código de equipo: 1K0 – 002HG
- Orificio: 1.1/8"
- Rango de presión: 0,07 a 0,6 bar

#### 3.6.4.7. Válvula de bloqueo manual V-407

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.3]. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-308A/B** del cuadro de regulación. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### 3.6.4.8. Manómetro M-408

Seleccionamos un manómetro con las siguientes características.

- Marca: Beyca
- Modelo: MM40-35
- Rango de presión: 0 a 2 bar
- Diámetro nominal: 40 mm
- Caja de acero pintada de negro
- Mecanismo de bronce
- Tubo bourdón de bronce
- Conexión de bronce
- Visor de vidrio
- Aguja indicadora de aluminio
- Clase 2%
- Rosca de 1/2" BSPT inferior y posterior

#### 3.6.4.9. Válvula de venteo manual V-409

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.3]. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-308A/B** del cuadro de regulación. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### 3.6.4.10. Válvula de bloqueo V-410

La selección de esta válvula se encuentra en anexo I [Ítem 5.3.3]. Se selecciona una válvula idéntica a la válvula **V-308A/B** del cuadro de regulación. Por lo tanto las características de la válvula esférica son las siguientes.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

### 3.7. Especificaciones técnicas

En esta sección de la ingeniería de detalles desarrollamos sobre las especificaciones técnicas necesarias para llevar a cabo el montaje de la obra. Se separa la instalación en dos grupos.

- Transmisión (TGN).
- Distribución e instalación (Gas NEA – Industria).

#### 3.7.1. Transmisión (TGN)

Se detalla, la metodología y controles para realizar el montaje de la obra. Comprende todos los trabajos para la instalación de niples, refuerzo de derivación, la ejecución de todas las soldaduras, y la perforación en servicio “Hot Tap”.

##### 3.7.1.1. Descubrimiento del caño en servicio

Se excava manualmente el terreno hasta una profundidad de 60 cm por debajo del caño y como mínimo 60 cm a ambos lados del mismo. La excavación debe poseer dos rampas de salida de emergencia que permita el rápido retiro del personal en caso de ser necesario. Antes y durante excavación se efectúan sondeos con un explosímetro para verificar la ausencia de mezclas explosivas en la zona de trabajo.

##### 3.7.1.2. Retiro del revestimiento y preparación de la superficie

Se retira el revestimiento de protección anticorrosiva en la zona prevista para la colocación del refuerzo, más 50 mm de longitud en cada extremo.

El retiro del revestimiento se realiza con herramientas de mano, espátulas y/o machetes antichispa, sin golpear ni someter a la cañería a ningún esfuerzo externo.

Terminados los trabajos de soldaduras del caño de derivación y antes de colocar el refuerzo se debe aplicar relleno epoxidico Revesta 204 T, como elemento de transferencia de carga entre el caño y el refuerzo para evitar el ingreso de agua. Excepto 2,5 cm alrededor de la zona que será afectada por la soldadura de la montura de refuerzo al niple de derivación.

##### 3.7.1.3. Preparación del niple para la derivación

El caño para la derivación será de calidad, diámetro y longitud especificado en el plano aprobado para el proyecto específico. Ver plano adjunto **[PL-03]**.

Se debe realizar una prueba hidráulica del niple a una presión igual a la presión de prueba de fábrica del caño. Asimismo, la presión de prueba del niple no debe ser

inferior al 150% de la MAPO del gasoducto. La duración de la prueba será de cuatro horas como mínimo.

Diseño de junta, corte y biselado. La preparación de los biseles para soldar, se realiza por mecanizado, amolado o corte oxiacetilénico. En este último caso se debe amolar la superficie eliminando toda irregularidad, resto de oxidación, cascarillas, material fundido y cualquier otra discontinuidad que pueda afectar la calidad de la soldadura. El ángulo de los biseles será el indicado en la EPS, pudiendo utilizar como guía el apéndice G-4 de la norma NAG-100.

La forma, dimensiones y ángulos de los biseles serán tales que aseguren la profundidad de penetración requerida y que además estén en completa concordancia con lo indicado en la EPS.

#### **3.7.1.4. Soldadura del niple de derivación**

La soldadura del niple de derivación no coincide con la soldadura longitudinal ni la circunferencial del caño de conducción. El espesor mínimo del caño de conducción en el cual se realizan las soldaduras de derivación será de 6,3 mm.

Se marca sobre el caño de conducción la posición de donde se va a soldar el caño de derivación. Se efectúa un mapeo de espesor del caño de conducción en la zona de soldadura para determinar el espesor del mismo. Se emplea un medidor de espesores de ultrasonido, para verificar que no exista una disminución de espesor superior al 5% del espesor nominal del caño.

En caso de existir zonas con disminución de espesores superiores se desplaza la zona de soldadura a un área donde se cumple con esta condición.

#### **3.7.1.5. Refuerzo de derivación**

Para derivaciones menores de Ø4" e igual o menor al 50% del caño de conducción, se utiliza refuerzo de derivación. El refuerzo será previamente pintado, interior y exteriormente.

Se efectúa primero la soldadura de unión de refuerzo y caño de conducción, luego la de refuerzo y caño de derivación.

#### **3.7.1.6. Montaje de la válvula de hot tap**

Previamente al montaje de la válvula de "Hot Tap" se debe efectuar una limpieza interior completa y verificar la integridad de los asientos. Si existen dudas, se debe repetir la prueba hidráulica de estanqueidad de asientos de ambos lados a una presión de 112 Kg/cm<sup>2</sup> durante 30 minutos como mínimo, verificando que no existan pérdidas.

La soldadura de unión de válvula y niple se realiza con la válvula totalmente abierta y una vez finalizados los trabajos de soldadura, se limpia su interior retirando todo elemento que pueda dañar los asientos de ésta.

#### **3.7.1.7. Montaje de la máquina de perforación**

Previamente al montaje de la máquina de perforación, se debe efectuar la soportación temporaria de la válvula de “Hot Tap”, con el objeto de disminuir los esfuerzos axiales sobre las uniones de la misma durante la perforación.

Se instala la máquina de perforación en frío, abulonada en la brida de la válvula de sacrificio, debidamente alineada y centrada. Antes efectuar la perforación se realiza una prueba hidráulica de hermeticidad a través del conjunto niple de derivación, válvula de bloqueo con apertura de  $\frac{3}{4}$ , máquina de perforación, a una presión igual a la MAPO del gasoducto principal, por un lapso de 30 minutos, verificándose la hermeticidad de las uniones.

#### **3.7.1.8. Tapada y recomposición del terreno**

Una vez habilitada la derivación y efectuadas las verificaciones de inexistencia de fugas en las uniones abulonadas, se procede a la tapada del pozo excavado, en capas de 20 cm, conforme a las capas edáficas. La compactación final se realiza por inundación y por último se repone la capa vegetal superior.

#### **3.7.1.9. Inspección para detección de pérdidas de gas**

Es de aplicación a todas las instalaciones afectadas al transporte de gas natural ya sean propiedad de la empresa transportista, u operados por ésta o en aquellos en los que eventualmente pérdidas afecten a instalaciones de TGN.

##### **3.7.1.9.1. Inspección para la detección de gas en la superficie**

Consiste en un muestreo continuo de la atmósfera a nivel del terreno o cerca de este en instalaciones de gas enterradas y adyacentes a las instalaciones sobre el nivel del terreno con un sistema detector de gas metano capaz de detectar una concentración de 50 p.p.m. de gas en aire en cualquier punto del muestreo.

##### **3.7.1.9.2. Inspección de vegetación**

Consiste en observar visualmente el terreno donde existen instalaciones de gas enterradas para detectar indicios anormales o extraños en la vegetación y el terreno. Todos los indicios de probables pérdidas de gas deben evaluarse utilizando un indicador de gas combustible.

#### **3.7.1.9.3. Inspección por ensayo de detección de pérdida por burbujeo**

Consiste en aplicar una solución jabonosa que forme espuma u otro tipo similar sobre la cañería expuesta para determinar la existencia de una pérdida.

#### **3.7.1.9.4. Inspección por ensayo de detección pérdida bajo superficie**

Consiste en un muestreo de la atmosfera bajo la superficie con indicador de gas combustible (IGC) u otro dispositivo capaz de detectar 0,5% de gas metano en aire en el punto de muestreo.

#### **3.7.1.9.5. Gasoductos**

Las inspecciones para detección de pérdidas en trazados clase 1 deben realizarse con una frecuencia no superior a los 12 meses. Utilizando detector de gas metano que cumpla los requerimientos de la norma NAG-100.

Debe considerarse una mayor frecuencia en las inspecciones de detección de pérdidas en zonas donde la posibilidad potencial de pérdidas sea alta o en zonas donde las pérdidas pudieran representar un riesgo.

#### **3.7.1.10. Prueba hidráulica de tramos de cañerías**

Esta especificación se aplica a todos aquellos trabajos donde se deba efectuar la prueba hidrostática de un tramo de cañería correspondiente a una derivación de gasoducto, previamente a su bajada a zanja o a su montaje como parte de una instalación aérea. Se excluyen expresamente las correspondientes a estaciones de regulación y medición.

##### **3.7.1.10.1. Requisitos de prueba**

Para todos los casos mencionados anteriormente, se efectuará una prueba de resistencia con agua.

Para tramos de cañería la presión de prueba mínima será: la presión que someta a la cañería, a una tensión máxima igual al 90% de la tensión de fluencia mínima especificada (según norma API 5L).

Para clase de trazado correspondiente a esta instalación la presión de prueba no podrá ser inferior al 150% de la MAPO.

En todos los casos de deberá controlar que no se supere la presión de prueba en fabrica.

La presión de prueba será mantenida durante un mínimo de 4 horas.

Luego de haberse realizado la prueba hidráulica, el valor de presión de prueba de resistencia se determinará a partir del menor valor de todas las mediciones de presión efectuadas durante la prueba de resistencia.

El valor de la presión de prueba para cada caso en particular será establecido en el pliego de condiciones particulares.

#### **3.7.1.10.2. Métodos de prueba**

Para la ejecución de la prueba se siguen los lineamientos de la norma NAG-124 "Procedimiento general para pruebas de resistencia y hermeticidad de gasoducto".

Se utiliza una bomba de llenado que asegure un flujo de agua constante dentro de la tubería con un filtro que responda a un tamiz de malla 140 según IRAM 1501, en el lado de aspiración de la bomba.

La bomba de presión será de capacidad superior al 20% de la presión máxima requerida.

Los cabezales deben estar probados hidráulicamente a por lo menos 1,25 veces la presión máxima de prueba a la que estarán expuestos.

Los instrumentos de medición a emplear serán los siguientes:

- Balanza de pesos muertos cuyas pesas calibradas sean de 0,1 bar o menor, precisión 0,1% y adecuada para las presiones requeridas en las pruebas de resistencia.
- Dos manómetros lubricados, mínima división 1 bar, que corresponde a clase 0,5 para dial 6" y mecanismo interior de 6", escala en bar y rango 25% superior (mínimo) al requerido.
- Los manómetros a utilizar deben operar durante la prueba entre el 25 y el 75% de la escala utilizada.
- Termómetro de contacto con rango de temperaturas 0 - 80°C, clase 0,5, mínima división 1°C.
- Termómetro para medición de temperatura ambiente, mínima división 1°C.
- Un registrador de carta grafica de dos variables (presión y temperatura). El rango del registrador de presión será un 50% superior, como mínimo a la presión máxima requerida en la prueba. El máximo error porcentual referido a plena escala de la indicación del instrumento no será superior a +/- 0,5%.
- Medidor de humedad del aire con rango mínimo de medición de punto de rocío de -80 a 20°C, precisión de la medición del punto de rocío +/- 1°C.

La ejecución de la prueba debe programarse de modo tal que la misma se efectúe en las horas del día donde sea mínima la influencia de las variaciones de temperatura, de acuerdo a la ubicación geográfica del tramo.

### **3.7.1.10.3. Ejecución de la prueba**

Para la ejecución de la prueba se seguirá la siguiente secuencia:

- a. Preparación para la prueba.
- b. Limpieza interna de la cañería
- c. Llenado de la cañería
- d. Prueba de resistencia
- e. Barrido del agua
- f. Secado de la cañería.

En cada secuencia se efectúan los registros aplicables en las planillas que se incluyen en el anexo II **[Ítem 6.3.1]** al final. Concluidas todas las operaciones de la secuencia de prueba hidrostática, se debe confeccionar el Acta de Ejecución de Prueba Hidráulica, cuyo modelo figura en el anexo II **[Ítem 6.3.2.]**.

Se deberá entregar a TGN tres ejemplares originales del acta de ejecución de prueba hidráulica y de sus planillas anexas, debidamente firmados.

#### **a. Preparación para la prueba**

1.1. La prueba de cada tramo debe ser programada con adecuada antelación.

El plan de ejecución de la prueba será informado a la inspección de obra y contara, como mínimo, con la siguiente información:

- Procedimiento de prueba hidráulica cuyo contenido cumple, como mínimo con lo establecido en el punto 8 de la norma NAG-124 y la presente, aprobada.
- Listado de los equipos a utilizar con indicación de sus datos conforme a lo establecido en el punto 8 de la norma NAG-124, aprobada.
- Listado de los instrumentos a utilizar, con indicación de sus características conforme a lo establecido en la norma NAG-124, aprobado.
- Certificados de calibración de instrumentos, aprobados.
- Información del origen del agua para la prueba y procedimiento para su disposición final, aprobados
- Certificado de análisis del agua a emplear en la prueba, aprobado.

- 1.2. Previamente al inicio de las pruebas, el contratista debe proceder al contraste en obra de los instrumentos. La balanza de pesos muertos, el graficador y todos los manómetros se contrastan entre sí. Los termómetros se contrastan contra una fuente de temperatura cuyo valor sea conocido.
- 1.3. La cañería a probar debe estar uniformemente apoyada de forma tal que la tensión de flexión como resultado del peso del agua en el interior de la cañería resulte despreciable. Los elementos de apoyo serán tales que aseguren que no se dañará el revestimiento.  
  
Además, el apoyo de la cañería debe ser tal que la generatriz inferior del caño se encuentre, a una distancia del suelo que permita la inspección visual completa.
- 1.4. El apoyo de la cañería es realizado de modo tal que se asegure que el extremo de llenado quede a menor nivel que cualquier punto del tramo de la cañería a probar. Por su parte, el extremo opuesto, donde se prevé el venteo, debe encontrarse a mayor nivel que cualquier punto del tramo de cañería a probar.
- 1.5. En el extremo previsto para el llenado se instala un cabezal lanzador y en el opuesto un cabezal receptor. Los cabezales deben contar con válvulas de venteo, drenaje y llenado y con cuplas para conectar los instrumentos. Los cabezales deben soldarse a la cañería cumpliendo con los mismos requisitos que la ejecución de la soldadura de la línea, según API 1104.
- 1.6. Las bridas, accesorios y demás elementos provisorios a instalar a los efectos de la prueba, deben ser compatibles con la presión de prueba de la cañería.

#### **b. Limpieza interna de la cañería**

Previamente al llenado de la cañería se debe limpiar adecuadamente el interior de la misma mediante el pasaje de scrapers para eliminar toda la tierra, agua, óxidos y otras sustancias extrañas del interior de la cañería, a satisfacción de la inspección de obra.

#### **c. Llenado de la cañería**

- 1.1. En el cabezal lanzador se colocan como mínimo dos scrapers. El primero de ellos se utiliza para evacuar el aire de la cañería durante el llenado. El resto se emplea para desagotar el agua una vez realizada la prueba.
- 1.2. La toma de agua de la bomba de llenado está a un desnivel tal que asegure que no se succionen bolsones de aire durante el llenado.

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

- 1.3. En los casos en que no se exija el empleo de scrapers, el llenado de la cañería se efectúa desde el punto más bajo de la misma, encontrándose abierto el venteo instalado en el extremo opuesto.
- 1.4. Durante el llenado, debe estar abierto el venteo del cabezal receptor de manera que la contrapresión asegure que la cañería sea llenada en forma continua a caudal y presión constante, para evitar la formación de bolsones de aire, y para que el scraper no se separe de la columna de agua.
- 1.5. Se adoptan los recaudos necesarios para asegurar que el llenado no se interrumpa.
- 1.6. Una vez que el scraper llegue al cabezal receptor, se debe proseguir con el bombeo de agua hasta asegurar el correcto purgado de la cañería.

Cuando se observe que ya no se expulsa aire por la válvula de venteo del cabezal receptor, se cierra la misma y se mantiene la bomba en marcha hasta lograr 5 bar de presión.

Inmediatamente se detiene la bomba de llenado y se acopla la bomba de presión. Se coloca un manómetro en cada extremo del tramo a probar y el registrador en el extremo del cabezal de lanzamiento.

**d. Prueba de resistencia**

- 1.1. Por razones de seguridad, durante la prueba de resistencia, solo se permite permanecer en las proximidades de la cañería a presión al personal que interviene en la ejecución de la prueba.
- 1.2. El contratista conviene con la inspección de obra la fecha y hora de inicio de la prueba de resistencia. Previamente se registran en las planillas correspondientes todos los datos disponibles de la cañería a probar.
- 1.3. Antes de iniciar la prueba, el inspector de obra y el representante técnico del contratista firman la carta gráfica que se coloca en el registrador verificando que la hora del gráfico coincida con la hora real.

En la misma debe indicarse claramente los siguientes puntos:

- Datos del tramo a probar (lugar de instalación, diámetro, espesor, material, longitud)
- La variable graficada (presión y/o temperatura)
- Unidad y escala graficada (Bar o  $\text{Kg/cm}^2$  - °C)
- Datos del registrador.

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

- Fecha y hora de inicio de prueba, junto con el valor de presión medido en la balanza.
  - Fecha y hora de fin de prueba, junto con el valor de presión medido en la balanza.
- 1.4. Cumplidos los pasos anteriores, se inicia el registro de las variables presión-temperatura y se da comienzo a la prueba de resistencia, haciendo subir en forma continua la presión hasta la presión máxima.
- 1.5. La presión de la prueba de resistencia se mantiene 4 horas como mínimo. Durante ese lapso se efectúan lecturas de los manómetros, balanza de pesos muertos y del termómetro ambiente a intervalos de 15 minutos y se registran los valores en la Planilla N° 5, ver anexo II **[Ítem 6.3.1.5]**.
- 1.6. Variaciones en la presión de prueba.
- No se admite durante la ejecución de la prueba un aumento de la presión de prueba por efecto de la influencia de la temperatura, superior al valor de presión de prueba en fábrica. Para ello, se procede al drenaje del volumen de agua necesario a los efectos de no superar dicho valor.
  - Durante el lapso de la prueba y toda vez que disminuya la presión en la misma sin causa que lo justifique, se efectúa la inspección visual de la cañería en toda su longitud, debiéndose para ello prever la cantidad de personal suficiente.
  - No se admite que por disminución de la temperatura durante la ejecución de la prueba de resistencia la presión disminuya por debajo del mínimo valor especificado. Para ello, se procede al agregado del volumen de agua necesario, tomando los recaudos necesarios para no superar el valor de la presión de prueba en fábrica. El agregado de volumen debe efectuarse en presencia de la inspección de obra.
  - Si durante la prueba no se mantuviere constante la presión (excepto por variaciones de temperatura) o hubiere razones para poner en duda la validez de la misma, se procede a extender o repetir la prueba a exclusivo juicio de la inspección de obra.
- 1.7. En caso de producirse una falla durante la prueba, se debe completar la planilla N°6, ver anexo II **[Ítem 6.3.1.6]**, incluyendo en el informe registros fotográficos de la falla.

**e. Barrido del agua**

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

- 1.1. El contratista debe presentar un procedimiento detallado de barrido, calibración y secado, donde se indique como mínimo la secuencia de las tareas, criterios de aceptación, listado de equipos e instrumentos con sus características, tipo y características de los scrapers a emplear en cada tarea, responsabilidades y listado del personal, información del subcontratista (si corresponden).
- 1.2. Para el vaciado de la cañería, se abren los venteos para bajar la presión y a continuación se abren las válvulas de drenaje.
- 1.3. Luego se inyecta aire al cabezal lanzador, a los efectos de desplazar el scraper para retirar el agua. El scraper para secado se desplaza a una velocidad constante de aproximadamente 2,2 m/seg, controlando la velocidad venteando aire a través del venteo ubicado en el extremo aguas abajo.
- 1.4. La operación de barrido se dará por concluida cuando la misma sea aprobada por la inspección de obra.
- 1.5. En el caso que durante el vaciado y barrido del agua se observen depósitos de sedimentos en el agua drenada, se debe realizar el pasaje de scrapers limpiadores para asegurar la limpieza a satisfacción de la inspección de obra.

**f. Secado de la cañería**

- 1.1. El secado/limpieza final se efectúa inicialmente mediante el pasaje de scrapers de esponja hasta que la penetración de agua/suciedad en los scrapers sea menor a 10 mm.
- 1.2. Luego para eliminar la humedad interior se efectúa el pasaje de scrapers impulsados por aire caliente, seco y libre de humedad hasta que la temperatura de rocío a la salida sea igual que la de entrada, y cuyo valor sea menor que la temperatura de rocío ambiente. La medición del punto de rocío final debe ser presenciada y aprobada por la inspección de obra.

**3.7.1.11. Soldadura de acero en cañerías**

Esta especificación tiene por objeto cubrir los requerimientos mínimos a cumplir por los contratistas que desarrollen tareas de soldadura de cañerías de conducción de gas y de ramales de distribución.

Esta especificación comprende todas las juntas soldadas a tope, de filete, de derivación y "Hot Tap" (soldadura en servicio) que se presentan en la soldadura de gasoductos y de ramales de distribución.

#### **3.7.1.11.1. Responsabilidades**

El contratista es el responsable del diseño y ejecución de todos los trabajos de soldadura y de la aplicación de esta especificación. Es el responsable de asegurar que se cumplan todos los requisitos de la calidad de las soldaduras, inspección, ensayos no destructivos y demás exigencias establecidas en la presente especificación, en las normas aplicables y en el pliego de condiciones.

El contratista asignará las tareas de inspección a un inspector de soldadura calificado o una persona de probada experiencia en soldadura perteneciente a su organización o contratado para tal efecto, quien será el responsable ante el inspector de TGN de asegurar la calidad.

#### **3.7.1.11.2. Aspectos generales**

El contratista deberá presentar con suficiente antelación y antes de comenzar cualquier tarea de soldadura toda la documentación siguiente:

Especificación de procedimiento de soldadura. Ver anexo II **[Ítem 6.1.3]**.

Registro de calificación del procedimiento de soldadura.

Registro de calificación de soldador. Ver anexo II **[Ítem 6.1.4]**.

Plan de inspección y ensayo.

Mapa de soldadura.

Tomando como referencia los planos de soldaduras, y el modelo tipo de especificación que se adjunta en el correspondiente proyecto.

No podrá realizar ninguna soldadura si no posee la mencionada documentación con la calificación “Aprobado” o “Aprobado con observaciones - Apto para construcción”.

El contratista deberá suministrar la totalidad de los elementos a utilizar para cumplimentar el desarrollo de sus trabajos. Esto incluye los consumibles, gases, mano de obra, equipamiento específico y de apoyo, etc. Todo el equipamiento necesario para las tareas de soldadura deberá ser mantenido en buenas condiciones para garantizar la producción de uniones sanas, continuidad de la construcción y seguridad del personal. El inspector de la compañía se reserva el derecho de prohibir el empleo de aquellos equipos que considere inapropiados o inadecuados.

#### **3.7.1.11.3. Preparación de bordes**

##### **a. Diseño de junta, corte y biselado**

La preparación de los biseles se realizará por mecanizado, amolado o por corte oxiacetilénico. En este último caso se deberá amolar la superficie eliminando toda irregularidad, resto de oxidación, cascarillas, material fundido y cualquier otra discontinuidad que pueda afectar la calidad de la soldadura.

Antes de ser cortados, todos los materiales que requieren precalentamiento para soldar se deberán calentar una temperatura no inferior a la estipulada en el EPS correspondiente y medida a una distancia de 75 mm a ambos lados del centro del lugar del corte.

El ángulo de los biseles será el indicado en la EPS, pudiendo utilizar como guía el apéndice G-5 de la norma NAG-100 y solamente podrá modificarse con la aprobación del inspector dejando asentada la acción en un informe de inspección. La forma, dimensiones y ángulos de los biseles serán tales que aseguren la profundidad de penetración requerida y que además estén en completa concordancia con lo indicado en la EPS.

Cuando se suelde la derivación con su correspondiente refuerzo de circundación total se tendrá en cuenta lo establecido en el apéndice G-4 de la norma NAG-100.

#### **b. Soldadura de materiales de espesores desiguales**

Cuando se deban soldar caños de espesores desiguales, el contratista deberá indicar en la EPS con toda claridad el tipo de transición a utilizar, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma NAG-100 en el apéndice G-5.

#### **3.7.1.11.4. Criterios para la selección y manipulación del metal de aporte**

Para la selección del material de aporte a emplear, se deberá tener en cuenta que el consumible tenga una tensión de rotura establecida que no sea inferior a la tensión de rotura mínima especificada para el material base.

Cuando se deben soldar dos materiales base de distinto grupo o de diferentes valores de resistencia, se utilizará el procedimiento correspondiente al material base de mayor resistencia.

#### **3.7.1.11.5. Especificación de Procedimiento de Soldadura**

##### **a. Aspectos generales**

La EPS debe ser un documento en el que se detallen todas las variables de soldadura que intervienen, de modo que ella sea utilizada como herramienta de producción por el personal de campo y como documento de evaluación para el inspector. El contratista deberá tener en la obra por lo menos una copia de las EPS que se utilizarán y los supervisores y soldadores estarán adecuadamente informados y capacitados respecto de su aplicación y alcance.

Previo al comienzo de cualquier tarea de soldadura, el contratista presentará las EPS correspondientes a emplear en cada unión de la obra que está desarrollando. Ellas deberán ser específicas y particulares para cada tipo de unión.

La compañía evaluará las EPS presentadas e informará al contratista sobre su aprobación o rechazo. Ésta podrá comenzar a soldar sólo cuando tenga la inscripción “Aprobado” o “Aprobado con observaciones - Apto para construcción”. En cualquiera de los casos todas las correcciones deberán ser presentadas para su aprobación definitiva por parte de la compañía.

#### **b. Soldaduras en servicio o “Hot Tap”**

Para la soldadura de derivaciones y refuerzos sobre gasoductos en servicio se aplicará el Apéndice B de la Norma API 1104-99.

Para las soldaduras en servicio se permite únicamente el empleo de electrodos básicos o de bajo hidrógeno o la utilización de un proceso de bajo hidrógeno, para minimizar el nivel de hidrógeno en el metal de soldadura y la formación de microestructuras susceptibles de fisurar.

El contratista deberá demostrar que los soldadores y todo el personal involucrado en la soldadura en servicio tienen los conocimientos técnicos y de seguridad acordes a la tarea y al riesgo que ella genera.

#### **c. Formato y criterio de presentación de las EPS**

El formato de presentación de las EPS deberá incluir lo indicado en la Fig. 1 de la Norma API 1104-99. Ver ejemplo de formato de una especificación de procedimiento en anexo II **[Ítem 6.1.3]**.

Podrá emplearse otro formato siempre que éste contenga todas las variables esenciales y no esenciales listadas en el punto 5.3 de la norma API 1104-99.

La EPS deberá tener toda la información necesaria para obtener una soldadura sana y de alta calidad.

### **3.7.1.11.6. Calificación de Procedimiento de Soldadura**

#### **a. Aspectos generales**

El contratista presentará a la compañía para su evaluación los RCPS que avalan a las EPS que se utilizarán durante la construcción.

#### **b. Pruebas de calificación**

Los RCPS deberán estar realizados y firmados por un inspector de soldadura nivel II o nivel III certificado según la norma IRAM-IAS U 500-169, con la habilitación vigente a la fecha de la calificación.

El RCPS que presente el contratista deberá estar completo, con identificación única e irrepetible, con los informes de los ensayos mecánicos correspondientes para esa unión y deberá firmarlo, además del inspector de soldadura, el responsable de la empresa contratista.

Cuando el contratista tenga que realizar la prueba de calificación, deberá informar a la compañía la fecha de la prueba con una anticipación mínima de 10 días hábiles, de modo que ésta pueda presenciar las mismas. Las pruebas serán realizadas empleando el mismo tipo de material base al que se va a utilizar durante la soldadura de producción.

Cuando haya que calificar una soldadura en servicio “Hot Tap”, el procedimiento se calificará siguiendo los lineamientos del apéndice B de la Norma API 1104-99. El contratista informará a la compañía la fecha de las pruebas con una anticipación mínima de 10 días hábiles, de modo que ésta pueda presenciar las mismas.

### **3.7.1.11.7. Calificación de Soldadores y Operadores de Soldadura**

#### **a. Generalidades**

El contratista presentará a la compañía para su evaluación los RCS de las personas que realizarán las tareas de soldadura durante la construcción.

Cada soldador tendrá un número de identificación o cuño único e irrepetible que deberá figurar en el RCS.

En anexo II, [Ítem 6.1.4] se puede observar un ejemplo de RCS.

#### **b. Pruebas de calificación**

Los RCS deberán estar realizados y firmados por un inspector de soldadura nivel II o nivel III certificado según la norma IRAM-IAS U 500-169, con la habilitación vigente a la fecha de la calificación.

El RCS que presente el contratista deberá estar completo, con identificación única e irrepetible, con los informes de los ensayos mecánicos o radiográficos correspondientes para esa unión y deberá firmarlo, además del inspector de soldadura, el responsable de la empresa contratista.

Cuando el contratista tenga que realizar la o las pruebas de calificación de los soldadores, deberá informar a la compañía la fecha de la prueba con una

anticipación mínima de 10 días hábiles, de modo que ésta pueda presenciar las mismas. Las pruebas serán realizadas empleando el mismo tipo de material base al que se va a utilizar durante la soldadura de producción.

#### **c. Vigencia de la calificación del soldador**

La duración de la calificación del soldador será de 6 meses con posibilidad de extenderla hasta 12 meses si se cumple lo establecido en la Norma NAG-100 en la sección 229 c). Cumplido el período de 12 meses el soldador deberá volver a rendir la prueba de calificación y el contratista presentará el nuevo certificado.

Durante el período de vigencia de la calificación, la empresa deberá demostrar que el soldador tuvo continuidad en tareas de soldadura con el proceso para el cual está calificado y esto podrá materializarse mediante un acta o certificado de renovación firmado por un inspector de soldadura nivel II o nivel III, en el que se adjunte un informe radiográfico de un cordón de soldadura de 6" mínimo de longitud. El informe deberá tener la identificación de la obra, el nombre y el cuño del soldador.

#### **d. Pérdida de la calificación del soldador**

Cuando un soldador está soldando con un nivel de calidad inferior al requerido y la cantidad de rechazos es considerada alta, el inspector puede solicitar al contratista la exclusión de éste del equipo de soldadores y requerir un entrenamiento y eventualmente su recalificación.

### **3.7.1.11.8. Mapa de Soldaduras**

El contratista deberá realizar las EPS, respetando las condiciones del mapa de soldadura que contiene la siguiente información.

- Esquema de las cañerías o derivaciones a soldar, con el nombre de la obra.
- Identificación de la EPS que se empleará en cada unión de caños o accesorios.
- Identificación de las costuras.
- Diámetros y materiales a soldar.

El documento deberá ser presentado en formato normalizado, con rótulo TGN y numerado. Se adjuntan los siguientes planos como modelo de mapa de soldadura (MS).

- Mapa de soldadura del cuadro de derivación. Ver plano adjunto **[PL-15]**.
- Mapa de soldadura de distribución. Ver plano adjunto **[PL-16]**.

- Mapa de soldadura de planta de regulación y medición primaria. Ver plano adjunto **[PL-17]**.
- Mapa de soldadura de la distribución interna. Ver plano adjunto **[PL-18]**.
- Mapa de soldadura de la planta de regulación secundaria. Ver plano adjunto **[PL-19]**.

### **3.7.1.11.9. Soldaduras de Producción**

#### **a. Pasada de raíz**

La pasada de raíz en juntas a tope y de derivación deberá estar realizada de manera de asegurar penetración completa, un contorno suave y regular y cuya dimensión no exceda 1,6 mm. El encendido del arco se deberá realizar dentro del bisel. Se tendrá en cuenta todo lo nombrado anteriormente con respecto a la preparación de bordes.

##### **1.1. Limpieza**

La limpieza inicial de los bordes a soldar será tal que asegure no haya restos de pintura, aceite, grasa, revestimientos, óxido, humedad, arena, etc. hasta una distancia de 25 mm aproximadamente de la zona a soldar. La limpieza podrá realizarse mediante el uso de solventes permitidos, amolado o cepillado. Igual criterio se aplicará a la limpieza de la superficie interior de los caños cubriendo una banda de 20 mm mínimo desde el borde del bisel.

La pasada de raíz deberá amolarse convenientemente de modo que no quede escoria atrapada. También deberá reducirse el lomo del cordón a fin de evitar la falta de fusión en la segunda pasada.

##### **1.2. Socavaduras**

Las socavaduras estarán limitadas a los valores admitidos en la tabla N° 4 de la Norma API 1104-99. Ver tabla en anexo II **[Ítem 6.5]**.

##### **1.3. Picaduras de arco**

Se deberá evitar toda picadura de arco fuera del bisel de soldadura. En caso de que esto ocurriera, el contratista deberá removerla mediante medios mecánicos, realizarle ensayo de partículas magnetizable y repararla utilizando un procedimiento de soldadura, especificado y calificado.

##### **1.4. Cantidad de soldadores**

Para la soldadura de cañerías cuyo diámetro sea de 12" y mayores, la pasada de raíz deberá realizarse con 2 soldadores como mínimo, salvo cuando el caño pueda rolarse. El número de soldadores debe figurar en la EPS.

### **b. Pasadas de relleno**

La segunda pasada (pasada en caliente) se realizará de manera inmediata a la primera luego de la limpieza. El tiempo máximo entre la primera y segunda pasada no podrá exceder el tiempo registrado durante la calificación del procedimiento y éste tiempo deberá figurar en la EPS y respetarse durante la producción.

Las pasadas de relleno se realizarán de acuerdo a la EPS y la limpieza podrá efectuarse mediante disco abrasivo, cepillo de acero de alta velocidad o cepillo manual.

La sobremona del lado externo no será mayor de 1,6 mm.

### **c. Identificación de los soldadores**

El contratista asignará una identificación única a cada soldador y llevará un registro de las soldaduras que estará en todo momento a disposición del inspector y que contenga como mínimo la identificación del soldador, la identificación de la costura y la EPS empleada. Dicha identificación deberá aparecer en las placas radiográficas y se marcará en las adyacencias del cordón de soldadura realizado.

Cualquier soldadura que no posea la identificación del soldador que la ejecutó, el inspector podrá solicitar que se corte, debiendo el contratista asumir los costos correspondientes.

### **d. Condiciones climáticas**

Cuando a criterio del inspector las condiciones climáticas son adversas para soldar y obtener los estándares de calidad exigidos, éste podrá disponer la detención de los trabajos.

Siempre que sea posible, se utilizarán carpas corta-viento.

### **e. Pre calentamiento**

Todos los materiales que requieren pre calentamiento para soldar se deberán calentar una temperatura no inferior a la estipulada en el EPS correspondiente y hasta una distancia de 75 mm a ambos lados del centro de la soldadura.

La temperatura mínima debe lograrse tanto en el exterior como en el interior del caño.

Para controlar la temperatura de pre calentamiento se utilizarán lápices térmicos, termocuplas o pirómetros. Se medirá, en lo posible, del lado opuesto al que se va a soldar, a 75 mm del bisel y luego de transcurridos al menos 30 segundos después de aplicar el calor, de modo de permitir la homogeneización de la temperatura en la zona.

#### **3.7.1.11.10. Inspección y END de las soldaduras de producción**

La inspección de las soldaduras estará a cargo del inspector de la compañía, quien deberá verificar que el contratista disponga en obra del equipamiento completo de soldadura y elementos complementarios correspondientes, los que deberán encontrarse en perfectas condiciones de uso.

El control de las soldaduras mediante END será realizado al 100% de las costuras.

El método de END a utilizar luego de reparar un defecto debe ser el mismo al empleado en la soldadura de producción.

TGN no admitirá un porcentaje de uniones soldadas rechazadas superior al 5% diario. En caso de que no se cumpla con este requisito TGN limitara el avance de la fase a un 40% de la producción diaria hasta tanto no se obtenga la calidad establecida. Alcanzado este estándar se aumentara la producción en forma escalonada, 20% diario hasta establecer el desarrollo normal de los trabajos.

#### **3.7.1.12. Radiografiado de soldaduras**

Esta especificación técnica establece los requisitos mínimos que deberá cumplir el contratista para el examen de gamagrafiado de todas las soldaduras circunferenciales de cañerías de gasoductos y de ramales, mediante el uso de rayos gamma, de modo de garantizar una adecuada calidad radiográfica que permita la detección de discontinuidades.

##### **3.7.1.12.1. Responsabilidades**

El contratista es el responsable del diseño y ejecución de todos los trabajos de gamagrafiado de las soldaduras y de la aplicación de esta especificación.

El contratista es el responsable de asegurar que se cumplan todos los requisitos de la calidad del ensayo, evaluación y demás exigencias establecidas en la presente especificación, en las normas aplicables y en el pliego de condiciones.

El contratista asignará las tareas de gamagrafiado a personal calificado en la mencionada técnica perteneciente a su organización o contratado para tal efecto, quien será el responsable ante el inspector de TGN de asegurar la calidad.

##### **3.7.1.12.2. Personal calificado**

El personal que realiza el examen de gamagrafiado y/o interpreta las películas bajo esta especificación, estará calificado y certificado según lo establece la norma IRAM-CNEA Y-500-1003 / ISO 9712 y lo dispuesto en la presente especificación técnica. Asimismo el operador poseerá la "habilitación para el uso de radioisótopos" vigente otorgada por ARN.

Previo al comienzo de las tareas de producción el contratista deberá presentar a la compañía como parte del procedimiento de gamagrafiado, los antecedentes personales del operador conjuntamente con los certificados de aptitud vigentes a la fecha y emitidos por una entidad habilitada.

Sólo personal calificado con nivel II o III podrá interpretar las imágenes radiográficas y firmar los informes, indicando los defectos encontrados evaluados según el punto 9.3 de la Norma API 1104. El inspector de la compañía tiene la decisión final respecto del tratamiento a seguir con las soldaduras rechazadas.

Los operadores nivel I sólo podrán realizar el montaje del equipamiento para realizar el ensayo, efectuar las exposiciones o procesar la película si se encuentran bajo la supervisión de un operador nivel II o superior.

El personal presentado y habilitado afectado a las tareas de gamagrafiado, deberá permanecer “in situ” durante todo el tiempo en que se realicen las citadas tareas. Cualquier cambio de personal deberá solicitarse al inspector de la compañía con 72 horas de anticipación, junto con la presentación de toda la documentación correspondiente.

El inspector de la compañía podrá requerir su reemplazo si tuviera razones para cuestionar la idoneidad de alguno de los operadores.

### **3.7.1.12.3. Equipamiento**

#### **a. Aspectos generales**

El contratista deberá disponer en obra de todo el equipamiento y material considerado como mínimo necesario para la correcta ejecución de las tareas de gamagrafiado de las soldaduras de producción.

#### **b. Fuentes de radiaciones**

Para el control de gamagrafiado, el contratista utilizará rayos gamma (fuente de Iridio 192 o fuente de Selenio)

El contratista deberá mostrar al inspector el certificado de calibración de las fuentes empleadas. Las calibraciones deberán estar realizadas dentro de los 30 días de la fecha en que se la pretenda utilizar.

#### **c. Laboratorios**

El contratista deberá disponer en el lugar de trabajo de laboratorios móviles provistos de equipos para el control de temperatura. La temperatura del baño de revelado no será inferior a 18°C ni mayor a 26 °C. Todo el equipamiento que utilice para las tareas de gamagrafiado, procesamiento de placas, interpretación, etc., debe encontrarse en óptimas condiciones de trabajo. La inspección de la

compañía podrá requerir el reemplazo inmediato de todo elemento que no cumpla con los requerimientos de la producción.

#### **3.7.1.12.4. Procedimiento de gamagrafiado**

##### **a. Presentación del procedimiento**

Previo al comienzo de las tareas de soldadura, el contratista deberá preparar y presentar a la compañía un procedimiento detallado de gamagrafiado a ser utilizado en la obra para el control de las soldaduras. Este será sometido a la compañía a efectos de su aprobación. Por mutuo acuerdo, se decidirá si la calificación del procedimiento se efectuará sobre una soldadura de ensayo o sobre una soldadura de producción.

