

Projecto de Rede de Distribuição de Gás Natural

Projecto apresentado para a obtenção do grau de Mestre em
Equipamentos e Sistemas Mecânicos
Especialização em Projecto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos

Autor

Pedro Daniel Relvas Dias Marques

Orientador

Eng^o António Manuel de Morais Grade
Instituto Superior de Engenharia de Coimbra

Coimbra, Dezembro, 2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família e amigos.

Agradeço à instituição ISEC a oportunidade que me deu de poder valorizar o meu percurso académico, a todos os professores e em particular ao meu orientador Eng.º António Manuel de Morais Grade, pela forma motivada e profissional como leccionaram este mestrado.

RESUMO

O gás natural foi introduzido em Portugal em 1997. Desde essa data, a estrutura de consumo de gás natural evidencia que, logo após o sector da produção de electricidade, é o sector industrial que regista o maior consumo de gás natural.

O consumo de gás natural reduz de forma significativa as emissões de CO₂ para a atmosfera, em comparação com outros combustíveis fósseis (p. ex.: carvão, nafta), pois é uma energia mais limpa e menos poluente. Apresenta também a vantagem ser energeticamente mais eficiente.

Este trabalho propõe a realização de um projecto, de carácter real, de uma rede de gás natural para abastecimento de uma unidade industrial.

O projecto pretende definir os critérios de caracterização e dimensionamento de uma rede de gás, passando pela determinação das condições técnicas, procedimentos de construção, montagem, inspecções e ensaios necessários ao abastecimento, com gás natural, dos equipamentos/queimadores existentes em uma unidade industrial.

O projecto envolverá a definição das características da instalação, como a categoria de localização, tipo de funcionamento do posto de regulação e medida, pressão de operação e caudal do gás, assim como a determinação dos caudais de operação, diâmetros e espessuras das tubagens, perdas de carga e velocidades de escoamento. Para o posto de regulação e medida acresce o dimensionamento para a determinação dos respectivos equipamentos, tais como os filtros, reguladores de pressão, válvulas de alívio e contadores.

PALAVRAS-CHAVE

Gás natural, rede de gás, dimensionamento, posto de regulação e medida, perdas de carga, velocidades de escoamento, espessura das tubagens, procedimentos de construção, inspecções e ensaios.

ABSTRACT

The natural gas was introduced in Portugal in 1997. Since then the structure of natural gas consumption shows that, after the sector of electricity production, is the industrial sector that registers the highest consumption of natural gas.

The consumption of natural gas significantly reduces the CO₂ emissions to the atmosphere, compared to other fossil fuels (e.g. coal, thick fuel-oil), because it is a cleaner and less polluting energy. It also presents the advantage to be more energy efficient.

This work proposes the implementation of a real world project, of a natural gas network for supply an industrial unit.

The project intends to define the criteria for characterization and sizing of a gas network, the determination of technical conditions, construction procedures, assembly, inspection and testing, required to supply natural gas to the existing equipment/burners in an industrial unit.

The project will involve defining the characteristics of the installation, such as location category, type of operation of the regulation and metering station, pressure operation and gas flow rates, as well as the calculations for determining the working flow rates, pipe diameters and thickness, pressure drops and gas velocities. For the regulation and metering station, is also needed to make the calculations for the determination of its equipment, such as filters, pressure regulators, relief valves and flow meters.

KEYWORDS

Natural gas, gas network, pipe sizing, regulation and metering station, pressure drops, flow velocities, pipe thickness, construction procedures, inspections and testing.

Índice

1. INTRODUÇÃO	1
2. TERMINOLOGIAS E DEFINIÇÕES.....	3
3. RESPONSABILIDADES DO PROJECTISTA	6
4. DESCRIÇÃO GERAL.....	7
4.1 ÁREA DE INFLUÊNCIA	7
4.2 DESCRIÇÃO DO PROJECTO	7
4.3 CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO E DE PROJECTO.....	7
4.4 CARACTERÍSTICAS DO GÁS A TRANSPORTAR.....	8
4.5 CARACTERÍSTICAS DOS APARELHOS CONSUMIDORES.....	8
4.6 DESCRIÇÃO DA REDE DE GÁS PROJECTADA.....	9
5. CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO	10
5.1 CARACTERÍSTICAS DO PRM E REDE DE DISTRIBUIÇÃO	10
5.1.1 Classificação.....	11
5.1.1.1 Categoria de Localização.....	11
5.1.1.2 Tipo de Funcionamento	11
5.1.1.3 Pressão de Operação.....	11
5.1.1.4 Caudal de Gás.....	11
5.1.2 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS.....	12
5.1.2.1 Tubagem e Acessórios.....	12
5.1.2.2 Juntas Dieléctricas	14
5.1.2.3 Válvulas de Seccionamento.....	15
5.1.2.4 Filtros.....	16
5.1.2.5 Reguladores de Pressão	18
5.1.2.6 Válvulas de Alívio	19
5.1.2.7 Contadores.....	20
5.1.2.8 Manómetros.....	22
5.1.2.9 Termómetros.....	23
6. DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO	24
6.1 PRM	24
6.1.1 Pressupostos	24
6.1.2 Cálculo da Tubagem.....	24
6.1.2.1 Caudal Máximo	24
6.1.2.2 Diâmetro da Tubagem	25
6.1.2.3 Perdas de Carga	25
6.1.2.4 Velocidade de Escoamento.....	26
6.1.2.5 Espessura da Tubagem	27
6.1.3 Cálculo dos Equipamentos.....	27
6.1.3.1 Filtros.....	27
6.1.3.2 Reguladores de Pressão	28
6.1.3.3 Válvulas de Alívio	29
6.1.3.4 Contador	29
6.2 REDE INTERIOR DE DISTRIBUIÇÃO	30
6.2.1 Pressupostos	30
6.2.2 Cálculo da Tubagem.....	31
6.2.2.1 Caudais	31
6.2.2.2 Diâmetro da Tubagem	31
6.2.2.3 Perdas de Carga	33
6.2.2.4 Velocidade de Escoamento.....	34
6.2.2.5 Espessura da Tubagem	35
7. PROCEDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO.....	36
7.1 INSPECÇÃO NA RECEPÇÃO DE MATERIAIS	36
7.1.1 Certificados de Materiais.....	36