##### **b. Calificación del procedimiento**

Si se califica el procedimiento sobre una probeta soldada, el caño a utilizar deberá ser del mismo tamaño y espesor de pared que el que se usará en las soldaduras de producción.

Además, el material deberá ser radiográficamente similar y el equipo de gamagrafiado, será el mismo que se usará para las soldaduras de producción.

La calificación del procedimiento en obra requerirá la ejecución del gamagrafiado de al menos tres costuras completas. Se utilizarán penetrámetros colocados del lado de la fuente (identificado F) y del lado de la película (identificado P), su ubicación será dentro del espacio de 1" del borde de la película y ambos penetrámetros deberán mostrar la sensibilidad requerida. Los defectos de la soldadura serán registrados en un informe de ensayos.

Finalizado en ensayo, el inspector de la compañía decidirá si el procedimiento es satisfactorio.

Si la imagen de uno de los penetrámetros no es suficientemente clara, o las radiografías no se encuentran dentro del rango aceptable de densidad, o no están totalmente de acuerdo con esta especificación, no se calificará el procedimiento de gamagrafiado. Luego de efectuar los ajustes necesarios, se repetirá el proceso de calificación.

##### **c. Recalificación del procedimiento**

El procedimiento de gamagrafiado deberá ser recalificado si se realizan modificaciones en:

- El tipo de junta.
- La fuente de radiación.

- El diámetro del caño, que signifique pasar al doble o a la mitad de la dimensión calificada.
- El ángulo de la fuente de más de 15°.
- El espesor del caño, que signifique pasar al doble o a la mitad de la dimensión calificada.
- El tipo de película.
- Las pantallas intensificadoras.

#### **3.7.1.12.5. Radiografías de producción**

##### **a. Requisitos para la interpretación y evaluación**

La totalidad de las soldaduras circunferenciales serán radiografiadas en toda su extensión, de acuerdo a lo establecido en la norma API 1104-99, Sección 8 punto 8.1 y ésta especificación. El inspector de la compañía podrá revisar todas las radiografías, por cuyo motivo todas las películas expuestas se encontrarán a su disposición adecuadamente archivada e identificada.

Para el seguimiento y control de las soldaduras gamagrafiadas el contratista presentará un mapa de gamagrafiado (MG) donde se identifique el número de costura.

Las reparaciones que deban efectuarse, correrán por cuenta exclusiva del contratista.

El personal nivel II o III del contratista, efectuará la interpretación y evaluación de las placas radiográficas correspondientes a las soldaduras de producción, una vez que las películas se encuentren totalmente secas y en condiciones de evaluar.

Las radiografías que no cumplan los requerimientos de esta especificación, en lo concerniente a calidad de imagen, deberán ser retomadas, indicándose su condición en un informe separado marcado como “retomadas”

La superficie de la soldadura a radiografiar, deberá estar libre de irregularidades a ambos lados de la misma, con el fin de lograr una correcta interpretación de las radiografías. De ser necesario y previa autorización del inspector de la compañía, se podrán eliminar todas las ondulaciones e irregularidades de la última pasada de soldadura, para evitar el encubrimiento de algún defecto o cualquier lectura errónea.

Todos los defectos observados, deberán ser comunicados al inspector de la compañía con suficiente anticipación a efectos de permitir que se efectúen las correspondientes reparaciones y posterior control.

Todas las soldaduras que deban ser reparadas, serán radiografiadas nuevamente después de la reparación.

En el caso en que se encuentre un posible defecto que no haya sido considerado por el contratista, el inspector de la compañía podrá requerir que la soldadura sea levantada y reparada.

Cuando no sea posible la ejecución del ensayo por el método de gamagrafiado, el control de la soldadura se efectuará utilizando otros métodos no destructivos (partículas magnetizables, ultrasonido, etc.), a satisfacción del inspector de la compañía.

#### **b. Identificación de las placas expuestas**

Todas las placas expuestas estarán claramente identificadas mediante números y letras de plomo.

En cada placa correspondiente a cada soldadura se indicará el número o cuño del soldador, el número de obra, la fecha de toma de la radiografía, el diámetro de la cañería y la identificación de la soldadura. Toda junta soldada deberá ser identificada por un único número y el criterio de numeración deberá estar claramente desarrollado en el procedimiento del contratista y en el mapa de gamagrafiado "MG".

El contratista deberá marcar el número de soldadura en el caño con pintura indeleble, de modo que quede en forma permanente y pueda ser rápidamente identificado.

Los marcadores de distancias en costuras circunferenciales, serán ubicados de tal manera que el cero quede en la parte superior del caño y se vayan incrementando en el sentido de las agujas del reloj, cuando son observados en la dirección de aguas abajo.

A modo de orientación, se podrá emplear la siguiente nomenclatura.

**R:** Para placas correspondientes a soldaduras reparadas, se identificarán con la letra R agregada al lado del número original (por ejemplo: 541 R). Si la soldadura en cuestión se repara por segunda vez, el número de soldadura será seguido por los caracteres "R2"

**CO:** Para soldaduras que han sido cortadas y reemplazadas por otra; la radiografía de la nueva soldadura deberá retener el número original y la nomenclatura (por ejemplo: 541 CO)

**T (tie-in):** Para las soldaduras de los empalmes, deberá agregarse la nomenclatura y serán numeradas en forma consecutiva.

**FT:** para las soldaduras de empalme finales, entre sectores de ensayos hidrostáticos, se agregará la nomenclatura y también serán numeradas en forma consecutiva.

**V:** para las soldaduras correspondientes a los conjuntos de válvulas, se les agregará la nomenclatura seguido por el número de la estación de válvulas y por el número de soldadura (por ejemplo: V13-21)

### **c. Informes de gamagrafiado**

El contratista entregará al inspector de la compañía un informe escrito de los resultados finales del control de gamagrafiado de las soldaduras, al que adjuntará las radiografías obtenidas.

En función de las necesidades del trabajo, podrá realizarse un informe parcial diario o con la periodicidad que se convenga. No obstante, a la terminación de la obra, se emitirá un informe final en el que se recopilarán todos los datos que figuren en los parciales.

Todos los informes que se produzcan, deberán ser claros y legibles, y contendrán los siguientes datos.

- Fecha
- Nombre e identificación del soldador
- Registro de todas las discontinuidades inaceptables observadas en las imágenes.
- Indicación adecuada de la unión o de la zona radiografiada, incluyendo el número del soldador.
- Interpretación de las radiografías, indicando si las soldaduras responden a los requerimientos de la Sección 9 de la norma API 1104-99, y si se requiere la reparación de la soldadura o el corte completo de la misma. Se aclara que la interpretación final, se deberá efectuar sobre película seca.
- Código o norma utilizados en la inspección.
- Fuente de radiación utilizada.
- Dimensiones de la fuente de radiación gamma.
- Distancia foco-película.
- Marca, tipo y tamaño de la película utilizada.
- Especificación del material.
- Diámetro y espesor del caño

El contratista suministrará los informes al inspector de la compañía al mediodía del día siguiente a la terminación de la soldadura. Los informes serán realizados en formularios suministrados por el contratista y aprobados por la compañía.

El contratista presentará a la compañía un cronograma de cortes y reparaciones que ésta deberá aprobar previo a la ejecución de los trabajos.

El inspector de la compañía tendrá el derecho de verificar todas las radiografías y determinar la ubicación final de las soldaduras defectuosas.

#### **3.7.1.12.6. Empaquetado de las radiografías**

Las radiografías deberán estar totalmente secas antes de proceder a su empaquetado.

El contratista deberá asegurarse de que todas las películas sean empaquetadas en orden y acompañadas de una copia del formulario de evaluación correspondiente.

Las radiografías serán almacenadas en sólidas cajas de cartón, suministradas por el contratista.

Cada caja con radiografías tendrá su correspondiente etiqueta identificatoria y se embalarán en cajones de madera suministrados por el contratista para tal efecto. Estos cajones serán provistos con tapa rebatible, bisagras y candado. Al finalizar el contrato, el contratista entregará a la compañía una copia de todos los informes que se encuentran dentro de los cajones, como así también las llaves de los candados.

#### **3.7.1.12.7. Condiciones de seguridad**

Cada operador y todo el personal afectado a las tareas de gamagrafiado llevarán una película dosimétrica y un dosímetro de bolsillo, controlándose que la radiación personal no exceda los límites establecidos por las reglamentaciones vigentes.

El contratista deberá disponer de un contador Geiger por cada equipo de gamagrafiado.

Todos los elementos empleados en el gamagrafiado cuando no son utilizados deberán permanecer almacenados en una caja fuera del área de trabajo.

Durante la operación del o de los equipos de gamagrafiado, el contratista será el responsable de evitar el ingreso de personas no autorizadas al área de trabajo. En las áreas expuestas a radiación instalará señales audibles o visibles (mediante letreros normalizados) para advertir al personal que se están realizando trabajos de gamagrafiado.

El contratista deberá suministrar un plan de procedimiento de emergencia por accidentes durante la ejecución de la inspección radiográfica, cuya copia deberá entregar al inspector, indicando las medidas a adoptar respecto de la seguridad de todo el personal propio y del público.

El contratista deberá suministrar al inspector de radiografía de los mismos elementos de seguridad previstos para el personal directamente afectado a las tareas de gamagrafiado.

### **3.7.1.13. Ensayos no destructivos**

Esta especificación técnica establece los requisitos mínimos que deberá cumplir el contratista durante la realización de ensayos no destructivos para la detección de discontinuidades, mediante el uso de ensayo de ultrasonido, partículas magnetizables y líquidos penetrantes de modo de garantizar una adecuada calidad del ensayo.

#### **3.7.1.13.1. Responsabilidades**

El contratista es el responsable del diseño y ejecución de todos los ensayos no destructivos y de la aplicación de esta especificación.

El contratista es el responsable de asegurar que se cumplan todos los requisitos de la calidad del ensayo, evaluación y demás exigencias establecidas en la presente especificación, en las normas aplicables y en el pliego de condiciones.

El contratista asignará las tareas de ensayo y evaluación a personal perteneciente a su organización o contratado para tal efecto, calificado y certificado en la técnica correspondiente, quien será el responsable ante el inspector de TGN de asegurar la calidad del ensayo.

#### **3.7.1.13.2. Calificación del personal**

El personal que realiza el ensayo y la interpretación de los resultados bajo esta especificación estará calificado y certificado según lo establece la norma IRAM-CNEA aplicable.

Previo al comienzo de las tareas de producción el contratista deberá presentar a la compañía, como parte del procedimiento de END, los antecedentes personales del operador conjuntamente con los certificados de aptitud vigentes a la fecha y emitidos por una entidad habilitada.

El inspector de la compañía podrá requerir su reemplazo si tuviera razones para cuestionar la idoneidad de alguno de los operadores.

### **3.7.1.13.3. Equipamiento**

El contratista deberá disponer en obra de todo el equipamiento y material considerado como mínimo necesario para la correcta ejecución de los END de las piezas o soldaduras a ensayar, de manera de alcanzar los requisitos de calidad mínimos exigidos.

### **3.7.1.13.4. Procedimientos de END**

#### **a. Presentación del procedimiento**

Previo al comienzo de las tareas de soldadura, el contratista deberá preparar y presentar a la compañía un procedimiento detallado de la técnica de END a ser utilizado en la obra para el control de materiales, accesorios y soldaduras. Cuando se menciona el END de una soldadura se entiende que el ensayo comprende a la soldadura misma y a la zona afectada por el calor (ZAC).

El procedimiento será sometido a la compañía a efectos de su aprobación. Luego se realizará la calificación del procedimiento que, por mutuo acuerdo, se decidirá si ésta se efectuará sobre una probeta de ensayo o sobre una pieza o soldadura de producción.

#### **b. Preparación de la superficie**

La superficie de la pieza o soldadura a ensayar deberá estar libre de irregularidades y suciedad. De ser necesario y previa autorización del inspector de la compañía, se podrán eliminar las ondulaciones e irregularidades de la última pasada de soldadura, para evitar el encubrimiento de algún defecto o cualquier lectura errónea. La transición del metal depositado por soldadura sobre la superficie del metal base, deberá realizarse en forma suave y sin introducir entallas.

#### **c. Reparaciones**

Todos los defectos observados, deberán ser informados y comunicados al inspector de la compañía con suficiente anticipación a efectos de permitir que se efectúen las correspondientes reparaciones.

Todas las soldaduras que deban ser reparadas, serán ensayadas nuevamente después de la reparación con el mismo método utilizado para detectar el defecto.

#### **d. Calificación del procedimiento de END**

Si el procedimiento se califica sobre una pieza de producción o sobre una probeta soldada, la pieza o el caño a utilizar deberán ser del mismo material, tamaño y espesor de pared que el que se usará en las soldaduras de producción. El equipo de END será el mismo que se usará durante los ensayos en el campo. Las

discontinuidades o defectos encontrados serán registrados en el informe de ensayos.

Cuando la calificación del procedimiento sea en obra sobre una pieza o soldadura de producción, se requerirá la ejecución del ensayo de al menos tres piezas o costuras completas, representativas del END a realizar. Las discontinuidades o defectos encontrados serán registrados en el informe de ensayos.

Finalizado el ensayo, el inspector de la compañía decidirá si el procedimiento es satisfactorio y procederá a su aprobación o rechazo. Para ello completará la planilla “Calificación de procedimiento de END” y luego el contratista enviará copia a la Dirección de Gasoductos de TGN para la aprobación final.

Si los resultados del ensayo de calificación no resultan satisfactorios, o no están totalmente de acuerdo con esta especificación y la presentada por el contratista, no se calificará el procedimiento en dicha técnica de END. Luego de efectuar los ajustes necesarios, se repetirá la calificación de la manera descripta.

#### **e. Recalificación del procedimiento de END**

El procedimiento de la técnica de END correspondiente deberá ser recalificado si se realizan modificaciones en:

- El equipo a utilizar.
- El tipo de pieza o junta.
- El diámetro del caño, que signifique pasar al doble o a la mitad de la dimensión calificada
- El espesor del caño, que signifique pasar al doble o a la mitad de la dimensión calificada.
- Cualquier otra variable que a criterio de la Inspección signifique modificaciones en los resultados o en su interpretación.

#### **f. Informes de END**

Para el seguimiento y control de las piezas y soldaduras ensayadas el contratista presentará un mapa de END (MEND), en donde incluirá, como mínimo: el método de ensayo utilizado, la identificación de la costura o pieza a ensayar y el número de informe correspondiente.

El contratista entregará al inspector de la compañía un informe escrito de los resultados finales del control realizado. Los informes serán presentados en formularios suministrados por el contratista en el procedimiento del END correspondiente. En los casos en que el contratista cuente con información que

amplíe la interpretación de los resultados (fotos, gráficos, registros obtenidos en PC, etc.), estos se adjuntarán al informe respectivo.

Podrá presentarse un informe parcial diario o con la periodicidad que se convenga con la inspección. No obstante, a la terminación de la obra, se emitirá un informe final en el que se recopilarán todos los datos que figuren en los parciales.

Todos los informes que se produzcan, deberán ser claros y legibles, y contendrán como mínimo los siguientes datos:

- Fecha.
- Nombre e identificación del soldador.
- Registro de todas las discontinuidades observadas.
- Identificación de la pieza, de la costura o de la zona ensayada.
- Interpretación y evaluación del ensayo y si se requiere el cambio de la pieza, la reparación de la soldadura o el corte completo de la misma.
- Código o norma utilizados en la inspección.
- Especificación del material.
- Diámetro y espesor del caño.

#### **3.7.1.13.5. Ensayo de ultrasonido**

##### **a. Alcance**

El método de END de ultrasonido podrá utilizarse para la búsqueda y detección de discontinuidades en los siguientes casos:

- Soldaduras de penetración total donde no se pueda utilizar la técnica de radiografiado.
- Soldadura de derivaciones en servicio “Hot Tap”
- Medición de espesores de los caños que van a ser reparados en servicio.
- Como método de ensayo complementario cuando se requiera ampliar la información brindada por el ensayo radiográfico.

##### **b. Elaboración del procedimiento**

Para la elaboración del procedimiento de ultrasonido, se tendrá en cuenta lo establecido en el punto 11.4 de la norma API 1104.

Se detallará en el mismo la metodología de ensayo a emplear, describiendo la secuencia y orientación del barrido e identificando los tipos de palpadores a usar. Se describirá la metodología de calibración del equipo y del palpador y el tipo de

probeta de calibración. Se realizarán las curvas de calibración DAC correspondientes.

### **c. Equipamiento mínimo**

El contratista contará como mínimo con un equipo ultrasónico del tipo pulso-eco para frecuencias de entre 1 a 6 MHZ. El equipo deberá proveer una linealidad vertical dentro de un +/- 5%, con altura de la pantalla de entre el 20% y 80% de la altura total de la pantalla.

El funcionamiento del equipo de ultrasonido deberá ser verificado y calibrado en el campo mediante el uso de estándares y patrones de calibración en los siguientes casos:

- Antes de comenzar los ensayos.
- Cuando el personal que realiza el ensayo sea cambiado.
- Cada 4 horas de examen ininterrumpidos.
- Luego de una interrupción de ensayos mayor a los 90 minutos.
- Cada vez que se cambie la unidad de rastreo o su cable de conexión.
- Cuando se sospeche del mal funcionamiento del equipo.

Los palpadores serán del tipo normal (SE) y angulares, con ángulos de incidencia de 45°, 60° y 70° de 4 MHZ respectivamente.

### **d. Interpretación y evaluación de los resultados**

La interpretación y evaluación de los resultados del método de ultrasonido se efectuará de acuerdo a los criterios de aceptación establecidos en la norma API 1104 punto 9.6.

Toda indicación del ensayo que no cumpla con los requerimientos de la norma citada y lo expresado en esta especificación será rechazada por el inspector.

#### **3.7.1.13.6. Partículas magnetizables**

##### **a. Alcance**

El método de END de partículas magnetizables podrá utilizarse solamente para la búsqueda y detección de discontinuidades superficiales y sub-superficiales en los siguientes casos:

- Soldadura de filetes
- Verificación de biseles o superficies que van a ser soldadas.

### **b. Elaboración del procedimiento**

Para la elaboración del procedimiento de partículas magnetizables, se tendrá en cuenta lo establecido en el punto 11.2 de la norma API 1104.

Se detallará en el mismo la metodología de ensayo a emplear, describiendo la técnica a seguir. Se realizarán al menos dos magnetizaciones en el área a ensayar y en la segunda magnetización el flujo magnético será perpendicular al primero. El yugo magnético estará en contacto con la superficie a ensayar.

El procedimiento incluirá el método a emplear para la limpieza de la superficie a ensayar, el método para verificar la concentración de partículas en el medio líquido (se tomará como máximo  $1,5 \text{ cm}^3$  por cada  $100 \text{ cm}^3$ ) y la sensibilidad del equipo.

Finalizado el ensayo se deberá limpiar adecuadamente la superficie eliminando el resto del material utilizado y se procederá por último a su desmagnetización.

### **c. Equipamiento mínimo**

Se utilizarán yugos de corriente alterna y la distancia mínima de los polos del yugo será de 100 mm. El yugo electromagnético deberá tener una fuerza de elevación mínima de 4,5 Kg en la máxima separación entre polos.

Se podrán emplear partículas secas o por vía húmeda, y la aplicación de las mismas será por medio de spray. Cuando se empleen partículas secas la temperatura máxima de la superficie a ensayar será de  $316 \text{ }^\circ\text{C}$  y se tendrá una iluminación adecuada de al menos 500 Lux. Una vez aplicada la corriente y estando la superficie limpia, se aplicarán las partículas y el exceso de las mismas se removerá con aire calmo, de modo que no interfiera con las indicaciones que puedan aparecer.

Cuando se empleen partículas no fluorescentes se utilizará el color que brinde el mejor contraste con la superficie a analizar. La temperatura de la superficie no debe ser mayor de  $56 \text{ }^\circ\text{C}$ . El ensayo se realizará a oscuras y la "luz negra" (de radiación ultravioleta) a emplear tendrá una intensidad mínima igual a  $1000 \text{ mW/cm}^2$ .

### **d. Interpretación y evaluación de los resultados**

La interpretación y evaluación de los resultados del método de partículas magnetizables se efectuará de acuerdo con los criterios de aceptación establecidos en la norma API 1104 punto 9.4. Toda indicación del ensayo que no cumpla con los requerimientos de la norma citada y lo expresado en esta especificación será rechazada por el inspector.

En todos los casos la inspección del ensayo se realizará durante el período de magnetización. Se observará la zona específica y las adyacencias.

### 3.7.1.13.7. Líquidos penetrantes

#### a. Alcance

El método de END de líquidos penetrantes podrá utilizarse solamente para la búsqueda y detección de discontinuidades superficiales en los siguientes casos:

- Soldaduras de filetes
- Como método de ensayo complementario cuando se requiera ampliar la información brindada por el ensayo de partículas magnetizables.

#### b. Elaboración del procedimiento

Para la elaboración del procedimiento de líquidos penetrantes, se tendrá en cuenta lo establecido en el punto 11.3 de la norma API 1104.

Se detallará en el mismo la metodología de ensayo a emplear, describiendo la técnica a seguir. El procedimiento incluirá el método a emplear para la limpieza y acondicionamiento de la superficie a ensayar, que deberá estar limpia y seca, libre de escoria, salpicaduras, pintura, óxido y cualquier otro material contaminante y obstruyente que pudiera enmascarar indicaciones de discontinuidades inaceptables. La limpieza inicial se realizará con solvente, aplicado con paño limpio o mediante aerosol.

En todo el proceso de ensayo con líquidos penetrantes deberá existir una perfecta compatibilidad entre el removedor, el líquido penetrante y el medio revelador. No deberán mezclarse productos que correspondan a distintos procesos o diferentes fabricantes, salvo que se pueda demostrar sus perfectas compatibilidades.

Luego de la aplicación del solvente y previo a la aplicación del penetrante, se deberá dejar evaporar el mismo. El secado podrá acelerarse con lámparas infrarrojas, estufas o aire caliente.

La temperatura de la zona a ensayar y del penetrante deberá estar por encima de 10 °C, pero nunca sobrepasar los 50 °C, respetando además las recomendaciones del fabricante de los líquidos penetrantes.

#### c. Equipamiento mínimo

El penetrante será aplicado a pincel, spray o aerosol, cuidando de cubrir toda la soldadura y la "ZAC". El penetrante se deberá colocar en forma uniforme y cuidando de no colocarlo en exceso. Los tipos de penetrantes serán:

- El penetrante removible con agua (Tipo B1), que será removido con un spray de agua cuya presión no supere 50 psi y la temperatura 35 °C.
- El penetrante removible con solvente (Tipo B3), que será primero removido con trapos secos y limpios libres de pelusa o con papel

absorbente, hasta que no se visualice el líquido. Luego se pasará un trapo humedecido en solvente.

El tiempo de penetración será en general el recomendado por el fabricante, pero el tiempo mínimo no será inferior a 10 minutos.

El secado se realizará, en cada caso como se describe a continuación:

- Penetrantes removibles con agua: luego de la limpieza del exceso de penetrante se secará la superficie con trapos secos y libres de pelusa o papel absorbente y luego con aire a presión o aire caliente.
- Penetrantes removibles con solvente: luego de la limpieza para eliminar el exceso de penetrante se deberá dejar evaporar el solvente a temperatura ambiente durante aproximadamente 2 a 5 minutos.

Se utilizará en ambos casos revelador húmedo no acuoso. El mismo se aplicará sobre una superficie seca mediante la utilización de un spray o aerosol. En caso de no ser posible esto último, se podrá aplicar con pincel.

El secado del revelador será siempre por evaporación normal a temperatura ambiente.

#### **d. Interpretación y evaluación de los resultados**

La interpretación y evaluación de los resultados del método de líquidos penetrantes se efectuará de acuerdo con los criterios de aceptación establecidos en la norma API 1104 punto 9.5. Toda indicación del ensayo que no cumpla con los requerimientos de la norma citada y lo expresado en esta especificación será rechazada por el inspector. Toda indicación que ofrezca dudas para su evaluación será removida y re-ensayada a fin de verificar su aceptabilidad, repitiendo los pasos establecidos en el procedimiento

La evaluación del ensayo será realizada como mínimo en tres etapas de la siguiente manera:

- Primera: tiempo 0
- Segunda: a los 5 minutos
- Tercera: a los 10 minutos

En ninguno de los casos se deberá superar los 30 minutos para una evaluación. El resultado del ensayo y los datos técnicos de la inspección se asentarán en la planilla de informe de líquidos penetrantes correspondiente.

### **3.7.1.13.8. Condiciones de seguridad**

Es responsabilidad del contratista que cada operador y todo el personal afectado a las tareas de END posea todos los elementos de seguridad requeridos para los trabajos en dicha técnica. Los mismos deben estar descriptos en el procedimiento presentado y encontrarse a disposición y en perfectas condiciones al momento de realizar los trabajos.

El contratista deberá suministrar al inspector los mismos elementos de seguridad previstos para el personal directamente afectado a las tareas de END.

En caso de ser necesario, se deberá describir en el procedimiento de END las medidas de emergencia que deban tomarse en caso de ocurrir algún accidente. Durante la calificación del procedimiento TGN podrá requerir simular una situación de emergencia y evaluar la respuesta.

### **3.7.1.14. Protección anticorrosiva**

En esta sección se especifica lo siguiente.

#### **Cañería enterrada**

El revestimiento integral de la cañería enterrada a instalar será polietileno extruido tricapa (PET) aplicado en planta, de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas.

Las uniones soldadas en línea enterrada se revestirán mediante mantas termocontraíbles con imprimación epoxi, de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas.

La cañería enterrada que no haya sido revestida en planta con el revestimiento integral, como así también válvulas, accesorios y cualquier otra estructura metálica enterrada se revestirá mediante la aplicación de epoxi líquido, de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas.

La cañería a instalar deberá estar aislada eléctricamente de toda otra estructura existente, para ello, se podrán utilizar juntas aislantes monolíticas, según las especificaciones técnicas.

Para el recubrimiento soldaduras cuproaluminotérmicas se utilizarán parches termocontraíbles de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas.

#### **Cañería aérea**

Las cañerías y estructuras metálicas aéreas se revestirán con una base de pintura epoxi y una mano de terminación de poliuretano alifático, de acuerdo a lo indicado en las especificaciones técnicas.

#### **3.7.1.14.1. Revestimiento anticorrosivo tricapa**

Esta especificación contiene los requerimientos para un sistema de revestimiento de caños, consistente en una capa imprimadora de epoxi fundido (FBE), un polímero adhesivo y una vaina exterior de polietileno de alta densidad, aptos para ser operados a una temperatura máxima de 65°C.

Será de aplicación el sistema de revestimiento B1, según Norma canadiense CSA Z245.21-14.

#### **Preparación de la superficie a revestir**

La superficie total del caño será granallada a un grado de limpieza que alcance o exceda NACE N° 2 / SSPC-SP10. La profundidad del perfil de anclaje será de 40 a 110 µm. Después del granallado, la superficie del caño se limpiará mediante un chorro de aire limpio y seco. Hasta el momento de la aplicación del imprimador FBE, la superficie granallada deberá cumplir con los requerimientos especificados en esta cláusula y deberá también estar libre de polvo, grasa, aceite, humedad y sales.

Después de la limpieza, la superficie de la cañería será inspeccionada por defectos inaceptables, tales como corrosión localizada (pitting), abolladuras y mellas. Los caños con tales defectos serán apartados para su rechazo o aceptación por parte de TGN.

#### **Revestimiento**

La tubería no deberá precalentarse a temperaturas que excedan los límites fijados por el fabricante del producto a aplicar, según CSA Z245.20-14 punto 6.2.2.2

El polvo FBE será aplicado en forma uniforme y continua sobre la superficie de la cañería. El espesor del FBE tendrá un espesor mínimo de 120 µm, salvo que se especifique un espesor mayor.

El polímero adhesivo y el polietileno de alta densidad serán aplicados en forma uniforme y continua sobre la capa anticorrosiva de FBE. El espesor del polímero adhesivo tendrá un valor mínimo de 120 micrones y el espesor total del revestimiento terminado deberá ajustarse a los requerimientos indicados en la Tabla 6 de CSA Z245.21-14 en función del tipo de polietileno utilizado y el diámetro del caño.

El revestimiento terminado será completamente removido en cada extremo de caño, en una distancia axial de 125 a 150 mm. El método de quitar el revestimiento no deberá dañar la superficie del caño. El borde del revestimiento será sesgado a un ángulo de entre 20° y 45°, con respecto a la superficie del caño.

El revestimiento defectuoso será reparado con parches termocontraíbles. Cualquier hueco deberá previamente rellenarse con un adhesivo, de manera que el adhesivo se encuentre nivelado con el revestimiento circundante, antes de aplicar el parche. Ningún parche superará los 100 cm<sup>2</sup>.

### **Ensayos**

Para la realización de los ensayos que se nombran a continuación, tanto el instrumental como los equipos necesarios y de medición, deberán estar calibrados o contrastados con patrón certificado con validez nacional.

#### Limpieza de superficie

- Método de ensayo: Patrones Visuales
- Criterio de aceptación: NACE N° 2 / SSPC-SP 10 o mejor.
- Frecuencia: Continua.

#### Profundidad perfil de anclaje

- Método de ensayo: Cinta sensitiva y rugosímetro.
- Criterio de aceptación: 40 - 110  $\mu\text{m}$ .
- Frecuencia: Por lo menos cada 2 horas, en una ubicación sobre tres caños consecutivos.

#### Temperatura de precalentamiento del tubo

- Método de ensayo: Termómetro de contacto o Tempil Sticks
- Criterio de aceptación: límites fijados por el fabricante del producto a aplicar.
- Frecuencias: Por lo menos cada hora, en una ubicación sobre tres caños consecutivos.

#### Imprimador FBE, adhesivo polimérico y polietileno

- Método de ensayo: Visual.
- Criterio de aceptación: Aplicación uniforme y continua.
- Frecuencia: Continua.

#### Detección de fallas

- Método de ensayo: Holiday Detector.
- Tensión de prueba: superior a 10 Volts/ $\mu\text{m}$  de espesor nominal de revestimiento.
- Criterio de aceptación: Según CSA Z245.21-14 punto 7.4.2.2

- Frecuencia: Continua para cada caño.

#### Espesor del revestimiento

Imprimador de FBE:

- Método de ensayo: Calibre electrónico de espesores
- Criterio de aceptación: Espesor mínimo 120 micrones.
- Frecuencia: Según CSA Z245.21-14 punto 7.4.2.2

Espesor total:

- Método de ensayo: Calibre electrónico de espesores
- Criterio de aceptación: Se considerarán como mínimos aceptables los establecidos en CSA Z245.21-14, Tabla 6.
- Frecuencia: Según CSA Z245.21-14 punto 7.4.1.4.3

#### Corte del revestimiento en extremos

- Método de ensayo: Cinta métrica.
- Criterio de aceptación: 125 - 150 mm.
- Frecuencia: Al comienzo de cada turno y luego una vez por cada 50 caños revestidos.

#### Despeque catódico, tensión de adherencia y otros

Se deberán realizar los ensayos establecidos en la TABLA N° 10 de SCA -Z 245.21-14, con la frecuencia y los criterios de aceptación establecidos en dicha tabla.

#### **Marcado e identificación**

Las marcas con esténcil sobre el revestimiento, en cada extremo del caño, serán:

- TGN.
- Diámetro de caño (en pulgadas).
- Espesor de pared.
- Grado y norma del revestimiento aplicado.

El siguiente es un ejemplo de esténcil:

- TGN NPS 24 x 9.38 mm W.T. API X65 - SCA Z245.21-14

Las letras de identificación tendrán una altura de 25 a 50 mm.

## **Inspección**

La inspección de TGN tendrá acceso a todos los lugares de la planta que tengan relación con el almacenamiento, aplicación, ensayo, manipuleo del caño y su revestimiento.

El aplicador proveerá al inspector de instalaciones razonables y espacio suficiente para la realización de la inspección; y lo notificará oportunamente sobre la programación de producto.

Salvo que la Nota de Pedido establezca otros requerimientos el aplicador del revestimiento deberá entregar reportes de los siguientes ensayos:

- Ensayos de calificación del revestimiento
- Ensayos de espesor de las 3 capas de revestimiento
- Ensayos de calidad de las materias primas utilizadas
- Ensayos en línea de producción

### **3.7.1.14.2. Revestimiento anticorrosivo para uniones soldadas**

#### **Preparación de la superficie**

La preparación de la superficie en todos los casos, se efectuará mediante arenado hasta alcanzar un grado de “metal casi blanco” de acuerdo a NACE N° 2 / SSPC 10 o grado Sa 2 ½ de ISO 8501-1.

#### **Mantas termocontraíbles**

El borde entre la tubería y el revestimiento existente deberá ser minimizado mediante la utilización de una escofina y si se considera necesario, se aplicará, suficiente cantidad de mastic compatible para suavizar el resalte.

Los bordes del revestimiento de fábrica, en un ancho de aproximadamente 50mm, deberán arenarse en forma suave hasta obtener una superficie áspera que permita una buena adherencia del imprimador epoxy y de la manta.

Antes de proceder al forrado de la cañería, se eliminará con aire a presión todo el polvo remanente de la limpieza abrasiva.

Las mantas se sobrepondrán 50 mm como mínimo con el revestimiento de fábrica.

El personal designado para la instalación de las mantas deberá estar calificado por el proveedor de las mismas; a tal efecto, luego de concluido el período de entrenamiento, se labrará un acta entre la Firma Contratista y el Proveedor indicando el nombre del personal calificado para desempeñar las tareas. Si por algún motivo debiera cambiarse el personal calificado, la contratista deberá solicitar al proveedor la calificación del nuevo personal.

***Instalación de red de gas natural industrial en alta presión***

Para comenzar los trabajos de instalación de las mantas dicha “acta de calificación” deberá ser presentada a la inspección de TGN.

Para la instalación de mantas sobre cañerías de diámetro igual a 2” no se aceptará el precalentamiento de la superficie metálica.

La contratista deberá contar en obra con el instrumental necesario para el control de las condiciones climáticas, humedad y temperatura.

Para la instalación de las mantas se seguirá detalladamente el procedimiento indicado por el proveedor de las mismas. No obstante lo mencionado se deberá prestar especial atención en las siguientes operaciones.

Aplicación del imprimador epoxy; se cubrirá perfectamente la superficie metálica en forma uniforme mediante la utilización de cubos de espuma de poliuretano, teniendo especial cuidado de no dejar restos de la espuma sobre la superficie; se cubrirán 50 mm sobre el revestimiento de fábrica en ambos extremos; tener en cuenta que la capa de epoxy constituye la primera barrera contra la corrosión.

Contracción de la manta; se efectuará aplicando calor desde el centro hacia los extremos para evitar el entrapamiento de aire.

La contratista deberá contar en obra con el instrumental y equipo necesario para el control de la temperatura de la superficie y para la ejecución de todos los ensayos aquí descritos con su correspondiente certificado de calibración de validez nacional.

**a. Inspección visual**

Se llevará a cabo sobre el 100% de las mantas instaladas y se efectuará luego de enfriados la manta y el sustrato a temperatura ambiente.

Criterio de aceptación:

El perfil de la soldadura transversal de la cañería será visible a través de la manta.

Los extremos de la manta estarán firmemente adheridos al revestimiento de la cañería; no debe haber extremos levantados.

Se observará el fluido de adhesivo por ambos extremos de la manta en toda la circunferencia de la cañería.

La manta deberá presentar un aspecto uniforme, no debiendo existir huecos, puntos fríos, burbujas, cortes o cualquier signo de “Holidays”, quemaduras o agujeros. En el supuesto caso que se detectarán huecos de aire, la instalación de la manta será aceptable si se cumplen simultáneamente las siguientes condiciones:

- La dimensión de estos defectos no deberá exceder los 5 cm<sup>2</sup>.

- La sumatoria de la superficie de dichos defectos deberá ser menor al 5% de la superficie cubierta por la manta.

No debe haber signos de elementos extraños entrampados en el adhesivo.

La manta solapará el revestimiento de la cañería 50 mm de cada lado.

#### **b. Detección de fallas con Holiday Detector**

Se llevará a cabo sobre el 100% de las mantas instaladas y se efectuará luego de enfriados la manta y el sustrato a temperatura ambiente. La tensión mínima de prueba de 15000 Volts, con electrodo metálico (collarín) de circunferencia completa.

##### Criterio de aceptación:

No se deberán detectar fallas. Si se detectase un defecto se lo reparará mediante parches termocontraíbles compatibles con el tipo de manta utilizada.

No se permitirá más de una reparación por manta.

#### **c. Ensayo de resistencia al desprendimiento**

Este ensayo se llevará a cabo sobre una manta de la producción del día o alternativamente cada 50 mantas. El inspector de obra podrá ir variando la frecuencia de este ensayo a medida que avance la obra y los resultados sean satisfactorios.

La inspección de resistencia al desprendimiento, será efectuada a una temperatura de la manta y el sustrato de 23° C; se recomienda efectuar este ensayo sobre las mantas instaladas el día anterior.

##### Procedimiento:

Se cortarán tiras de 20 mm de ancho x el largo de la manta, perpendiculares al eje de la tubería entre posición horaria 9 o 3 hacia hora 6 (Norma DIN 30670), una en el área que se encuentra entre la soldadura circunferencial y el revestimiento de fábrica y otra sobre el revestimiento de fábrica.

Se removerán manualmente los primeros 30/40 mm del borde de la tira utilizando un destornillador, tratando de separar el respaldo de polietileno del adhesivo.

Con un marcador indeleble y una cinta métrica, se marcará sobre la circunferencia de la cañería un arco de 75 mm desde el extremo despegado de la tira hacia la generatriz inferior de la misma.

En el extremo de la tira se ajustarán mordazas; de las que se colgará un peso de 7 Kg que quedará libre en el momento de comenzar el ensayo o utilizando un dinamómetro se mantendrán 7 Kg de tensión.

### *Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

A partir de que el peso queda libre (colgando) o manteniendo 7 Kg en el dinamómetro se cronometrará el tiempo insumido para despegar los 75 mm.

#### Criterio de aceptación:

El tiempo insumido para el desprendimiento de 75 mm deberá ser mayor a 15 segundos y sobre la zona expuesta quedará el adhesivo de la manta; no se visualizará la superficie metálica.

La zona de ensayo se reparará mediante parches termocontraíbles y mastic compatible con el tipo de manta utilizada.

#### **Pintura**

El material de revestimiento a utilizar deberá estar identificado de la siguiente manera:

- Nombre del Fabricante.
- Descripción del producto.
- Número de lote.
- Fecha de vencimiento.
- Temperatura de almacenamiento.

El material de revestimiento será transportado y almacenados a temperaturas entre 10° C y 38° C.

Si la temperatura de la superficie metálica es inferior a 10° C o se detectara humedad sobre el sustrato se precalentará la superficie a revestir incluyendo los bordes de polietileno del revestimiento existente.

En general el material de revestimiento está compuesto por dos componentes (resina y endurecedor), los mismos deben mezclarse en las proporciones indicadas por el proveedor utilizando para ello recipientes descartables.

Se preparará solo la cantidad necesaria para evitar que el material comience el proceso de curado en el recipiente de almacenamiento antes de ser aplicado sobre la superficie.

La contratista deberá contar en obra con el instrumental necesario para el control de las condiciones climáticas, humedad y temperatura.

Si la humedad relativa ambiente supera el 80% no podrá aplicarse la pintura.

Si existieran vientos que produzcan polvo en suspensión, se procederá al regado de la zona de trabajo y se utilizarán carpas o recintos portátiles, que permitan un control de las condiciones ambientales.

La pintura se sobrepondrá 50 mm como mínimo con el revestimiento de fábrica.

El personal designado para la aplicación de la pintura deberá estar calificado por el proveedor del material; a tal efecto, luego de concluido el período de entrenamiento, se labrará un acta entre la firma contratista y el proveedor indicando el nombre del personal calificado para desempeñar las tareas. Si por algún motivo debiera cambiarse el personal calificado, la contratista deberá solicitar al proveedor la calificación del nuevo personal.

**a. Aplicación de la pintura**

Antes de proceder al forrado de la cañería, se eliminará con aire a presión todo el polvo remanente de la limpieza abrasiva. La superficie deberá estar libre de humedad, aceite y grasa así como de cualquier otro elemento contaminante nocivo.

Para el revestimiento de uniones soldadas la pintura podrá aplicarse mediante soplete o en forma manual.

Para la aplicación de la pintura se seguirá detalladamente el procedimiento indicado por el proveedor.

No obstante lo mencionado se deberá prestar especial atención en las siguientes operaciones:

- Control de las condiciones climáticas; temperatura, humedad, polvo en suspensión etc.
- Temperatura del sustrato mayor a 10 °C.
- Control de perfil de anclaje de la superficie metálica.
- Control de polvo en la superficie metálica.
- Durante la aplicación de la pintura se deberá chequear el espesor de la película húmeda, teniendo especial atención sobre la soldadura.