7.1.2 Válvulas	36
7.1.3 Tubos e Acessórios em Aço	37
7.1.4 Resultados da Recepção	37
7.2 TRANSPORTE, MANUSEAMENTO E ACONDICIONAMENTO DOS MATERIAIS	38
7.2.1 Transporte.....	38
7.2.2 Manuseamento	39
7.2.3 Acondicionamento	39
7.3 SOLDADURA.....	40
7.3.1 Consumíveis de Soldadura.....	40
7.3.1.1 Armazenamento e Manuseamento dos Consumíveis.....	42
7.3.1.2 Gases de Protecção	42
7.3.1.3 Conservação dos Eléctrodos Básicos.....	43
7.3.1.4 Regeneração dos Eléctrodos Básicos.....	44
7.3.2 Procedimentos de Soldadura	44
7.3.3 Qualificação dos Soldadores	45
7.3.4 Preparação para a Soldadura	46
7.3.4.1 Preparação dos Topos	46
7.3.4.2 Posicionamento dos Tubos e Acessórios	46
7.3.4.3 Pré-aquecimento	46
7.3.4.4 Soldadura.....	47
7.3.5 Inspeção das Soldaduras	48
7.3.5.1 Exame Visual.....	48
7.3.5.2 Exame Radiográfico	48
7.3.5.3 Exame por Ultra-sons	49
7.3.5.4 Exame por Líquidos Penetrantes	49
7.3.6 Defeitos nas Soldaduras	49
7.3.6.1 Aceitabilidade de Defeitos.....	49
7.3.6.2 Reparação das Soldaduras	50
7.4 PINTURA	50
7.4.1 Sistema de Pintura.....	50
7.4.2 Preparação das Superfícies	51
7.4.3 Método.....	51
7.4.4 Inspeção da Pintura	53
7.4.4.1 Visual.....	53
7.4.4.2 Ensaio de Espessura.....	54
7.4.4.3 Ensaio de Adesão.....	54
7.4.4.4 Ensaio de Porosidade.....	54
7.5 IDENTIFICAÇÃO E RASTREABILIDADE DAS SOLDADURAS E MATERIAIS	55
7.5.1 Identificação de Soldaduras.....	55
7.5.2 Identificação dos Componentes	56
7.5.3 Transferência de Marcas	57
7.6 ENSAIOS DE PRESSÃO	57
7.6.1 Ensaio de Resistência Mecânica	58
7.6.2 Ensaio de Estantidade	58
7.7 RECEPÇÃO DA OBRA.....	59
7.7.1 Documentação Final.....	59
7.7.2 Pré-comissionamento.....	60
7.7.3 Comissionamento.....	60
7.7.4 Recepção Provisória	60
7.7.5 Recepção Definitiva	60
8. CONDIÇÕES TÉCNICAS DE MONTAGEM E COLOCAÇÃO EM OBRA	61
9. EXPLORAÇÃO, MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DA REDE.....	66
10. CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
ANEXOS	72

Índice de Figuras

Figura 1 – Vista geral de um Posto de Regulação e Medida (PRM)	10
Figura 2 – Vista parcial de uma Rede de Interior de Distribuição	10
Figura 3 – Tubagem	12
Figura 4 – Acessórios	12
Figura 5 – Junta Dielétrica	14
Figura 6 – Válvula tipo Wafer	15
Figura 7 – Válvula de Borboleta tipo LUG	15
Figura 8 – Válvula de Bola	15
Figura 9 – Filtro tipo G	16
Figura 10 – Regulador de Pressão	18
Figura 11 – Válvula de Alívio	19
Figura 12 – Contador de Turbina	20
Figura 13 – Manómetro	22
Figura 14 – Termómetro	23

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Características do Gás Natural	8
Tabela 2 – Características dos Aparelhos Consumidores da Instalação.....	8
Tabela 3 – Diâmetros e Espessuras de Tubagem.....	13
Tabela 4 – Tipos e Características de Eléctrodos.....	42
Tabela 5 – Afastamento entre Suportes.....	62
Tabela 6 – Tubagens à Vista: Afastamento entre Infraestruturas	64
Tabela 7 – Tubagens Embebidas: Afastamento entre Infraestruturas	65

SIMBOLOGIA

A	– Área do filtro [m ²]
C _g	– Coeficiente de caudal do regulador [adm]
d _c	– Densidade corrigida do gás natural [adm]
D _{ext}	– Diâmetro exterior da tubagem [mm]
D _i	– Diâmetro interior da tubagem [mm]
D _{icalculo}	– Diâmetro interior teórico calculado [mm]
d _r	– Densidade relativa do gás natural [adm]
e	– Espessura da tubagem [mm]
E	– Limite elástico do aço da tubagem [N/mm ²]
F	– Factor de segurança relativo à categoria de localização [adm]
h	– Diferença de cota entre o início e o fim do troço [m]
J	– Perda de carga quadrática/linear média [mbar ² /m] / [mbar/m]
K _g	– Coeficiente de caudal [adm]
L _{critico}	– Percurso que corresponde ao maior comprimento de tubagem [m]
L _{eq}	– Comprimento equivalente [m]
L _{eq,max}	– Comprimento equivalente do percurso critico [m]
P	– Pressão absoluta [bar]
P ₀	– Pressão em condições normais [bar]
P _A	– Pressão de abastecimento [mbar]
P _{atm}	– Pressão atmosférica [mbar]
PCI	– Poder calorífico inferior [MJ/m ³]
P _E	– Pressão absoluta à entrada [bar]
P _f	– Pressão final [mbar]
P _{fc}	– Pressão final corrigida [mbar]
P _i	– Pressão inicial [mbar]
P _{max}	– Pressão máxima de operação [bar]
P _{mc}	– Pressão absoluta média corrigida [mbar]
P _(n)	– Potência nominal, em condições normais [kW]
P _S	– Pressão absoluta à saída [bar]

ΔP_{total}	– Perda de pressão [mbar]
ΔP_{adm}	– Perda de carga acumulada admissível [mbar]
Q	– Caudal de gás natural [m ³ /h]
t	– Temperatura de serviço do gás natural [°C]
T	– Temperatura de serviço [K]
T_0	– Temperatura absoluta em condições normais [K]
V	– Velocidade [m/s]
V_0	– Volume corrigido [m ³ /h]
V_b	– Volume bruto [m ³ /h]

ABREVIATURAS

AISI	– American Iron and Steel Institute
ANSI	– American National Standard Institute
API	– American Petroleum Institute
APTA	– Associação de Produtores de Tubos e Acessórios.
ASME	– American Society of Mechanical Engineers
ASTM	– American Society for Testing and Materials
AWS	– American Welding Society
CE	– Conformité Européene, Conformidade Europeia
DIN	– Deutsches Institut für Normung, (German Institute for Standardization)
EN	– European Norm
GTAW	– Gás Tungsten Arc Welding
IRGN	– Instalação Receptora de Gás Natural
NP	– Norma Portuguesa
NPT	– National Pipe Thread
PCI	– Poder Calorífico Inferior
PED	– Pressure Equipment Directive
PRM	– Posto de Regulação e Medida
SMAW	– Shielded Metal Arc Welding
VACPAC	– Eléctrodos Embalados a Vácuo

1. INTRODUÇÃO

Devido às preocupações ambientais a utilização de gás natural na indústria tem aumentado de forma significativa, dado este ser o mais limpo dos combustíveis fósseis, reduzindo assim a emissão de gases poluentes para a atmosfera e respeitando a presente legislação ambiental.