**b. Visual**

Se llevará a cabo sobre el 100% de las uniones revestidas.

Criterio de aceptación:

El revestimiento deberá cubrir toda la superficie metálica y estar libre de protuberancias y áreas de metal expuesto; los bordes con el revestimiento de fábrica embebidos en pintura y solapados 50 mm como mínimo.

**c. Control de espesores de película seca**

Se llevará a cabo sobre el 100% de las uniones revestidas. Se efectuará luego que el revestimiento haya curado a un grado “seco al tacto” se deberán medir como mínimo tres espesores en forma aleatoria, en puntos desfasados

aproximadamente 120°. Se utilizará un medidor magnético “Microtest”, “Elcometer” u otro similar aprobado con certificado de calibración de validez nacional.

Criterio de aceptación:

Ninguna de las mediciones arrojará valores de espesor menores a 500 micrones.

Las áreas de revestimiento de menor espesor deberán ser reparadas mediante la aplicación de revestimiento adicional para cumplimentar con los requerimientos. Para este revestimiento no se requerirá arenado siempre y cuando el revestimiento inicial se encuentre seco al tacto (pegajoso); si este ya hubiera llegado a un grado de curado total, se lo deberá someter a un arenado suave o lijado con lijas de arena 60-80 para asegurar una buena adherencia entre las capas.

**d. Detección de fallas con Holiday Detector**

Se llevará a cabo sobre el 100% de las uniones revestidas, una vez que el revestimiento haya endurecido por completo. El electrodo podrá ser de caucho conductor o metálico y abarcará toda la circunferencia de la cañería. La tensión de prueba será 1600/1800 Volts; la tensión de prueba será chequeada diariamente.

Criterio de aceptación:

No se deberán detectar fallas. Si se detectase un defecto se lo reparará con pintura, previa preparación de la superficie (lijado o arenado suave) sí la pintura está totalmente endurecida.

No se permitirá más de una reparación por unión revestida.

**e. Ensayo de curado mediante corte en cruz**

Se llevará a cabo sobre una de las uniones revestidas de la producción del día o alternativamente cada 50 uniones. Se recomienda efectuar este ensayo sobre las uniones revestidas el día anterior.

Con un cuchillo de punta afilada, se hacen dos cortes de aproximadamente 13 mm de longitud hasta la superficie del metal para formar una V con un ángulo de aproximadamente 30° en el punto de intersección; desde el punto de intersección, forzar el revestimiento para que despegue desde la superficie metálica usando un cuchillo de punta afilada.

Criterio de aceptación:

El revestimiento deberá resistir el despegue o se despegará con dificultad. Se aceptará un despegue máximo de 4 mm desde el punto central de intersección de los cortes.

### 3.7.1.14.3. Juntas monolíticas

La junta monolítica permite aislar eléctricamente una instalación que este protegida catódicamente de otra que no lo este. Por tanto es una de las exigencias de TGN para aislar eléctricamente el gasoducto de la derivación.

Para observar el sistema de conexión de la misma debemos ir al plano adjunto **[PL-03]**. Y en el momento del montaje de la misma se debe preocupar con el inspector de obra su correspondiente ubicación. Para tomar la medición de potencial, como medida de control, se utilizara el mojón correspondiente para protección catódica. Ver plano **[PL-03]**.

La presente especificación tiene el objeto de especificar las características y propiedades que deberán tener las juntas aislantes monolíticas de diámetros nominales igual o mayores de Ø2" a instalar en el sistema de derivaciones de gasoductos de TGN.

#### a. Características mecánicas

Las juntas aislantes monolíticas deben ser adecuadas para soportar las mismas solicitaciones mecánicas y térmicas a las que pueden estar sometidas durante la operación las cañerías donde se encuentran montadas. Deben tener sección de pasaje igual a la del conducto.

#### b. Características eléctricas

Las juntas aislantes deben interrumpir la continuidad metálica y eléctrica de los conductos en los que están instaladas.

La función de las juntas monolíticas es evitar que, de alguna manera, pueda formarse un puente eléctrico a lo largo de su superficie interna en el caso de transporte de fluidos no conductores y en particular de gases combustibles.

#### c. Características de los materiales aislantes

Los elementos aislantes deben tener una resistencia a la compresión no inferior a un valor de 4000 Kg/cm<sup>2</sup>, además estos elementos deben ser dimensionados de manera que la mayor sollicitación a la que podrán ser sometidos en las juntas durante el ejercicio no supere nunca el 50% de su resistencia a la compresión

Las resinas epoxi o materiales con características análogas utilizados para el llenado mediante colada de todas las partes internas de las juntas aislantes deben cargarse con fibras de vidrio y ser de tipo polimerizable a temperatura ambiente, después del bloqueo de las juntas y permitir la inserción de los elementos rígidos con una resistencia a la compresión no inferior a 1200 Kg/cm<sup>2</sup>.

#### **3.7.1.14.4. Revestimiento para cañerías metálicas aéreas**

Este instructivo establece la metodología para la aplicación, condiciones ambientales mínimas, inspección y preparación de superficie, del revestimiento anticorrosivo para estructuras metálicas aéreas.

Será de aplicación en todas las tareas de revestimiento que se ejecuten sobre cañerías, accesorios y estructuras metálicas aéreas que formen parte del sistema de transporte de TGN.

##### **a. Preparación de la superficie**

###### Mantenimiento de estructuras pintadas con el esquema anti óxido/sintético:

Limpieza con cepillo de alambre eliminando las partes flojas de óxido y restos de pintura vieja, la superficie deberá quedar limpia y seca libre de grasitud; la pintura que está bien adherida deberá ser lijada hasta conseguir cierta rugosidad y permitir el anclaje de la nueva cobertura, el resalte de los bordes de pintura que queden bien adheridos deberán minimizarse mediante lijado.

###### Estructuras metálicas nuevas:

Las superficies serán limpiadas mediante sopleteado por abrasivos, deberán estar libres de aceite, grasa, contaminantes, barro, tierra, rebarbas, salpicaduras de soldaduras, etc.

La superficie metálica deberá estar al menos 3°C sobre el punto de rocío durante el arenado, pero debajo de los 100°C. Si resultara necesario, antes de la limpieza por arenado, la cañería debe ser calentada para remover toda humedad.

La cañería deberá ser arenada a "grado comercial", de acuerdo a la Norma SSPC - SP N° 6 o grado Sa 2 ½ de ISO 8501-1. En los casos que no fuera posible la limpieza abrasiva (arenado), se efectuará una limpieza con herramientas mecánicas según Norma SSPC-SP N° 3 o limpieza manual según SSPC -SP N° 2. La limpieza abrasiva no deberá ser sustituida por otra cuando el acero tiene presencia de óxido de laminación.

Posteriormente se eliminará todo residuo del abrasivo o polvo de la superficie.

El perfil de rugosidad para este caso deberá estar entre 30 y 80 micrones.

##### **b. Aplicación del revestimiento**

Se efectuará inmediatamente después de la limpieza abrasiva con el objeto de evitar la oxidación de la superficie metálica. La pintura podrá ser aplicada mediante equipos "airless" o manualmente mediante pincel o rodillo, de acuerdo a las instrucciones del fabricante.

Se aplicarán tantas manos de pintura como sean necesarias hasta alcanzar los espesores mínimos de película seca especificados.

### **c. Inspección**

#### Control visual del revestimiento terminado:

Se efectuará sobre el 100 % de la superficie revestida

El revestimiento terminado presentará una superficie lisa libre de protuberancias o poros. Toda la superficie deberá tener el espesor de pintura (película seca) mínimo requerido. En general la superficie de la pintura no estará más rugosa que el substrato metálico. No se aceptarán marcas de goteo o chorreaduras.

#### Medición del espesor de la pintura (fondo y terminación):

El espesor de la pintura será medido por medio de un medidor magnético de espesores.

Cuando la pintura esté seca al tacto el contratista medirá el espesor de la película seca en cinco puntos elegidos al azar, utilizando un medidor magnético de espesores.

#### Detección eléctrica de fallas (fondo y terminación):

El revestimiento se inspeccionará mediante la utilización de un detector eléctrico de fallas de cobertura Tinker & Razor o similar, con control de tensión. El electrodo a utilizar será de goma conductiva y estará en contacto directo con la superficie a inspeccionar.

Tensión de Prueba: 100 Volts cada 25 micrones de espesor (película seca).

Si se detectasen poros, los mismos serán reparados con el mismo material de revestimiento.

Si fueran detectadas grandes áreas defectuosas TGN decidirá el método más apropiado de reparación, estos métodos podrían incluir la remoción total del revestimiento, el arenado y la re-aplicación de pintura de fondo y terminación.

### **3.7.2. Distribución e instalación (Gas NEA - Industria)**

Se detalla a continuación, la metodología y controles para realizar el montaje de la obra que comprende todos los trabajos para la instalación de niples, la ejecución de todas las soldaduras, correspondientes para el cuadro de maniobra, la planta de regulación y medición primaria, y la planta de regulación secundaria.

### **3.7.2.1. Uniones soldadas**

Las soldaduras serán ejecutadas en forma manual por el procedimiento de arco eléctrico protegido. La ejecución de los trabajos deberá ser realizada por personal que posea matrícula habilitante otorgada por Gas del Estado.

Los trabajos correspondientes a la construcción de la instalación ubicada aguas arriba del cuadro de regulación de la planta de regulación y medición primaria, deberán ser realizados por personal que posea como mínimo matrícula categoría "C". Y para la instalación aguas abajo de dicho cuadro de regulación como mínimo categoría "Db"

Previo a la ejecución del trabajo se deberá realizar la especificación del procedimiento de soldadura, respetando el formato tipo, y siguiendo los lineamientos de los mapas de soldaduras que se pueden observar en los planos adjuntos:

**[PL-15]**, mapa de soldadura (Cuadro de maniobra).

**[PL-16]**, mapa de soldadura (Distribución).

**[PL-17]**, mapa de soldadura (PRM).

**[PL-18]**, mapa de soldadura (Distribución interna).

**[PL-19]**, mapa de soldadura (PRS).

Ésta documentación queda a cargo del contratista, y será entregada a la empresa distribuidora en conjunto con el pliego correspondiente para que autoricen la ejecución de la obra.

Para la ejecución de las soldaduras se deberán tener en cuenta los siguientes requisitos.

El número de pasada requerida para las juntas soldadas será de aproximadamente una por cada 3,175 mm (1,8") de espesor de pared de la cañería a soldar más una pasada de cordón y otra de cubierta.

Los extremos de los caños serán biselados.

En el caso de que los mismos no estén provistos con bisel de fábrica, el mismo podrá efectuarse en obra.

Los caños, antes de ser soldados, deberán tener sus bocas perfectamente limpias (a brillo metálico), sin abolladuras, ni cuerpos extraños. Si es necesario, se pasarán solventes volátiles limpios a fin de quitar suciedad. El bisel del caño debe estar libre de óxidos, escamas, estrías, desgarraduras u otros defectos que puedan afectar a una soldadura adecuada.

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

La boca del caño debe quedar libre de material asfáltico lo menos en 10 cm para evitar que al calentarse el mismo pueda contaminar el material de aporte de la soldadura.

Los caños serán presentados de modo que el espaciado sea uniforme en toda la periferia y adecuado al diámetro del caño de modo tal que asegure una penetración completa y sin quemaduras pasantes.

No se admitirá el martillado del caño para obtener la alineación adecuada o condiciones favorables para la ejecución del cordón base. La abertura de raíz será como mínimo de 1,587 mm (1/16").

Para presentar los caños se utilizarán presentadores exteriores o interiores.

No se podrán utilizar electrodos mojados o húmedos. Los mismos deberán tener la humedad óptima de fábrica, para lo cual las cajas se mantendrán cerradas y solamente se abrirán de una por vez y a medida que se vayan utilizando. Gas del Estado tendrá derecho a realizar un análisis de los electrodos y someterlos además a los ensayos prescritos por la AWS.

Las soldaduras se harán con tres pasadas como mínimo, cada una de espesor aproximadamente 1/3 del espesor de la pared. La soldadura debe quedar con un refuerzo de aproximadamente 1,2 mm de altura y deberá tener además buena penetración, ambas en toda la periferia del caño.

No se ejecutarán soldaduras en las cuales el soldador deba adoptar posiciones muy incómodas o en las cuales no tenga buen control visual de su trabajo.

Los segmentos de soldadura efectuados deberán estar espaciados uniformemente en la periferia del caño, y tendrán una longitud que sumada, no deberá ser inferior que el 50% de la periferia del caño antes de quitar el presentador. Hasta que no se haya ejecutado la primera pasada, no podrá moverse el mismo en ninguna forma y bajo ningún concepto.

La segunda y tercera pasada podrá hacerse en cambio por el método de girado de caño (Rolling Method).

No deberán coincidir los comienzos de dos pasadas consecutivas en una misma soldadura.

La limpieza entre capa, de soldadura deberá hacerse de modo que se eliminen totalmente las escamas o escorias de cada pasada.

Igual criterio se seguirá para la última pasada.

No deberán ejecutarse soldaduras cuando la calidad de las mismas pueda ser perjudicada por las condiciones meteorológicas predominantes, incluido pero no limitado a la humedad atmosférica, tormentas de tierra o arena o vientos fuertes.

Pueden usarse defensas contra el viento cuando ello sea práctico.

Durante la realización de los trabajos, Gas del Estado tendrá derecho a cortar soldaduras a efectos de someterlas a ensayos y revisar las máquinas de soldar lo mismo que sus instrumentales, para verificar que dichos elementos estén en perfectas condiciones de funcionamiento.

De surgir algún inconveniente que impida el normal funcionamiento de estas máquinas no se permitirá realizar ningún trabajo con ellas hasta tanto se subsanen las fallas, o se reemplacen por otras más adecuadas.

Al comienzo de la soldadura de cada tramo de cañería, se deberá colocar un cepillo de alambre de acero, que se hará deslizar a través de la misma mediante un alambre a medida que avance la soldadura de los empalmes, con el objeto de asegurar la perfecta limpieza del tramo de cañería ejecutado.

El cepillo debe quedar siempre detrás de la soldadura que se ejecute.

Cuando se suspendan los trabajos deberán cerrarse completamente los extremos abiertos de la línea con tapas herméticas para evitar que en la cañería penetren elementos extraños.

Gas del Estado se reserva el derecho de probar todas las soldaduras por los métodos que estime convenientes.

Cuando sea necesario efectuar cortes para empalmar cañerías se utilizará la máquina de corte y biselado de caños.

No está permitido cortar o agujerear la cañería con arco eléctrico.

### **3.7.2.2. Soportes**

Las instalaciones de la planta de regulación y medición primaria y planta de regulación secundaria, deberán contar con la cantidad de apoyos necesarios de manera que las cargas se distribuyan adecuadamente, y que todos sus elementos queden perfectamente sujetos y sin tensiones a fin de poder efectuar sin riesgo las maniobras normales de operación.

Debe tenerse especial cuidado en el estudio de los soportes de las válvulas de seguridad y en la sujeción de sus conductos de venteo, ya que en el momento de operar se producen grandes reacciones sobre las mismas que se transmiten al resto de la instalación.

En la planta de regulación y medición primaria debe asegurarse además que el medidor no quede sujeto a tensiones; asimismo, se deberán colocar placas aislantes de PVC entre la cañería y el soporte.

La planta de regulación y medición primaria se encuentra montada sobre caballetes y los detalles se pueden observar en el plano adjunto **[PL-14]**.

El soporte de la planta de regulación secundaria, es de tipo pie regulable y las características se detallan en el plano adjunto **[PL-12]**.

### **3.7.2.3. Ensayos de la instalación**

Una vez finalizado el montaje de la instalación deberá ser probada para verificar su hermeticidad y resistencia. Se efectuará una prueba de resistencia con agua a una determinada presión que dependerá de la presión de trabajo, y una prueba de hermeticidad final con aire a presión de trabajo.

Al efectuarse la prueba hidráulica se retirarán de la instalación todos aquellos elementos que pudieran ser dañados por el agua (reguladores, válvulas de seguridad, medidores, etc.) reemplazándolos por carreteles.

Para unidades fabricadas en obra o secciones cortas de cañería, en las cuales un ensayo después de instalado resulta impracticable deberá realizarse un ensayo de resistencia previo a su colocación.

Para la sección que opera aguas arriba del cuadro de regulación de la planta de regulación y medición primaria a una presión de 70 Kg/cm<sup>2</sup>, la presión de prueba deberá ser 1,5 veces la máxima presión admisible de operación, manteniendo la presión durante 6 horas como mínimo.

Para la sección que opera aguas abajo el cuadro de regulación de la planta de regulación y medición primaria, que la presión máxima de operación es 2,5 Kg/cm<sup>2</sup>, la deberán ser probadas a 1,5 veces la máxima presión admisible de operación durante un lapso no menor de 2 horas. Esta presión no podrá ser inferior a 2 Kg/cm<sup>2</sup>.

Para la sección en el cual la presión no sobrepasa los 5 Kg/cm<sup>2</sup>, se hará una prueba de hermeticidad final con aire a la presión de trabajo de la instalación, verificando tal hermeticidad pasando una solución de agua y jabón mientras el sistema se encuentra bajo presión, o prolongando el período de prueba a un tiempo no menor de 24 horas.

Finalizadas las pruebas de resistencia el instalador procederá a purgar y limpiar cuidadosamente la instalación, restituyendo todos aquellos equipos que por motivo de la prueba se hubieran retirado.

Gas del Estado estudiará los casos particulares en los cuales una prueba hidráulica resulte impracticable o inconveniente, autorizando de ser necesario, un procedimiento equivalente.

### 3.7.2.4. Protección de las instalaciones

#### Preparación de superficies

Las superficies metálicas se deberán preparar desengrasándolas adecuadamente utilizando para tales efectos solventes del tipo aguarrás o bencina; el proceso de pintura dependerá de que la cañería o instalación sea nueva o existente.

#### Cañerías y accesorios existentes

En estos casos, cuando no sea posible recurrir al sopleteado con abrasivos, se emplearán técnicas de cepillado energético o lijado a fondo equivalente al estado final que se conseguirá empleando elementos mecánicos.

#### Cañerías y accesorios nuevos

Se exigirá en todos los casos sopleteado con abrasivos a metal casi blanco, según norma SP N° 10.

La superficie terminada representa aproximadamente un 95 % equivalente a metal blanco.

#### Pintado

Responderá al siguiente esquema:

Una mano de fondo antióxido al cromato de zinc según norma IRAM 1182.

Dos manos de esmalte sintético brillante para uso marino, según norma IRAM 1192, de acuerdo al siguiente detalle de colores:

- Cañerías de conducción, bridas, válvulas en general: amarillo.
- Cañerías de venteo: amarillo con franjas naranja.
- Perfil de bridas con junta dieléctrica: rojo.
- Soportes de cañería: verde.
- Precalentadores de gas: aluminio silicona.
- Palancas y volantes de válvulas: negro.
- Instrumentos y líneas de impulso: negro.
- Tramos de medición inferencial: gris.
- Demás elementos para tratamiento de gas: blanco.

Los productos, ya sea de fondo o de acabado, podrán ser aplicados mediante soplete o pincel.

#### **3.7.2.4.1. Protección de cañerías aérea**

Las cañerías y estructuras metálicas aéreas se revestirán con una base de pintura epoxi y una mano de terminación de poliuretano alifático.

Preparación de la superficie: Arenado a metal “casi blanco”

Revestimiento anticorrosivo: Epoxi líquido con alto contenidos de sólidos, espesor de 150-200 micrones (película seca). Producto aprobado, Amerlock 400 - Revesta.

Terminación: Poliuretano, espesor 50-100 micrones (película seca). Producto aprobado, Amercoat 450 GL - Revesta.

#### **3.7.2.4.2. Protección de cañerías enterradas**

La cañería interna de distribución que se instale en contacto con terreno natural, deberá contar con protección superficial y además con protección catódica.

##### Protección superficial

El revestimiento integral de la cañería enterrada a instalar será polietileno extruido tricapa (PET).

Las uniones soldadas en línea enterrada se revestirán mediante mantas termocontraíbles con imprimación epoxi.

La cañería enterrada que no haya sido revestida en planta con el revestimiento integral, como así también válvulas, accesorios y cualquier otra estructura metálica enterrada se revestirá mediante la aplicación de epoxi líquido.

#### **3.7.2.5. Protección catódica**

La misma deberá asegurar en todo momento que el potencial caño-terreno sea inferior a -900 mV (mayor en valor absoluto) con respecto al electrodo de referencia de Cu - CuSO<sub>4</sub>, esto se logrará mediante la instalación de ánodos galvánicos.

Instalando para tal fin un ánodo de Mg de 4 Kg tipo AZ 63A, según especificaciones y plano adjunto **[PL-11]**.

##### Procedimientos

Los detalles constructivos y de instalación de la protección catódica se pueden observar en los planos adjuntos **[PL-10]**, y **[PL-11]**.

##### Instalación del mojón

La instalación del mismo consistirá con su ubicación en un pozo realizado a tal efecto y rellenado con hormigón. Las medidas del dado como su ubicación respecto de la cota natural del terreno están indicadas en el plano adjunto.

## *Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

Se deberá tener especial atención al compactado del terreno circundante una vez realizada la colada de hormigón, a los efectos de evitar que la erosión provocada por el agua de lluvias o inundaciones atente contra la estabilidad o integridad del mismo. Los cables de bajada de la caja de medición no deberán quedar en contacto con el hormigón, para que esto no suceda, se instalarán con caño camisa de plástico.

### Instalación de los conductores

Los conductores deberán ser alojados en zanja de 0,4x0,6m libres de tensiones y conectados a la cañería mediante soldadura cuproaluminotérmica. En el otro extremo se conectarán al tablero de la caja mediante terminales de compresión debiéndose dejar una reserva de los mismos con el fin de facilitar la extracción del tablero de la caja, luego de la conexión.

Las zanjas presentarán una configuración recta y normal, con respecto a la cañería.

### Remoción del revestimiento

La remoción del revestimiento para efectuar la soldadura cuproaluminotérmica se realizará sin dañar la superficie metálica de la cañería.

### Reposición del revestimiento

Una vez concluida la soldadura se repondrá el revestimiento mediante mantas termocontraíbles con imprimación epoxi.

### Conductividad eléctrica

Antes de proceder al revestimiento y a la tapada, deberá chequearse la continuidad eléctrica de los conductores desde la conexión soldada en la cañería hasta el tablero de la caja respectiva.

### Ubicación

Los mojones se instalarán respetando las dimensiones especificadas en los planos, a menos que por razones técnicas un representante de la empresa distribuidora en el lugar indique otra ubicación.

La orientación del mojón será tal, que la caja se encuentre enfrentada a la cañería a la cual están soldados los conductores.

### Control y registro

Se deberá efectuar un control y registro de los datos de instalación a saber:

- Posicionamiento mediante navegador GPS.
- La distancia del mojón con respecto a la cañería.

- La profundidad de la misma.
- La progresiva o la ubicación de la instalación (la pintada en el mojón y la indicada en la placa indicadora del mismo).
- El detalle de conexión de los conductores.
- La reparación del revestimiento.

### 3.8. Estudio económico y financiero

Una inversión es una operación financiera definida por una serie de desembolsos que se estima que van a generar una corriente futura de ingresos. En la memoria de cálculo [Ítem 4.7], se puede observar el estudio económico y financiero.

Existen diferentes métodos para valorar el atractivo de un proyecto de inversión, entre los que vamos a estudiar los siguientes.

- Valor actual neto.
- Relación entre VAN e inversión.
- Tasa interna de retorno.
- Pay back
- Pay back con flujos actualizados

#### 3.8.1.1. VAN (Valor Actual Neto)

La idea del VAN es actualizar todos los flujos futuros al período inicial (cero), compararlos para verificar si los beneficios son mayores que los costos. Si los beneficios actualizados son mayores que los costos actualizados, significa que la rentabilidad del proyecto es mayor que la tasa de descuento, se dice por tanto, que "es conveniente invertir" en esa alternativa.

Para obtener el VAN de un proyecto se debe considerar obligatoriamente una tasa de descuento "r" constante, una inversión a "m" años, siendo "I" el valor de la inversión y "F" los distintos flujos anuales, por lo tanto el VAN se calcula como se muestra a continuación.

$$VAN = -I + \sum_{n=1}^m \frac{F}{(1+r)^n}$$

Si obtenemos un VAN positivo el análisis nos indicará que el valor actualizado de las entradas y salidas de la inversión proporciona beneficio, expresado por dicho importe a la fecha inicial por encima del que obtendríamos considerando esa inversión a un coste o rendimiento mínimo exigido (coste de oportunidad). Sin

embargo, si el VAN resulta negativo, indicará que a esa tasa de actualización se produce una pérdida de la cuantía que exprese el VAN.

La tasa de descuento aplicado para el cálculo del VAN tiene su importancia, ya que aumentará el valor del VAN si reducimos el tipo de descuento y lo disminuirá si lo aumentamos, aunque estas tendencias también dependerán de los vencimientos y los signos de los flujos de caja. Por ejemplo, una inversión que requiera un fuerte desembolso inicial y beneficios tardíos tendrá una estructura inversa a otra que obtenga beneficios en los primeros ejercicios y desembolsos posteriores.

Cuando hay varios proyectos alternativos de inversión se elige aquel que presenta el VAN más elevado, siempre y cuando sean proyectos que conlleven inversiones similares, ya que si los importes de las inversiones fueran muy diferentes, el criterio VAN es poco operativo, ya que no mide la rentabilidad obtenida por cada peso invertido.

#### **3.8.1.2. Porcentaje VAN/Inversión**

Este método mide la rentabilidad que se obtiene por cada peso invertido, con lo que soluciona la limitación que hemos señalado en el método VAN.

Se elegirá aquel proyecto que presente esta relación más elevada.

#### **3.8.1.3. TIR (Tasa Interna de Retorno)**

Este método consiste en calcular la tasa de descuento que hace cero el VAN. Un proyecto es interesante cuando su tasa TIR es superior al tipo de descuento exigido para proyectos con ese nivel de riesgo.

Para este cálculo se debe determinar claramente cuál es la "Inversión Inicial" del proyecto y cuáles serán los "Flujos de Ingreso" y "Costo" para cada uno de los períodos que dure el proyecto de manera de considerar los beneficios netos obtenidos en cada uno de ellos.

El TIR nos informa de la rentabilidad de la inversión, por lo tanto, es un indicador relativo al capital invertido. Al escoger, lo haremos de aquella opción que nos producirá mayor beneficio por dólar invertido.

Entre varios proyectos alternativos de inversión se elige aquel que presente la tasa TIR más elevada. De todos modos, si los diversos proyectos analizados presentan niveles de riesgos muy diferentes, primero hay que ver hasta qué nivel de riesgo se está dispuesto a asumir, y a continuación, entre los proyectos seleccionados, se elige el que presente la tasa TIR más elevada.

#### 3.8.1.4. Pay back

Mide el número de años que se tarda en recuperar el importe invertido. Se trata de calcular en que momento los ingresos percibidos cubren los gastos realizados.

Este método de valoración presenta dos limitaciones muy importantes:

- No se actualizan los flujos de dinero (no tiene en cuenta el valor temporal del dinero), por lo que da el mismo tratamiento a cualquier importe con independencia de en qué momento se genera.
- Además, el Pay back sólo se fija en los beneficios que hacen falta hasta cubrir el importe de la inversión, sin valorar los ingresos que se pueden producir después.

#### 3.8.1.5. Pay back (con actualización)

El funcionamiento es el mismo que en el método del Pay back, con la diferencia de que se actualizan los importes, superando, de esta manera, una de las limitaciones que presenta el método del Pay back.

Sin embargo, sigue manteniendo la limitación de no valorar los ingresos que se originan después de haber recuperado el importe de la inversión.

#### 3.8.2. Costo del proyecto (inversión)

Para calcular los indicadores evaluadores de la inversión, comenzamos con la contabilización de la inversión. Hemos computado una lista organizada para poder cotizar nuestro proyecto. En la memoria de cálculo [Ítem 4.7.1], se puede observar este cómputo de materiales.

#### 3.8.3. Financiación

El proyecto debería tender a minimizar el monto de las inversiones iniciales ya que la totalidad del capital de inicio necesario, resulta elevada para este tipo de industrias donde es aplicable nuestro proyecto. Parte de la inversión inicial podría ser cubierta por la empresa debiéndose luego recurrir a fuentes de financiamiento convencionales.

En la memoria de cálculo [Ítem 4.7.2], se observa el procedimiento para calcular la cuota nominal mensual y la cuota nominal anual para liquidar el préstamo.

#### 3.8.4. Beneficios

En la memoria de cálculo [Ítem 4.1], se observa el beneficio de utilizar como combustible principal el gas natural, comparándolo con el gas licuado de petróleo.

### 3.8.5. Flujo de caja anual

Ya establecidos y detallados el costo de inversión y los beneficios podemos determinar el flujo de caja anual. Ver memoria de cálculo **[Ítem 4.7.3]**.

### 3.8.6. Cálculo de los indicadores

Ver memoria de cálculo **[Ítem 4.7.4]**.

Como conclusión se puede decir que la inversión es conveniente, ya que los indicadores así lo demuestran.

Se tiene un VAN positivo, por lo tanto la inversión es aceptable.

El porcentaje VAN/Inversión tiene un valor alto por lo tanto el proyecto de inversión es interesante. Damos preferencia a este método de valoración.

Se cumple que el TIR sea superior a la tasa de descuento.

El tiempo de amortización "Pay back" es apropiado.

## 4. Memoria de cálculo

### 4.1. Cálculo de inversión

Se calcula el beneficio producido por consumir gas natural en vez de gas licuado de petróleo. Primero debemos conocer el gasto por consumir ambos combustibles.

Conociendo el poder calorífico, el costo unitario y el consumo promedio de cada combustible podemos calcular los gastos por horas consumidas. El ahorro sale de comparar estos gastos.

El costo unitario de cada combustible se saca de cuadros tarifarios.

En las siguientes tablas se muestran los gastos y el ahorro:

PLANILLA DE CONSUMOS				
GLP [Kg]	Poder calorífico [Kcal/Kg]	Costo unitario [\$/Kg]	Consumo promedio [Kg/h]	Gasto con GLP [\$/h]
	11900,00	7,00	336,00	2352,00

GN [m3]	Poder calorífico [Kcal/m3]	Costo unitario [\$/m3]	Consumo promedio [m3/h]	Gasto con GN [\$/h]
	9300,00	1,21	430,00	520,30

Ahorro por hora [\$]	1831,70
----------------------	---------

Teniendo en cuenta este ahorro podemos calcular una amortización aproximada en horas de consumo.

Con las horas aproximadas que se puede llegar a consumir anualmente vamos a poder conocer el consumo y ahorro anual.

En las siguientes tablas se muestran la amortización, consumos y ahorros:

Monto de inversión [\$]	1.500.000
Amortizacion en horas de consumo	819
Consumo anual [h]	1.152
Consumo anual [\$]	599.385,60
Ahorro por hora [\$]	1831,70
Ahorro por año [\$]	2.110.118,40

## 4.2. Cálculo diámetro de cañería

Para el dimensionamiento de la cañería se tienen en cuenta las siguientes consideraciones:

Tramos	$Q [m^3/h]$	$\Delta P [\%]$	$P_A [Kg/cm^2]$	$P_B [Kg/cm^2]$
I	860	10	26	23,4
II	860	10	23,4	21,06
III	860	27	3,5	2,555
IV	860	20	2,555	2,044
V	430	10	1,276	1,16

Renouard simplificada para media y alta presión (válida para  $Q/D < 150$ )

$$P_A^2 - P_B^2 = 48600 \cdot s \cdot L \cdot Q^{1,82} \cdot D^{-4,82}$$

Donde:

$P_A^2$  y  $P_B^2$ : Presiones absolutas en ambos extremos del tramo [ $Kg/cm^2$ ]

$s$ : Densidad del gas

$L$ : Longitud del tramo en [Km], incrementada con la longitud equivalente de los accesorios que la componen.

$Q$ : Caudal [ $m^3/h$ ]

$D$ : Diámetro [mm]

Para el cálculo de la velocidad de circulación del fluido se utilizará la siguiente fórmula:

$$v = \frac{365,5 \cdot Q}{D^2 \cdot P}$$

$Q$ : Caudal [ $m^3/h$ ]

$P$ : Presión de cálculo [ $kg/cm^2$ ]

$D$ : Diámetro interior del caño [mm]

### **Tramo I**

$$Q = 860 m^3/h$$

$$P_A = 26 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_B = 23,4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$s = 0,6$$

Longitud de tramo recto: 30m.

Longitud equivalente de accesorios: 24m.

$$L_{T_{eq}} = 0,054 \text{ Km}$$

Diámetro de cálculo:  $D = 21,57 \text{ mm}$

Diámetro comercial:  $D = 2'' (\text{Sch.80})$

Diámetro interno:  $D = 49,22 \text{ mm}$

Velocidad:  $v = 5,54 \text{ m/s}$

### **Tramo II**

$$Q = 860 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P_A = 23,4 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_B = 21,06 \text{ Kg/cm}^2$$

$$s = 0,6$$

Longitud de tramo recto: 4m.

Longitud equivalente de accesorios: 18m.

$$L_{T_{eq}} = 0,022 \text{ Km}$$

Diámetro de cálculo:  $D = 18,76 \text{ mm}$

Diámetro comercial:  $D = 2'' (\text{Sch.80})$

Diámetro interno:  $D = 49,22 \text{ mm}$

Velocidad:  $v = 6,16 \text{ m/s}$

### **Tramo III**

$$Q = 860 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$P_A = 3,5 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P_B = 2,555 \text{ Kg/cm}^2$$

$$s = 0,6$$

Longitud de tramo recto: 2m.

Longitud equivalente de accesorios: 15m.

$$L_{T_{eq}} = 0,017 Km$$

Diámetro de cálculo:  $D = 32,26 mm$

Diámetro comercial:  $D = 3" (Sch.40)$

Diámetro interno:  $D = 77,92 mm$

Velocidad:  $v = 20,25 m/s$

#### **Tramo IV**

$$Q = 860 m^3/h$$

$$P_A = 2,555 Kg/cm^2$$

$$P_B = 2,044 Kg/cm^2$$

$$s = 0,6$$

Longitud de tramo recto: 35m.

Longitud equivalente de accesorios: 19m.

$$L_{T_{eq}} = 0,054 Km$$

Diámetro de cálculo:  $D = 49,4 mm$

Diámetro comercial:  $D = 90 mm (SDR11)$

Diámetro interno:  $D = 90 mm$

Velocidad:  $v = 19,01 m/s$

#### **Tramo V**

$$Q = 430 m^3/h$$

$$P_A = 1,276 Kg/cm^2$$

$$P_B = 1,16 Kg/cm^2$$

$$s = 0,6$$

Longitud de tramo recto: 20m.

Longitud equivalente de accesorios: 10m.

$$L_{T_{eq}} = 0,03Km$$

Diámetro de cálculo:  $D = 52,31mm$

Diámetro comercial:  $D = 3'' (Sch.40)$

Diámetro interno:  $D = 77,92mm$

Velocidad:  $L = 22,31m/s$

Se realizó un pre-dimensionamiento de la instalación en cual se supuso una caída máxima de presión que se admite por norma para cada tramo. Ahora recalculamos, la caída de presión del tramo, diámetro y velocidad. Partiendo de diámetros adoptados según el cálculo anterior. Se reflejan en la siguiente tabla:

Tramo	$Q$ [m <sup>3</sup> /h]	Longitud [m]			$P_A$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$P_B$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$\Delta P$ [%]	Diámetro		Vel [m/s]	Tipo de Unión
		Rcto	Acc	Eq				Cálc. [mm]	Nom. Adop.		
I	860	30	24	54	26	25,9	0,384	41,97	2"	5	BW
II	860	4	18	22	25,9	25,8	0,386	34,87	2"	5,03	BW
III	860	2	15	17	3,5	2,54	27,4	32,27	3"	20,37	BW
IV	860	35	19	54	2,54	2,51	1,18	87,38	90mm	15,45	TF
V	430	20	10	30	1,177	1,16	1,44	78,59	3"	22,31	BW

### 4.3. Espesor de tubería

#### Fórmula para caño de acero

La presión de diseño para caños de acero se determina con la siguiente fórmula:

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

$P$  : Presión de diseño en [MPa]

$S$  : Tensión de fluencia en [MPa]

$D$  : Diámetro nominal exterior de la cañería [mm]

$t$  : Espesor nominal de pared de la cañería [mm]

$F$  : Factor de diseño

$E$ : Factor de junta longitudinal.

$T$ : Factor de temperatura.

Según NAG-100 adoptamos un tubo cuya especificación corresponde a la ASTM A53, grado B, sin costura (S), cuya tensión de fluencia mínima especificada corresponde a 35000 psi.

ESPECIFICACION	GRADO	TIPO	TFME (psi)
ASTM A 53	Hornos Siemens Martin, eléctrico, básico con oxígeno	BW	25.000
ASTM A 53	Convertidor Bessemer	BW	30.000
ASTM A 53	A	ERW,S	30.000
ASTM A 53	B	ERW,S	35.000
ASTM A 106	A	S	30.000
ASTM A 106	B	S	35.000
ASTM A 106	C	S	40.000
ASTM A 135	A	ERW	30.000
ASTM A 135	B	ERW	35.000

#### Factores de servicio utilizados para los cálculos

- Factor de diseño

Se adoptó según recomendaciones de la empresa Transportadora de Gas del Norte (TGN).

$$F = 0,3$$

- Factor de junta longitudinal

Adoptamos el que corresponde para un caño ASTM A53 sin costura, según norma.

ESPECIFICACION	CLASE DE CAÑO	FACTOR DE JUNTA LONGITUDINAL (E)
IRAM-IAS U500-2613 (*)	Sin costura	1,00
	Soldado por resistencia eléctrica	1,00
	Soldado a tope en horno	0,60
ASTM A 106	Sin costura	1,00
ASTM A 333	Sin costura	1,00
	Soldado eléctricamente	1,00
ASTM A 381	Soldado por doble arco sumergido	1,00
ASTM A 671	Soldado por fusión eléctrica	1,00
ASTM A 672	Soldado por fusión eléctrica	1,00
ASTM A 691	Soldado por fusión eléctrica	1,00
API 5L	Sin costura	1,00
	Soldado por resistencia eléctrica	1,00
	Soldado por destello eléctrico	1,00
	Soldado a tope en horno	0,60
OTROS	Caño mayor de 101 mm.	0,80
OTROS	Caño de 101 mm. o menor	0,60

(\*) Corresponde a la ASTM A 53

$$E = 1$$

- Factor de temperatura

El factor de variación por temperatura para caños de acero, se determinó según la norma.

TEMPERATURA DEL GAS EN		FACTOR DE REDUCCION POR TEMPERATURA (T)
°C	°F	
121 o menos	250 o menos	1,00
149	300	0,967
177	350	0,933
204	400	0,900
232	450	0.807

$$T = 1$$

### Fórmula para cañería de plástico.

La presión de diseño para tubo plástico de determinará de acuerdo con la siguiente formula:

$$P = 2 \cdot S \cdot \frac{t}{(D-t)} \cdot 0,32$$

$P$ : Presión de diseño manométrica [Kpa]

$S$ : Resistencia hidrostática a largo plazo [Kpa]

$t$ : Espesor de pared especificado [mm]

$D$ : Diámetro exterior especificado [mm]

De la NAG-100 adoptamos un tubo cuya especificación según la ASTM su clasificación es PE tipo II, grado 4 (PE 2405), cuya resistencia hidrostática a largo plazo es de 1250 PSI.

ABS - Tipo 1, Grado 2 (ABS - 1210)*	2000
CAB - MH (CAB - MHO8)*	1600
CAB - S (CAB - S004)*	800
PE Tipo II, Grado 3 (PE 2306)	1250
PE Tipo II, Grado 4 (PE 2406)	1250
PE Tipo III, Grado 3 (PE 3306)*	1250
PE Tipo iii, Grado 4 (PE 3406)	1250
PE Tipo 111, Grado 4 (PE 3408)	1600
PVC - Tipo 1, Grado 1 y 2 (PVC-1120, PVC-1220)	4000
PVC - Tipo II, Grado 1 (PVC-2110)	2000
PVC - Tipo II, Grado 1 (PVC-2116)	3150
PB - Tipo II, grado 1 (PB 2110)	2000

### Tramo I

Selección de tubo comercial de alta presión fabricados con acero al carbono de alta calidad.

En el anexo I [Ítem 5.1], se observa el catálogo del tubo adoptado.