O gás natural que abastece as redes de gás em Portugal é recebido por via terrestre, entrando o gasoduto do Magrebe em Portugal por Campo Maior e por via marítima, abastecido pelo terminal de gás liquefeito localizado em Sines.

O gás natural é transportado por redes de alta pressão (84 bar), denominadas por redes de transporte ou gasodutos de 1º Escalão, pertença da REN-Gasodutos. Esta por sua vez distribui o gás natural às respectivas concessionárias regionais, como EDP Gás, Lusitaniagás, Lisboagás ou Setgás, etc.

Este trabalho consiste na realização de um projecto, incluindo caracterização, dimensionamento e especificações de construção, montagem, inspecções e ensaios de uma rede de gás para assegurar o abastecimento com gás natural de uma unidade industrial, constituída por diversos equipamentos/queimadores, estando estes dispostos nas instalações em locais distintos.

Este projecto inicia-se num PRM (Posto de Regulação e Medida) de 2ª Classe, abastecido por uma rede primária de gás natural instalada na via pública (com a pressão entre 4 bar exclusive e 20 bar inclusive). O PRM, já nas instalações da indústria em causa, reduz a pressão proveniente a montante para a pressão necessária ao abastecimento da indústria. A jusante do PRM desenvolve-se numa rede interior de distribuição fazendo o abastecimento aos respectivos queimadores.

O projecto pretende aplicar os vários critérios de dimensionamento para as condutas de gás natural, pelo que irá abranger todas as categorias de pressão de serviço.

O projecto envolverá as seguintes fases:

Enquadramento, memória descritiva, cálculos da instalação, peças desenhadas, características do gás natural, caudal de projecto, pressão de serviço, velocidade de escoamento, perda de carga, critérios utilizados para os cálculos, legislação, normas aplicáveis e especificações de construção.

O projecto irá abranger os 2 seguintes enquadramentos distintos:

1) PRM – Posto de Regulação e Medida

- Dimensionamento da tubagem e acessórios, cálculo de perda de carga e velocidade de escoamento do gás;
- Dimensionamento dos filtros, reguladores, válvulas de alívio, válvulas de seccionamento e contadores de gás;
- Caracterização do PRM.

2) Ramal interior de distribuição – rede aérea em aço dentro das instalações da indústria

- Dimensionamento da tubagem e acessórios, cálculo de perda de carga e velocidade de escoamento do gás;
- Localização e características de consumo dos queimadores;
- Especificações de construção.

O presente trabalho estabelece a realização de um projecto de engenharia nas áreas de mecânica para a execução da Instalação Receptora de Gás Natural (IRGN) de uma unidade industrial, quando abastecida por uma rede primária ($4 \text{ bar} < P \leq 20 \text{ bar}$) de Gás Natural.

2. TERMINOLOGIAS E DEFINIÇÕES

Instalação de gás: entende-se como sendo as instalações receptoras de gás natural canalizado.

Normas aplicáveis: são as normas europeias, portuguesas ou outras tecnicamente equivalentes.

Gás natural: é um combustível gasoso pertencente à 2ª família, grupo H, intermutável com o da rede europeia e com índice de Wobbe compreendido entre 48,1 MJ/m³ e 58,0 MJ/m³, calculado nas condições de referência (1,013 bar e 0 °C), em relação ao poder calorífico superior.

Metro cúbico normal m³(n): é a quantidade de gás seco contida no volume de um metro cúbico à temperatura de 0 °C e à pressão absoluta de 1,013 bar.

Pressão de projecto: é a pressão considerada na verificação das velocidades. Este valor considerado será sempre inferior ao valor da pressão máxima de serviço.

Pressão de serviço: é a pressão relativa a que será operada cada uma das partes das instalações de gás em condições normais de utilização. Normalmente será igual à pressão de projecto.

Pressão máxima de serviço: é a máxima pressão relativa da rede à qual será ligada a instalação de gás.

Classificação das redes de gás em função da pressão [36]:

- **Pressão > 20 bar** – Rede de transporte. Gasoduto de 1º escalão. Construída em aço, com um diâmetro mínimo de 100 mm (4”).
- **4 bar < Pressão ≤ 20 bar** – Rede primária. Gasoduto de 2º escalão. Construída em aço.
- **1,5 bar < Pressão ≤ 4 bar** – Rede secundária. Rede de distribuição. Construída em aço ou polietileno (rede enterrada).
- **Pressão ≤ 1,5 bar** – Rede de utilização. Construída em aço, polietileno (rede enterrada) ou cobre.

Categorias de pressões de serviço:

- **Baixa pressão** – Pressão ≤ 50 mbar
- **Média pressão** – 50 mbar < Pressão ≤ 4 bar
- **Alta pressão** – Pressão > 4 bar

Ramal interior: conjunto de tubagens e acessórios compreendido entre a válvula de seccionamento da concessionária, exclusive, e a válvula de seccionamento à entrada do Posto de Regulação e Medida, inclusive.

Posto de regulação e medida (PRM): conjunto de equipamento, tubagens e acessórios compreendido entre as válvulas de seccionamento de entrada e saída do posto, excluindo ambas.

Esta definição tem como base os requisitos do “Regulamento Técnico do Projecto, Construção, Exploração dos Postos de Redução de Pressão a Instalar nos Gasodutos de Transporte e nas Redes de Distribuição de Gases Combustíveis”, e inclui ainda unidades de contagem e a instrumentação necessária ao tratamento e registo das medições efectuadas.

Rede interior de distribuição: conjunto de tubagens e acessórios compreendido entre a válvula de saída do PRM, inclusive, e a válvula de entrada dos grupos de regulação ou na sua ausência, a primeira válvula a montante do ponto de consumo, incluindo a mesma em qualquer dos casos.

Instalação receptora de gás natural (IRGN): constituída por um posto de regulação e medida (PRM) e uma rede interior de distribuição, com o propósito de abastecer uma unidade industrial.

Grupos de regulação: conjunto de tubagens, acessórios e equipamentos, compreendido entre a válvula de entrada dos grupos de regulação, exclusive, e as válvulas de corte aos aparelhos de gás, incluindo estas.

3. RESPONSABILIDADES DO PROJECTISTA

O projectista de redes de Gás é responsável pela totalidade dos elementos que constituem a instalação, tendo em atenção os objectivos da unidade industrial, nos termos do Decreto-Lei 521/99, Art.º 5º.

O projectista assumirá a responsabilidade técnica da execução do projecto (Decreto-Lei 263/89, Art.º 6º) e responsabilizar-se, nos termos da lei civil, por danos causados a terceiros que sejam motivados por erros da sua intervenção no projecto.

O projecto de uma rede de gás deve ser submetido à aprovação por uma entidade inspectora reconhecida pela Direcção Geral da Geologia e da Energia.

O termo de responsabilidade do projectista, deve declarar para os efeitos do disposto no n.º 1 do Art.º 10.º do decreto-lei n.º 555/99 de 16 de Dezembro, na redacção que lhe foi conferida pela Lei nº 60/2007, de 4 de Setembro que o Projecto de Instalação Receptora de Gás Natural de que é autor, observa as normas legais e regulamentares aplicáveis.

No decorrer da construção, será da responsabilidade do técnico de gás nomeado, conhecer e fazer cumprir os requisitos deste projecto, e nos casos omissos ou nele não referidos expressamente, fazer cumprir a legislação e regulamentos técnicos aplicáveis.

Será ainda da competência do técnico de gás nomeado, propor durante a execução, as alterações que considere necessárias para melhorar as soluções apresentadas neste projecto, na vertente técnica, funcional, qualidade, segurança e económica.

4. DESCRIÇÃO GERAL

4.1 Área de Influência

A Instalação Receptora de Gás Natural (IRGN) de abastecimento a uma unidade industrial será construída em Portugal Continental.

4.2 Descrição do Projecto

A Instalação Receptora de Gás Natural, é constituída por um Posto de Regulação e Medida (PRM) e uma Rede Interior de Distribuição, com o propósito de abastecer uma unidade industrial.

4.3 Condições de Operação e de Projecto

O PRM da unidade industrial será abastecido a gás natural a alta pressão, pela distribuidora local, através de uma rede primária, com a pressão de operação entre 4 bar exclusive e 20 bar inclusive, garantindo a distribuidora o abastecimento à unidade industrial com pressões relativas acima de 3,5 bar.

A jusante do PRM, a pressão relativa de operação após redução será de 3,5 bar para abastecimento dos queimadores dos aparelhos consumidores existentes na unidade industrial.

CONDIÇÕES DE OPERAÇÃO:

- **TEMPERATURA (°C)** 15
- **PRESSÃO RELATIVA (bar)** 3,5

As condições de operação acima mencionadas, são as adoptadas como referencia no projecto em questão.

4.4 Características do Gás a Transportar

O gás combustível considerado para elaboração do projecto é o gás natural a fornecer pelas concessionárias e com as características médias consideradas no quadro seguinte:

Características	Gás Natural, 2ª Família, Tipo H	
Composição química média (% Volume)	Metano (CH ₄) = 83,70	Etano (C ₂ H ₆) = 7,60
	Azoto (N ₂) = 5,40	Propano (C ₃ H ₈) = 1,92
	n-Butano (NC ₄ H ₁₀) = 0,40	i-Butano (IC ₄ H ₁₀) = 0,30
	Dioxido de Carbono (CO ₂) = 0,23	Hélio (He) = 0,20
	n-Pentano (NC ₅ H ₁₂) = 0,09	i-Pentano (IC ₅ H ₁₂) = 0,08
	n-Hexano (NC ₆ H ₁₄) = 0,08	
	Soma Normalizada dos Componentes ≈ 100	
Poder Calorífico Superior - PCS [MJ/m ³ (n)]	42,00	
Poder Calorífico Inferior - PCI [MJ/m ³ (n)]	37,91	
Peso molecular	18,78	
Densidade relativa	0,65	
Densidade Corrigida	0,62	
Índice de Wobbe [MJ/m ³ (n)]	52,09	

Tabela 1 – Características do Gás Natural [22]

4.5 Características dos Aparelhos Consumidores

Os caudais de gás dos aparelhos consumidores foram obtidos através da equação 1 da pág. 24.

Aparelho	Quant.	Potência Unitária [kW]	Caudal Unitário [m ³ (n)/h]	Caudais Totais [m ³ (n)/h]
Forno nº 1 (principal com secador)	1 Un	8.424,44	800,0	800,0
Forno nº 2	1 Un	2.000,81	190,0	190,0
Fornos nº 3 e 4	2 Un	1.579,58	150,0	300,0
Secadores nº 1,2 e 3	3 Un	842,44	80,0	240,0
Paletizadoras nº 1 e 2	2 Un	105,31	10,0	20,0
			Total:	1.550,0

Tabela 2 – Características dos Aparelhos Consumidores da Instalação

4.6 Descrição da Rede de Gás Projectada

Para uma correcta compreensão das características da instalação, aconselha-se a consulta da planta e do isométrico constantes nos anexos.

A instalação caracteriza-se pela existência de uma rede de gás natural com os seguintes elementos:

- Um PRM;
- Uma rede interior de distribuição com dimensionamento adequado para abastecimento dos aparelhos consumidores.

A rede interior de distribuição tem início após a válvula de corte geral ao edifício, localizada à saída do PRM. Esta tubagem estende-se, em toda a sua totalidade, por tubagem aérea em aço, a uma pressão de serviço de 3,5 bar.

Após a válvula de corte geral ao edifício a tubagem de 6", com 4,5m metros prolonga-se até atingir a parede do edifício. Aí, a tubagem é elevada em 4 metros na parede exterior do edifício, atravessa a parede do edifício com avanço de 0,5 m de tubagem.

Já dentro do edifício, a linha principal, após 50 metros instalados nos suportes fixados na estrutura principal do edifício, tem a primeira derivação em tubo de aço de Ø2.1/2" indo abastecer o forno nº2. Depois desta derivação, a linha principal reduz de 6" para 5" e após 30 metros existe uma derivação, em tubo de 2", abastecendo o secador nº 1. Continuando 20 m na linha principal de 5" existe uma nova derivação em tubo de 3", que reduz para 2", abastecendo o secador nº 2 e reduz também para 2.1/2" abastecendo o forno nº 3. Nos 10 metros seguintes da linha principal existe outra derivação em tubo de 4" abastecendo o forno principal nº 1 com secador incorporado. De seguida, a linha principal reduz de 5" para o diâmetro de 3" e após 20 m deriva em tubagem de 3", seguida de derivação reduzindo para 2" para abastecer o secador nº 3 e reduzindo também para 2.1/2" para abastecer o forno nº 4. A linha principal termina derivando para uma linha de 1" com 22 m passando por um regulador de pressão (reduz a pressão para 30 mbar) abastecendo a 1" as duas paletizadoras nºs 1 e 2.