#### Características

- $\phi_{nom} = 2''$
- Sch.80
- $\phi_{int} = 49,22mm$
- Espesor:  $t = 5,54mm$

Reemplazando nos queda:

$$P = \frac{2 \cdot 241,33MPa \cdot 5,54mm}{60,3mm} \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1 = 13,3MPa = 135,65 Kg/cm^2$$

### Tramo II

Posee las mismas características que el tramo I, por lo tanto el caño de acero adoptado es el mismo que el anterior.

### Tramo III

Selección de tubo comercial de alta presión fabricados con acero al carbono de alta calidad.

En el anexo I [Ítem 5.1], se observa el catálogo del tubo adoptado.

#### Características

- $\phi_{nom} = 3''$
- Sch.40
- $\phi_{int} = 77,92mm$
- Espesor:  $t = 5,49mm$

Reemplazando nos queda:

$$P = \frac{2 \cdot 241,33MPa \cdot 5,49mm}{88,9mm} \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1 = 8,49MPa = 91,16 Kg/cm^2$$

### Tramo IV

#### Cañería de acero

Posee las mismas características que el tramo 3, por lo tanto el caño de acero adoptado es el mismo que el anterior.

#### Cañería de plástico

En el anexo II [Ítem 5.2], se observa el catálogo del tubo adoptado.

#### Características

- $\phi_{nom} = 90mm$
- $SDR = 11$
- Espesor:  $t = 8,2mm$

Reemplazando nos queda:

$$P = 2 \cdot 8618,45 KPa \cdot \frac{8,2mm}{(90mm - 8,2mm)} \cdot 0,32 = 552,9 KPa = 5,6 Kg/cm^2$$

### Tramo V

Posee las mismas características que el tramo 3, por lo tanto el caño de acero adoptado es el mismo.

### Resultados

Tramo	Diámetro	$P_T$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	$P_D$ [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Espesor [mm]
I (A-B)	$\phi 2''$ Sch.80	70	135,65	5,54
II (B-C)	$\phi 2''$ Sch.80	70	135,65	5,54
III (C-D)	$\phi 3''$ Sch.40	2,5	91,16	5,49
IV (D-E)	$\phi 3''$ Sch.40	2,5	91,16	5,49
IV (E-F)	$\phi 90mm$ SDR11	2,5	5,6	8,2
IV (F-G)	$\phi 3''$ Sch.40	2,5	91,16	5,49
V (G-H)	$\phi 3''$ Sch.40	0,16	91,16	5,49

#### 4.4. Placa de refuerzo

La sección del material recomendada para el refuerzo será igual o mayor que la sección requerida definida por:

$$A_R = d \cdot t$$

Dónde:

$d$  : Longitud de abertura terminada en la pared del colector medida paralelamente al eje del tramo.

$t$  : Espesor nominal de la pared del colector.

##### 1. Superficie disponible para refuerzo

El área disponible para refuerzo deberá ser la suma de:

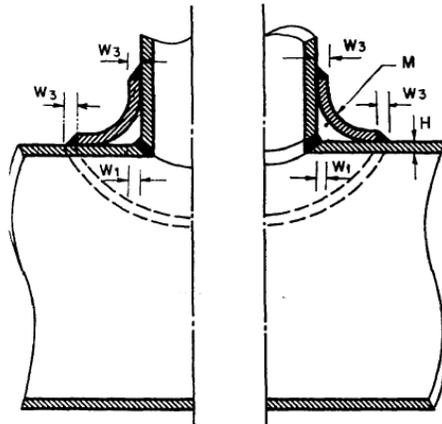
- a) El área transversal resultante de cualquier exceso de espesor disponible en el espesor del colector (por encima del mínimo requerido para el mismo) y que está situada dentro del área de refuerzo, tal como se define en el punto 2).
- b) El área transversal resultante de cualquier exceso de espesor en la pared del ramal (por sobre el espesor mínimo requerido por éste y que está situada dentro del área de refuerzo, tal como se define en 2).
- c) El área transversal resultante de todo el metal adicional de refuerzo que está situado dentro del área de refuerzo, tal como se define en 2), incluyendo el del metal de soldadura convencionalmente adosado al colector, al ramal o a ambos.

##### 2. Área de refuerzo

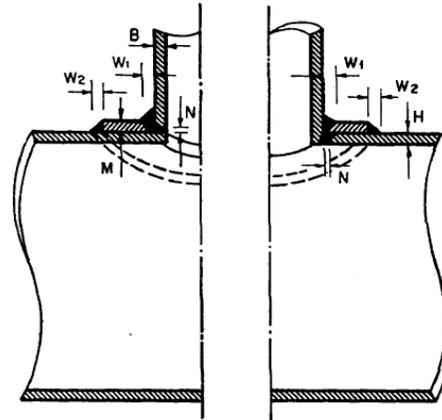
En la siguiente figura se muestra el área de refuerzo y se la define como un rectángulo cuya longitud debe extenderse a una distancia ( $d$ ) a cada lado del eje transversal de la abertura terminada y cuyo ancho deberá extenderse a una distancia equivalente a 2 veces y media el espesor de la pared del colector a cada lado de la superficie de la pared del mismo, excepto que en ningún caso se extenderá más de 2 veces y media de espesor de la pared del ramal desde la superficie exterior del colector o del refuerzo, si la hubiera.



MONTURA



CORONA CIRCULAR



#### 4. Refuerzo de conexiones de ramales soldadas consideraciones especiales

Las conexiones de derivaciones deben cumplir además, con los requisitos especiales mencionados en la siguiente tabla. A la cual ingresaremos con R1 (relación entre la tensión circunferencial de diseño y el límite elástico mínimo especificado en el colector) y R2 (relación entre diámetro nominal del ramal y diámetro nominal del colector).

##### Características del colector (Gasoducto principal):

*API5L, Grado X46 Sch.80*

$$D_{nom} = 12''$$

$$D_{ext} = 323,8mm$$

$$S = 46000PSI = 3234,12 Kg/cm^2$$

$$t = 17,48mm$$

##### Características del ramal:

*API5L, Grado B, Sch.80*

$$D_{nom} = 2''$$

$$D_{ext} = 60,3mm$$

$$S = 35000PSI = 2460,74 Kg/cm^2$$

$$t = 5,54mm$$

Determinamos la relación R1:

$$R1 = \frac{S_h}{S}$$

$S_h$ : Tensión circunferencial [ $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ].

$$S_h = \frac{P \cdot D}{2 \cdot t}$$

$P$ : Presión interna [ $\text{Kg}/\text{cm}^2$ ].

$D$ : Diámetro exterior de la cañería [mm].

$t$ : Espesor nominal de la pared [mm].

$$S_h = \frac{70 \text{ Kg}/\text{cm}^2 \cdot 323,8 \text{ mm}}{2 \cdot 17,47 \text{ mm}} = 648,7 \text{ Kg}/\text{cm}^2$$

$$R1 = \frac{648,7 \text{ Kg}/\text{cm}^2}{3234,12 \text{ Kg}/\text{cm}^2} = 0,2 = 20\%$$

Determinamos la relación  $R_2$ :

$$R2 = \frac{D_{nom}(\text{ramal})}{D_{nom}(\text{colector})} = \frac{2''}{12''} = 0,166 = 16,6\%$$

REFUERZO DE CONEXIONES DE RAMALES SOLDADAS CONSIDERACIONES ESPECIALES			
Relación $R_1$ de tensión circunferencial de diseño a límite elástico mínimo especificado en el colector	Relación $R_2$ de diámetro nominal del ramal a diámetro nominal del colector		
	$R_2 \leq 25\%$	$25\% < R_2 \leq 50\%$	$50\% < R_2$
$R_1 \leq 20\%$	G	G	H
$20\% < R_1 \leq 50\%$	D, I	I	H, I
$50\% < R_1$	C, D, E	B, E	A, E, F

### Consideración especial G

Se deberá considerar el refuerzo de aberturas en casos especiales (tales como presiones superiores a las 100 PSI, paredes delgadas de caño o severas cargas externas).

Como la presión en nuestra instalación excede los 100 PSI, pasaremos a calcular la placa de refuerzo.

### Cálculos

Área recomendada (ver detalles de la figura anterior)

Área de refuerzo requerida:

$$A_R = d \cdot t$$

Área disponible como refuerzo:  $A_1 + A_2 + A_3$

Donde:

$$A_1 = (H - t) \cdot d$$

$$A_2 = 2 \cdot (B - t_b) \cdot L$$

$A_3$ : Sumatoria del área de todos los refuerzos agregados, incluyendo áreas de soldadura comprendidas dentro del "Área de Refuerzo".

$A_1 + A_2 + A_3$  debe ser igual o mayor que  $A$ .

Donde:

$H$ : Espesor nominal de pared del cabezal.

$B$ : Espesor nominal de pared de la derivación.

$t_b$ : Espesor nominal requerido de pared de la derivación (según la Sección correspondiente de la guía).

$t$ : Espesor nominal requerido de pared del colector (según la Sección correspondiente de la Guía).

$d$ : Longitud de la abertura terminada en la pared del colector (medida en forma paralela al eje del colector).

$L$ : Espesor real (mediante mediciones) o espesor nominal del refuerzo agregado.

### Colector

Espesor nominal requerido de la pared:

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot F \cdot E \cdot T} = \frac{70 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 323,8 \text{ mm}}{2 \cdot 3234,12 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1} = 11,68 \text{ mm}$$

Exceso de espesor en la pared del colector:

$$H - t = 17,48 \text{ mm} - 11,68 \text{ mm} = 5,8 \text{ mm}$$

### Derivación

Espesor nominal requerido de la pared:

$$t = \frac{P \cdot D}{2 \cdot S \cdot F \cdot E \cdot T} = \frac{70 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 60,3 \text{ mm}}{2 \cdot 2460,74 \text{ Kg/cm}^2 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 1} = 2,86 \text{ mm}$$

Exceso de espesor en la pared de la derivación:

$$H - t = 5,54 \text{ mm} - 2,86 \text{ mm} = 2,68 \text{ mm}$$

Diámetro de la abertura

$$d = D - 2 \cdot t_b = 60,3\text{mm} - 2 \cdot 5,54\text{mm} = 49,22\text{mm}$$

Refuerzo requerido

$$A_R = d \cdot t = 49,22\text{mm} \cdot 11,68\text{mm} = 575\text{mm}^2 = 5,75\text{cm}^2$$

Refuerzo suministrado

$$A_1 = (H - t) \cdot d = (17,48\text{mm} - 11,68\text{mm}) \cdot 49,22\text{mm} = 285,48\text{mm}^2 = 2,85\text{cm}^2$$

Área efectiva en la derivación

$$L = 2,5 \cdot B + M$$

$L$ : Altura

$M$ : Espesor del refuerzo (asumimos una planchuela de ¼" igual a 6,35mm)

$$L = 2,5 \cdot 5,54\text{mm} + 6,35\text{mm} = 20,2\text{mm}$$

O también:

$$L = 2,5 \cdot H = 2,5 \cdot 17,48\text{mm} = 43,7\text{mm}$$

Utilizamos

$$L = 43,7\text{mm}$$

$$A_2 = 2 \cdot (B - t_b) \cdot L = 2(5,54\text{mm} - 2,86\text{mm}) \cdot 20,2 = 108,27 = 1,08\text{cm}^2$$

Debemos multiplicar  $A_2$  por la relación 2460,74/3234,12

$$A_2(\text{efectiva}) = 1,08\text{cm}^2 \cdot \frac{2460,64}{3234,12} = 0,821\text{cm}^2$$

Área requerida

$$A_3 = A_R - A_1 - A_{2\text{efect}} = 5,75\text{cm}^2 - 2,85\text{cm}^2 - 0,821\text{cm}^2 = 2,079\text{cm}^2$$

Selección de la planchuela

Espesor: ¼"

TFME: 3234,12 Kg/cm<sup>2</sup>

Diámetro: 73,06 mm.

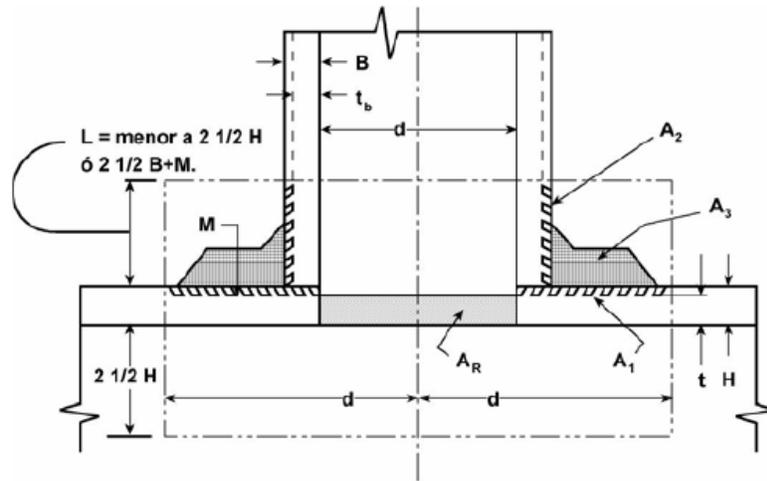
$$\text{Area} = (2 \cdot d - D) \cdot e = (2 \cdot 49,22\text{mm} - 60,3\text{mm}) \cdot 6,35\text{mm} = 242,2\text{mm}^2 = 2,42\text{cm}^2$$

Añadimos el área correspondiente a las soldaduras a filete (suponiendo dos soldaduras de 6,35 mm a cada lado).

$$\text{Area de soldadura} = 4 \cdot \frac{b \cdot h}{2} = 4 \cdot \frac{6,35\text{mm} \cdot 6,35\text{mm}}{2} = 80,65\text{mm}^2 = 0,81\text{cm}^2$$

$$A_{\text{total}} = 2,42\text{cm}^2 + 0,81\text{cm}^2 = 3,23\text{cm}^2$$

$$A_{\text{total}} \geq A_{\text{requerido}} \rightarrow \text{verifica}$$



#### 4.5. Parámetros de la planta de regulación y medición primaria

En esta sección de la memoria de cálculo vamos a establecer los parámetros de funcionamiento de la PRM.

Planta de regulación y medición primaria							
Caudal [m <sup>3</sup> /h]	P <sub>máx</sub> suministro [Kg/cm <sup>2</sup> ]	P <sub>mín</sub> suministro [Kg/cm <sup>2</sup> ]	P <sub>regulada</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]				
860	70	25	2,5				
Componentes principales							
Componente	Cant.	Φ [pulg]	P <sub>ent</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	P <sub>reg</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	P <sub>bloq</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	P <sub>venteo</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Fabricante
Válvula de bloqueo por sobrepresión	2	2	70	-	3,5	-	Satesa
Válvula pre-reguladora	2	1	70	10	-	-	Satesa

Válvula reguladora	2	2	70	2,5	-	-	Satesa
Válvula de venteo	2	1	2,5	-	-	4,14	Satesa

#### 4.6. Parámetros de la planta de regulación secundaria

En esta sección de la memoria de cálculo vamos a establecer los parámetros de funcionamiento de la PRS.

Planta de regulación secundaria							
Caudal [m <sup>3</sup> /h]	P <sub>entrada</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]			P <sub>regulada</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]			
430	2,5			0,16			
Componentes principales							
Componente	Cant.	Φ [pulg]	P <sub>ent</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	P <sub>reg</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	P <sub>bloq</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	P <sub>venteo</sub> [Kg/cm <sup>2</sup> ]	Fabricante
Válvula de bloqueo por sobrepresión	1	2	2,5	-	0,5	-	Satesa
Válvula reguladora	1	2	2,5	0,16	-	-	Satesa

#### 4.7. Estudio económico y financiero

##### 4.7.1. Costo del proyecto (Inversión)

Para una mejor organización, la lista computada es dividida en varias partes, las cuales se enumeran a continuación. Para analizar el costo del proyecto usamos como moneda, el dólar estadounidense, y el valor del mismo lo tomamos como US\$1 = \$8,7

- Cañerías.
- Equipos.
- Protección.
- Accesorios tablero de control.
- Accesorios.
- Soportes.

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

- Revestimientos para cañería.
- Instalación de gas (Mano de obra).
- Ensayos de la instalación.
- Metalúrgica (Mano de obra).
- Señalización (Materiales + Mano de obra).
- Obra civil (Materiales + Mano de obra).
- Otros

**Lista computada**

ÍTEM	DENOMINACIÓN	UNIDAD	CANT.	PRECIO UNITARIO [US\$]	PRECIO TOTAL [US\$]
<b>Cañerías</b>					
1	Cañería acero Ø2" Sch. 80 sin costura. ASTM A-53 Grado B. "Siderca-Siat"	m.	37	23,1	854,7
2	Cañería acero Ø3" Sch. 80 sin costura. ASTM A-53 Grado B. "Siderca-Siat"	m.	1	47,1	47,1
3	Cañería acero Ø3" Sch. 40 sin costura. ASTM A-53 Grado B. "Siderca-Siat"	m.	10	34,9	349
4	Tubería polietileno Ø90mm SDR11. ASTM PE Tipo 2 Grado 4. "Aldyl"	m.	40	10,3	412
5	Cañería acero Ø1" Sch. 40 sin costura. ASTM A-53 Grado B. "Siderca-Siat"	m.	8	9,7	77,6
6	Cañería acero Ø1/2" Sch. 40 sin costura. ASTM A-53 Grado B. "Siderca-Siat"	m.	1	6,5	6,5
<b>Válvulas</b>					
1	Esférica Ø2" PT. Ext. (RF-SW) S600. "Esferomatic"	Pza.	1	535	535
2	Esférica Ø2" PT. Ext. brid. S600 RF. "Esferomatic"	Pza.	3	535	1605
3	Retención a clapeta Ø2" PN. Ext. brid. S600 RF. "Giron"	Pza.	1	666,6	666,6

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

4	Esférica Ø2" PN. RF S600. "Esferomatic"	Pza.	5	535	2675
5	Esférica Ø1/2" PT. Ext. NPT. WOG 5000. "Esferomatic"	Pza.	2	80,3	160,6
6	Esférica Ø3" PT. Ext. brid. S150 RF. "Esferomatic"	Pza.	2	516	1032
7	Esférica Ø3" PN - Ext. brid. S150 RF. "Esferomatic"	Pza.	11	516	5676
8	Bloqueo Shutoff Ø2". Ext. brid. S600 RF. Presión bloq. 3Kg/cm <sup>2</sup> c/reposición manual. "Satesa"	Pza.	2	1449,4	2898,8
9	Pre-regulador 1305-F. Conexión Ent. 1" NPT-M. Sal. ¼" NPT-H. Presión reg. 10 Kg/cm <sup>2</sup> . "Satesa"	Pza.	2	905,9	1811,8
10	Regulador. Modelo 631 Ø2". Conexión BSPT. Presión reg. 2,5Kg/cm <sup>2</sup> . Caudal 860m <sup>3</sup> /h. c/piloto 67-H. "Satesa"	Pza.	2	1031,6	2063,2
11	Alivio. Conex. 1" BSPT. Modelo 2740-MO. Presión aliv. 4,14Kg/cm <sup>2</sup>	Pza.	2	277,7	555,4
12	Bloqueo Shutoff Ø2". Ext. brid. S150 RF. Presión bloqueo 0,6Kg/cm <sup>2</sup> c/reposición manual. "Satesa"	Pza.	1	1149,4	1149,4
13	Regulador. Modelo 99-SO Ø2". Ext. brid. S150 RF. Presión reg. 0,18Kg/cm <sup>2</sup> . Caudal 430m <sup>3</sup> /h c/piloto 6351. "Satesa"	Pza.	1	2177,4	2177,4

**Equipos**

1	Actuador neumático. Modelo AT 350 S10. Retorno por muelle. "Air Torque"	Pza.	1	1150	1150
2	Tablero de control. Corte por baja y alta presión. (25Kg/cm <sup>2</sup> - 70Kg/cm <sup>2</sup> ). Reposición manual. "Esferomatic"	Pza.	1	1380	459,7
3	Sistema de odorización. "Se manda a fabricar"	Pza.	1	4023	4023
4	Tanque pulmón. Volumen 15 Litros. Envoltente 6". Espesor 7,2". Presión diseño 70Kg/cm <sup>2</sup> . "Meip"	Pza.	1	459,7	459,7
5	Filtro a cartucho. Conexiones bridadas ANSI B16.5 (2"). Serie 600. "Tormene Americana"	Pza.	1	1200	1200
6	Filtro a cartucho. Conexiones bridadas ANSI B16.5 (3"). Serie 150. "Tormene Americana"	Pza.	1	670	670
7	Manómetro. Modelo MM4-58. Øn 100mm. Conexión ½" NPT. Clase 2%. "Beyca"	Pza.	1	52	52

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

8	Manómetro. Modelo MM2-34. Øn 63mm. Conexión ½" BSPT. Clase 2%. "Beyca"	Pza.	1	40	40
9	Manómetro. Modelo MM1-34. Øn 50mm. Conexión ½" BSPT. Clase 2%. "Beyca"	Pza.	3	38	114
10	Manómetro. Modelo MM40-35. Øn 40mm. Conexión ½" BSPT. Clase 2%. "Beyca"	Pza.	1	33	33

**Protección**

1	Mojón con caja de medición de potencial. Payra 5 conexiones.	Pza.	1	425	425
2	Ánodo de Mg. Tipo AZ 63A 4Kg.	Pza.	1	71,7	71,7
3	Cable conductor TW. Sección 4mm <sup>2</sup>	m.	25	2,4	60
4	Vía de chispas. EDP100.	Pza.	1	218	218
5	Junta dieléctrica. Modelo Dinaelek. Anillo de cierre PTFE. "Protan"	Pza.	1	20	20
6	Conductor de Cu para puesta a tierra. Unipolar 1x10mm <sup>2</sup> .	m.	4	2,2	8,8
7	Jabalina. Tipo Copperweld. Ø5/8". Long. 2,5m.	Pza.	1	28,7	28,7
8	Junta aislante monolítica. S600. API-5L X42	Pza.	1	332	332

**Accesorios tablero de control**

1	Caño acero inoxidable. Ø1/4"	m.	10	10	100
2	Conector codo 90° de tubo a proceso Øtubo1/4" - Øextremo a proceso1/4". Rosca NPT. Acero inoxidable.	Pza.	2	3,85	7,7
3	Conector codo 90° de tubo a proceso Øtubo1/4" - Øextremo a proceso1/2". Rosca NPT. Acero inoxidable.	Pza.	1	4,5	4,5
4	Conector codo 90° de dos tubos Ø1/4". Acero inoxidable	Pza.	15	3,65	54,75
5	Conector a proceso Øtubo1/4" - Øextremo a proceso1/4". Rosca NPT. Acero inoxidable.	Pza.	3	3,5	10,5

<b>Accesorios</b>					
1	Codo 90° RL. P/Soldar. Ø2" Sch. 80. ASTM A234 ANSI B16.9. "Cintolo"	Pza.	10	12	120
2	Codo 90° P/Soldar. Ø3" Sch. 40. "Cintolo"	Pza.	9	15	135
3	Codo 90° P/Roscar. Ø1/2" S3000. ASTM A105. "Cintolo"	Pza.	1	6,5	6,5
4	Brida WNRF. Ø2" Sch. 80 S600. ASTM A105. "Futura"	Pza.	8	30	240
5	Brida SWRF. Ø2" Sch. 80 S600. ASTM A105. "Futura"	Pza.	12	30	360
6	Brida SWRF. Ø3" Sch. 40 S150. ASTM A105. "Futura"	Pza.	25	35	875
7	Brida ciega Ø2" S600. ASTM A105	Pza.	2	22	44
8	Brida ciega Ø3" S150. ASTM A105	Pza.	2	31	62
9	Tee normal. P/Soldar Ø2" Sch. 80. ASTM A234	Pza.	3	28,5	85,5
10	Tee normal Ø1/2". Rosca hembra	Pza.	1	7	7
11	Tee normal. P/Soldar Ø3" Sch. 40. ASTM A234	Pza.	5	31,5	157,5
12	Manifold Ø1/2". NPT. Acero inoxidable. Presión 70Kg/cm <sup>2</sup>	Pza.	3	80,5	241,5
13	Manifold Ø1/2". NPT. Acero inoxidable. Presión 2,5Kg/cm <sup>2</sup>	Pza.	4	66,6	266,4
14	Esparrago c/ 2 tuercas. Ø5/8". Long. 120mm	Pza.	344	2,8	963,2
15	Junta espiralada Ø2". S600. Esp. 4,5mm. Rel. Teflón. "Klinger-Garlok"	Pza.	38	3,5	133
16	Junta espiralada Ø3". S150. Esp. 4,5mm. Rel. Teflón. "Klinger-Garlok"	Pza.	18	4	72
17	Media cupla SW Ø1/2" S3000.	Pza.	8	2,2	17,6
18	Media cupla SW Ø1" S3000.	Pza.	6	4,5	27
19	Entre rosca, ASTM A105, S3000	Pza.	1	1,5	1,5
20	Abrazadera en "U" Ø6"- Rosca Ø 5/8"	Pza.	2	8	16

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

21	Refuerzo para derivación. Esp. 6,35mm. ASTM A234. "Cintolo"	Pza.	1	24,7	24,7
22	Reducción p/soldar. De Ø3" a Ø2" Sch. 80	Pza.	2	23,7	47,4
23	Reducción p/soldar. De Ø3" a Ø2" Sch. 40	Pza.	4	19,5	78
24	Transición. Acero Ø3" a PE Ø90mm. S150. P/soldar.	Pza.	2	83	166

**Soportes**

1	Perfil UPN 60. ASTM A105	Kg.	203	1,65	334,95
2	Abrazadera en "U" Ø de tubo 2" - Ø de rosca 3/8"	Pza.	3	1,5	4,5
3	Abrazadera en "U" Ø de tubo 3" - Ø de rosca 1/2"	Pza.	11	2,1	23,1
4	Perfil UPN 100. ASTM A105	Kg.	63,6	1,65	104,95
5	Chapa. Espesor 6,35mm.	Kg.	25	1,2	30
6	Broca Ø3/4"	Pza.	8	4,1	32,8
7	Broca Ø1/2"	Pza.	16	2,4	38,4
8	Caño Ø1½" Sch. 40	Kg.	16,2	1,67	262,5
9	Caño guía roscado RW Ø3/4" Sch. 40. Long. 0,15m	Kg.	1,5	1,67	2,5
10	Tuerca Ø1/2" RW	Pza.	8	0,25	2
11	Varilla roscada Ø1/2" RW	m.	1	3,67	3,67
12	Media caña 120°	Kg.	5	1,67	8,35
13	Placa de teflón. Espesor 5mm	m <sup>2</sup> .	0,5	184	92
14	Convertidor esmalte sintético verde. "Tersuave"	Lts.	4	20,7	82,8

**Revestimientos para cañería**

1	Base epoxi liquido con alto contenidos de sólidos, Amerlock 400 - Revesta.	Lts	8	68,9	551,2
2	Poliuretano, Amercoat 450 GL - Revesta.	Lts.	8	63,2	505,6

*Instalación de red de gas natural industrial en alta presión*

3	Esmalte Epoxi - Revesta 4300	Lts.	4	36,7	146,8
4	Polietileno Extruido Tricapa	m	30	60	1800
5	Mantas termo contraíbles y componentes	m	14	12	168
<b>Instalación de Gas (Mano de obra)</b>					
1	Derivación en servicio (Hot Tap)				11500
2	Cuadro de maniobra				13793
3	Planta de regulación y medición primaria				68483
4	Planta de regulación secundaria				10977
5	Tramites y supervisión				6896
<b>Ensayos de la instalación</b>					
1	Parte transportista (TGN)				5572
2	Parte distribución (Gas NEA - Industria)				6322
<b>Metalúrgica (Mano de obra)</b>					
1	Soporte para el cuadro de maniobra				597,6
2	Soporte para el tablero de comando				189,6
3	Soporte para planta de regulación y medición primaria				832
4	Soporte para planta de regulación secundaria				597,6
<b>Señalización (Materiales + Mano de obra)</b>					
1	Cartel indicador de gasoducto enterrado	Pza.	2	447	894
2	Cartel identificación de la instalación	Pza.	1	279,3	279,3
3	Cartel indicador de prohibido el acceso	Pza.	2	279,3	558,6
4	Cartel indicador de prohibido fumar	Pza.	2	279,3	558,6

<b>Obra civil (Materiales + Mano de obra)</b>		
1	Recinto para el cuadro de maniobra	1586
2	Recinto para la planta de regulación y medición primaria	10816
3	Base para la planta de regulación secundaria	161
4	Tendido de cañería subterránea	1960
<b>Otros</b>		
1	Ingeniería	9260,5
<b>Total</b>		194461,9

#### 4.7.2. Financiación

Un ejemplo conciso son los créditos del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) que es una organización encargada de la gestión y aplicación de los recursos presupuestarios del Tesoro Nacional, con la finalidad de financiar proyectos dirigidos al mejoramiento de la productividad del sector privado a través de la innovación tecnológica.

El desarrollo de un país, el verdadero salto de calidad, comienza cuando las empresas que lo conforman deciden encarar procesos de innovación y modernización tecnológica en sus producciones. Con esta convicción, diseñamos conjuntamente con el FONTAR, un crédito para aquellos que miran hacia el futuro.

**Instalación de red de gas natural industrial en alta presión**

<b>Beneficiarios</b>	Empresas productoras de bienes y/o prestación de servicios legalmente establecidas en el país que hayan facturado en el último ejercicio hasta \$300.000.000 corroborado en las EECC para el último ejercicio fiscal, aprobadas tanto por el BICE como por el FONTAR.
<b>Destino</b>	Proyectos de inversión que impliquen innovación o modernización tecnológica.
<b>Monto a financiar</b>	Hasta el 80% de las inversiones elegibles excluido el IVA
<b>Mínimo A Financiar</b>	\$ 1.000.000.
<b>Máximo A Financiar</b>	El equivalente en pesos a US\$1.000.000 (tipo de cambio vendedor del BNA del día anterior), excluido el IVA.
<b>Plazo Máximo del Crédito</b>	108 (meses).
<b>Período de gracia</b>	2 años de gracia como máximo.
<b>Sistema de Amortización</b>	Francés o Alemán.
<b>Frecuencia de Amortización</b>	Mensual o trimestral a criterio del BICE.
<b>Tasa de interés</b>	<p>Será combinada determinada en función de las ventas anuales y aplicándose para su cálculo el promedio ponderado, de acuerdo a los porcentajes aportados por el FONTAR y el BICE al financiamiento, según lo siguiente:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Para los recursos aportados por el FONTAR (70% del financiamiento), se aplicará una tasa de interés fija del uno por ciento nominal anual (1% TNA).</li> <li>2. Para los recursos aportados por el BICE (30% del financiamiento), se aplicará la tasa de interés `combinada`, la que será determinada por el BICE de acuerdo a los siguientes parámetros: El componente fijo de la tasa será de 12,00% (TNA). El componente variable será determinado sobre la base de la tasa "Badlar Bancos Privados" -más un margen de 150 puntos básicos.</li> <li>3) Ventas totales anuales hasta \$100 millones: 70% tasa fija (es decir, 8,40%) y 30% tasa variable.</li> <li>2) Ventas totales anuales mayor a \$100 y menor o igual a \$200 millones: 50% tasa fija (es decir, 6,00%) y 50% tasa variable.</li> <li>3) Ventas totales anuales mayor a \$200 y menor o igual a \$300: 30% tasa fija (es decir, 3,60%) y 70% tasa variable.</li> </ol>
<b>Moneda del Préstamo</b>	Pesos.
<b>CFT *</b>	5,47%
<b>Garantía</b>	A satisfacción del BICE.

Utilizamos el sistema de amortización Francés y realizamos el análisis para un préstamo de \$1.700.000 a un plazo de 3 años y a una tasa anual del 8,4%.

**Instalación de red de gas natural industrial en alta presión**

Para calcular la cuota nominal mensual, utilizamos la siguiente formula:

$$CM = P \cdot \frac{i \cdot (1+i)^n}{(1+i)^n - 1}$$

Para la calcular la cuota nominal anual, hacemos el siguiente cálculo:

$$CA = 12 \cdot CM$$

Por lo tanto los valores calculados se muestran en la siguiente tabla:

Préstamo	\$1.700.000
Tasa nominal anual	8,4%
Tasa nominal mensual	0,7%
Plazo de crédito (meses)	36
Cuota nominal mensual	\$53.586,07
Cuota nominal anual	\$643.032,84

#### 4.7.3. Flujo de caja anual

Durante el primer año los beneficios resultan disminuidos a causa del período de aprobación y construcción de la instalación. Es por eso que para el cálculo de los indicadores se considera que en el primer año de la inversión los beneficios se verán reducidos a un 15%.

Año	0	1	2	3	4	5
Inversión	\$ -1.700.000,00					
Ahorro con GN		\$ 316.517,76	\$ 2.110.118,40	\$ 2.110.118,40	\$ 2.110.118,40	\$ 2.110.118,40
Crédito		\$ -643.032,84	\$ -643.032,84	\$ -643.032,84	\$ -	\$ -
Total	\$ -1.700.000,00	\$ -326.515,08	\$ 1.467.085,56	\$ 1.467.085,56	\$ 2.110.118,40	\$ 2.110.118,40

#### 4.7.4. Cálculo de los indicadores

El factor de descuento se calcula con la siguiente formula:

$$F = \frac{1}{(1+i)^n}$$

Donde:

$i$  : Tasa de descuento ( $i = 0,1$ )

$n$  : Periodo ( $n = años$ )

**Instalación de red de gas natural industrial en alta presión**

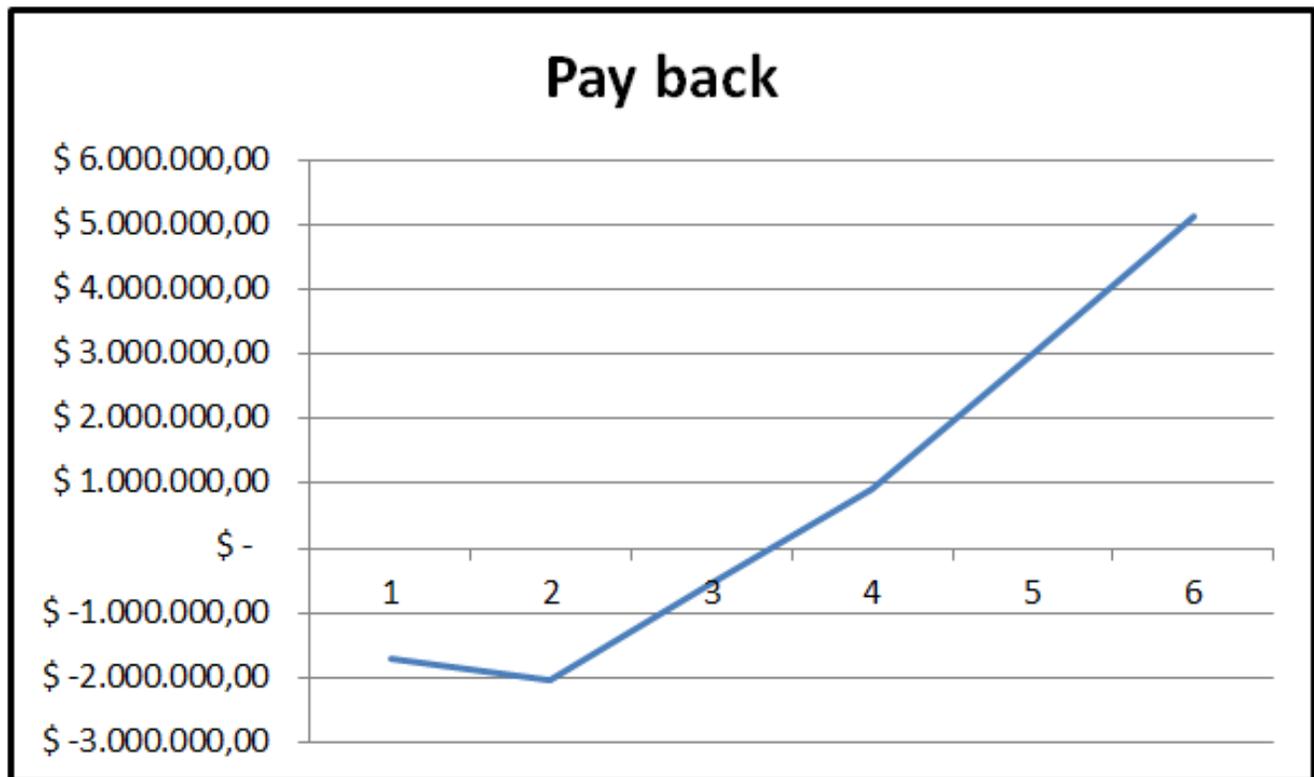
Con el flujo de caja y el factor de descuento obtenemos la siguiente tabla:

Año	0 (Hoy)	1 (2016)	2 (2017)	3 (2018)	4 (2019)	5 (2020)
Flujo de caja	\$ -1.700.000,00	\$ -326.515,08	\$ 1.467.085,56	\$ 1.467.085,56	\$ 2.110.118,40	\$ 2.110.118,40
Factor de descuento	1,00	0,9090	0,8264	0,7513	0,6830	0,6209
Valor presente	\$ -1.700.000,00	\$ -296.802,21	\$ 1.212.399,51	\$ 1.102.221,38	\$ 1.441.210,87	\$ 1.310.172,51
Pay back	\$ -1.700.000,00	\$ -2.026.515,08	\$ -559.429,52	\$ 907.656,04	\$ 3.017.774,44	\$ 5.127.892,84
Pay back (con actualización)	\$ -1.700.000,00	\$ -1.996.802,21	\$ -784.402,70	\$ 317.818,68	\$ 1.759.029,55	\$ 3.069.202,06

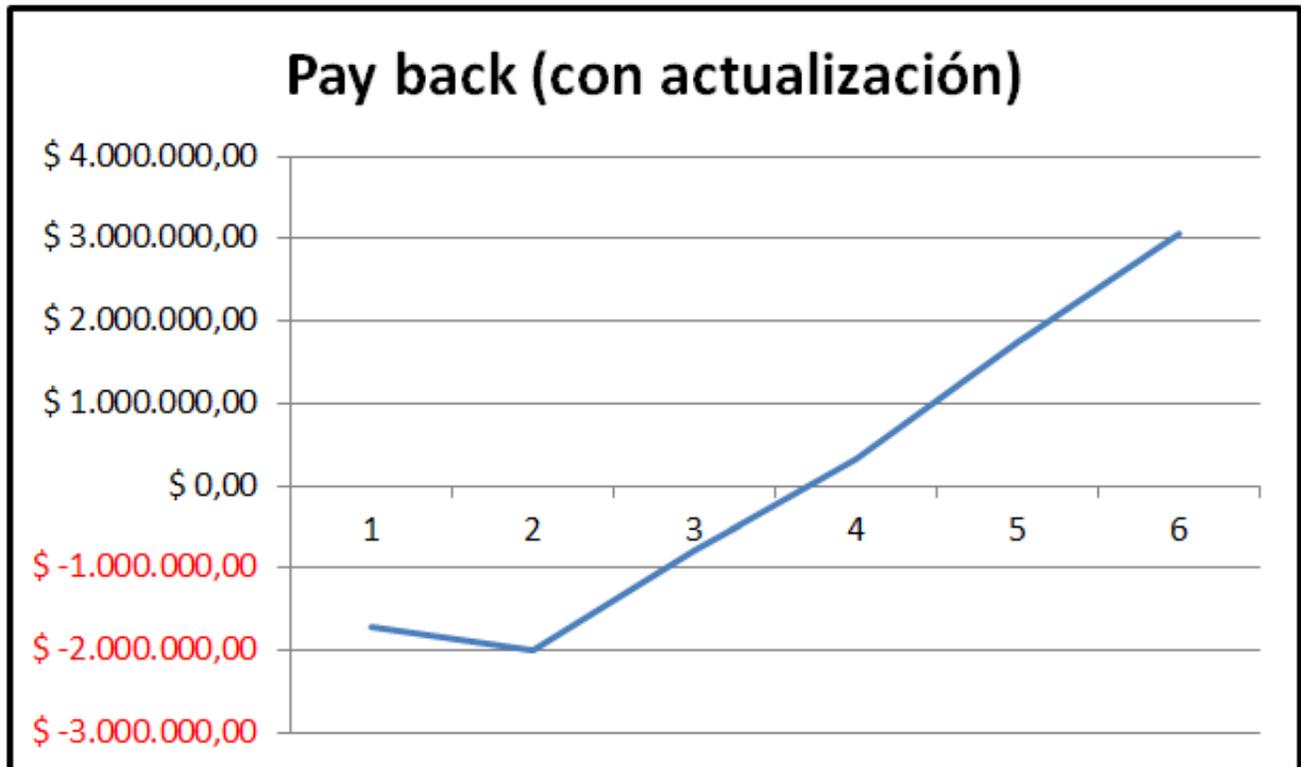
Con estos valores obtenemos los indicadores. Éstos se pueden observar en la siguiente tabla:

Tasa de descuento	10%
VAN	\$ 3.069.202,06
Porcentaje VAN/Inversión	180,50%
TIR	46,45%
Pay back	28 meses
Pay back (con actualización)	32 meses

El Pay back se puede apreciar en la siguiente gráfica:



El Pay back (con actualización) se puede apreciar en la siguiente gráfica:



Como conclusión se puede decir que la inversión es conveniente ya que los indicadores así lo demuestran.