O dimensionamento desta rede é efectuado no capítulo 6.2.

5. CARACTERÍSTICAS DA INSTALAÇÃO

5.1 Características do PRM e Rede de Distribuição



Figura 1 – Vista geral de um Posto de Regulação e Medida (PRM)

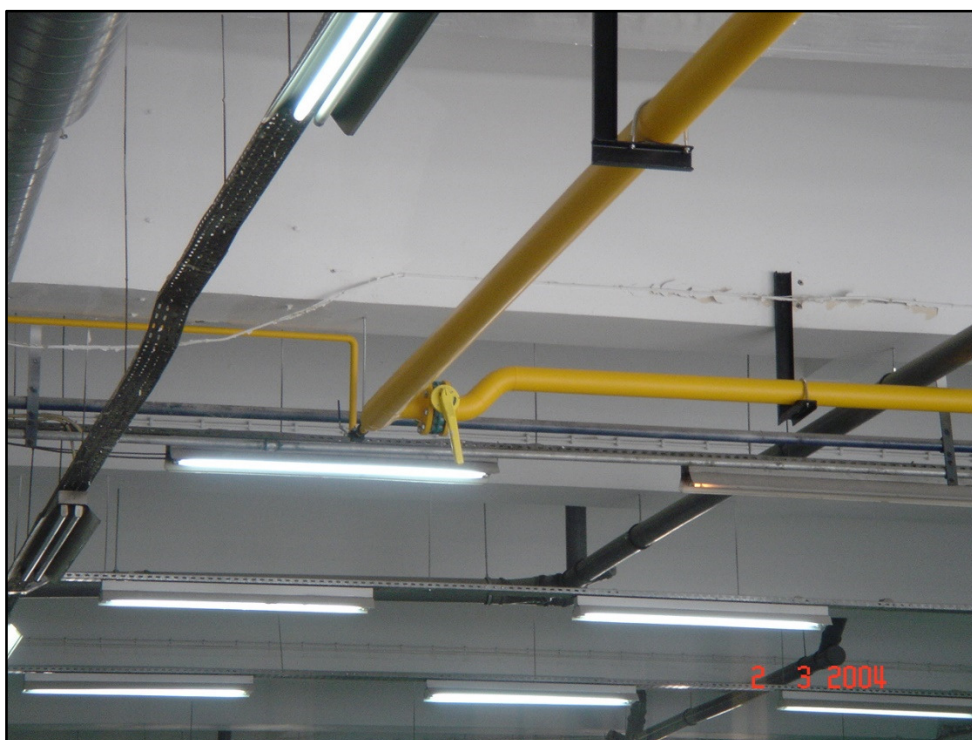


Figura 2 – Vista parcial de uma Rede Interior de Distribuição

5.1.1 Classificação

A IRGN, compostas por PRM e rede de distribuição, é classificada em função da categoria de localização geográfica, do tipo de consumo, da pressão de operação e dos caudais máximo e mínimo horário de gás necessários.

5.1.1.1 Categoria de Localização

A rede de abastecimento à IRGN, de acordo com a Portaria 390/94 “Regulamento Técnico Relativo ao Projecto, Construção, Exploração e Manutenção de Gasodutos de Transportes de Gases Combustíveis”, pertence à Categoria 2 [36].

5.1.1.2 Tipo de Funcionamento

O PRM projectado será um PRM de funcionamento CRÍTICO [22] dada a natureza do consumo de gás dos aparelhos existentes na unidade fabril.

Uma interrupção não prevista, sem agendamento prévio, pode causar graves problemas, em particular, paragens de produção, com os consequentes prejuízos daí inerentes.

Assim, no seguimento do acima referido, este PRM deverá dispor de uma segunda linha (de reserva) de regulação e medida, por forma a garantir que, caso a linha em uso avarie, de forma automática a segunda linha entrará de imediato em funcionamento, garantindo o fornecimento ininterrupto de gás para a unidade industrial.

5.1.1.3 Pressão de Operação

O PRM projectado é, de acordo com a legislação, classificado como 2ª Classe [34], dado que as pressões a montante são iguais ou inferiores a 20 bar e superiores a 4 bar.

5.1.1.4 Caudal de Gás

A IRGN e, em particular, o PRM são dimensionado para o caudal máximo instantâneo correspondente à potência térmica total de projecto, i.e., o caudal máximo previsto de gás

natural a fornecer para satisfazer a soma de todas as potências térmicas dos aparelhos consumidores instalados.

5.1.2 Equipamentos e Materiais

5.1.2.1 Tubagem e Acessórios



Figura 3 – Tubagem



Figura 4 – Acessórios

Os tubos devem possuir certificação de fabrico NP EN 10204, inspeção 3.1. Devem ser em aço, de acordo com a norma API 5L e qualidade Gr.B.

Os acessórios devem também possuir certificação de fabrico EN 10204, inspeção 3.1. Devem ser em aço sem costura, de acordo com a norma ASTM A 234 grau WPB e o seu controlo dimensional deve cumprir as normas ASME B16.5 e ASME B16.9.

Todas as soldaduras devem ser sujeitas a controlo não destrutivo através de radiografia industrial por gamagrafia ou raio X para soldaduras com o tipo de junta topo-a-topo e através de líquidos penetrantes para soldaduras com junta tipo de canto.

A tubagem e os acessórios devem estar, identificados de forma indelével com, pelo menos, os seguintes dados:

- Identificação do fabricante;
- Qualidade do aço;
- Dimensão (diâmetro X espessura da parede);
- Identificação para rastreabilidade.

No PRM, o tipo de ligações das tubagens aos equipamentos existentes no PRM devem ser sempre flangeadas para diâmetros superiores a 50 mm [22]. Na rede interior de distribuição não existe esta restrição, podendo existir ligações soldadas.

A tubagem não pode ser roscada na sua extremidade para diâmetros superiores ou iguais a 50 mm. Para diâmetros abaixo de 50 mm podem as suas extremidades ser roscadas.