## 5. Anexo I – Equipos, accesorios, catálogos

### 5.1. Cañería de acero “Siderca - Siat”

Caño comercial para alta presión, fabricados con acero al carbono de alta calidad.

Caños de acero con y sin costura ASTM A-53 grado B.

Diametro Nominal			Schedule	Espesor de pared		Peso Nominal	Presion de Prueba	
Interior	Exterior			pulg.	mm		Kg/m	lb/pulg <sup>2</sup>
pulg.	pulg.	mm						
3/8"	0.675	17.1	40	0.091	2.31	0.84	700	49.2
			80	0.126	3.20	1.10	850	60.0
1/2"	0.840	21.3	40	0.109	2.77	1.27	700	49.2
			80	0.147	3.73	1.62	850	60.0
3/4"	1.050	26.7	40	0.113	2.87	1.69	700	49.2
			80	0.154	3.91	2.20	850	60.0
1"	1.315	33.4	40	0.133	3.38	2.50	700	49.2
			80	0.179	4.55	3.24	850	60.0
1 1/4"	1.660	42.2	40	0.140	3.56	3.39	1300	91.0
			80	0.191	4.85	4.47	1900	133.0
1 1/2"	1.900	48.3	40	0.145	3.68	4.05	1300	91.0
			80	0.200	5.08	5.41	1900	133.0
2"	2.375	60.3	40	0.154	3.91	5.44	2500	175.0
			80	0.218	5.54	7.48	2500	175.0
2 1/2"	2.875	73.0	40	0.203	5.16	8.63	2500	175.0
			80	0.276	7.01	11.41	2500	175.0
3"	3.500	88.9	40	0.216	5.49	11.29	2500	175.0
			80	0.300	7.62	15.27	2500	175.0
3 1/2"	4.000	101.6	40	0.226	5.74	13.57	2370	166.0
			80	0.318	8.08	18.63	2800	196.0
4"	4.500	114.3	40	0.237	6.02	16.07	2210	155.0
			80	0.337	8.56	22.32	2800	196.0

## 5.2. Cañería de plástico “ALDYL”

Selección de tuberías de plástico, a partir de resinas de polietileno de primera calidad y bajo un sistema de aseguramiento de calidad según ISO 9001.

Las mismas son aptas para distribución y conducción de gas natural, gas manufacturado, GLP, gas gathering en campos de petróleo, etc., a las presiones máximas reglamentadas en cada país.



### Materia Prima

Las tuberías ALDYL PE80 se fabrican a partir de compuestos especiales de polietileno de color amarillo, certificados nacional y/o internacionalmente. Dichos compuestos cumplen con los requisitos indicados en NAG 129 (1990), así como con la performance solicitada en ISO 4437 y EN 1555.

Según ASTM su clasificación es PE2406, grado P24, Tipo II, Clase B, Categoría 5.

Las tuberías ALDYL PE100 se fabrican a partir de compuestos de color anaranjado certificados internacionalmente como MRS10, cumpliendo con los requisitos indicados en ISO 4437 y EN 1555.

Valores típicos para tuberías PE80		
Densidad	ISO 1183	0.941 g/cm <sup>3</sup>
Melt Flow Rate (5 kg)	ISO 1133	0.85 g/10 min.
Estabilidad térmica (OIT)	ISO 10837	> 20 min @200°C
Elongación máxima	ISO 6259	> 350%
Resistencia SCG a 80°C	ISO 13479	> 165 h, 8 bar
Dilatación térmica	ASTM D696	0.00015 x °C

Para propiedades físicas de tuberías PE100 consultar al Area Técnica

### Características dimensionales y de empaque

Diámetro (mm)	SDR	Espesor mínimo (mm)		Forma de provisión std.	Carga estimada por camión playo de 12m	Diám. Exterior Bobina (m)	
20 *	11	2.3 - 3.0		Rollos de 150m	200 rollos	1.10	
25 *	11	2.3 - 3.0		Rollos de 150m	200 rollos	1.10	
32	11	3.0		Rollos de 150m	96 rollos	1.20	
40	11	3.7		Rollos de 150m	72 rollos	1.60	
50	11	4.6		Rollos de 150m	66 rollos	1.82	
63	11	5.8		Rollos de 150m	42 rollos	1.82	
75	11	6.8		Rollos de 150m	25 rollos	2.50	
90	11	8.2		Rollos de 100m / Tramos de 12m	25 rollos / 477 tramos	2.60	
110	11	10.0		Rollos de 100m / Tramos de 12m	16 rollos / 297 tramos	2.95	
125	11	11.4		Rollos de 70m / Tramos de 12m	16 rollos / 252 tramos	3.30	
160	11	14.6		Tramos de 12m	168 tramos empaq.	-----	
180	11	17	16.4	10.3	Tramos de 12m	132 tramos empaq.	-----
200	11	17	18.2	11.4	Tramos de 12m	96 tramos empaq.	-----
250	11	17	22.7	14.2	Tramos de 12m	72 tramos empaq.	-----
315	11	17	28.6	17.9	Tramos de 12m	48 tramos empaq.	-----

\* Espesor mínimo según normativa de cada país

Diámetros preferidos en Argentina

### 5.3. Válvulas esféricas bridadas “Esferomatic”

Estas válvulas ofrecen un cierre hermético confiable en servicios con una amplia gama de líquidos, gases y vapores, incluyendo sólidos en suspensión.

Las válvulas de paso normal tienen un diseño de paso directo y suave, ya que tienen esferas de paso recto, lo que reduce la turbulencia y proporciona una máxima capacidad de flujo y una menor pérdida de carga.

Las de paso total, en posición abierta no presentan obstáculo alguno para el paso del fluido y son esencialmente un tramo más de la cañería.

#### Series y diámetros disponibles

Diámetro Nominal		Series								Pérdida de carga (mt. cañería)	CV			
		150		300		600		900			1500		PN	PT
Pulg.	m.m.	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT	PN	PT	PT		
1/2"	13												30	
3/4"	20												50	
1"	25												100	
1 1/2"	40												94	260
2"	50		▼		▼						1		120	480
2 1/2"	65		▼		▼						2.5		230	750
3"	80		▼		▼						2.5		400	1300
4"	100	▼	▼	▼	▼						3		775	2300
6"	150	▼	▼	▼	▼						2.5		1000	5400
8"	200	▼	▼	▼							12.5		2000	10000
10"	250	▼	▼								14		3150	17000
12"	300	▼	▼								17.5		5200	23000
											7.5			

PN: Paso normal - PT: Paso total

#### Características técnicas

Diseño	Cuerpo	Esfera	Asientos	Normas de Construcción
1	Unitario	Flotante	Blandos macizos	
2	Partido	Flotante	Blandos macizos	
3	Unitario	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
4	Partido	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
5	Partido	Guiada	Metálicos bipartidos con insertos blandos	

**Diseño:** BS 5351, API 6D, ASME B 16.34, NACE MR 0175.

**Extremos:** ANSI B 16.5, MSS SP6.

**Largo:** ANSI B 16.10

**Ensayo Antifuego:** API 607

▼ Estos modelos también se fabrican con esfera guiada (a pedido)

Nuestras válvulas cuentan con las siguientes características

### Standard

- Diseño antifuego - válvulas a prueba de incendio (según API 607).
- Dispositivo de continuidad eléctrica (antiestático).
- Vástago inextinguible.
- Diseño de doble bloqueo y drenaje en válvulas de esfera guiada.

### A Pedido

- Engrasadores y venteo (válvulas guiadas).

### Diseños

#### Diseño 1



Cuerpo unitario  
Esfera flotante

El cuerpo de una sola pieza implica una reducción al mínimo de posibilidad de fuga de fluido a través del mismo y otorga máxima seguridad.

Este diseño también brinda una elevada resistencia estructural, asegurando la rigidez de la cañería y tiene una alta capacidad de soportar choques térmicos o mecánicos.

La esfera flotante combinada con los asientos de doble contacto, aseguran una gran eficiencia de bloqueo.

#### Diseño 2



Cuerpo partido  
Esfera flotante

Cuando por razones constructivas no se puede usar el modelo anterior, el cuerpo pasa a ser de dos piezas. El diseño de Esferomatic asegura que la unión entre ambas partes del cuerpo cumple con la norma ASME B 16.34, lo que las hace aptas para usar en final de línea.

La unión del cuerpo asegura una total hermeticidad ya que dispone de una junta de grafito, más un O'Ring, independientemente de la serie y diámetro de la válvula.

#### Diseño 3



Cuerpo unitario  
Esfera guiada  
Asientos metálicos simples

A las ventajas ya descritas del cuerpo unitario, se le suma el diseño de esfera con doble guía, que permite aliviar la presión sobre los asientos, obteniéndose una mayor vida útil de los mismos.

El guiado se produce íntegramente en el interior del cuerpo, lo que evita la posibilidad de pérdidas adicionales, o la expulsión del elemento de guiado. Este sistema de asientos permite el doble bloqueo de la línea, y el drenaje del interior de la válvula, lo que facilita el reempaqueado bajo presión.

**Instalación de red de gas natural industrial en alta presión**

**Diseño 4**



Cuerpo partidos  
Esfera guiada  
Asientos metálicos simples

Este diseño de cuerpo partido se usa cuando por razones constructivas no es posible el uso del cuerpo unitario. Tiene las mismas ventajas del diseño de esfera guiada antes mencionado.

La unión entre ambas partes del cuerpo tienen las mismas características resistivas que la unión bridada a la cañería, lo que las hace aptas para usar en final de línea.

**Diseño 5**



Cuerpo partido  
Esfera guiada  
Asientos metálicos dobles

Las válvulas de mayor presión y / o gran diámetro, presentan asientos metálicos bipartidos, que por sus características constructivas alivian la presión sobre los insertos blandos de los mismos, ante las máximas exigencias, presentando además un menor torque que las válvulas guiadas de diseño convencional.

**Asientos modelos y características**

En la siguiente tabla se presentan las alternativas de asientos disponibles (la de la izquierda de la tabla es la standard, y la de la derecha, si la hubiere, es a pedido).

Los asientos deben ser seleccionados según cada caso particular, verificando el rendimiento más adecuado, según el gráfico presión/temperatura de la página siguiente.

Diámetro Nominal	Serie 150		Serie 300		Serie 600		Serie 900	Serie 1500
	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT
1/2"		TG TK		TG TK		TG TK		
3/4"		TG TK		TG TK		TG TK		
1"		TG TK		TG TK		TG TK	TG TK	
1 1/2"	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	MV	MV	
2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	MV
2 1/2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV		MV		
3"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	MV
4"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	BV
6"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	BV
8"	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	MV	BV	
10"	TG MV	TG MV	MV	BV	MV	BV		
12"	TG MV	TG MV	BV	BV	BV	BV		

Para efectuar dicha verificación, se deberán ubicar las coordenadas de presión y temperatura de trabajo en el gráfico, y confirmar que este punto se encuentre por debajo de la curva de uso de los asientos disponibles, correspondientes a cada dimensión de válvula.

Observar que con altas temperaturas, los asientos de la válvula soportan presiones menores que a temperatura normal, y que en algunos casos dichas presiones, están por debajo de la curva de resistencia del cuerpo, según la serie correspondiente.

### **Asientos de válvulas de esfera flotante**

- **Modelo TG:** Asientos macizos de PTFE reforzados con carga de grafito, lo que los hace más resistentes a la temperatura, y le otorga menor torque a la válvula, cuando se la utiliza en servicio con gases secos.
- **Modelo TK:** Diseño idéntico al anterior, pero en PTFE con carga de coque y grafito apto para alta temperatura.

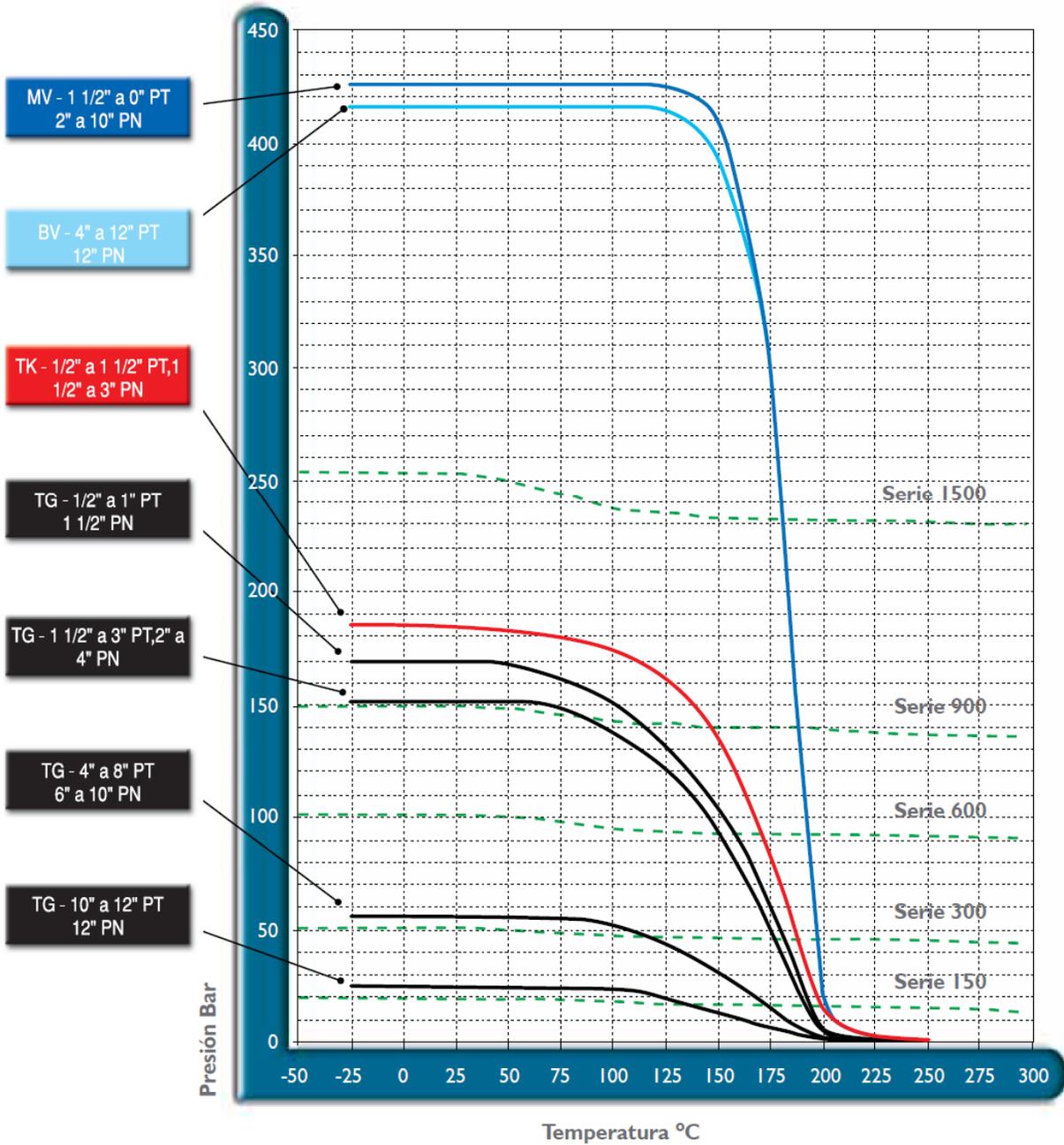
Asientos de válvulas de esfera guiada:

En estos casos los asientos son metálicos, con insertos de termoplástico de alta densidad, denominado compuesto "V". Se fabrican en dos modelos, según la presión y el diámetro de la válvula, y ambos son autoajustables, en la medida que lo requiera su desgaste natural por el uso.

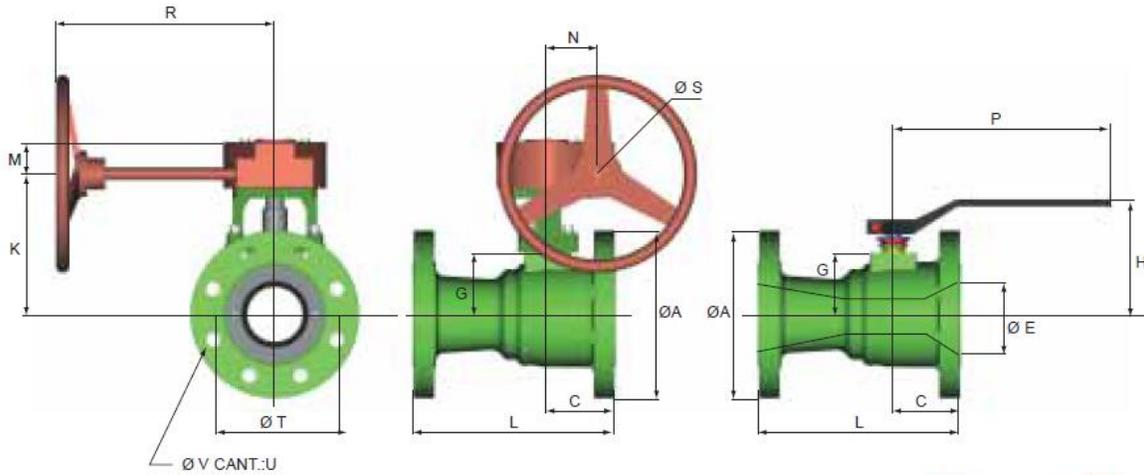
- **Modelo MV:** Presenta un resorte a platillo que le otorga capacidad de cierre a bajas presiones, mientras que con altas presiones, el asiento produce el cierre contra la esfera, debido a la fuerza hidráulica generada por el propio fluido circulante por la válvula.
- **Modelo BV:** Consta de dos partes metálicas, una similar a la descrita para el modelo MV, y otra adicional, que contiene los resortes a platillo, los cuales sólo actúan cuando la válvula trabaja con baja presión, y se desacoplan al presentarse servicios con alta presión, otorgando así un menor torque de accionamiento de la válvula, ante las máximas exigencias de trabajo.

Los materiales de los asientos descritos anteriormente para ambos tipos de válvulas (guiadas o flotantes) son los standard de Esferomatic, debido a que según nuestra experiencia, se adaptan a la mayoría de los servicios industriales, tanto para bajas o altas presiones, y/o temperaturas, o para fluidos líquidos o gaseosos. Sin embargo, y bajo pedido, podemos proveer otros materiales alternativos.

Instalación de red de gas natural industrial en alta presión



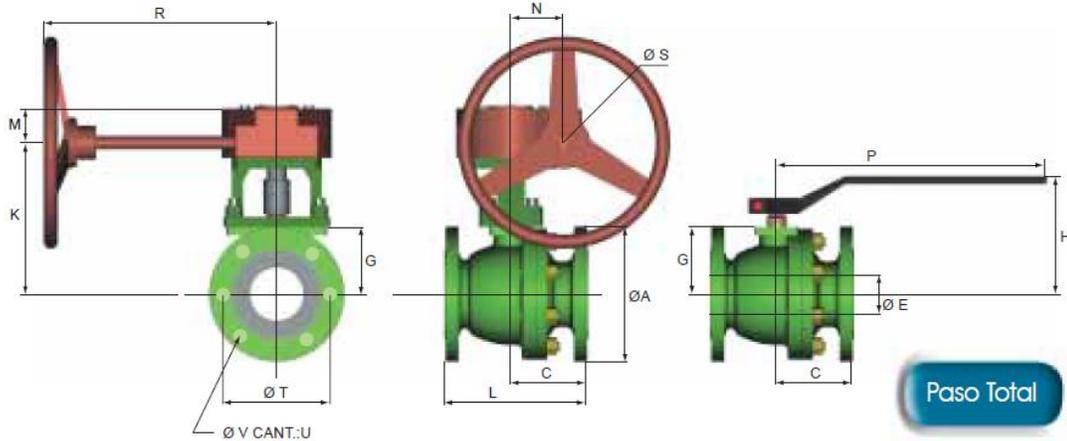
Dimensiones de válvulas bridadas



Paso Normal

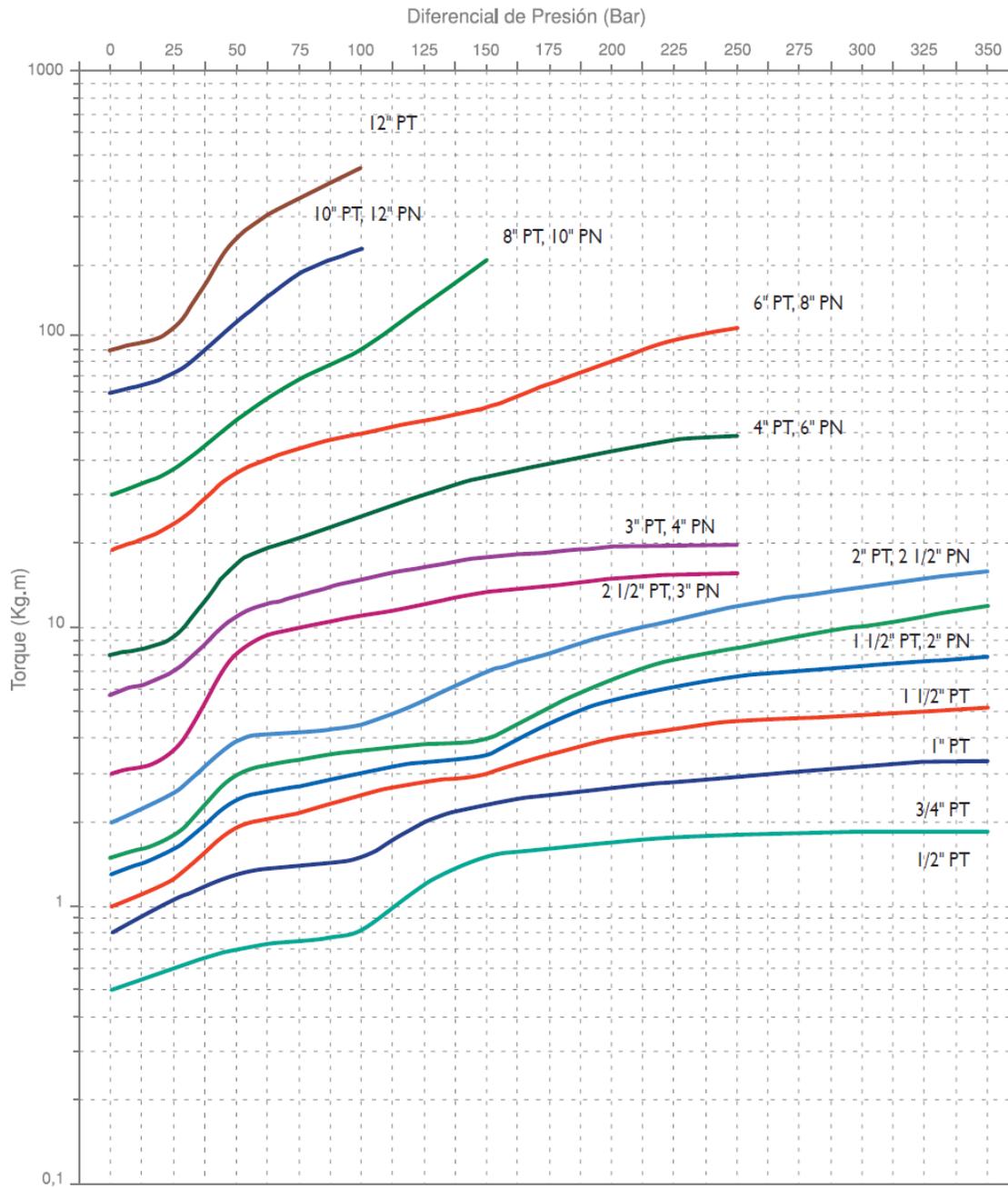
Dim.	Serie	Esfera	A	C		E	G	H	L		P	K	M	N	R	S	T	U	V	SM	Peso (kg)		
				RF	RJ				RF	RJ											s/oper	c/oper	
1 1/2"	150	flotante	127.0						165.0	178.0							98.5	15.0			5.7		
	300	flotante		66.0	72.5	38.0	45.0	107	190.5	204.0	206							4			8.7		
	600	flotante	156.0		78.0			131	241.5	241.5	306						114.5	22.0			11.2		
2"	150	flotante	152.0						178.0	191.0							120.5	4			7.7		
	300	flotante		70.0	76.5	51.0	49.0	111	216.0	232.0	206										10.5		
	600	guiada	165.0	100.0	101.5		63.5	136	292.0	295.0	306						127.0	8	19.0		14.7		
2 1/2"	150	flotante	178.0						190.5	204.0							139.5	4	19.0		12.1		
	300	flotante	191.0	75.0	83.0	65.0	61.0	123	241.3	257.0	206						149.0	8	22.0		17.0		
3"	150	flotante	191.0	70.0	76.5		83.0	170	203.0	216.0	306						152.5	4	19.0		17.1		
	300	flotante		82.5	90.5	76.0	77.0	152	283.0	299.0	392										22.5		
	600	guiada	210.0	120.5	122.0		134.6	202	356.0	359.0	492	241.6	41.8	65.1	327	304	168.0	8	22.0	39	30.0	43.9	
4"	150	flotante		75.0	81.5	98.0	95.0	158	229.0	242.0	306						190.5		19.0		27.8		
		guiada	229.0	100.0	106.5		99.0	209			492										32.0		
	300	flotante		101.5	110.0	102.0	94.0	158	305.0	321.0	392						200.0		22.0		41.2		
		guiada	254.0	100.0	108.0		209				492											47.5	
600	guiada	273.0	113.0	114.5	101.5	99.0	209	432.0	435.0	492	243.0	41.8	65.1	327	304	216.0		25.0	39	52.0	65.9		
6"	150	flotante		105.0	112.0	150.0	116.0	190	267.0	280.0	492						241.4		8		53.0	66.9	
		guiada	279.0	127.0	134.0		125.0	277													61.0		
	300	flotante		105.0	112.0		128.0	272	403.5	420.0	851	264.5	51.2	79.4	327	304	270.0		22.0	40	75.0	94.0	
		guiada	318.0	156.0	163.0		125.0	277				302.0	51.2	79.4	327	304	292.0		12	40	76.0	95.0	
600	guiada	356.0	157.5	151.3	151.3	124.8	277	559.0	562.0		302.0	51.2	79.4	327	304	292.0		28.5	40	108.0	127.0		
8"	150	flotante		130.0	137.0	198.0	165.0	298	292.0	305.0	851	301.5					298.0		8		81.0	100.0	
		guiada	343.0	146.0	153.0	203.0	171.7	318			1005	320.0					298.4		22.0	40	93.1		
	300	flotante		130.0	138.0	198.0	165.0	298	419.0	435.0	851	301.5	51.2	79.4	327	304	330.2		12	25.0	110.0		
	guiada	381.0	170.0	178.0	200.0	171.7	318			1005	320.0										126.5	145.5	
600	guiada	419.0	170.0	171.5		172.0		---	660.4	663.4		320.0	74.6	117.5	286	349.2		32.0	41	190.0	230.0		
10"	150	flotante		155.0	162.0	248.0	202.0	---	---	---	---	308.5	51.2	79.4	327	304	362.0		12	25.0	40	114.0	133.0
		guiada	406.5	165.0	172.0	254.0	---	---	---	---	---	344.0	51.2	79.4	327	304					131.0	150.0	
	300	guiada	444.5	178.0	186.0	196.0	---	---	457.0	473.0	---	364.6	74.6	117.5	286	304	387.3		16	28.5	41	172.0	212.0
600	guiada	510.0	179.5	179.5	248.0	---	---	787.6	790.6	---	352.6	65.0	126.0	250	800	431.8		35.0	50	310.0	349.0		
12"	150	flotante		298.0	306.0	250.0	---	---	---	---	---	377.0	74.6	117.5	286	800	432.0		12	25.0	42	300.0	342.0
		guiada	483.0	305.0	312.0	306.0	---	---	---	---	---	420.5	74.6	117.5	286	800	431.8				42	329.0	371.0
	300	guiada	521.0	324.0	333.0	305.0	---	---	---	---	---	420.5	74.6	117.5	286	800	450.8		16	32.0	42	360.0	402.0
	600	guiada	560.0	417.5	419.0	274.5	---	---	---	---	---	434.0	65.0	126.0	250	800	488.9		20	35.0	50	610.0	649.0

Instalación de red de gas natural industrial en alta presión



Diam.	Serie	Esfera	A	C		E	G	H	L		P	K	M	N	R	S	T	U	V	SM	Peso (kg)																						
				RF	RJ				RF	RJ											s/oper	c/oper																					
1/2"	150	flotante	89.0	49.5	55.0	12.5	21.5	61.0	108.0	119.0	150.0	---	---	---	---	---	60.4	4	15.0	---	1.7	---																					
	300	flotante	95.0	57.4	56.7				140.0	151.0											---	---	---	---	66.7	16.0	2.4	---															
	600	flotante	95.0	57.4	56.7				165.4	163.6											---	---	---	---	---	---	---	2.5	---														
3/4"	150	flotante	98.5	58.0	64.5	20.0	28.0	69.0	117.4	130.0	150.0	---	---	---	---	---	70.0	4	19.0	---	2.5	---																					
	300	flotante	117.5	67.0	67.0				152.0	165.0											---	---	---	---	---	---	---	3.7	---														
	600	flotante	117.5	67.0	67.0				190.4	190.4											---	---	---	---	---	---	---	4.3	---														
1"	150	flotante	108.0	55.0	61.5	25.0	36.5	67.5	127.0	140.0	150.0	---	---	---	---	---	79.2	4	19.0	---	3.1	---																					
	300	flotante	124.0	61.0	65.8				165.0	175.0											---	---	---	---	---	---	---	4.5	---														
	600	flotante	124.0	67.4	67.4				216.0	190.0											---	---	---	---	---	---	---	5.2	---														
	900	flotante	149.5	90.0	90.0				206.0	206.0											---	---	---	---	---	---	---	10.6	---														
1 1/2"	150	flotante	127.0	94.0	101.0	38.0	49.0	111.0	165.0	178.0	206.0	---	---	---	---	---	98.5	4	15.0	39	8.0	---																					
	300	flotante	156.0	110.0	117.0				190.5	204.0											---	---	---	---	---	---	---	10.8	---														
	600	guiada	156.0	135.8	135.8				241.6	241.6											306.0	---	---	---	---	---	---	15.6	---														
2"	150	flotante	152.0	103.0	110.0	50.0	61.0	123.0	178.0	191.0	206.0	168.0	---	---	---	---	120.5	4	19.0	39	11.0	24.9																					
	300	flotante	152.0	105.0	112.0				190.5	204.0											---	---	---	---	---	---	---	11.6	25.5														
	600	flotante	152.0	141.0	150.5				216.0	235.0											206.0	168.0	---	---	---	---	---	12.0	25.9														
	900	guiada	152.0	143.0	152.5				292.0	295.0											306.0	202.0	208.0	41.8	65.1	327.0	304.0	127.0	8	15.3	29.2												
	1500	guiada	152.0	139.5	141.0				75.5	156.0											292.0	295.0	306.0	208.0	---	---	---	---	---	21.0	34.9												
	1500	guiada	216.0	207.5	209.0				95.0	189.0											368.3	371.3	492.0	239.0	---	---	---	---	---	165.0	25.0	48.0	61.9										
2 1/2"	150	flotante	178.0	110.5	117.0	60.0	77.0	152.0	190.5	204.0	392.0	184.0	---	---	---	---	139.5	4	19.0	39	17.1	31.0																					
	300	flotante	178.0	117.5	124.0				60.0	83.0											170.0	241.0	257.0	492.0	190.0	306.0	214.0	---	---	---	---	---	---	19.6	33.5								
	600	guiada	190.5	146.0	153.0				64.0	82.0											161.0	330.0	333.0	492.0	230.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	22.0	35.9							
3"	150	flotante	191.0	109.0	116.0	75.0	95.0	158.0	203.0	216.0	306.0	176.0	---	---	---	---	152.5	4	19.0	39	23.0	36.9																					
	300	flotante	191.0	119.0	126.0				75.0	99.0											209.0	283.0	298.0	392.0	159.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	26.5	40.4						
	600	guiada	210.0	161.0	168.0				76.0	89.0											152.0	283.0	298.0	392.0	159.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	29.0	42.9					
	900	guiada	210.0	201.5	203.0				99.0	209.0											---	355.5	358.5	492.0	246.0	41.8	65.1	327.0	304.0	168.0	8	22.0	31.0	44.9									
	1500	guiada	241.5	190.5	192.0				120.0	237.0											---	381.0	384.0	851.0	267.0	51.2	79.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	38.0	51.9					
4"	150	flotante	229.0	130.0	137.0	101.0	116.0	190.0	229.0	242.0	492.0	223.0	257.0	41.8	65.1	327.0	190.5	4	19.0	39	40.0	53.9																					
	300	flotante	229.0	116.0	190.0				119.0	271.0											305.0	321.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	46.0	59.9					
	600	guiada	254.0	197.0	204.0				119.0	271.0											---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	61.0	80.0				
	900	guiada	273.0	247.0	248.4				125.0	277.0											---	432.0	435.0	851.0	268.0	51.2	79.4	327.0	304.0	200.0	8	22.0	40	48.0	67.0								
	1500	guiada	292.0	228.7	230.2				98.0	140.0											306.0	546.0	549.0	1006	287.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	90.0	109.0				
6"	150	flotante	279.0	197.0	204.0	148.0	165.0	298.0	394.0	406.0	851.0	301.5	320.0	51.2	79.4	327.0	304.0	241.5	8	22.0	40	85.0	104.0																				
	300	flotante	279.0	227.0	234.0				151.0	171.7												318.0	403.0	419.0	851.0	301.5	320.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	84.0	103.0			
	600	guiada	318.0	201.0	208.0				148.0	165.0												298.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	118.0	137.0		
	900	guiada	356.0	309.0	310.5				148.0	172.0												---	559.0	562.1	1006	320.0	340.0	74.6	117.5	286.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	112.0	131.0		
	1500	guiada	380.0	304.7	306.2				152.0	171.0												---	609.7	612.7	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	166.0	205.0	
8"	150	flotante	343.0	228.0	235.0	198.0	---	---	---	---	1300	319.0	---	51.2	79.4	327.0	304.0	298.5	8	22.0	40	152.0	171.0																				
	300	flotante	343.0	231.0	238.0				---	---												---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	144.0	163.0	
	600	guiada	381.0	257.0	264.0				200.0	212.0												---	502.0	517.0	1006	361.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	131.0	170.0	
	900	guiada	419.0	330.5	332.0				---	---												---	661.0	664.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	278.0	310.0
10"	150	flotante	406.5	268.0	275.0	248.0	250.0	---	---	---	---	---	---	74.6	117.5	286.0	800.0	362.0	12	25.0	42	211.0	253.0																				
	300	flotante	406.5	266.5	273.5				254.0	251.0												---	568.0	584.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	242.6	284.6	
	600	guiada	444.5	284.0	292.0				274.0	---												---	---	786.8	790.6	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	295.0	337.0
12"	150	flotante	483.0	305.0	312.0	298.0	290.0	---	---	---	---	---	---	65.0	126.0	250.0	800.0	362.0	12	25.0	50	376.0	408.0																				
	300	flotante	483.0	305.0	312.0				305.0	326.0												---	648.0	664.0	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	375.0	407.0
	600	guiada	521.0	324.0	331.0				342.5	---												---	---	838.4	841.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	476.0
600	guiada	560.0	418.9	420.4	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	710.0	803.0													

## Curvas de torque de accionamiento



### Código para solicitar válvulas esféricas bridadas

Para solicitar una válvula Esferomatic es necesario previamente determinar los materiales del cuerpo, de la esfera y de los asientos de acuerdo a las instrucciones de este folleto.

El código siguiente contempla las principales características antes definidas, cualquier otro requisito adicional debe ser indicado expresamente.

Bridada Antifuego  
**A B F - 600 - PT I G - D: 3" RJ**

Material del cuerpo	Serie	Pasaje	Esfera	Asientos o insertos	Diámetro	Tipo de brida
A: Acero al carbono	150	*: Normal	*: ASTM 351 cf8	G: PTFE con grafito	1/2" 3"	*: RF RJ: Ring joint
	300			K: PTFE con coke y grafito	3/4" 4"	
	600			V: Metálicos con inserto de compuesto V	1" 6"	
I: Acero inoxidable	900	PT: Total	I: ASTM A 351 cf8m	V: Metálicos con inserto de compuesto V	1 1/2" 8"	FF: Flat face
	1500				2" 10"	
					2 1/2" 12"	

### 5.3.1. Válvulas esféricas S600 PT

Se seleccionan las siguientes válvulas:

- Válvula de bloqueo tipo esférica **V-102** (Pedido especial)
- Válvula de cierre tipo esférica **V-103**
- Válvula esférica con actuador neumático **V-205**
- Válvula de cierre tipo esférica **V-212**

Las consideraciones a tener en cuenta para la selección es que deben ser esféricas, de paso total, esfera guiada, doble bloqueo, diámetro igual a la cañería de derivación, presión y temperatura de trabajo. Para las condiciones de presión y temperatura de trabajo adoptaremos una serie 600.

#### Series y diámetros disponibles

Diámetro Nominal		Series								Pérdida de carga (mt. cañería)	CV	
		150		300		600		900			1500	
Pulg.	m.m.	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT	PN	PN	PT
1/2"	13											30
3/4"	20											50
1"	25											100
1 1/2"	40									1	94	260
2"	50		▼		▼					2.5	120	480
2 1/2"	65		▼		▼					2.5	230	750
3"	80		▼		▼					3	400	1300
4"	100	▼	▼	▼	▼					2.5	775	2300
6"	150	▼	▼	▼	▼					12.5	1000	5400
8"	200	▼	▼	▼						14	2000	10000
10"	250	▼	▼							17.5	3150	17000
12"	300	▼	▼							7.5	5200	23000

PN: Paso normal - PT: Paso total

Características técnicas

Diseño	Cuerpo	Esfera	Asientos	<b>Normas de Construcción</b>  <b>Diseño:</b> BS 5351, API 6D, ASME B 16.34, NACE MR 0175. <b>Extremos:</b> ANSI B 16.5, MSS SP6. <b>Largo:</b> ANSI B 16.10 <b>Ensayo Antifuego:</b> API 607 ▼ Estos modelos también se fabrican con esfera guiada (a pedido)
1	Unitario	Flotante	Blandos macizos	
2	Partido	Flotante	Blandos macizos	
3	Unitario	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
4	Partido	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
5	Partido	Guiada	Metálicos bipartidos con insertos blandos	

Diseño 4



Cuerpo partidos  
Esfera guiada  
Asientos metálicos simples

Este diseño de cuerpo partido se usa cuando por razones constructivas no es posible el uso del cuerpo unitario. Tiene las mismas ventajas del diseño de esfera guiada antes mencionado.

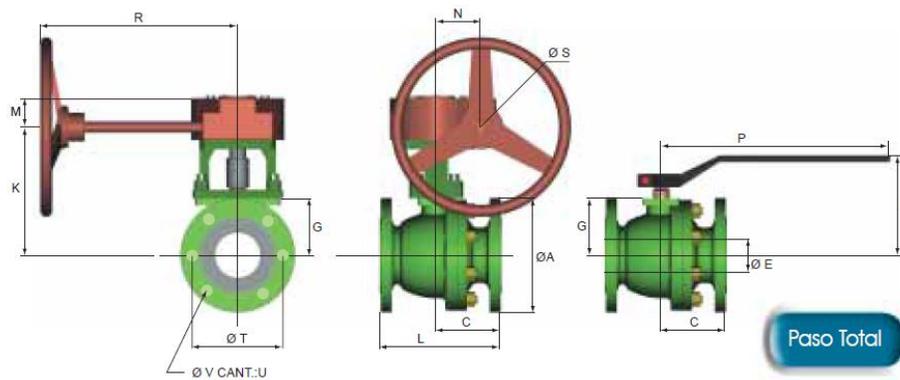
La unión entre ambas partes del cuerpo tienen las mismas características resistivas que la unión bridada a la cañería, lo que las hace aptas para usar en final de línea.

Asientos modelos y características.

Diámetro Nominal	Serie 150		Serie 300		Serie 600		Serie 900	Serie 1500
	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT
1/2"		TG TK		TG TK		TG TK		
3/4"		TG TK		TG TK		TG TK		
1"		TG TK		TG TK		TG TK	TG TK	
1 1/2"	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	MV	MV	
2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	MV
2 1/2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV		MV		
3"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	MV
4"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	BV
6"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	BV
8"	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	MV	BV	
10"	TG MV	TG MV	MV	BV	MV	BV		
12"	TG MV	TG MV	BV	BV	BV	BV		

**Modelo MV:** Presenta un resorte a platillo que le otorga capacidad de cierre a bajas presiones, mientras que con altas presiones, el asiento produce el cierre contra la esfera, debido a la fuerza hidráulica generada por el propio fluido circulante por la válvula.

### Dimensiones de válvulas bridadas.



Di-m.	Serie	Esfera	A	C		E	G	H	L		P	K	M	N	R	S	T	U	V	SM	Peso (kg)	
				RF	RJ				s/oper	c/oper												
2"	150	flotante	152.0	70.0	76.5	51.0	49.0	111	178.0	191.0	206	---	---	---	---	---	120.5	4	19.0	---	7.7	---
	300	flotante	165.0	100.0	101.5	---	63.5	136	216.0	232.0	---	---	---	---	---	---	127.0	8	---	---	10.5	---
	600	guiada	---	---	---	---	---	---	---	292.0	295.0	306	---	---	---	---	---	---	---	---	---	14.7

### Código para solicitar válvulas esféricas bridadas.

Código: ABF 600 - PT I V - D: 2" RF

### Características.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados (excepto la válvula **V-102**)
- Serie: S600
- Pasaje: Total (PT)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2"

### 5.3.2. Válvulas esféricas S600 PN

Se seleccionan las siguientes válvulas:

- Válvula esférica **V-207**
- Válvula esférica **V-210**
- Válvula de bloqueo general **V-301**
- Válvula de bloqueo **V-304A/B**

Las consideraciones a tener en cuenta para la selección es que deben ser esféricas, de paso normal, esfera guiada, doble bloqueo, presión y temperatura de trabajo. Para las condiciones de presión y temperatura de trabajo adoptaremos una serie 600.

### Series y diámetros disponibles

Diámetro Nominal		Series								Pérdida de carga (mt. cañería)	CV	
Pulg.	m.m.	150		300		600		900	1500		PN	PT
1/2"	13											30
3/4"	20											50
1"	25											100
1 1/2"	40									1	94	260
2"	50		▼		▼					2.5	120	480
2 1/2"	65		▼		▼					2.5	230	750
3"	80		▼		▼					3	400	1300
4"	100	▼	▼	▼	▼					2.5	775	2300
6"	150	▼	▼	▼	▼					12.5	1000	5400
8"	200	▼	▼	▼						14	2000	10000
10"	250	▼	▼							17.5	3150	17000
12"	300	▼	▼							7.5	5200	23000

PN: Paso normal - PT: Paso total

### Características técnicas

Diseño	Cuerpo	Esfera	Asientos	Normas de Construcción
1	Unitario	Flotante	Blandos macizos	
2	Partido	Flotante	Blandos macizos	
3	Unitario	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
4	Partido	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
5	Partido	Guiada	Metálicos bipartidos con insertos blandos	

**Diseño:** BS 5351, API 6D, ASME B 16.34, NACE MR 0175.

**Extremos:** ANSI B 16.5, MSS SP6.

**Largo:** ANSI B 16.10

**Ensayo Antifuego:** API 607

▼ Estos modelos también se fabrican con esfera guiada (a pedido)

#### Diseño 3



Cuerpo unitario  
Esfera guiada  
Asientos metálicos simples

A las ventajas ya descritas del cuerpo unitario, se le suma el diseño de esfera con doble guía, que permite aliviar la presión sobre los asientos, obteniéndose una mayor vida útil de los mismos.

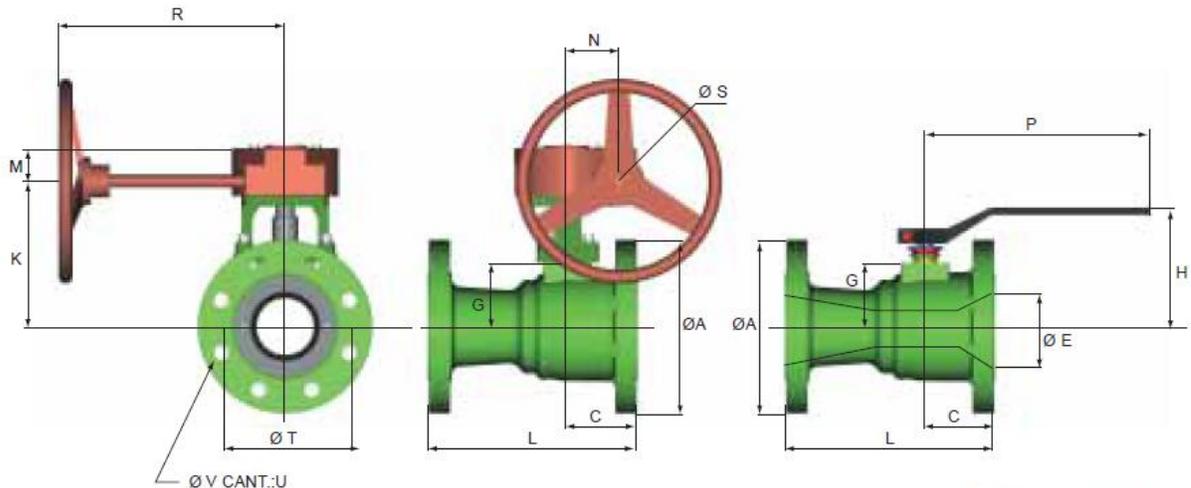
El guiado se produce íntegramente en el interior del cuerpo, lo que evita la posibilidad de pérdidas adicionales, o la expulsión del elemento de guiado. Este sistema de asientos permite el doble bloqueo de la línea, y el drenaje del interior de la válvula, lo que facilita el reempaqueado bajo presión.

Asientos modelos y características.

Diámetro Nominal	Serie 150		Serie 300				Serie 600		Serie 900	Serie 1500
	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT		
1/2"		TG TK		TG TK		TG TK				
3/4"		TG TK		TG TK		TG TK				
1"		TG TK		TG TK		TG TK		TG TK		
1 1/2"	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	MV	MV		
2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	
2 1/2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV		
3"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	
4"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV BV	
6"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV BV	
8"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	
10"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV		
12"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV		

**Modelo MV:** Presenta un resorte a platillo que le otorga capacidad de cierre a bajas presiones, mientras que con altas presiones, el asiento produce el cierre contra la esfera, debido a la fuerza hidráulica generada por el propio fluido circulante por la válvula.

Dimensiones de válvulas bridadas.



Paso Normal

Di'm.	Serie	Esfera	A	C		E	G	H	L		P	K	M	N	R	S	T	U	V	SM	Peso (kg)	
				RF	RJ				RF	RJ											s/oper	c/oper
2"	150	flotante	152.0	70.0	76.5	51.0	49.0	111	178.0	191.0	206	---	---	---	---	---	120.5	4	---	---	7.7	---
	300	flotante	165.0	100.0	101.5	63.5	63.5	136	216.0	232.0	---	---	---	---	---	---	127.0	8	19.0	---	10.5	---
	600	guiada	165.0	100.0	101.5	63.5	63.5	136	292.0	295.0	306	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	14.7

### **Código para solicitar válvulas esféricas bridadas.**

Código: ABF 600 - PN I V - D: 2" RF

#### **Características.**

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S600
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V
- Diámetro nominal: 2"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca

#### **5.3.3. Válvulas esféricas S150 PN**

Se seleccionan las siguientes válvulas:

- Válvula de bloqueo **V-308A/B**
- Válvula de bloqueo **V-316**
- Válvula de bloqueo **V-318**
- Válvula de bloqueo general **V-322**
- Válvula de bloqueo **V-401**
- Válvula de venteo manual **V-402**
- Válvulas de bloqueo manual **V-404**
- Válvula de bloqueo manual **V-407**
- Válvula de venteo manual **V-409**
- Válvula de bloqueo **V-410**

Las consideraciones a tener en cuenta para la selección es que deben ser esféricas, de paso normal, esfera guiada, doble bloqueo, diámetro igual a la cañería, presión y temperatura de trabajo. Para las condiciones de presión y temperatura de trabajo adoptaremos una serie 150.

**Series y diámetros disponibles**

Diámetro Nominal		Series								Pérdida de carga (mt. cañería)	CV	
		150		300		600		900	1500		PN	PT
Pulg.	m.m.	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT	PN	PT	
1/2"	13										30	
3/4"	20										50	
1"	25										100	
1 1/2"	40									1	94 260	
2"	50		▼		▼					2.5	120 480	
2 1/2"	65		▼		▼					2.5	230 750	
3"	80		▼		▼					3	400 1300	
4"	100	▼	▼	▼	▼					2.5	775 2300	
6"	150	▼	▼	▼	▼					12.5	1000 5400	
8"	200	▼	▼	▼						14	2000 10000	
10"	250	▼	▼							17.5	3150 17000	
12"	300	▼	▼							7.5	5200 23000	

PN: Paso normal - PT: Paso total

**Características técnicas**

Diseño	Cuerpo	Esfera	Asientos	Normas de Construcción
1	Unitario	Flotante	Blandos macizos	
2	Partido	Flotante	Blandos macizos	
3	Unitario	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
4	Partido	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
5	Partido	Guiada	Metálicos bipartidos con insertos blandos	

**Diseño:** BS 5351, API 6D, ASME B 16.34, NACE MR 0175.

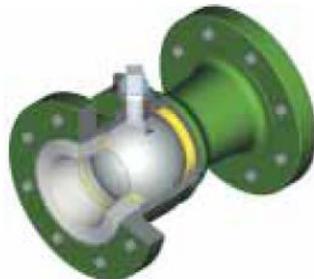
**Extremos:** ANSI B 16.5, MSS SP6.

**Largo:** ANSI B 16.10

**Ensayo Antifuego:** API 607

▼ Estos modelos también se fabrican con esfera guiada (a pedido)

Diseño 1



Cuerpo unitario  
Esfera flotante

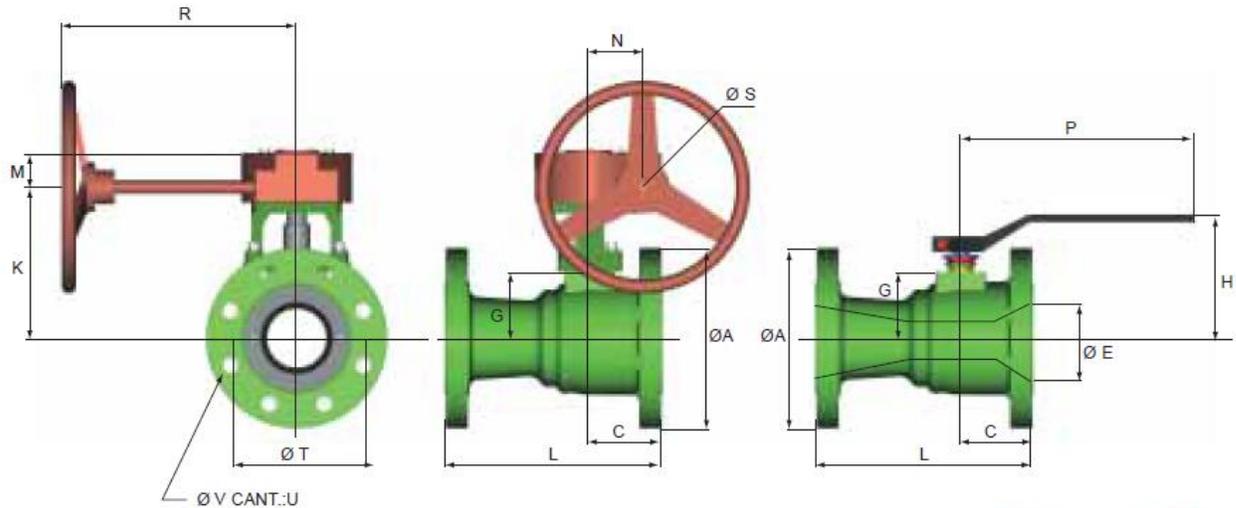
El cuerpo de una sola pieza implica una reducción al mínimo de posibilidad de fuga de fluido a través del mismo y otorga máxima seguridad. Este diseño también brinda una elevada resistencia estructural, asegurando la rigidez de la cañería y tiene una alta capacidad de soportar choques térmicos o mecánicos. La esfera flotante combinada con los asientos de doble contacto, aseguran una gran eficiencia de bloqueo.

Asientos modelos y características.

Diámetro Nominal	Serie 150		Serie 300		Serie 600		Serie 900	Serie 1500
	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT
1/2"		TG TK		TG TK		TG TK		
3/4"		TG TK		TG TK		TG TK		
1"		TG TK		TG TK		TG TK	TG TK	
1 1/2"	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	MV	MV	
2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	MV
2 1/2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV		MV		
3"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	MV
4"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	BV
6"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	BV
8"	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	MV	BV	
10"	TG MV	TG MV	MV	BV	MV	BV		
12"	TG MV	TG MV	BV	BV	BV	BV		

**Modelo TG:** Asientos macizos de PTFE reforzados con carga de grafito, lo que los hace más resistentes a la temperatura, y le otorga menor torque a la válvula, cuando se la utiliza en servicio con gases secos.

Dimensiones de válvulas bridadas.



Paso Normal

Dim.	Serie	Esfera	A	C		E	G	H	L		P	K	M	N	R	S	T	U	V	SM	Peso (kg)	
				RF	RJ				RF	RJ											s/oper	c/oper
3"	150	flotante	191.0	70.0	76.5		83.0	170	203.0	216.0	306	---	---	---	---	---	152.5	4	19.0	---	17.1	---
	300	flotante	210.0	82.5	90.5	76.0	77.0	152	283.0	299.0	392	---	---	---	---	---	168.0	8	22.0	---	22.5	---
	600	guiada		120.5	122.0		134.6	202	356.0	359.0	492	241.6	41.8	65.1	327	304					39	30.0

### Código para solicitar válvulas esféricas bridadas.

Código: ABF 150 - PN I G - D: 3" RF

### Características.

- Marca: Esferomatic
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Nominal (PN)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF

### 5.3.4. Válvulas esféricas S150 PT

Se seleccionan las siguientes válvulas:

- Válvula de bloqueo **V-310**
- Válvula de bloqueo **V-314**

Las consideraciones a tener en cuenta para la selección es que debe ser esférica, de paso total, esfera flotante, diámetro igual a la cañería, presión y temperatura de trabajo. Para las condiciones de presión y temperatura de trabajo adoptaremos una serie 150.

**Series y diámetros disponibles**

Diámetro Nominal		Series								Pérdida de carga (mt. cañería)	CV	
		150		300		600		900			1500	
Pulg.	m.m.	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT	PN	PT	
1/2"	13										30	
3/4"	20										50	
1"	25										100	
1 1/2"	40									1	94 260	
2"	50		▼		▼					2.5	120 480	
2 1/2"	65		▼		▼					2.5	230 750	
3"	80		▼		▼					3	400 1300	
4"	100	▼	▼	▼	▼					2.5	775 2300	
6"	150	▼	▼	▼	▼					12.5	1000 5400	
8"	200	▼	▼	▼						14	2000 10000	
10"	250	▼	▼							17.5	3150 17000	
12"	300	▼	▼							7.5	5200 23000	

PN: Paso normal - PT: Paso total

**Características técnicas**

Diseño	Cuerpo	Esfera	Asientos	Normas de Construcción
1	Unitario	Flotante	Blandos macizos	<b>Diseño:</b> BS 5351, API 6D, ASME B 16.34, NACE MR 0175. <b>Extremos:</b> ANSI B 16.5, MSS SP6. <b>Largo:</b> ANSI B 16.10 <b>Ensayo Antifuego:</b> API 607 ▼ Estos modelos también se fabrican con esfera guiada (a pedido)
2	Partido	Flotante	Blandos macizos	
3	Unitario	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
4	Partido	Guiada	Metálicos con insertos blandos	
5	Partido	Guiada	Metálicos bipartidos con insertos blandos	

Diseño 2



Cuerpo partido  
Esfera flotante

Cuando por razones constructivas no se puede usar el modelo anterior, el cuerpo pasa a ser de dos piezas. El diseño de Esferomatic asegura que la unión entre ambas partes del cuerpo cumple con la norma ASME B 16.34, lo que las hace aptas para usar en final de línea.

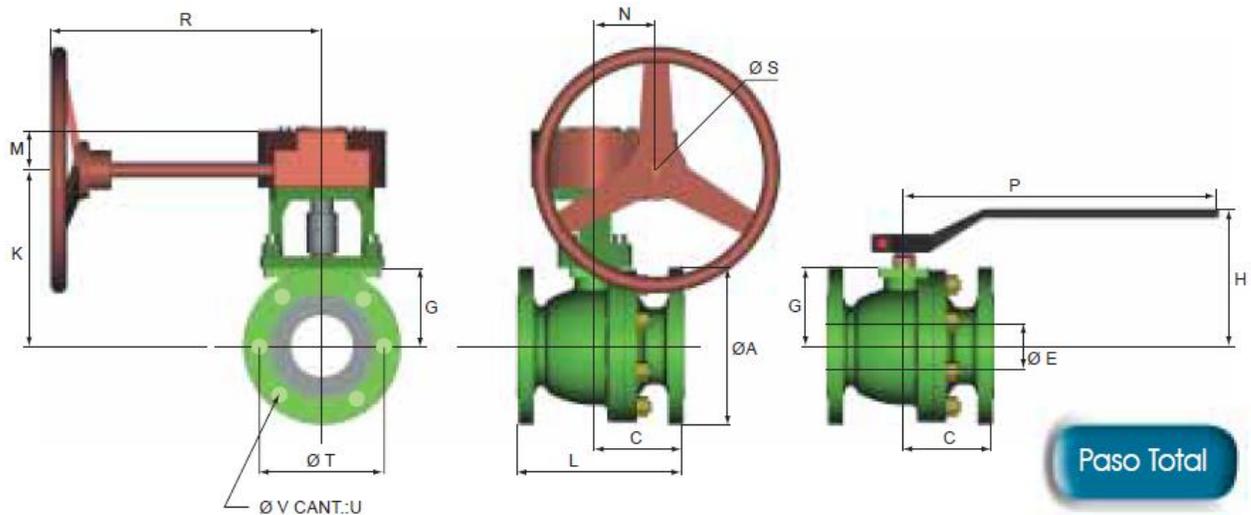
La unión del cuerpo asegura una total hermeticidad ya que dispone de una junta de grafito, más un O'Ring, independientemente de la serie y diámetro de la válvula.

Asientos modelos y características.

Diámetro Nominal	Serie 150		Serie 300		Serie 600		Serie 900	Serie 1500
	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PT	PT
1/2"		TG TK		TG TK		TG TK		
3/4"		TG TK		TG TK		TG TK		
1"		TG TK		TG TK		TG TK	TG TK	
1 1/2"	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	TG TK	MV	MV	
2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV		MV	MV	MV
2 1/2"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV		MV		
3"	TG TK	TG MV	TG TK	TG MV	MV	MV	MV	MV
4"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	BV
6"	TG MV	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	BV	BV
8"	TG MV	TG MV	TG MV	MV	MV	MV	BV	
10"	TG MV	TG MV	MV	BV	MV	BV		
12"	TG MV	TG MV	BV	BV	BV	BV		

**Modelo TG:** Asientos macizos de PTFE reforzados con carga de grafito, lo que los hace más resistentes a la temperatura, y le otorga menor torque a la válvula, cuando se la utiliza en servicio con gases secos.

Dimensiones de válvulas bridadas.



Paso Total

Di.m.	Serie	Esfera	A	C		E	G	H	L		P	K	M	N	R	S	T	U	V	SM	Peso (kg)	
				RF	RJ				RF	RJ											s/oper	c/oper
3"	150	flotante	191.0	70.0	76.5		83.0	170	203.0	216.0	306	---	---	---	---	---	152.5	4	19.0	---	17.1	---
	300	flotante	210.0	82.5	90.5	76.0	77.0	152	283.0	299.0	392	---	---	---	---	---	168.0	8	22.0	---	22.5	---
	600	guiada	210.0	120.5	122.0		134.6	202	356.0	359.0	492	241.6	41.8	65.1	327	304	168.0	8	22.0	39	30.0	43.9

### Código para solicitar válvulas esféricas bridadas.

Código: ABF 150 - PT I G - D: 3" RF

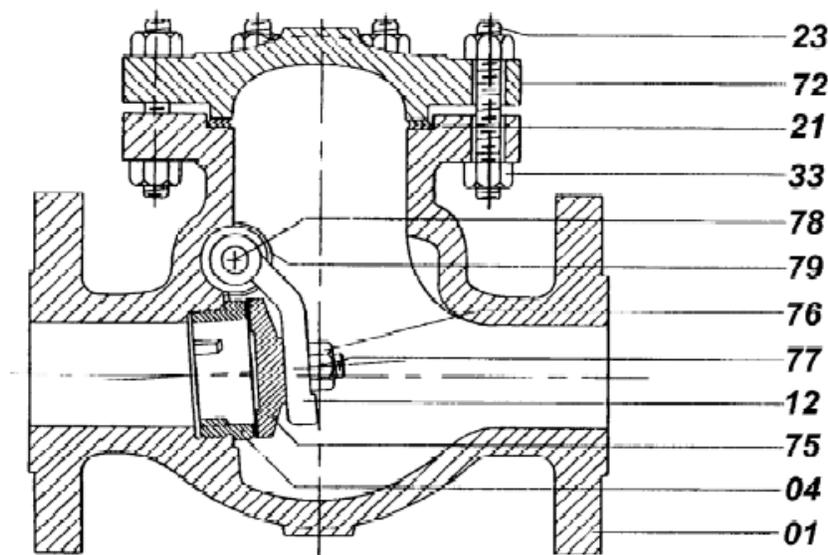
#### Características.

- Marca: Esferomatic
- Código: ABF 150 – PT I G- D: 3" RF
- Material del cuerpo: Acero al Carbono
- Extremos: Bridados
- Serie: S150
- Pasaje: Total (PT)
- Material de esfera: Acero inoxidable (ASTM 351 CF8M)
- Asientos: Macizos de PTFE reforzados con carga de grafito
- Diámetro nominal: 3"
- Tipo de brida: RF
- Accionamiento: Palanca.

#### 5.4. Válvula de retención a clapeta V-206 "Giron"

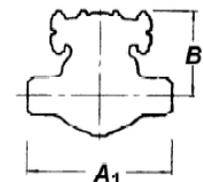
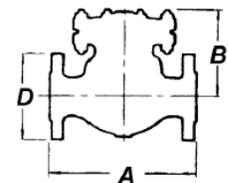
Las consideraciones a tener en cuenta para la selección es que debe ser una válvula de retención tipo clapeta, extremos bridados, diámetro igual a la cañería de derivación, presión y temperatura de trabajo.

Para las condiciones de presión y temperatura de trabajo adoptaremos una serie 600.



It.	Descripción	Material	It.	Description
01	Cuerpo	ASTM A 216 Gr.WCB	01	Body
04	Asiento	ASTM A 216 Gr.WCB + 13%Cr.	04	Seat ring
12	Palanca	ASTM A 216 Gr.WCB	12	Hinge or disc carrier
21	Junta	Graphite / Stainless steel	21	Gasket
23	Espárrago cuerpo-bonete	ASTM A 193 Gr.B7	23	Body-bonnet stub
33	Tuerca cuerpo-bonete	ASTM A 194 Gr.2H	33	Body-bonnet nut
72	Bonete	ASTM A 216 Gr.WCB	72	Bonnet
75	Disco	ASTM A 216 Gr.WCB + 13%Cr.	75	Disc
76	Tuerca bloqueo disco	ASTM A276 Gr.316	76	Disc lock-nut
77	Espina de bloqueo	ASTM A276 Gr.316	77	Pin
78	Eje	ASTM A276 Gr.410	78	Axis
79	Tapón bloqueo eje	ASTM A 105	79	Bumper plug

SERIE 600 - PN 110						
CLASS 600 - PN 110						
Medida Nominal Nominal Size		RF	BW	Altura Height	Díámetro ASME B16.5 D	Peso Weight RF kg.
Inch	DN (mm)	ASME B16.10 A	ASME B16.10 A <sub>1</sub>	B		
1"	25	215.9	215.9	132.0	123.9	14.5
1 1/2"	40	241.3	241.3	160.0	155.4	19.0
2"	50	292.1	292.1	175.0	165.1	34.0
2 1/2"	65	330.2	330.2	195.0	190.5	38.0
3"	80	355.6	355.6	235.0	209.5	62.0
4"	100	431.8	431.8	280.0	273.0	110.0
6"	150	558.8	558.0	365.0	355.6	224.0
8"	200	660.4	660.4	410.0	419.1	388.0
10"	250	787.4	787.4	480.0	508.0	528.0
12"	300	838.2	838.2	520.0	558.8	695.0
14"	350	889.0	889.0	560.0	603.2	892.0
16"	400	990.6	990.6	650.0	685.8	1200.0
18"	450	1092.2	1092.2	730.0	742.9	1600.0
20"	500	1193.8	1193.8	800.0	812.8	2420.0
24"	600	1397.0	1397.0	900.0	939.8	3150.0



### Características.

- Marca: Giron
- Serie: 600 PN 110
- Diámetro: 2"
- Extremos: Bridados (RF)
- Cuerpo: ASTM A216 Gr. WCB
- Asiento: ASTM A216 Gr. WCB + 13% Cr.

## 5.5. Válvula de cierre “Esferomatic”

Se seleccionan las siguientes válvulas:

- Válvula de cierre (V-208)
- Válvula de cierre (V-211)

Las consideraciones a tener en cuenta para la selección es que debe ser de paso total, presión y temperatura de trabajo.

Diámetro Nominal		WOG 2000		WOG 3000		WOG 5000		CV	
Pulg.	mm	PN	PT	PN	PT	PN	PT	PN	PT
1/4"	8								8
3/8"	10								8
1/2"	13								30
3/4"	20								50
1"	25								100
1 1/4"	32								175
1 1/2"	40							90	260
2"	50							120	480
2 1/2"	65							240	750
3"	80							400	1300
	Cuerpo partido. Esfera guiada								
	Cuerpo unitario. Esfera flotante. Modelo Estic								
	Cuerpo unitario. Esfera flotante. Modelo Mercurio								

Materiales std de los componentes principales												
Modelos	Diámetro	1/4"	3/8"	1/2"	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	
	Paso	PT	PT	PT	PT	PT	PN PT	PN PT	PN PT	PN PT	PN	
ARF (ESTIC)	Cuerpo	Acero al carbono ASTM A105										
	Esfera	Acero inoxidable ASTM 351 CF8M										
ARF (MERCURIO)	Vástago	Acero inoxidable AISI 316										
	Asientos	PTFE+fib.vidrio - PTFE+Grafito+Coke-Metálico+insectoV										
IRF (ESTIC)	Cuerpo	Acero inoxidable AISI 316					ASTM A351 CF8M					
	Esfera	Acero inoxidable ASTM 351 CF8M										
IRF (MERCURIO)	Vástago	Acero inoxidable AISI 316										
	Asientos	PTFE+fib.vidrio - PTFE+Grafito+Coke-Metálico+insertoV										

Código: ARF (ESTIC) – WOG5000 – PT | V – D: 1/2" NPT

### Características.

- Marca: Esferomatic
- Serie: WOG 5000
- Modelo: ARF (Estic)

- Código: ARF (ESTIC) – WOG 5000 – PT I V – D: 1/2” NPT
- Diámetro: 1/2”
- Pasaje: Total (PT)
- Extremos: Roscados NPT
- Accionamiento: Palanca
- Cuerpo: Acero al carbono ASTM A 105
- Esfera: Acero inoxidable ASTM 351 CF8M
- Vástago: Acero inoxidable ANSI 316
- Asientos: Metálicos con insertos de compuestos V

### 5.6. Válvula de bloqueo por sobrepresión V-305A/B “Satesa”

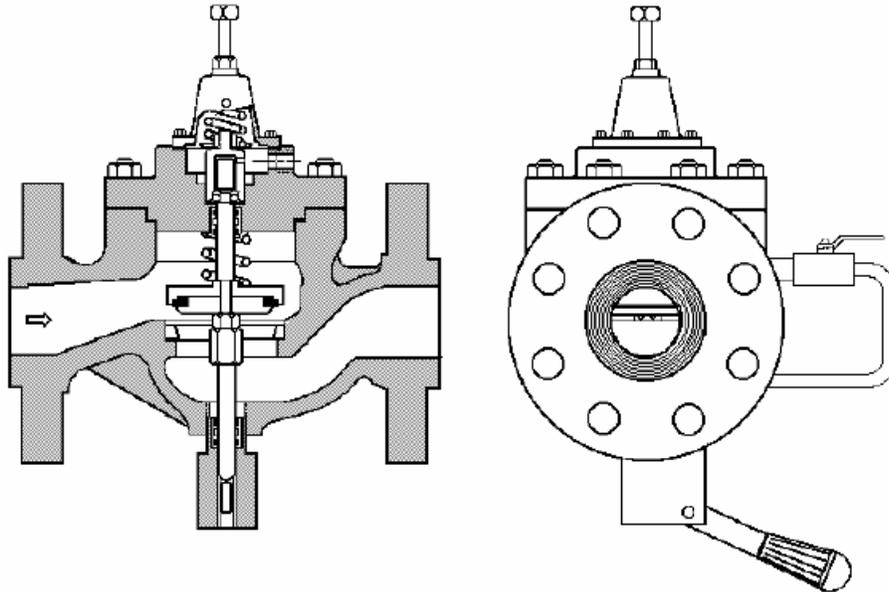
La válvula de seguridad interceptora tipo Shutoff de Satesa es apta para el control de líquidos y gases. Ésta línea es muy competente y precisa, en contraste con la mayoría de las de plaza, es una unidad independiente de aplicaciones ya sea en instalaciones nuevas o para actualizar instalaciones existentes.

Puede ser instalada aguas arriba o aguas abajo de los reguladores o medidores, su toma de control es externa, en líneas de diámetro de 1/4” y no requieren fluido motriz.

Sus extremos pueden ser roscados en Ø1” BSPT o bridados según ANSI-B 16.5.



El diseño interno de la válvula cuando está abierta es del tipo “100% balanceado en presión de línea” y cuando está cerrada la presión de entrada, sobre el obturador, la mantiene en esa condición hasta que un operador la equilibra en ambas arcos del mismo a través de un by-pass auxiliar y repone la apertura manualmente.



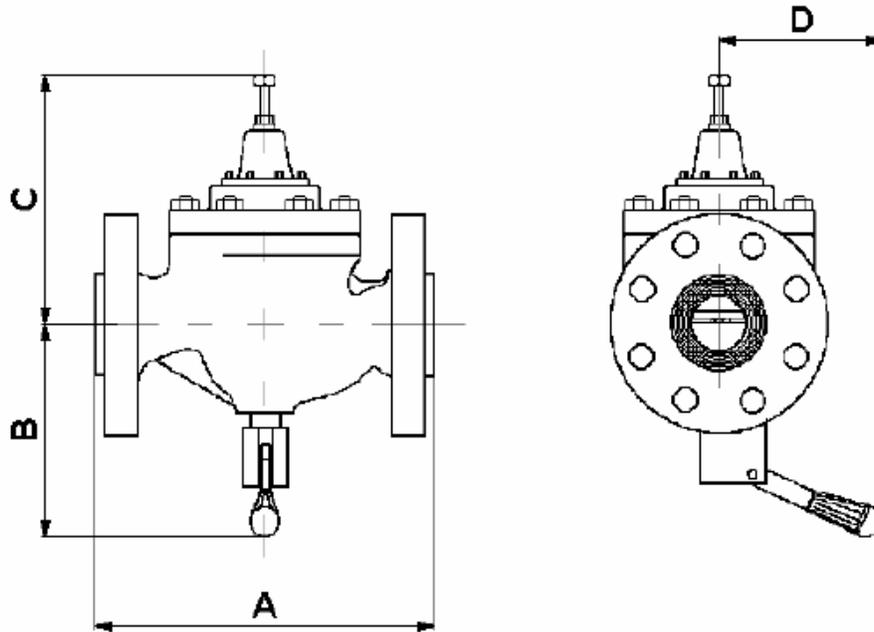
### Rangos de Presión de Salida

Piloto	Rango de Presión	Resorte de Regulación Nº de Parte
Baja Presión	0,02 a 0,07 bar	R15-055ZZ <sup>(1)</sup>
	0,07 a 0,60 bar	R15-053ZZ
Media Presión	0,6 a 2,1 bar	R15-050ZZ
	2,1 a 7 bar	R15-051ZZ
	6 a 13 bar	R15-052ZZ
Alta Presión	10 a 25 bar	R15-054ZZ
	25 a 40 bar	R15-055ZZ

<sup>(1)</sup> Para la reposición manual de la válvula se deberá equalizar a presión atmosférica.

### Dimensiones Generales (mm)

Tamaño del cuerpo	A				B	C			D
	Rosca.	Bridado				P. Baja	P. Media	P. Alta	
		150RF	300RF	600RF					
1"	210	184	197	210	140	292	224	249	196
1½"	----	222	235	251	148	288	220	244	196
2"	----	254	267	286	158	304	236	259	196
2½"	----	276	292	311	177	332	264	287	196
3"	----	298	317	337	183	337	269	292	196
4"	----	353	----	----	215	359	291	314	196



Código de Equipo

Tamaño del cuerpo øn	Serie	Piloto Tipo		
		Baja presión	Media presión	Alta presión
1"	Roscado	6U0-001FA	6U0-020FA	6U0-039FA
	150RF	6U0-002FG	6U0-021FG	6U0-040FG
	300RF	6U0-003FH	6U0-022FH	6U0-041FH
	600RF	6U0-004FI	6U0-023FI	6U0-042FI
1½"	150RF	6U0-005GG	6U0-024GG	6U0-043GG
	300RF	6U0-006GH	6U0-025GH	6U0-044GH
	600RF	6U0-007GI	6U0-026GI	6U0-045GI
2"	150RF	6U0-008HG	6U0-027HG	6U0-046HG
	300RF	6U0-009HH	6U0-028HH	6U0-047HH
	600RF	6U0-010HI	6U0-029HI	6U0-048HI
2½"	150RF	6U0-011IG	6U0-030IG	6U0-049IG
	300RF	6U0-012IH	6U0-031IH	6U0-050IH
	600RF	6U0-013II	6U0-032II	6U0-051II
3"	150RF	6U0-014JG	6U0-033JG	6U0-052JG
	300RF	6U0-015JH	6U0-034JH	6U0-053JH
	600RF	6U0-016JI	6U0-035JI	6U0-054JI
4"	150RF	6U0-017KG	6U0-036KG	6U0-055KG
	300RF	6U0-018KH	6U0-037KH	6U0-056KH
	600RF	6U0-019KI	6U0-038KI	6U0-057KI

**Características.**

- Marca: Satesa
- Tipo: Shutoff
- Presión: Media
- Tamaño del cuerpo: 2"
- Serie: 600 RF
- Piloto tipo: 6U0 – 029HI
- Rango de presión: 2,1 a 7 bar

## 5.7. Pre-regulador PR-306A/B “Satesa”



### Especificaciones

#### Conexiones

Entrada  $\varnothing$  1" BSPT-M (Std.) o NPT-M  
Salida  $\varnothing$  1/4" BSPT-H (Std.) o NPT-H

#### Coefficientes de flujo

Todo abierto (Wide-open) Cg: 5,5  
Todo abierto (Wide-open) Cv: 0,14  
C1: 38,5

#### Máxima presión de entrada

276 bar (4000 psig)

#### Rangos de presión de salida

##### Tipo 1305-F

0,69 a 5,17 bar (10 a 75 psig)  
3,45 a 10,34 bar (50 a 150 psig)  
6,89 a 15,52 bar (100 a 225 psig)

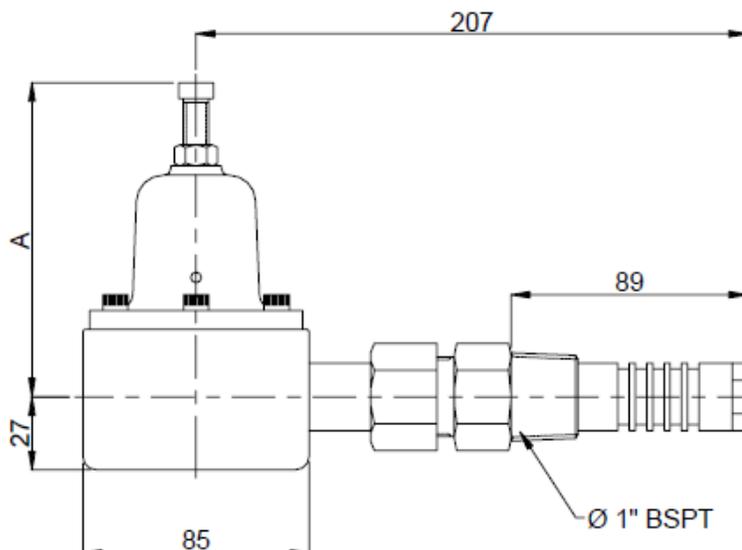
##### Tipo 1305-G

13,8 a 34,48 bar (200 a 500 psig)

#### Peso Aproximado

4 Kg.

### Dimensiones



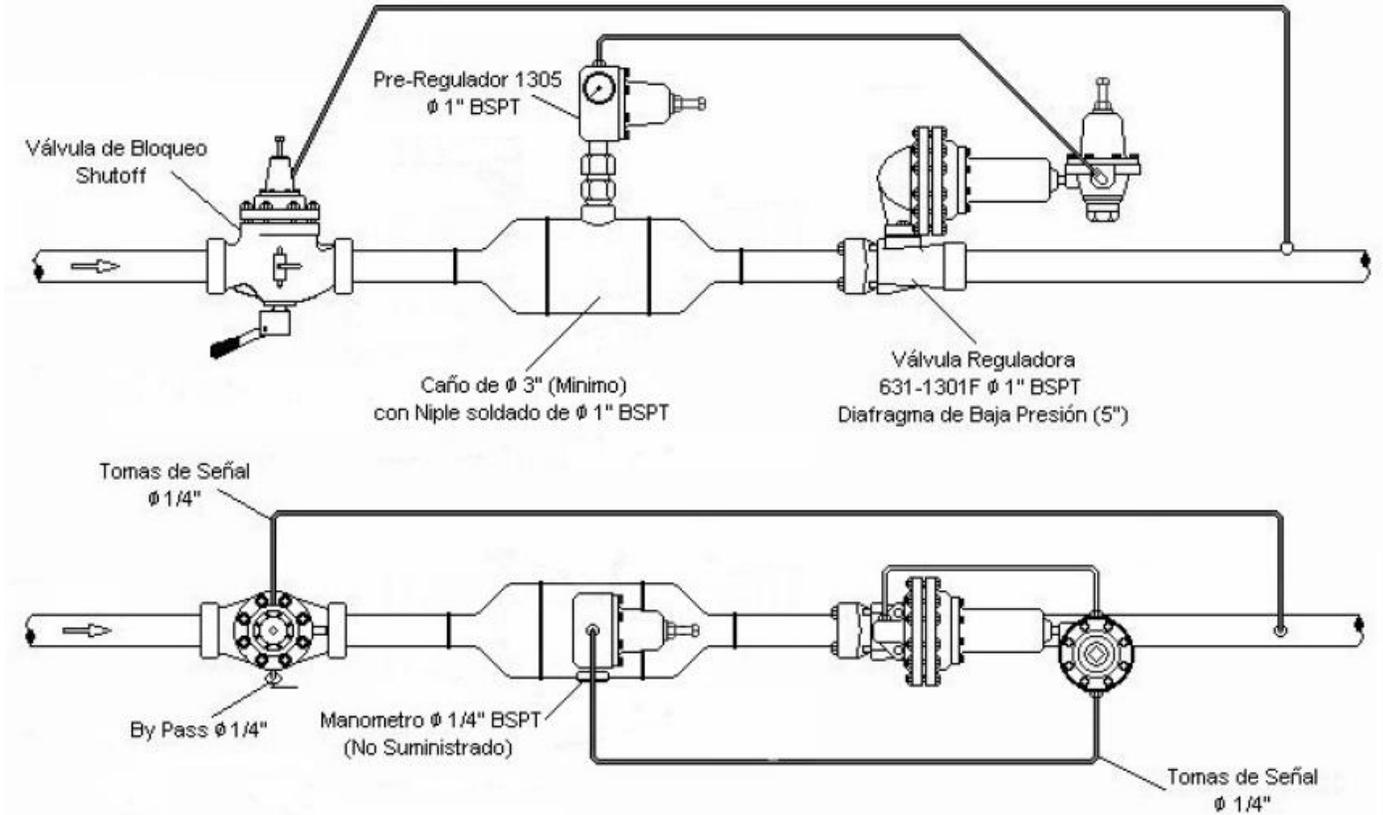
#### Tipo 1305-F

A = 120 mm.