O artigo 9º da Portaria n.º 386/94 “Regulamento técnico relativo ao projecto, construção, exploração e manutenção de redes de distribuição de gases combustíveis”, não permite o uso de tubos com espessura de parede inferior aos seguintes valores:

Diâmetro externo (mm)	Diâmetro externo (pol)	Espessura mínima (mm)
42,4	1 ¼”	2,3
48,3	1 ½”	2,3
60,4	2”	2,3
76,1	2 ½”	2,6
88,9	3”	2,6
114,3	4”	2,6
141,3	5”	2,6
168,3	6”	3,5
219,1	8”	3,5

Tabela 3 – Diâmetros e Espessuras de Tubagem [35]

5.1.2.2 Juntas Dielétricas



Figura 5 – Junta Dielétrica

As juntas de isolamento eléctrico devem ser instaladas no início do PRM, de forma a isolar electricamente o PRM, tornando-o assim independente da rede de gás de abastecimento a montante do mesmo.

Poderão ser do tipo monobloco. Devem ser em aço, com as extremidades do mesmo material da tubagem de forma a garantir boa soldabilidade. O seu interior isolante deverá ser composto por fibra de vidro com resina epóxida.

Devem possuir as seguintes características dielétricas [22]:

- Teste de rigidez dielétrica, para ≥ 5.000 V AC, 50 Hz => junta aprovada se não existir descarga eléctrica;
- Teste de resistência eléctrica, para ≥ 500 V, DC => junta aprovada se leitura acima de 5 MOhm.

Devem ter certificação de fabrico NP EN 10204, inspecção 3.1.

5.1.2.3 Válvulas de Seccionamento



Figura 6 – Válvula tipo Wafer



Figura 7 – Válvula Borboleta tipo LUG



Figura 8 – Válvula de Bola

As válvulas de seccionamento têm como finalidade isolar os equipamentos ou troços de tubagem. Podem ser do tipo borboleta ou de macho esférico. Deverão ser de diâmetros idênticos aos das tubagens adjacentes e instaladas como indicado no projecto.

As válvulas de seccionamento devem respeitar a norma API 6D: “Specification for steel gate, plug, ball and check valves for pipeline service”.

As válvulas instaladas nos limites do PRM, à entrada e saída do mesmo, serão impreterivelmente do tipo macho esférico.

As válvulas de macho esférico devem ter o corpo em aço ASTM A-105, devem ser de obturador de passagem franca e com esfera em aço inoxidável AISI 304 ou AISI 316 e manobra de ¼ de volta.

Serão flangeadas quando aplicadas no PRM e de soldar quando aplicadas na rede de distribuição.

Devem existir à entrada de qualquer edifício onde existam aparelhos de consumo.

Em cada aparelho de queima deve existir uma válvula de macho esférico.

Todas as válvulas devem ter certificação de fabrico NP EN 10204, inspecção 3.1, e apresentar a marcação <CE> com a respectiva declaração de conformidade.

5.1.2.4 Filtros



Figura 9 – Filtro tipo G

Em cada uma das duas linhas de regulação e medição do PRM, existirá um filtro na entrada. Este tem como função fazer a retenção de eventuais impurezas arrastadas pelo fluxo do gás e que possam vir a prejudicar o bom funcionamento dos equipamentos existentes no próprio PRM e dos aparelhos consumidores existentes na unidade industrial, abastecidos por gás natural.

O gás, ao penetrar no corpo do filtro, que tem um diâmetro maior que a tubagem de entrada, fazendo-o perder velocidade, origina que as impurezas arrastadas pelo gás e mais densas que este, acabem, por acção da gravidade, depositadas no fundo do filtro. Assim, o gás ao passar pelo elemento filtrante do tipo cartucho sai livre de impurezas.

Os filtros devem ser fabricados de acordo com a norma DIN 3386, sendo que a sua construção deve ser em aço, com as extremidades flangeadas. Na parte superior terá uma flange, que permite o acesso ao elemento filtrante, para possibilitar a sua limpeza ou substituição. Na parte inferior deve possuir uma válvula de purga para permitir libertar para o exterior as impurezas que se acumulam no seu fundo.

A perda de carga máxima do elemento filtrante não deve exceder 200 mbar [22] considerando o regime de caudal máximo.

A sua capacidade de retenção deve ser de 97,5% para partículas iguais ou superiores a 5 microns e de 100% para retenção de condensados [22].

Por forma a verificar o correcto funcionamento dos filtros estes devem dispor de um manómetro diferencial, colocado entre a entrada e a saída do elemento filtrante, indicador de colmatção do mesmo.

PRINCIPAIS CARACTERISTICAS DOS FILTROS [22]:

- Perda de carga máxima admissível – 200 mbar
- Capacidade de retenção de partículas $\geq 5 \mu\text{m}$ – 97,5 %
- Capacidade de retenção de condensados – 100%

Os filtros devem ter certificação de fabrico NP EN 10204, inspecção 3.1 e devem cumprir a legislação dos equipamentos sob pressão PED, de acordo com a directiva europeia 97/23/CE, fazendo-se acompanhar com a marcação <CE> e respectiva declaração de conformidade.

5.1.2.5 Reguladores de Pressão



Figura 10 – Regulador de Pressão

Os reguladores de pressão têm como função a redução de pressão de abastecimento do PRM para a pressão pretendida de saída do mesmo. Os reguladores também garantem que a pressão à saída se mantém uniforme independentemente da pressão a montante e do consumo a jusante.

Os reguladores de pressão devem ser fabricados de acordo com a norma EN 334: "Gas pressure regulators for inlet pressures up to 100 bar".

Calcula-se os parâmetros do regulador para a pressão mínima de entrada e verifica-se se garante o fornecimento do caudal máximo do PRM.

Devem ser do tipo de acção directa, equipados com dispositivos de segurança, como as válvulas de bloco que actuam por acção da máxima e mínima pressão de funcionamento, de rearme manual. Devem ser flangeados e o seu corpo deve ser em aço, de acordo com ASTM A-105.

A sua classe de precisão deve ser AC5. Deve ser confirmado que o regulador mantém a pressão de saída em $\pm 5\%$ do caudal nominal (valor para que foi calibrado) [22].

A tubagem para a instrumentação e tomadas de pressão dos reguladores deve ser em aço sem costura, de diâmetro 10 mm, em aço inoxidável AISI 316.

Os reguladores de pressão devem ter certificação de fabrico NP EN 10204, inspecção 3.1 e devem cumprir a legislação dos equipamentos sob pressão PED, de acordo com a directiva europeia 97/23/CE, fazendo-se acompanhar com a marcação <CE> e respectiva declaração de conformidade.

5.1.2.6 Válvulas de Alívio



Figura 11 – Válvula de Alívio

As válvulas de alívio têm como função a despressurização do sistema caso exista sobrepressões provocadas por avarias dos equipamentos, em particular do regulador, aumento da pressão por sobreaquecimento caso não exista consumo, ou por golpes de ariete eventualmente provocados pelo fecho e abertura rápida das válvulas de seccionamento. Estas devem ser colocadas no PRM a jusante do regulador de forma a salvaguardar a rede interior de distribuição.

As válvulas devem ser dimensionadas para permitirem, quando accionadas, a saída de 5% do caudal nominal da instalação, com uma precisão verificada de $\pm 10\%$ [22]. Devem ser calibradas para uma pressão inferior à pressão de segurança máxima e superior à pressão de saída do regulador.

As válvulas de alívio devem possuir uma tubagem de escape com diâmetro igual ou superior a um décimo do diâmetro da tubagem principal, sendo a tubagem e a própria válvula, no mínimo, de diâmetro DN25. Além disso deverá ser aberta para a atmosfera a um nível de, pelo menos, 3 metros acima do solo [22] e deve possuir na sua extremidade um dispositivo anti-retorno de chama, que também impeça a entrada de água.

Entre a tubagem principal e a tomada de pressão da válvula de alívio, deverá existir uma válvula (na posição de aberta quando a IRGN esteja em funcionamento) permitindo assim a sua retirada para ensaios.

As válvulas de alívio devem ter certificação de fabrico NP EN 10204, inspecção 3.1 e devem cumprir a legislação dos equipamentos sob pressão PED, de acordo com a directiva europeia 97/23/CE, fazendo-se acompanhar com a marcação <CE> e respectiva declaração de conformidade.

5.1.2.7 Contadores

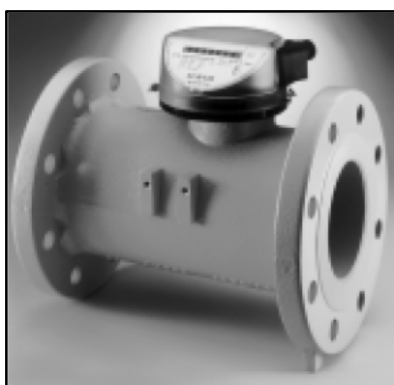


Figura 12 – Contador de Turbina

Os contadores têm a função de medir o gás consumido pelos aparelhos de queima existentes na unidade industrial em projecto.

Podem ser volumétricos, de êmbolos rotativos ou de membrana, ou de turbina.

Os fornecimento dos contadores são da responsabilidade da empresa distribuidora de gás e têm de estar de acordo com a norma EN 12261 “Gas meters – Turbine gas meters”.

A dimensão do contador selecciona-se em função dos caudais máximos e mínimos do PRM.

Neste projecto e para o caudal de gás consumido, será instalado um contador de turbina, sendo este constituído por um troço recto de tubagem onde no seu interior está colocada uma turbina apoiada em chumaceiras, com o seu eixo centrado na tubagem. O fluxo do gás provoca a rotação da turbina, aumentando proporcionalmente com o caudal volumétrico de gás. Este movimento, através do número de voltas do rotor da turbina, transmite por um sem fim, ao totalizador, dispositivo este que indica o volume total de gás medido.

O contador deve ter um erro máximo de $\pm 2\%$, permitido para consumos entre o caudal mínimo e 20% do caudal máximo, e um erro de $\pm 1\%$ para consumos entre 20% do caudal máximo e o caudal máximo do PRM [22].

O contador a instalar deve ter uma dinâmica de 20 ou superior, i.e., deve medir um caudal mínimo igual ou inferior a 5 % do caudal máximo [22].

O contador deve ficar instalado entre válvulas para garantir a sua manutenção ou substituição, sendo que a montante e a jusante do contador devem existir troços rectos de tubagem com o diâmetro igual ao diâmetro nominal do contador. Assim, para permitir manter o regime laminar do fluxo de gás, os troços a montante e a jusante do contador, devem ter respectivamente, um comprimento recto de 5 vezes e de 3 vezes o seu diâmetro nominal [22].

Para este PRM deve ser previsto instalar um único contador, sendo que o circuito de tubagem onde este se encontra instalado, deve possuir uma tubagem de by-pass ao próprio contador, de forma a se poder desviar o gás, permitindo assim efectuar a sua manutenção e/ou substituição em caso de avaria.

Ainda que não fazendo parte do âmbito deste projecto e dado que a pressão de operação do PRM é igual ou superior a 0,5 bar, deve obrigatoriamente e adicionalmente à instalação do contador ser instalado também um corrector de volume. Este dispositivo electrónico tem como finalidade corrigir a medida de consumo parametrizado pela pressão e temperatura do gás.

Os contadores devem ter certificação de fabrico NP EN 10204, inspecção 3.1 e devem cumprir a legislação dos equipamentos sob pressão PED, de acordo com a directiva europeia 97/23/CE, fazendo-se acompanhar com a marcação <CE> e respectiva declaração de conformidade.

5.1.2.8 Manómetros



Figura 13 – Manómetro

Os manómetros para medir a pressão relativa da instalação, devem ser instalados a montante e a jusante dos reguladores. Devem ser roscados a uma válvula porta-manómetros do tipo agulha de 1/2” rosca NPT, com purga de segurança incorporada na própria válvula.

Devem ser do tipo tubo de Bourbon com interior em banho de glicerina, construídos em inox, com um diâmetro de 100 mm, possuidores de classe de precisão 0,6% [22], com o respectivo erro máximo admissível associado à classe.

A montante do regulador, o campo de medida deve ser de 0 a 25 bar. A jusante do regulador, o campo de medida deve ser de 0 a 6 bar.

Os manómetros devem fazer-se acompanhar por um certificado de calibração emitido por uma entidade acreditada, de acordo com a NP EN 837-1/2/3 “Manómetros de tubo de Bourdon”.

5.1.2.9 Termómetros**Figura 14 – Termómetro**

O termómetro para medir a temperatura instantânea do gás natural, deve ser instalado a jusante do contador, no interior de uma bainha de aço, por forma a permitir ser retirado sem interromper o fluxo de gás. Deve estar no interior da bainha, em banho de óleo mineral para melhorar a transmissão de calor.

Deve ser de mercúrio, com escala de -10 °C a 50 °C, com a graduação mínima de 1 °C e precisão de $\pm 0,5 \%$ [22].