#### Tipo 1305-G

A = 134 mm.

## Esquema de conexionado



### Características.

- Marca: Satesa
- Tipo: 1305-F
- Conexión entrada 1" NPT-M
- Conexión salida 1/4" NPT-H
- Máxima presión de entrada: 276 bar
- Rango presión de salida: 6,89 a 15,52 bar

## 5.8. Válvula reguladora (VR-307A/B) “Satesa”

### REGULADOR TIPO 631

#### Máxima Presión de Entrada y Caída de Presión

	Orificio ø 1/8" y 3/16"	Orificio ø 1/4"	Orificio ø 3/8"	Orificio ø 1/2"
Máxima presión de entrada permitida (bar)	103,4 <sup>1</sup>	103,4 <sup>1</sup>	62,1 <sup>1</sup>	48,3 <sup>1</sup>
Máxima caída de presión permitida (bar)	103,4	68,9	27,6	13,8
Regulador de Baja presión (bar)	0,41			
Regulador de Alta presión (bar)	2,76			

(<sup>1</sup>) La presión de entrada no debe exceder la suma de la actual presión de salida seteada y la máxima caída de presión permitida. Por ejemplo: teniendo una presión de salida seteada de 13,8 bar y un orificio de ø 3/8" (máxima caída de presión 34,5 bar), la máxima presión de entrada es de 48,3 bar (13,8 bar + 34,5 bar).

#### Límite de Presión de Entrada del Regulador 631 Pilotado

Regulador Tipo	Baja Presión			Alta Presión			
	67	67-H	1301-F	67	67-H	1301-F	1301-G
Máxima presión de Entrada (bar)	17,2	27,6	103,4	17,2	27,6	103,4	103,4
Rangos de Presión de Salida (bar)	0,69 a 4,14	0,69 a 4,14	0,69 a 4,14	3,45 a 6,9	3,45 a 6,9	3,45 a 15,5	13,8 a 34,5

#### Capacidad del Regulador 631 Pilotado

(m<sup>3</sup>/h de Gas Natural a 15,6°C; Gravedad específica a 0,6; Basado en 10% de caída de presión)

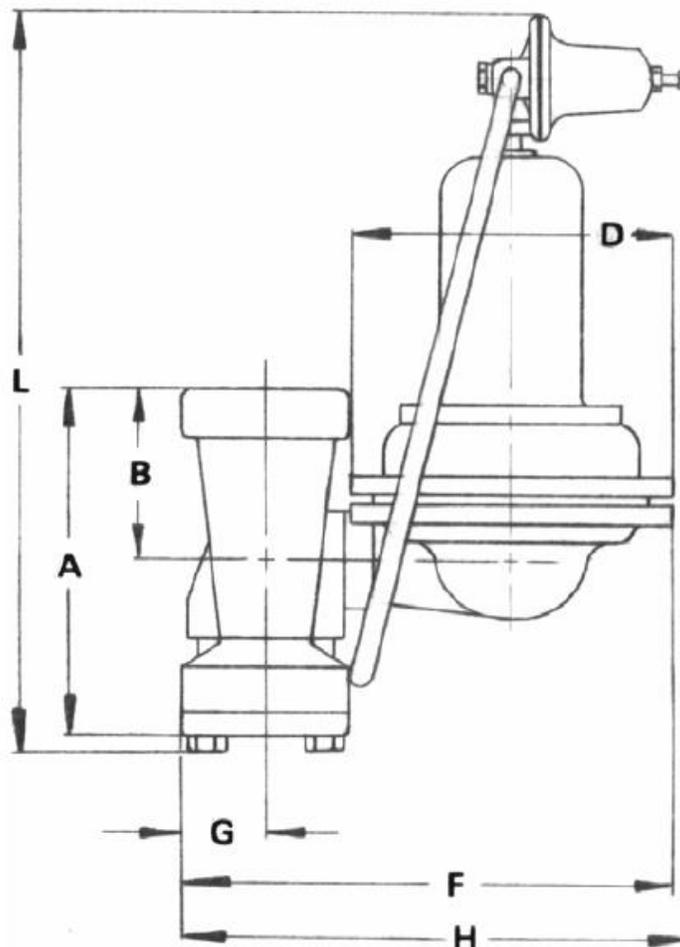
	Piloto	Presión de entrada (bar)	Presión de salida (bar)	Cuerpo de 1", Orificio Diámetro					Cuerpo de 2", Orificio Diámetro				
				1/8"	3/16"	1/4"	3/8"	1/2"	1/8"	3/16"	1/4"	3/8"	1/2"
B A J A  P R E S I O N	67-H	27,6	1,4	184	396	765	1076	...	198	411	765	1756	...
	1301-F	41,4	1,4	269	595	1048	...	...	283	623	1133	...	...
		55,2		340	736	1104	...	...	382	850	1473	...	...
		69		425	850	1133	...	...	481	1048	1897	...	...
		103,4		566	1019	...	...	708	1558	...	...	...	...
	67	3,4	2,8	25	42	85	198	354	25	42	85	227	396
		4,1		31	57	127	255	453	31	57	127	283	524
		5,2		40	85	156	340	595	40	85	156	354	623
		6,9		51	113	198	453	821	51	113	198	453	821
		10,3		71	156	283	651	1133	701	156	283	680	1161
	13,8	99	198	396	850	1473	99	198	368	878	1558		
	67-H	27,6	2,8	198	396	736	1558	...	198	411	765	1756	...
	1301-F	41,4	2,8	283	623	1076	...	...	283	623	1133	...	...
		55,2		368	850	1359	...	...	382	850	1473	...	...
		69		481	1019	1699	...	...	481	1048	1897	...	...
		103,4		680	1416	...	...	708	1558	...	...	...	...
67	5,2	4,1	34	71	127	283	510	34	71	127	297	566	
	6,9		48	113	198	453	793	48	113	198	425	793	
	10,3		71	156	283	651	1161	71	156	283	651	1161	
	13,8		99	198	368	850	1501	99	198	368	878	1558	
67-H	27,6	4,1	198	396	736	1586	...	198	411	765	1756	...	
1301-F	41,4	4,1	283	623	1048	...	...	283	623	1133	...	...	
	55,2		368	850	1359	...	...	382	850	1473	...	...	
	69		481	1019	1699	...	...	481	1048	1897	...	...	
	103,4		680	1416	...	...	708	1558	...	...	...	...	

## Código de Equipo

Tipo	Tamaño del cuerpo øn	Presión	
		Baja	Alta
631	1" BSPT	1F0-001FA	1G0-001FA
	2" BSPT	1F0-002HA	1G0-002HA

## Dimensiones Generales (mm)

Tamaño del Cuerpo	A	B	D	F	G	H (Máx.)			L			
						67 y 67-H	1301-F	1301-G	67 y 67-H	1301-F	1301-G	
<b>Baja Presión</b>												
1"	190	95	185	264	30	289	268	---	420	443	---	
2"	203	101,5	185	280	51	305	284	---	433	455	---	
<b>Alta Presión</b>												
1"	190	95	120	200	30	257	236	290	348	370	370	
2"	203	101,5	120	216	51	273	252	306	360	382	382	



### Características.

- Marca: Satesa
- Código de equipo: 1F0-002HA
- Cuerpo: 2"
- Conexión: BSPT
- Orificio diámetro: 1/4"

### 5.9. Válvulas de seguridad por alivio "Satesa"

Se seleccionan las siguientes válvulas:

- Válvula de venteo (VV-315)
- Válvula de venteo (VV-320)

### Tabla de Capacidad

(m<sup>3</sup>/h de Gas Natural a 15,6°C; Gravedad específica a 0,6 con 10% de sobre presión)

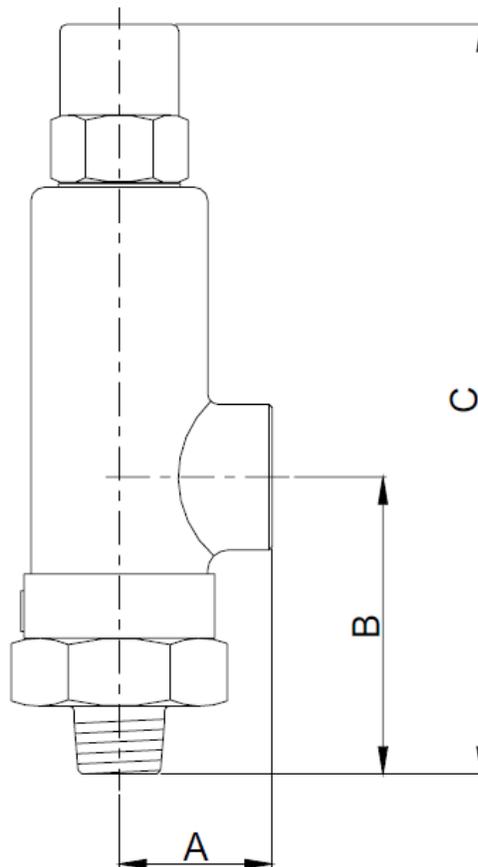
Válvula de Seguridad por Alivio Tipo 2740-MM y 2740-MO				
Presión de Alivio		Área de Orificio (cm <sup>2</sup> )		
bar	psig	0,387	0,709	0,084
0,69	10	61	109	-
1,38	20	85	158	-
2,07	30	112	206	-
2,76	40	138	252	-
3,45	50	164	300	-
4,14	60	191	346	-
4,83	70	217	394	-
5,52	80	241	443	-
6,20	90	267	489	-
6,89	100	294	537	-
8,27	120	346	631	-
9,65	140	397	725	-
11,03	160	449	820	-
12,41	180	500	914	-
13,79	200	552	1010	-
15,17	220	605	1105	-
16,55	240	655	1199	-
17,93	260	708	1293	-
19,31	280	760	1387	-
20,68	300	811	1481	-

## Código de Equipo

Piloto	Tamaño del Cuerpo	Código
2740-MM	∅ 1/2" x 1"	5E0-001DA
	∅ 3/4" x 1"	5E0-002EA
	∅ 1" x 1"	5E0-003FA
2740-MO	∅ 1/2" x 1"	5F0-001DA
	∅ 3/4" x 1"	5F0-002EA
	∅ 1" x 1"	5F0-003FA

### Dimensiones Generales (mm.)

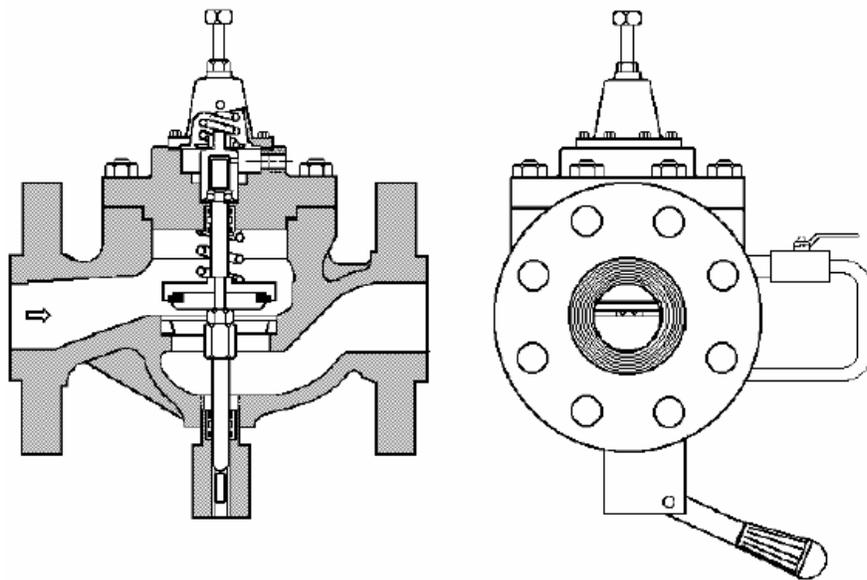
Entrada X Salida	A	B	C
1/2" x 1"	45	85	219
3/4" x 1"	45	85	219
1" x 1"	45	88	222



### Características.

- Marca: Satesa
- Tipo: 2740-MO
- Código: 5F0-003FA
- Presión de alivio: 4,14 bar
- Área de orificio: 0,387 cm<sup>2</sup>
- Conexión de entrada: 1" BSPT

### 5.10. Válvula de bloqueo por sobrepresión V-405 "Satesa"



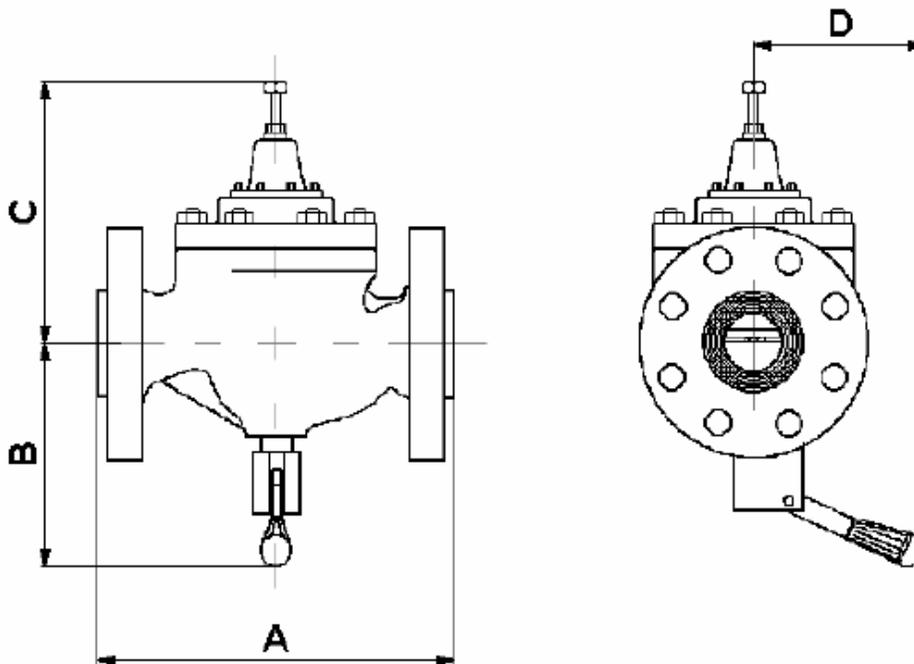
### Rangos de Presión de Salida

Piloto	Rango de Presión	Resorte de Regulación N° de Parte
Baja Presión	0,02 a 0,07 bar	R15-055ZZ <sup>(1)</sup>
	0,07 a 0,60 bar	R15-053ZZ
Media Presión	0,6 a 2,1 bar	R15-050ZZ
	2,1 a 7 bar	R15-051ZZ
	6 a 13 bar	R15-052ZZ
Alta Presión	10 a 25 bar	R15-054ZZ
	25 a 40 bar	R15-055ZZ

(1) Para la reposición manual de la válvula se deberá equalizar a presión atmosférica.

### Dimensiones Generales (mm)

Tamaño del cuerpo	Rosca.	A			B	C			D
		Bridado				P. Baja	P. Media	P. Alta	
		150RF	300RF	600RF					
1"	210	184	197	210	140	292	224	249	196
1½"	----	222	235	251	148	288	220	244	196
2"	----	254	267	286	158	304	236	259	196
2½"	----	276	292	311	177	332	264	287	196
3"	----	298	317	337	183	337	269	292	196
4"	----	353	----	----	215	359	291	314	196



**Código de Equipo**

Tamaño del cuerpo øn	Serie	Piloto Tipo		
		Baja presión	Media presión	Alta presión
1"	Roscado	6U0-001FA	6U0-020FA	6U0-039FA
	150RF	6U0-002FG	6U0-021FG	6U0-040FG
	300RF	6U0-003FH	6U0-022FH	6U0-041FH
	600RF	6U0-004FI	6U0-023FI	6U0-042FI
1½"	150RF	6U0-005GG	6U0-024GG	6U0-043GG
	300RF	6U0-006GH	6U0-025GH	6U0-044GH
	600RF	6U0-007GI	6U0-026GI	6U0-045GI
2"	150RF	6U0-008HG	6U0-027HG	6U0-046HG
	300RF	6U0-009HH	6U0-028HH	6U0-047HH
	600RF	6U0-010HI	6U0-029HI	6U0-048HI
2½"	150RF	6U0-011IG	6U0-030IG	6U0-049IG
	300RF	6U0-012IH	6U0-031IH	6U0-050IH
	600RF	6U0-013II	6U0-032II	6U0-051II
3"	150RF	6U0-014JG	6U0-033JG	6U0-052JG
	300RF	6U0-015JH	6U0-034JH	6U0-053JH
	600RF	6U0-016JI	6U0-035JI	6U0-054JI
4"	150RF	6U0-017KG	6U0-036KG	6U0-055KG
	300RF	6U0-018KH	6U0-037KH	6U0-056KH
	600RF	6U0-019KI	6U0-038KI	6U0-057KI

**Características.**

- Marca: Satesa
- Tipo: Shutoff
- Presión: Baja
- Tamaño del cuerpo: 2"
- Serie: 150 RF
- Piloto tipo: 6U0 – 008HG
- Rango de presión: 0,07 a 0,6 bar

## 5.11. Válvula reguladora VR-406 “Satesa”

### Rango de Presión Controlada

Válvula	Piloto Tipo	Rango
99 y 99-SO	6351	0,1 a 1,38 bar (1,5 a 20 psig) 0,34 a 2,4 bar (5 a 35 psig) 2,4 a 6,9 bar (35 a 100 psig)

### Rango de Presión del Bloqueo

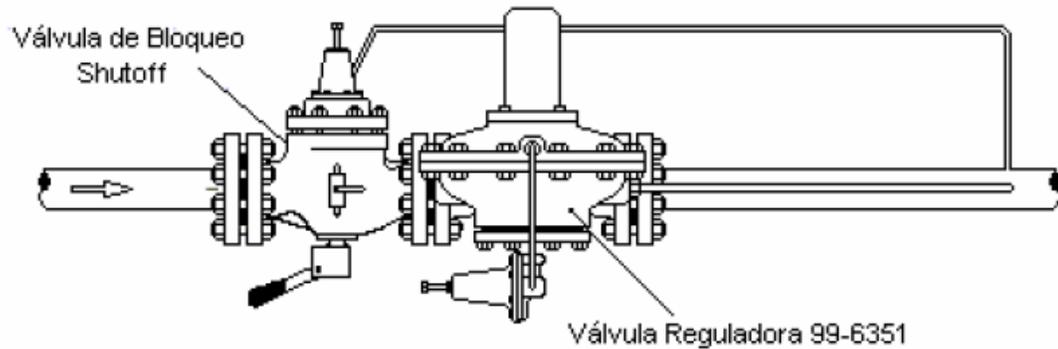
Válvula	Bloqueo Tipo	Rango
99-SO	Baja presión	0,020 a 0,07 bar (0,29 a 1 psig) 0,07 a 0,6 bar (1 a 8,7 psig)
	Media presión	0,6 a 2,1 bar (8,7 a 30,4 psig) 2,1 a 7 bar (30,4 a 101,5 psig) 6 a 13 bar (87 a 188,5 psig)

### Tabla de Capacidad

(m<sup>3</sup>/h de Gas Natural a 15,6 °C; Gravedad específica a 0,6)

Orif. ø	Pr. de Ent. (bar)	PRESIÓN DE SALIDA (bar)										
		0,017	0,035	0,069	0,14	0,21	0,28	0,34	0,41	0,48	0,55	0,62
1.1/8"	0,069	142										
	0,14	212	198	170								
	0,21	255	255	241								
	0,28	283	283	255	241							
	0,34	340	340	311	283	255						
	0,41	368	368	368	340	283	269					
	0,48	425	396	396	368	340	283	269				
	0,55	453	435	425	396	368	340	311	269			
	0,62	481	481	481	453	425	396	340	311	283		
	0,69	538	538	510	481	453	425	396	368	340	283	
	1,0	680	680	680	680	680	651	623	623	566	566	538
	1,4	878	878	878	878	878	878	850	793	765	736	708
	1,7	991	991	991	991	991	991	991	991	991	991	934
	2,1	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104	1104
	2,4	1246	1246	1246	1246	1246	1246	1246	1246	1246	1246	1246
	2,8	1331	1331	1331	1331	1331	1331	1331	1331	1331	1331	1331
	3,4	1614	1614	1614	1614	1614	1614	1614	1614	1614	1614	1614
	4,1	1841	1841	1841	1841	1841	1841	1841	1841	1841	1841	1841
	5,2	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209	2209
	6,9	2804	2804	2804	2804	2804	2804	2804	2804	2804	2804	2804
	8,6	3455	3455	3455	3455	3455	3455	3455	3455	3455	3455	3455
10	4050	4050	4050	4050	4050	4050	4050	4050	4050	4050	4050	
12	4531	4531	4531	4531	4531	4531	4531	4531	4531	4531	4531	
14	5098	5098	5098	5098	5098	5098	5098	5098	5098	5098	5098	
16	5806	5806	5806	5806	5806	5806	5806	5806	5806	5806	5806	
17	6230	6230	6230	6230	6230	6230	6230	6230	6230	6230	6230	
21	7505	7505	7505	7505	7505	7505	7505	7505	7505	7505	7505	

## Esquema de conexión



## Código de Equipo

Tipo	Serie				
	Roscado	150RF	300RF	600RF	
99	1I0-001HA	1I0-002HG	1I0-003HH	1I0-004HI	
99 Monitor	1J0-001HA	1J0-002HG	1J0-003HH	1J0-004HI	
99-SO	Baja Presión	1K0-001HA	1K0-002HG	1K0-003HH	-----
	Media Presión	1K0-005HA	1K0-006HG	1K0-007HH	-----
99-SO Monitor	Baja Presión	1L0-001HA	1L0-002HG	1L0-003HH	-----
	Media Presión	1L0-005HA	1L0-006HG	1L0-007HH	-----

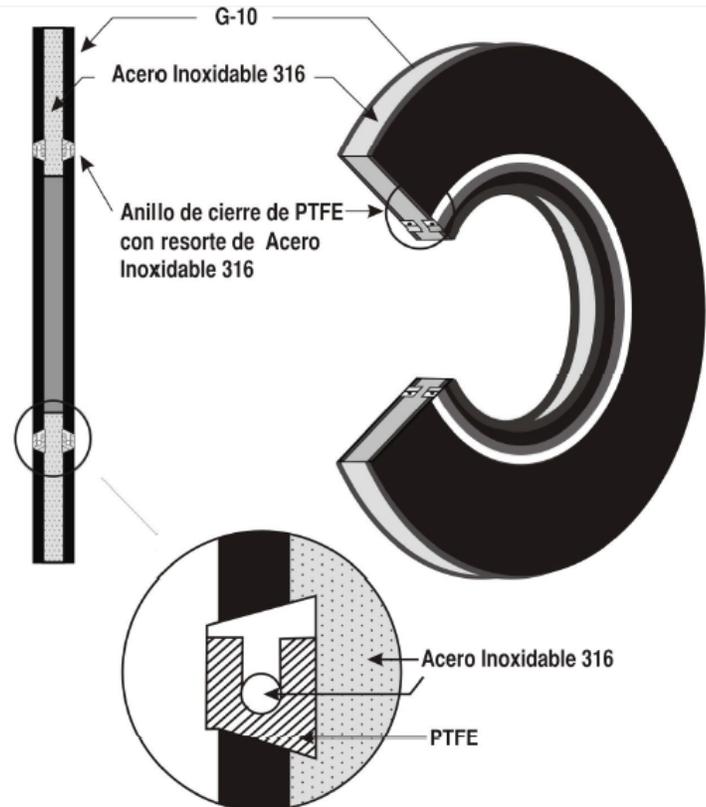
## Características.

- Marca: Satesa
- Tipo: 99-SO, baja presión
- Tamaño del cuerpo: Diámetro nominal 2", con distintos orificios de asiento
- Serie: 150 RF
- Presión de entrada máxima: 28 bar
- Piloto tipo: 6351
- Código de equipo: 1K0 – 002HG
- Orificio: 1 1/8"
- Rango de presión: 0,07 a 0,6 bar

## 5.12. Junta dieléctrica JD-104 “Protan”

### DISEÑO

Su diseño único de alta resistencia, reforzado con resina y fibra de vidrio en ambas caras y unido a un núcleo de acero inoxidable, proporcionan una base sólida para el sellado del asiento, mientras mantiene un completo aislamiento eléctrico entre las caras de las bridas.



### PROPIEDADES DEL MATERIAL: G-10

<b>Compresión:</b>	60.000 PSI
<b>Fuerza Dieléctrica:</b>	500 VPM
<b>Temp. Máx. de Trabajo:</b>	285°F (140 °C)
<b>Absorción:</b>	0,25%
<b>Flexibilidad:</b>	55.000 PSI
<b>Estiramiento:</b>	40.000 PSI



### Características

- Marca: Protan
- Modelo: Dinaelek.
- Sello de PTFE.
- Anillo de cierre de PTFE.
- Núcleo de acero inoxidable 316.

### 5.13. Actuador neumático AN-204 “Air Torque”

Actuadores microiso doble y simple y efecto.

#### Características

Muy compacto. Sistema de transmisión piñón-cremallera. Posibilidad de convertir de doble a simple efecto. Posibilidad de regular torque por cantidad de resortes.

#### Opcionales

Válvulas solenoides con acople Narmur. Filtro-regulador. Caja de límites estanca o antiexplosiva. Posicionador neumático o electro-neumático. Caja desacoplable de engranajes.

#### Torques

Actuadores a Pistón D/Efecto		Actuadores a Pistón con Ret. a resorte	
Modelo	T. Nom. (1)	Modelo	T. Nom. (1)
	Kgm (Nm)		Kgm (Nm)
51 DA	1.7 (16.6)	51 SR	0.68 (6.7)
101 DA	3 (29.3)	101 SR	1.30 (11.1)
201 DA	5.9 (58.2)	201 SR	2.5 (22.1)
251 DA	9.3 (91.5)	251 SR	3.74 (36.7)
301 DA	13.6 (133)	301 SR	5.16 (50.7)
401 DA	28.2 (277)	401 SR	10.7 (105)
501 DA	57.8 (567)	501 SR	22.8 (224)
601 DA	108.4 (1063)	601 SR	43 (425)
701 DA	264 (2594)	701 RM	111 (1091)

Los torques corresponden a presión de alimentación de 5 bar (5.1 kg/cm<sup>2</sup>)

#### Diseño

El nuevo actuador de 4ta generación de cremallera y piñón neumática ha sido diseñado, desarrollado y probado que incorpora la última tecnología y materiales disponibles, con algunas características de diseño innovadores.

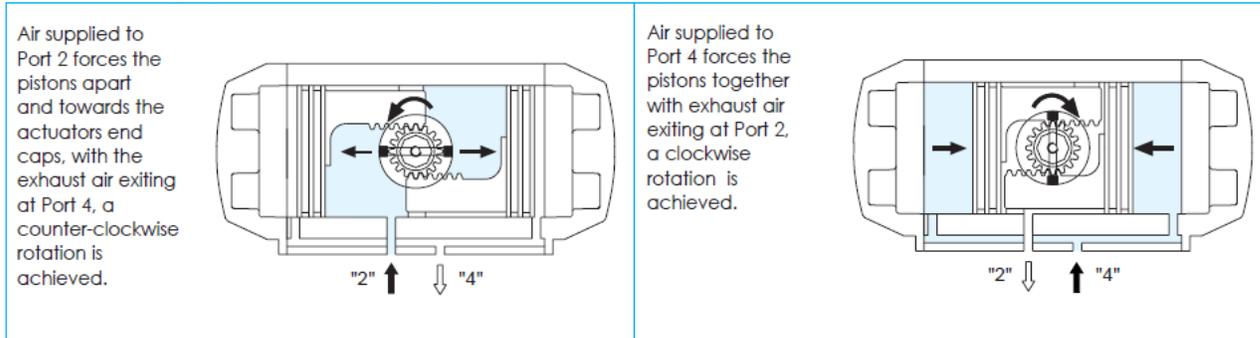
Como resultado de esta investigación de productos hemos obtenido un producto con las siguientes características:

- Confiabilidad.
- Alto rendimiento.
- Gran gama de productos que permite una selección de tamaño más económico.
- Árbol de transmisión innovadora y patentada e indicador de posición multifunción.
- El pleno cumplimiento de las especificaciones más recientes de todo el mundo.
- Una amplia selección de los más altos niveles de la tecnología de protección contra la corrosión.
- Estéticamente compacto y moderno, sin cavidades externas para evitar la acumulación de depósitos.

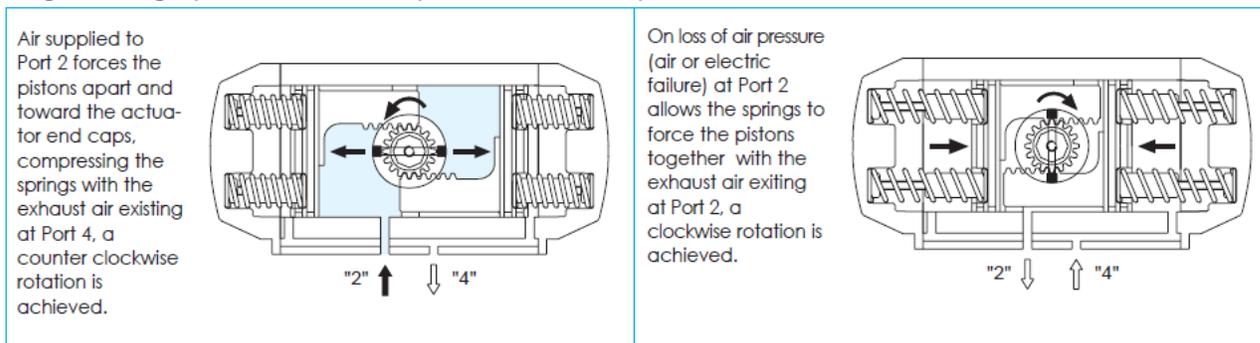
## OPERATING FUNCTION AND DIRECTION OF ROTATION

The standard rotation is clockwise to close, counter-clockwise rotation is achieved when port 2 is pressurised. For actuator marked LF the rotation is counter-clockwise to close, clockwise rotation is obtained when port 2 is pressurised

Double Acting operation function (standard rotation) TOP View:



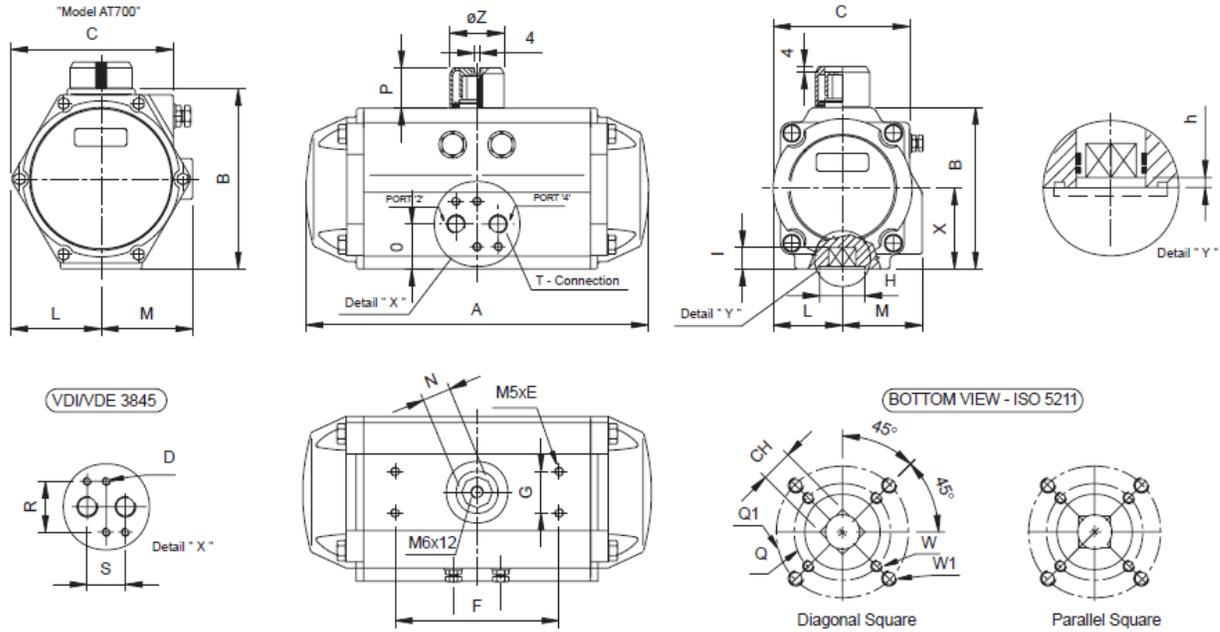
Single Acting operation function (standard rotation) TOP View:





**AIR TORQUE**

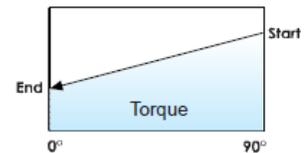
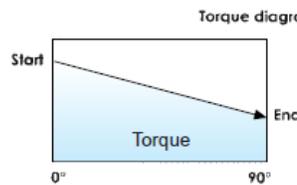
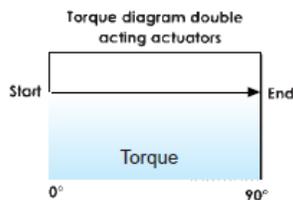
METRIC DIMENSIONS  
AND TECHNICAL DATA



	ACTUATOR MODEL	AT050	AT100	AT200	AT250	AT300	AT350	AT400	AT450	AT500	AT550	AT600	AT650	AT700	AT800	
		D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	D/S	
Dimensions in mm	A	140.5	158.5	210.5	247.5	268.5	315	345	408.5	437.5	487	543	621	684	-	
	B	69	85	102	115	127	145	157	177	196	220.5	245	298.5	330	-	
	C	59	72	84.5	97.5	111	127	136	156.5	169	190.7	213	251	298.5	-	
	D	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M5x8	M6x10	M6x10	-
	E	4	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	-
	F	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	130	130	130	130	-
	G	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	-
	H	30	35	35	55	55	70	70	85	85	100	100	130	130	130	-
	I min.	12	16	16	19	19	24	24	29	29	38	38	48	48	48	-
	L	29	36	42.5	49.5	56	64	69.5	80	88	99	110	110	131	163.5	-
	M	41.5	47	52	56.8	67	77	82	91.5	99	105	112	112	131	166	-
	N	11	11	19	19	19	27	27	27	27	42	42	42	42	42	-
	O	26.5	30	30.5	32.5	37.5	42.5	45	47	52	58	62	78.5	165	-	-
	P	20	20	20	20	20	30	30	30	30	50	50	50	50	50	-
	Q	42	50	50	70	70	102	102	125	125	140	140	140	165	165	-
	Q1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	R	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	32	45	45	-
S	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	40	40	-	
W	M5	M6	M6	M8	M8	M10	M10	M12	M12	M16	M16	M16	M20	M20	-	
W1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
T - ISO 228	1/8"	1/8"	1/8"	1/8"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	1/4"	3/8"	1/2"	-	
ISO Flange	F04	F05	F05	F07	F07	F10	F10	F12	F12	F14	F14	F14	F16	F16	-	
CH	11	14	14	17	17	22	22	27	27	36	36	36	46	46	-	
h min.	0.5	0.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2	2	2	2.5	2.5	-	
X	34.5	42.5	51	57.5	63.5	72.5	78.5	88.5	98	111.5	122	150.5	165	165	-	
Z	40	40	40	40	40	56/65	56/65	65	65	80/115	80/115	80/115	115	115	-	
Options	ISO Flange	F03	F04	F05-F07	F05-F07	F05-F07 F07-F10	F07-F10	F07-F10	F10-F12	F10-F12	F12	F12	F14	F14	-	
	Q	36	42	50	50	50	70	70	102	102	125	125	140	140	-	
	Q1	-	-	70	70	70	102	102	102	125	-	-	-	-	-	
	W	M5	M5	M6	M6	M6	M8	M8	M8	M10	M10	M12	M12	M16	M16	-
	W1	-	-	M8	M8	M8	M10	M10	M12	M12	-	-	-	-	-	
	H	25	30	35	40	40	55	55	70	70	85	85	100	112	112	-
	CH	9	11	17	17	17	22	22	27	27	27	27	36	36	36	-
	I min.	10	12	19	19	19	24	24	29	29	29	29	38	38	38	-



DOUBLE ACTING TORQUE RATINGS IN Nm											
Supply Pressure Model	2,5 Bar	3 Bar	3,5 Bar	4 Bar	4,2 Bar	4,5 Bar	5 Bar	5,5 Bar	6 Bar	7 Bar	8 Bar
AT 050 D	8,3	10,0	11,6	13,3	14,0	15,0	16,6	18,3	19,9	23,3	26,6
AT 100 D	14,7	17,6	20,5	23,5	24,6	26,4	29,3	32,2	35,2	41,0	46,9
AT 200 D	29,1	34,9	40,7	46,5	48,9	52,4	58,2	64,0	69,8	81,4	93,1
AT250 D	45,8	54,9	64,1	73,2	76,9	82,4	91,5	101	110	128	146
AT 300 D	66,5	79,8	93,1	106	112	120	133	146	160	186	213
AT 350 D	107	129	150	172	181	193	215	236	258	301	344
AT400 D	138	166	194	222	233	249	277	305	332	388	443
AT450 D	217	261	304	348	365	391	435	478	522	609	696
AT500 D	284	340	397	454	477	511	567	624	681	794	908
AT550 D	383	459	536	613	643	689	766	842	919	1072	1225
AT600 D	532	638	745	851	893	957	1064	1170	1276	1489	1702
AT650 D	893	1072	1251	1430	1501	1608	1787	1966	2144	2502	2859
AT700 D	1297	1556	1815	2075	2179	2334	2594	2853	3112	3631	4150
AT800 D											



## Características

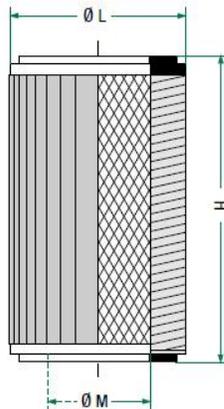
- Marca: Air Torque
- Código: AT 350 S 10 A F10 22
- Modelo: AT 350, retorno por muelle para cerrar en sentido horario.
- Numero de resortes: 10 (5 por lado)
- Cuerpo: dureza especial y anodizado, color (acero inoxidable brillante)
- Tapas terminales: recubrimiento de cromado más poliéster, color (ral 9007)
- Eje de accionamiento: acero al carbono
- Pistón: normal anodizado, color negro.
- Brida: F10
- Cuadrante: diagonal de 22 mm
- Indicador de posición: estándar
- Juntas: estándar de caucho nitrilo (NBR)

## 5.14. Filtros a cartucho “Tormene Americana”

Se seleccionan los siguientes filtros:

Filtro o separador de polvo tipo seco **F-303**

Filtro o separador de polvo tipo seco **F-311**

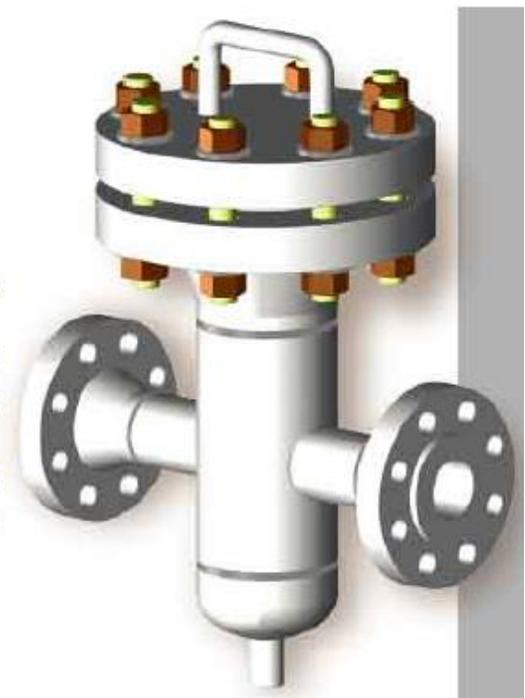


Modelo Type	H (mm)	Ø L (mm)	Ø M (mm)	Area de Filtrado (cm <sup>2</sup> ) Filtering Area (cm <sup>2</sup> )
G 0.5	120	80	35	600
G 1	165	95	50	1.250
G 1.5	210	120	69	2.300
G 2	260	165	86	4.700
G 2.5	283	200	110	7.250
G 3	320	252	138	9.500
G 4	415	299	186	14.500
G 5	470	390	246	23.000

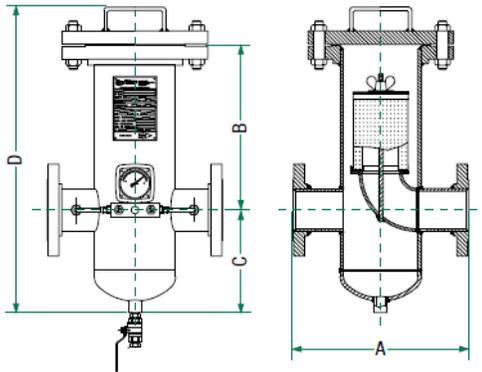


### Ventajas principales | Main advantages

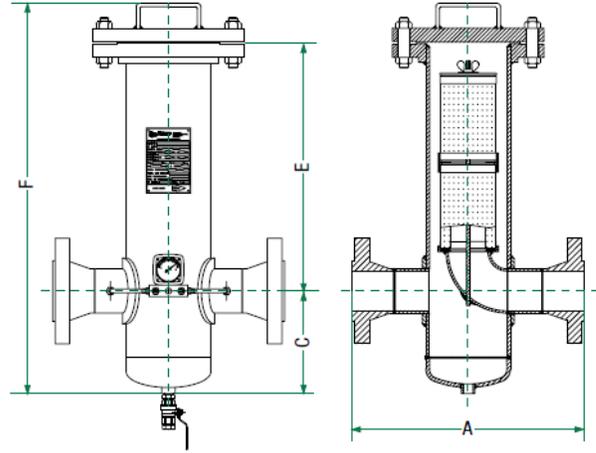
- Sistemas de apertura/cierre rápido.
- Equipos manufacturados con certificados ISO 9000.
- Cartuchos con dimensiones estándar y entrega inmediata.
- La amplia experiencia de Tormene Americana en el diseño y construcción de equipos para la industria del gas natural.
- Los ingenieros experimentados en ventas pueden asistirlo a seleccionar el filtro adecuado de modo tal de resolver su problema particular de filtración.



Dimensiones principales | Main dimensions



Filtro con cartucho simple | Simple cartridge filter



Filtro con cartucho doble | Double cartridge filter

Ø Conexión Ø Connection	Ø Cuerpo Ø Body	Modelo Type	Serie Class	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)	E (mm)	F (mm)	Cartucho Cartridge	Area de filtrado Filtering Area	Ø Purga Ø Purge
2" (51mm)	4" (102mm)	TA-FM2	#150	278	265	170	547	385	667	G 0.5	600 cm <sup>2</sup>	1/2" (12.5mm)
			#300	278								
			#600	470								
3" (76mm)	6" (152mm)	TA-FM3	#150	363	330	225	672	540	882	G 1	1250 cm <sup>2</sup>	3/4" (19mm)
			#300	400						G 1.5	2.300 cm <sup>2</sup>	
			#600	550								
4" (102mm)	8" (203mm)	TA-FM4	#150	453	410	250	781	680	1.051	G 2	4700 cm <sup>2</sup>	3/4" (19mm)
			#300	550								
			#600	650								
6" (152mm)	12" (305mm)	TA-FM6	#150	553	600	350	1.081	920	1.401	G 2.5	7250 cm <sup>2</sup>	1" (25mm)
			#300	650						G 3	9.500 cm <sup>2</sup>	
			#600	800								
8" (203mm)	16" (406mm)	TA-FM8	#150	653	750	450	1.337	1.165	1.752	G 4	14.500 cm <sup>2</sup>	1" (25mm)
			#300	750								
			#600	920								
10" (254mm)	20" (508mm)	TA-FM10	#150	850	1.135	415	1.694	1.605	2.164	G 5	23.000 cm <sup>2</sup>	1" (25mm)
			#300	900								



6.1.2. Informe del ensayo de líquidos penetrantes

ENSAYO CON LÍQUIDOS PENETRANTES					
COMPANIA:			PROVEEDOR/CONSTRUCTOR:		
O/C N°:			OBRA:		
PRODUCTOS UTILIZADOS Y CONDICIONES DE ENSAYO:					
ZONA A EXAMINAR:			MATERIAL:		
TEMPERATURA DE LA SUPERFICIE:			ESTADO DE LA SUPERFICIE:		
LIMPIEZA PREVIA					
TIPO DE LIMPIEZA:					
DISOLVENTE:			OTROS:		
SECADO:					
APLICACIÓN LÍQUIDO PENETRANTE					
LIQ. PENETRANTE:			MARCA:		
TIPO:			NORMA:		
TÉCNICA DE APLICACIÓN:			FLUOR.:	SI	NO
COLOR:			CARACTERÍSTICA:		
APLICACIÓN:					
PINCEL:	SI	NO	AEROSOL:	SI	NO
SOPLETE:	SI	NO	OTROS	SI	NO
TIEMPO DE PENETRACIÓN:			MIN.		
LIMPIEZA DEL PENETRANTE:			SECADO:		
REVELADOR					
REVELADOR:			TIPO:		
SECO:	SI	NO	ACUOSO:		
OTROS:					
APLICACIÓN:					
PINCEL:	SI	NO	AEROSOL:	SI	NO
SOPLETE	SI	NO	OTROS	SI	NO
ILUMINACIÓN					
NATURAL:	SI	NO	ARTIFICIAL:	SI	NO
FLUORECENTE:	SI	NO	OTROS:	SI	NO
TERMINACIÓN					
LIMPIEZA DEL PENETRANTE:			SECADO:		
RESULTADO DEL ENSAYO:					
CROQUIS:					

### 6.1.3. Especificaciones del proceso de soldadura (EPS)

NOMBRE DE LA EMPRESA: E.P.S N°:	
<b>Especificación del procedimiento de soldadura</b>	
Soldadura de caño a tope mediante proceso SMAW	
R.C.C.S. soporte N°: ____	Fecha emisión: ____
Revisión N°: ____	Fecha Rev.: ____
Proceso (s) de soldadura: ..... Material Base: ..... Diámetro nominal de la cañería: ..... Espesor de la cañería: ..... Diseño de la junta: ..... Metal de aporte:     1) raíz: ..... Y N° de cordones:   2) relleno: ..... Características eléctricas: ..... Características de la llama: ..... Posición: ..... Progresión de la soldadura: ..... N° de soldadura: ..... N° de soldadores: ..... Tiempo máx. Entre 1ª y 2ª pasada: ..... Tiempo máx. Entre 2ª pasada y restantes: ..... Tipo de alineador: ..... Remoción del alineador: ..... Limpieza: ..... Precalentamiento/alivio de tensiones: ..... Gas protector (tipo y caudal): ..... Fundente protector: ..... Velocidad de avance: ..... Gas de plasma (tipo y caudal): ..... Diámetro del orificio del gas de plasma: ..... Esquema y tablas: ..... Observaciones: .....	
Notas:	



6.1.4. Registro de calificación del soldador (RCS)

<b>REPORTE PARA CUPONES DE ENSAYO</b>							
Fecha _____		Ensayo No. _____					
Ubicación _____							
Ciudad _____		Posición de Soldadura: Rotado <input type="checkbox"/>				Fijado <input type="checkbox"/>	
Soldador _____		Identificación _____					
Tiempo de Soldadura _____		Tiempo del día _____					
Temperatura media _____		Protección del viento _____					
Condiciones atmosféricas _____							
Voltaje _____		Amperaje _____					
Tipo de Maquina de Soldar _____		Tamaño de Maquina de Soldar _____					
Material de aporte _____							
Tamaño de sobremonta _____							
Tipo y Grado de tubería _____							
Espesor de pared _____		Diámetro exterior _____					
Tipo de Utilaje de alineación _____							
	1	2	3	4	5	6	7
Cupón Ensayado							
Dimensión inicial del espécimen							
Área inicial del espécimen							
Carga máxima							
Resistencia a la tracción							
Localización de la fractura							
<input type="checkbox"/> Procedimiento		<input type="checkbox"/> Ensayo Calificación		<input type="checkbox"/> Calificado			
<input type="checkbox"/> Soldador		<input type="checkbox"/> Ensayo Producción		<input type="checkbox"/> Descalificado			
Resistencia máxima _____		Resistencia mínima _____		Resistencia media _____			
Comentarios sobre el ensayo de resistencia a la tracción _____							
1. _____							
2. _____							
3. _____							
4. _____							
Comentarios sobre el ensayo de doblado _____							
1. _____							
2. _____							
3. _____							
4. _____							
Comentarios sobre el ensayo de rotura por entalla _____							
1. _____							
2. _____							
3. _____							
4. _____							
Ensayado efectuado en _____		Fecha _____					
Ensayado por _____		Supervisor por _____					
Nota: Use la parte posterior para comentarios adicionales. Este formato puede usarse tanto para la calificación de procedimientos como de soldadores.							

Figura 2 – Ejemplo de reporte para cupones de ensayo.

### 6.1.5. Informe de ensayos no destructivos (END)

CALIFICACIÓN DE PROCEDIMIENTO DE END	
1 - Nº del Procedimiento a calificar:	
2 - Técnica de END:	
3 - Nombre del operador:	
4 - Equipo utilizado: marca, modelo, número de serie, etc.:	
5 - Calificación realizada en: <input type="checkbox"/> Probeta <input type="checkbox"/> Soldadura de producción	
6 - Tipo de junta ensayada:	
7 - Diámetro del caño:	
8 - Espesor del caño:	
9 - Otros datos:	
<b>Mediante la presente certifico que se realizaron los ensayos de calificación del procedimiento indicado en 1 con resultado:</b>	
<b>APROBADO</b>	<b>RECHAZADO</b>
FIRMA DEL INSPECTOR DE TGN:	
FECHA DE LA CALIFICACIÓN:	
LUGAR DE LA CALIFICACIÓN:	

## 6.2. Excavaciones

LISTA DE CONTROL PARA REVISIÓN DE CUMPLIMIENTO DEL PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN					
SE DIÓ CUMPLIMIENTO A LOS SIGUIENTES PUNTOS DEL PROCEDIMIENTO DE EXCAVACIÓN:	SI	NO	NA	V°B° Cont	V° B° Inspec
1 ¿Se realizó una reunión previa al trabajo de excavación?					
2 Cuando Terceros ajenos a la actividad de TGN realicen excavaciones dentro de la franja de seguridad de 30 metros, ¿se operará de acuerdo a lo establecido en el Instructivo PR PD I 01 "Guía de requerimientos para obras de terceros"?					
3 ¿Se revisaron todos los planos existentes y pipe tally, incluyendo trazados de cañerías y cables activos enterrados en el lugar de la excavación?					
4 ¿Se contactó a otras compañías o personas que pudieran tener caños o cables enterrados en las cercanías de la excavación, para solicitarles que ubiquen sus instalaciones y se cuenta con la información correspondiente?					
5 ¿Tiene el Permiso de Paso para cruzar caños, cables, caminos o vías de ferrocarril de terceros o para realizar tareas en propiedades privadas?					
6 ¿Se confirmó y acordó con el propietario de las tierras la entrada y el camino de acceso al lugar de la excavación?					
7 ¿Se realizó una inspección visual del área para identificar alambrados, cables de electricidad, carteles de advertencia de gasoductos/poliductos, condiciones naturales del terreno u otras instalaciones enterradas, ganado, líneas aéreas u otros peligros y con anterioridad a la reunión previa al trabajo?					
8 Previo al inicio de la excavación sobre gasoducto presurizado, ¿se corroboró con Control de Gas que el valor de presión es el que definió Integridad, descrito en la Salida de Servicio?					
9 ¿Se realizó un Análisis de Seguridad en el Trabajo (AST), para cada tarea, previo a la planificación?					
10 Antes de excavar, ¿se realizó la detección de cañerías e instalaciones, según lo indica la Instrucción Técnica "DETECCIÓN, CATEO Y SEÑALIZACIÓN DE CAÑERÍAS E INSTALACIONES ENTERRADAS" ubicando y señalizando con estacas el cable, caño o demás peligros enterrados?					
11 Antes de excavar, ¿se inspeccionó la zona de trabajo, para asegurar que no existen peligros potenciales no identificados en la planificación?					
12 Antes de excavar, ¿se verificó la no existencia de gases combustibles (0% LEL) en el lugar de trabajo? ¿Cumple nota 1?					
13 En caso de existir próximo a la zona de excavaciones instalaciones de gas presurizadas, ¿se ha implementado la medición continua de mezcla explosiva?					
14 En caso de realizar excavaciones con máquinas, ¿se cuenta con un guía para la excavación y el mismo está aceptado por TGN?					
15 En caso que se haya excavado 1,5 metros y la cañería, ¿cable o peligro enterrado no aparece, todos los involucrados en la excavación conocen el método de trabajo para excavaciones profundas establecido en este procedimiento?					
16 Se ha previsto que en caso de tener que ampliar la zona de excavación manual con máquina, la misma no debe excavar en zonas no sondeadas y se debe ajustar a lo establecido en este procedimiento?					
17 ¿Se mantienen las distancias mínimas de seguridad de 30 cm hacia los laterales del caño y 60 cm. hacia la parte superior del caño?					
18 ¿Se separó la capa edáfica del resto del suelo durante la excavación y se colocó a un costado para evitar la mezcla de suelos?					
19 En caso de excavaciones más profundas a 1,2 metros, ¿se ha previsto la protección de las paredes de zanja para evitar derrumbes?					
20 ¿Se ha previsto la construcción de rampas y/o escaleras para el acceso de las personas a la excavación?					
21 Si existe riesgo o indicio de un caño con integridad cuestionable y/o fuga de gas y/o excesiva corrosión y/o suelo inestable, ¿se consideró que debe despresurizarse ese tramo, hasta lograr condiciones seguras de trabajo?					
22 En caso de dejar la excavación sin vigilancia, ¿se ha previsto el cercado y señalización de la misma siguiendo las reglamentaciones locales?					
23 Se tiene en cuenta que durante el relleno del terreno excavado ¿se debe respetar la secuencia edáfica del terreno, restituir la capa vegetal superior, eliminar todo tipo de residuo y restituir el terreno a sus condiciones naturales?					
Responsabilidades	Ejecutor de Registro	QA Contratista	Inspección TGN		
Firma					
Aclaración y/o Sello					
Fecha					

### 6.3. Prueba hidráulica

#### 6.3.1. Planillas

##### 6.3.1.1. Planilla N° 1

T.G.N. S.A. O/C N° _____		PROVEEDOR / CONSTRUCTOR OBRA: _____	
TRAMO: _____		LONGITUD DE CAÑERÍA	
CAÑERÍA			OBSERVACIONES
FECHA	ESPESOR mm	LONGITUD DEL TRAMO SOLDADO EN LA FECHA, DE UN MISMO ESPESOR M	
TOTAL DE PAGINA		DESDE Km _____ HASTA Km _____	
TOTAL HASTA LA FECHA		CONTROLO _____ FECHA _____	
		APROBO _____	

**MEDICION:** Cada día se deberá medir el tramo de conducto soldado en la fecha antes de procederse a la bajada del mismo. La medición se realizará por medio de cinta métrica, tratando de minimizar los errores por efecto de la temperatura.

**IMPORTANTE:** La medición de la cañería y confección de esta planilla deberán ser llevadas a cabo por el Proveedor/Constructor, la planilla debidamente conformada deberá ser entregada a la inspección.

**NOTA:** Cuando hay cortes o agregados de cañería deberán consignarse las longitudes en observaciones.

6.3.1.2. Planilla N° 2

PRESENTACIONES A EFECTUAR PREVIAS A LA INICIACION DE LA PRUEBA HIDRAULICA Y SECADO O INHIBICION DEL AGUA DE LA CAÑERIA

- 1.- Fuente(s) y análisis del agua a utilizar.
- 2.- Descripción de las operaciones a efectuar con secuencia de llenado, prueba, limpieza, secado e inhibición del agua.
- 3.- Programa global - por tramos. **NO APLICABLE**
- 4.- Planos de perfiles altimétricos, con determinación de las secciones. **NO APLICABLE**
- 5.- Cálculo de las presiones de prueba y volúmenes teóricos.
- 6.- Esquemas de cabezales de prueba.
- 7.- Prueba hidráulica de los cabezales.
- 8.- Listado de instrumentos a utilizar en las pruebas, (fabricante, modelo, alcance, precisión, certificación de control y calibración, etc.).
- 9.- Método a utilizar para el secado o inhibición del agua.
- 10.- Programa propuesto por tramo según el siguiente detalle:

DETALLE DE OPERACIONES	INICIACION		TERMINACION	
	FECHA	HORA	FECHA	HORA
Limpieza.....	.....	.....	.....	.....
Calibración (Opcional) <b>NO APLICABLE</b>	.....	.....	.....	.....
Llenado.....	.....	.....	.....	.....
Presurización para igualación de temperatura <b>NO APLICABLE</b>	.....	.....	.....	.....
Igualación de temperatura <b>NO APLICABLE</b>	.....	.....	.....	.....
Presurización para estabilización <b>NO APLICABLE</b>	.....	.....	.....	.....
Estabilización <b>NO APLICABLE</b>	.....	.....	.....	.....
Presurización hasta valor prueba de resistencia.....	.....	.....	.....	.....
Prueba de resistencia .....	.....	.....	.....	.....
Depresurización hasta valor prueba de hermeticidad <b>NO APLICABLE</b>	.....	.....	.....	.....
Prueba de hermeticidad (24 hs.) <b>NO APLICABLE</b>	.....	.....	.....	.....
Vaciado.....	.....	.....	.....	.....
Secado o inhibición del agua.....	.....	.....	.....	.....
Duración Total.....	.....	.....	.....	.....

6.3.1.3. Planilla N° 3

T.G.N. S.A.	PROVEEDOR / CONSTRUCTOR:
O / C N° _____	OBRA:

PLANILLA DE CALCULO -

TRAMO N°:.....  
DESDE Km.....HASTA Km.....

VOLUMENES TEORICOS

LONGITUD TOTAL ..... m  
 LONGITUD TOTAL CAÑO PESADO ..... m  
 LONGITUD TOTAL CAÑO LIVIANO ..... m  
 VOLUMEN CAÑO PESADO ..... m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN CAÑO LIVIANO ..... m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN CABEZALES DE PRUEBA ..... m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN TOTAL DEL TRAMO ..... m<sup>3</sup>  
 VOLUMEN TEORICO Va - CAÑO PESADO ..... 1/bar  
 VOLUMEN TEORICO Va - CAÑO LIVIANO ..... 1/bar  
 VOLUMEN TEORICO TOTAL Va ..... 1/bar  
 DOBLE Va ..... 1/bar

INSTALACIONES DENTRO DE LA SECCION

INCLUIDA EN LA PRUEBA

Km .....	DESCRIPCION .....	SI/NO
Km .....	DESCRIPCION .....	SI/NO
Km .....	DESCRIPCION .....	SI/NO

COTA ALTIMETRICA

CABEZAL N° ..... Km ..... m  
 CABEZAL N° ..... Km ..... m  
 PUNTO MAS ALTO ..... Km ..... m  
 PUNTO MAS BAJO ..... Km ..... m

PRESIONES DE PRUEBA EN CABEZALES

PRUEBA DE RESISTENCIA

PRUEBA DE HERMETICIDAD

CABEZAL N° ..... Km .....	bar.....	bar.....
CABEZAL N° ..... Km .....	bar.....	bar.....

Instalación de red de gas natural industrial en alta presión

6.3.1.4. Planilla N° 4

INFORME DE PRUEBA HIDRAULICA

TGN S.A.	PROVEEDOR / CONSTRUCTOR:
O/C N° _____	OBRA:

DATOS DE LA CAÑERÍA	Dn (mm)			Norma de la cañería:
	t (mm)			Plano altimétrico N°:
	L (m)			de Prog.....a Prog.....

LLENADO	AGUA: INFORME DE ANALISIS N°				ADITIVOS		SI	NO
	COMIENZO	FECHA	HORA	FINAL	FECHA	HORA		
		.....	.....		.....	.....		
	TEMPERATURA DEL SUELO.....°C (en estado lleno)							
TEMPERATURA DEL AGUA.....°C (en estado lleno)								
MEDICION DEL VOLUMEN FINAL.....m <sup>3</sup>								

IGUALACIÓN DE TEMPERATURA NO APLICABLE	SUELO TIPO		FECHA	HORA	FINAL	HORA	FECHA
	.....	COMIENZO	.....	.....	.....	.....	.....
	TEMP. FINAL °C CAÑO	TERM. 1	TERM. 2	SUELO	TERM. 1	TERM. 2	TERM. 3
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

ESTABILIZACIÓN NO APLICABLE	COMIENZO	FECHA	HORA	FINAL	FECHA	HORA	
		.....	.....		.....	.....	
	Presión inicial .....bar	LLENADO.....m <sup>3</sup>				Presión final.....bar	
		VACIADO.....m <sup>3</sup>					
	TEMP. FINAL °C CAÑO	TERM. 1	TERM. 2	SUELO	TERM. 1	TERM. 2	TERM. 3
	.....	.....	.....	.....	.....	.....	.....

PRUEBA DE RESISTENCIA	COMIENZO	FECHA	HORA	FINAL	FECHA	HORA	
		.....	.....		.....	.....	
	PRESION.....bar	CONTADORES DE AGUA N/A				Va.....l N/A	
		COMIENZO.....FINAL.....					
	Agua añadida en l	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	Presión.....bar	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	
	2 Va...l	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	

6.3.1.5. Planilla N° 5

TGN S.A  O/C N°	PROVEEDOR / CONSTRUCTOR:  OBRA:																																																																																																																																																																								
TRAMO N° ..... PRUEBA HIDRAULICA DE RESISTENCIA REGISTRO HORARIO DE PRESIONES																																																																																																																																																																									
FECHA DE ENSAYO: ...../...../.....																																																																																																																																																																									
ENTRE PROGRESIVA..... Y PROGRESIVA.....																																																																																																																																																																									
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <thead> <tr> <th colspan="2">LECTURA</th> <th colspan="2">PRESION</th> <th>TEMP. SUP. CAÑO</th> <th>OBSERV.</th> <th colspan="2">LECTURA</th> <th colspan="2">PRESION</th> <th>TEMP. SUP. CAÑO</th> <th>OBSERV.</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>HORA</th> <th>BALANZA</th> <th>MANOM.</th> <th>TERMOM.</th> <th></th> <th>N°</th> <th>HORA</th> <th>BALANZA</th> <th>MANOM.</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>13</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>2</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>14</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>3</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>15</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>4</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>16</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>5</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>17</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>6</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>18</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>7</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>19</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>8</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>20</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>9</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>21</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>10</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>22</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>11</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>23</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>12</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>24</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>		LECTURA		PRESION		TEMP. SUP. CAÑO	OBSERV.	LECTURA		PRESION		TEMP. SUP. CAÑO	OBSERV.	N°	HORA	BALANZA	MANOM.	TERMOM.		N°	HORA	BALANZA	MANOM.			1						13						2						14						3						15						4						16						5						17						6						18						7						19						8						20						9						21						10						22						11						23						12						24					
LECTURA		PRESION		TEMP. SUP. CAÑO	OBSERV.	LECTURA		PRESION		TEMP. SUP. CAÑO	OBSERV.																																																																																																																																																														
N°	HORA	BALANZA	MANOM.	TERMOM.		N°	HORA	BALANZA	MANOM.																																																																																																																																																																
1						13																																																																																																																																																																			
2						14																																																																																																																																																																			
3						15																																																																																																																																																																			
4						16																																																																																																																																																																			
5						17																																																																																																																																																																			
6						18																																																																																																																																																																			
7						19																																																																																																																																																																			
8						20																																																																																																																																																																			
9						21																																																																																																																																																																			
10						22																																																																																																																																																																			
11						23																																																																																																																																																																			
12						24																																																																																																																																																																			

**INSTRUMENTAL UTILIZADO**

INSTRUMENTO	MARCA Y MODELO	RANGO DE LECTURA	SENSIBILIDAD	OBSERVACIONES
BALANZA DE P.M.				
REGIS-TRADOR	PRESION			
	TEMP.			
MANOM. INDICADOR				
TERMOMETRO				
OPERADOR:.....				
CONTRALORES DEL PROVEEDOR/CONSTRUCTOR.....				
CONTRALORES DE T.G.N. S.A.....				
JEFE DE INSPECCION DE T.G.N. S.A.....				
				FIRMA                      ACLARACION

**6.3.1.6. Planilla N° 6**

<p>T.G.N S.A. O/C N° _____</p>	<p>PROVEEDOR/CONSTRUCTOR: OBRA:</p>
<p>TRAMO N°.....</p>	

**DATOS A CONSIGNAR CUANDO SE REGISTREN FALLAS Y/O ROTURAS**

- 1° *Fecha y hora de falla o rotura.*
- 2° *Progresiva.*
- 3° *Ubicación sobre el terreno (en una planicie, en la parte alta, baja o media de una cuesta, etc.).*
- 4° *Causa y características de rotura. Tipo de falla y longitud.*
- 5° *En caño o accesorio.*
- 6° *Ubicación en el caño o accesorio (posición horaria).*
- 7° *En la chapa, en costura de fabricación o costura de instalación.*
- 8° *Características del caño.*
- 9° *Presión máxima soportada por el caño.*
- 10° *Presión de rotura o falla.*
- 11° *Método de reparación.*
- 12° *Observaciones realizadas.*
- 13° *Nota: El tramo de caño con falla, debe quedar a disposición de la inspección.*

Instalación de red de gas natural industrial en alta presión

6.3.1.7. Planilla N° 7

T.G.N. S.A. O/C N° _____	PROVEEDOR/CONSTRUCTOR:  OBRA:
-----------------------------	-------------------------------------

TRAMO ENTRE PROGRESIVA ..... Y PROGRESIVA.....

AGUA DE BARRIDO	PASAJE			TIPO DE SCRAPER	OBSERVACIONES
	N°	FECHA	HORA		

LIMPIEZA DEL CONDUCTO	PASAJE			TIPO DE SCRAPER	OBSERVACIONES
	N°	FECHA	HORA		

<b>NO APLICABLE</b>	Metanol: Grado de Pureza						
	Tipo de Gas Inerte:						
INHIBICION DEL AGUA	Pasaje Gas-metanol-Gas			Metanol	Tipo de Scraper	Datos de la Muestra	
	N°	Fecha	Hora	Litros		Densidad	% en peso de la solución

SECADO POR AIRE DESHIDRATADO	Comienzo		Hora	Final	Hora
	Compresor Tipo y Marca			Caudal	Pres. de Trab.
	Hidrógeno / Método:				
	Punto de rocío entrada (°C)				
	Pasaje			Tipo De Scraper	Observaciones
	N°	Fecha	Hora		
Punto de Rocío Salida Final (°C)					

OPERADOR:..... SUPERVISION..... PROVEEDOR/CONSTRUCTOR:.....

T.G.N. S.A.:.....

### 6.3.2. Acta de ejecución de prueba hidráulica

#### MODELO DE ACTA

#### ACTA DE EJECUCION DE PRUEBA HIDRAULICA

-----En la localidad de..... a los.....  
días del mes.....del año 20....., en presencia del señor.....  
..... en representación de T.G.N. S.A., y el señor.....  
..... representando al Proveedor/Constructor, se labra la presente ACTA DE EJECUCION  
DE PRUEBA HIDRAULICA correspondiente a la obra.....  
tramo ..... trabajos encomendados por O/C N° ..... a la firma  
.....

-----Esta prueba se realizó en un todo de acuerdo a la Especificación IP-EP-S-028 Rev. 0 y cuyo  
detalle es el siguiente:-----

#### CAÑERÍA UTILIZADA:

Norma: ..... Costura: ..... Diámetro nom.:..... mm (.....")

Espesor (mm): .....

#### LONGITUD TOTAL:

.....metros. De Prog. km..... a Prog. km .....

#### PRUEBA DE RESISTENCIA:

Mínimo valor: ..... Tiempo de prueba: .....

#### RESULTADO:-----

-----En prueba de conformidad, firman la presente los arriba mencionados, en cuatro ejemplares de un  
mismo tenor y a un sólo efecto.-----

-----Forman parte integrante de la presente acta las planillas Nros. 1; 2; 3; 4; 5A; 6 y 7 y los gráficos de  
registro de temperatura y presión.

POR EL PROVEEDOR/CONSTRUCTOR

POR T.G.N. S.A.

Fdo.

Fdo.

## 6.4. Protección anticorrosiva

### 6.4.1. Registro de preparación de superficies

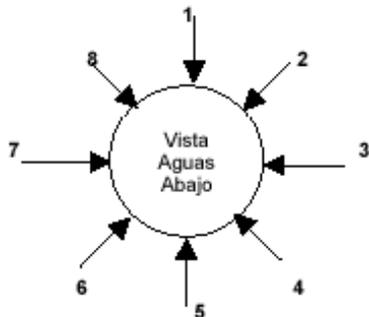
#### REGISTRO DE PREPARACIÓN DE SUPERFICIE

PREPARACION DE LA SUPERFICIE			
Obra	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Fecha:	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Contratista	<input style="width: 95%;" type="text"/>	Project Manager	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Tramo de Gto.	N° <input style="width: 80%;" type="text"/>	Denominación	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Ubicación	Mojon + metros: <input style="width: 95%;" type="text"/>	Pozo N°	<input style="width: 95%;" type="text"/>
Limpieza por arenado	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	<b>Comentarios</b> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/> <hr/>	
Limpieza mecánica	SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>		
Grado de limpieza alcanzado	<input style="width: 80%;" type="text"/>		
Perfil de rugosidad	Micrones <input style="width: 80%;" type="text"/>		
Control de polvo en la superficie	OK <input type="checkbox"/>		
<b>Responsable CONTRATISTA</b>		<b>Responsable TGN</b>	
<hr style="border: none; border-top: 1px dashed black;"/>		<hr style="border: none; border-top: 1px dashed black;"/>	
Firma		Firma	
<hr style="border: none; border-top: 1px dashed black;"/>		<hr style="border: none; border-top: 1px dashed black;"/>	
Aclaración		Aclaración	

6.4.2. Registro de control de espesores

REGISTRO DE CONTROL DE ESPESORES DE REVESTIMIENTO EPOXY

Obra:					Contratista:						
Nº de Segmento:				Progresivas: de:			hasta:		Fecha:...../...../.....		
Nº de Pozo:				Ejecutor (N y A):				Hoja: de:			
Instrumento Marca:			Código ó Serie Nº:				Certificado Nº:				
Medición Nº por mt.	Diámetro Canería o Material	Medición 1 0:00 hs.	Medición 2 1:30 hs.	Medición 3 3:00 hs.	Medición 4 4:30 hs.	Medición 5 6:00 hs.	Medición 6 7:30 hs.	Medición 7 9:00 hs.	Medición 8 10:30 hs.	Promedio por Medición	Espesor Mínimo por Medición
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
10											
11											
12											
13											
14											
15											
16											
17											
18											
19											
20											
21											
22											
Espesor Mínimo Aceptado 450 micrones				Espesor Mínimo Medido:				Promedios			



Criterio de Mediciones:

Se realizan 3 mediciones por metro lineal pintado, una en posición 2 u 8, otra en posición 4 ó 6 y la restante variando en otra posición por cada metro. Donde aparezcan zonas tipo "piel de naranja" se mide obligatorio.

Ejecutor de Mediciones	Fecha	Firma	Aclaración
VºBº Calidad de Contratista	Fecha	Firma	Aclaración
VºBº Inspección de TGN	Fecha	Firma	Aclaración

6.4.3. Registro de condiciones climáticas

REGISTRO DE CONDICIONES CLIMÁTICAS

DATOS DEL SEGMENTO REVESTIDO Y ZONA DE CONTROL				
Nº de Segmento:	Nº de Pozo:	Longitud de Segmento:	Mts.	
<b>APLICABLE A:</b>	Pintura Epoxy	<input type="checkbox"/>	Poliuretano	<input type="checkbox"/>
	Cinta Plástica	<input type="checkbox"/>	Manta Termocontraible	<input type="checkbox"/>
TEMPERATURA AMBIENTE - MANAÑA				
Hora de Toma	<input type="text"/> : <input type="text"/>	Termómetros	Observaciones y/o Comentarios	
		Marca y Modelo		
		Nº de Serie		
Temperatura	<input type="text"/> ° : <input type="text"/>	Cert. Calibración Nº		
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTE - MANAÑA				
Hora de Toma	<input type="text"/> : <input type="text"/>	Observaciones y/o Comentarios		
Humedad	<input type="text"/> : <input type="text"/>			
PUNTO DE ROCÍO - MAÑANA				
Hora de Toma	<input type="text"/> : <input type="text"/>	Higrómetro / Hidrógrafo	Observaciones y/o Comentarios	
		Marca y Modelo		
		Nº de Serie		
Punto de Rocío	<input type="text"/> : <input type="text"/>	Cert. Calibración Nº		
TEMPERATURA AMBIENTE - TARDE				
Hora de Toma	<input type="text"/> : <input type="text"/>	Termómetros	Observaciones y/o Comentarios	
		Marca y Modelo		
		Nº de Serie		
Temperatura	<input type="text"/> ° : <input type="text"/>	Cert. Calibración Nº		
HUMEDAD RELATIVA AMBIENTE - TARDE				
Hora de Toma	<input type="text"/> : <input type="text"/>	Observaciones y/o Comentarios		
Humedad	<input type="text"/> : <input type="text"/>			
PUNTO DE ROCÍO - TARDE				
Hora de Toma	<input type="text"/> : <input type="text"/>	Higrómetro / Hidrógrafo	Observaciones y/o Comentarios	
		Marca y Modelo		
		Nº de Serie		
Punto de Rocío	<input type="text"/> : <input type="text"/>	Cert. Calibración Nº		

Responsabilidades			
Firma, Aclaración y/o Sello	Ejecutor de Registro	QA Contratista	Inspección TGN
Fecha	...../...../.....	...../...../.....	...../...../.....

6.4.4. Registro de ensayos

REGISTRO DE ENSAYOS

DATOS DEL SEGMENTO REVESTIDO Y CONTROLADO				
Nº de Segmento:	Nº de Pozo:	Longitud de Segmento:	Mts.	
APLICABLE A:	Pintura Epoxy	<input type="checkbox"/>	Poliuretano <input type="checkbox"/>	
	Cinta Plástica	<input type="checkbox"/>	Manta Termocontraible <input type="checkbox"/>	
ENSAYO DE ADHERENCIA POR CORTE EN CRUZ				
Resultado:		Aprobado <input type="checkbox"/>	Observaciones y/ò Comentarios	
		Rechazado <input type="checkbox"/>		
ENSAYO DE ADHERENCIA POR MÉTODO PULL-OFF				
Probetas ò Testigos Ensayados	Nº	Nº	Nº	
Resultado :  :	Aprobado <input type="checkbox"/>	Instrumento de Tensionado		
	Rechazado <input type="checkbox"/>	Marca	Tensión de Corte ò Rotura psi	
		Modelo	Causa de Corte ò Rotura	Despegue de Doli
		Nº de Serie		Despegue de 1 capa
		Certificado Nº		Despegue Completo
	Otros			
Observaciones y/ò Comentarios:				
DETECCIÓN DE FALLAS DE REVESTIMIENTO				
Detector de Fallas	Marca	Modelo	Nº de Serie ó Código	
	Tensión de Prueba	Volts		
Bobinas 1 N°	Bobinas 2 N°	Cert. De Calibración N°		
Fecha de Detección de Fallas	En el día de la fecha se realizó el Control de Fallas de Revestimiento de/los Tramo/s de Cañería indicados en este registro como producción, obteniéndose como resultado:			
Liberado p /Tapar	Liberado p /Bajada	Reparar X Bajo Espesor	Rechazado – Repintar	
NOTAS:				

Responsabilidades		
Firma, Aclaración y/ò Sello	Ejecutor de Registro	QA Contratista
Fecha		Inspección TGN

## 6.5. Tabla N° 4 de la Norma API 1104-99

Tabla 4- Dimensión máxima de mordedura.

Profundidad	Longitud
> 1/32" (0.8 mm) o > 12.5% del espesor de pared de la tubería, cualquiera sea menor.	No aceptable
> 1/64" (0.4 mm) o > 6% -12.5% del espesor de pared de la tubería, cualquiera sea menor.	2" (50 mm) en una longitud continua de soldadura de 12" (300) o un sexto de longitud soldada, cualquiera sea menor.
≤ 1/64" (0.4 mm) o ≤ 6% del espesor de pared de la tubería, cualquiera sea menor.	Aceptable, sin importar su longitud

## 7. Referencias

NAG “Normas Argentinas de gas”

Normativa TGN

ASME B31.8 “Sistema de tuberías para transporte y distribución de gas”

API 1104 “Soldadura de cañerías y facilidades relacionadas”

Repsol YPF “Guía de GLP”

### **De internet**

<http://www.enargas.gov.ar/MarcoLegal/Normas/Normas.php>

<http://www.tgn.com.ar/home/>

<http://www.gasnea.com.ar/>

<http://www.cer.com.ar/producto/90/mm4-58>

[http://www.cadforum.cz/cadforum\\_en/default.asp](http://www.cadforum.cz/cadforum_en/default.asp)

<http://www.bibliocad.com/>

<http://megapiping.ar.tripod.com/capitulo4.htm>

<http://infoleg.mecon.gov.ar/infolegInternet/anexos/80000-84999/81364/norma.htm>

<http://www.enarsa.com.ar/index.php/es/>

<https://proyectosinversion.files.wordpress.com/2009/06/estudio-de-inversion.pdf>

<http://www.satesa.com.ar/>

<http://www.esferomatic.com.ar/>

## 8. Glosario

**TGN:** Transportadora de gas del norte.

**GLP:** Gas licuado de petróleo.

**GN:** Gas natural.

**Hot Tap:** método utilizado para hacer manteniendo y/o reparaciones a cañerías tuberías de alta presión, sin interrupción de flujo.

**LEL:** Limite de inflamabilidad.

**NBR:** Goma de nitrilo.

**RF:** Extremo bridado.

**NPT-H:** Extremo roscado hembra.

**NPT-M:** Extremo roscado macho.

**BSPT:** Extremo roscado.

**ARN:** Autoridad regulatoria nuclear - Argentina.

**PRM:** Planta de regulación y medición primaria.

**PRS:** Planta de regulación secundaria.

**NAG:** Norma argentina de gas.

**IRAM:** Instituto Argentino de normalización y certificación.

**ANSI:** American National Standards Institute.

**DIN:** Instituto Alemán de normalización.

**API:** American petroleum institute.

**ASTM:** American Section of the International Association for Testing Materials.

**SSPC:** Society for Protective Coatings.

**AWS:** American Welding Society.

**ISO:** Organización internacional de normalización.

**SP:** Normas internacionales de preparación de superficies.

**NACE:** Corrosion Industry Standards Library.

**EPS:** especificación de procedimiento de soldadura.

**CPS:** Calificación del procedimiento del soldadura.

**RCPS:** Registro de calificación del procedimiento de soldadura.

**CS:** Calificación del soldador.

**RCS:** Registro de calificación del soldador.

**MS:** Mapa de soldadura.

**MG:** Mapa de gamagrafiado.

**Tie-in:** se define como el punto de intersección en el cual alguna nueva línea pasará a formar de una línea existente.

**END:** Ensayo no destructivo.

**SMAW:** Proceso de soldadura de fusión por arco eléctrico con electrodo revestido.

**CPM:** Caja de medición de potencial.

**PIE:** Plan de inspección y ensayos.

**PET:** Polietileno extruido tricapa.

**FBE:** Pintura en polvo epoxi.

**MAPO:** Presión máxima admisible de operación.

**IGC:** indicador de gas combustible.

**TMFE:** Tensión de fluencia mínima especificada.

**PTFE:** Politetrafluoroetileno.

**PE:** Polietileno.

**PT:** Pasaje total.

**PN:** Pasaje nominal.

**ZAC:** Zona afectada por el calor.

**MEND:** Mapa de ensayos no destructivos.

**Pitting:** Corrosión por picadura.

**Airless:** Pistola de pintura.

## 9. Planos

Plano	Denominación
PL-01	Montaje completo de la instalación
PL-02	Parte transportista
PL-03	Derivación "Hot Tap"
PL-04	Distribución
PL-05	Circuito de tablero de corte por baja y alta presión
PL-06	Planta de regulación y medición primaria
PL-07	Odorizador
PL-08	Distribución interna
PL-09	Planta de regulación secundaria
PL-10	Mojón con caja de medición de potencial
PL-11	Instalación de ánodo galvánico
PL-12	Pie regulable para cañería de 2" y 3"
PL-13	Soporte de tablero de comando
PL-14	Soporte tipo caballete para PRM
PL-15	Mapa de soldadura cuadro de maniobra
PL-16	Mapa de soldadura distribución
PL-17	Mapa de soldadura PRM
PL-18	Mapa de soldadura distribución interna
PL-19	Mapa de soldadura PRS
PL-20	Señalización de gasoducto enterrado
PL-21	Identificación de la instalación
PL-22	Señalización prohibido el acceso
PL-23	Señalización prohibido fumar

A continuación se adjuntan todos los planos, respetando el orden de la tabla anterior.