6. DIMENSIONAMENTO DA INSTALAÇÃO

6.1 PRM

6.1.1 Pressupostos

Para o cálculo do PRM de 2ª Classe deverá ser considerado os seguintes pressupostos [22]:

- Pressão máxima de entrada – 19 barg
- Pressão mínima de entrada – 6 barg
- Pressão máxima de saída – 4 barg
- Velocidade máxima no filtro – 30 m/s
- Perda de carga máxima admissível no filtro – 200 mbar
- Velocidade máxima a montante dos reguladores – 30 m/s
- Velocidade máxima na linha de contagem – 25 m/s

Deve-se respeitar o nível máximo sonoro previsto para o local da instalação nos termos do Decreto-Lei nº 292/2000 e também evitar fenómenos vibratórios provocados por velocidades de escoamento do gás excessivas.

O desenho isométrico e os resultados do dimensionamento do PRM encontram-se nos anexos.

6.1.2 Cálculo da Tubagem

6.1.2.1 Caudal Máximo

Para o cálculo dos caudais de gás dos aparelhos consumidores, aplica-se [4]:

$$Q = \frac{P_{(n)} \times 3,6}{PCI} \quad (1)$$

em que:

- Q → Caudal de gás natural, em m³(n)/h;
- P_(n) → Potência nominal do aparelho de consumo, em kW;
- PCI → Poder Calorífico Inferior, em MJ/m³(n).

O PRM deve ser dimensionado para o caudal máximo da instalação, correspondente ao somatório dos caudais de todos os aparelhos consumidores existentes na instalação.

6.1.2.2 Diâmetro da Tubagem

Para o cálculo dos diâmetros das tubagens, consideraremos os diâmetros das tubagens de entrada e saída, aplicando-se [4]:

$$D_i = \sqrt{\frac{354 \times Q}{V \times P}} \quad (2)$$

em que:

- D_i → Diâmetro interior da tubagem, em mm;
- Q → Caudal do gás no troço, em m³/h;
- V → Velocidade em m/s;
- P → Pressão absoluta no troço, em bar.

6.1.2.3 Perdas de Carga

Para o cálculo da perda, aplica-se [4]:

$$P_f = \sqrt{(P_i + P_{atm})^2 - \frac{48,6 \times 10^6 \times L_{eq} \times d_c \times Q^{1,82}}{D_i^{4,82}}} - P_{atm} \quad (3)$$

Para o cálculo da perda de carga estática, aplica-se [4]:

$$P_{fc} = P_f + 0,1293 \times (1 - d_r) \times h \quad (4)$$

A perda de carga acumulada no final de cada troço em estudo, será:

$$\Delta P_{total} = P_i - P_{fc} \quad (5)$$

em que:

- ΔP_{total} → Perda de pressão de cada troço, em mbar;
- P_i → Pressão inicial de cada troço, em mbar;
- P_f → Pressão final de cada troço, em mbar;
- P_{fc} → Pressão final corrigida de cada troço, em mbar;
- L_{eq} → Comprimento equivalente, em m (ao L acresce 20% para compensação de perdas de carga localizadas);
- Q → Caudal do gás no troço, em m³/h;
- D_i → Diâmetro interior da tubagem, em mm;
- d_c → Densidade corrigida do gás, valor corrigido da densidade relativa por influência da viscosidade cinemática do gás;
- d_r → Densidade relativa do gás;
- h → Diferença de cota entre o início e o fim do troço, em m (positivo se sobe e negativo se desce).

6.1.2.4 Velocidade de Escoamento

Para o cálculo da velocidade de escoamento do gás natural, aplica-se [4]:

$$V = \frac{354 \times Q \times P_{\text{atm}}}{D_i^2 \times P} \quad (6)$$

em que:

- V → Velocidade em m/s;
- Q → Caudal do gás no troço, em m³/h;
- P → Pressão absoluta no troço, em mbar;
- t → Temperatura de serviço do gás natural, em °C;
- P_{atm} → Pressão atmosférica, em mbar;
- D_i → Diâmetro interior da tubagem, em mm.

6.1.2.5 Espessura da Tubagem

Para o cálculo da espessura mínima das tubagens, aplica-se [36]:

$$e = \frac{P_{\max} \times D_{\text{ext}}}{20 \times E \times F} \quad (7)$$

em que:

- e → Espessura da tubagem, em mm;
- P_{\max} → Pressão absoluta máxima de operação (considerar a pressão de ensaio de resistência mecânica), em bar;
- D_{ext} → Diâmetro exterior da tubagem, em mm;
- E → Limite elástico do aço da tubagem (a tubagem a instalar é API 5L Gr. B, logo $E = 241 \text{ N/mm}^2$);
- F → Factor de segurança relativo à categoria de localização (categoria 2 => $F = 0,6$) (Portaria n.º 390/94).

6.1.3 Cálculo dos Equipamentos

6.1.3.1 Filtros

Para o cálculo dos filtros do PRM, aplica-se [22] [25]:

$$K_g = \frac{Q}{\sqrt{P_s \times (P_E - P_s)}} \quad (8)$$

$$A = \frac{Q}{P_E \times V \times 3600} \quad (9)$$

em que:

- K_g → Coeficiente de Caudal (de acordo com características do filtro indicadas pelo fabricante);
- Q → Caudal, em m^3/h ;
- P_s → Pressão absoluta de saída no filtro, em bar;
- P_E → Pressão absoluta de entrada no filtro, em bar.
- A → Área do filtro, em m^2 ;
- V → Velocidade no elemento filtrante, em m/s.

6.1.3.2 Reguladores de Pressão

Os reguladores de pressão do PRM, serão calculados em função do regime de fluxo de gás, podendo ser [22] [25]:

Regime sónico, quando a pressão absoluta de entrada no regulador é superior a 2 vezes a pressão absoluta de saída do regulador ($P_{\text{entrada}} \geq 2 \times P_{\text{saída}}$):

$$C_g = \frac{Q}{0,526 \times P_E} \quad (10)$$

Regime subsónico, quando a pressão absoluta de entrada no regulador é inferior a 2 vezes a pressão absoluta de saída do regulador ($P_{\text{entrada}} < 2 \times P_{\text{saída}}$):

$$C_g = \frac{Q}{0,526 \times P_E \times \sin \left(106,78 \times \sqrt{\frac{P_E - P_S}{P_E}} \right)} \quad (11)$$

em que:

- C_g → Coeficiente de caudal do regulador;
- Q → Caudal, em m^3/h ;
- P_E → Pressão absoluta de entrada no regulador, em bar,
- P_S → Pressão absoluta de saída no regulador, em bar.

No projecto em estudo e na sequência da pressão máxima de entrada ser superior ao dobro da pressão máxima de saída do regulador, considera-se o regime sónico.

6.1.3.3 Válvulas de Alívio

Para o cálculo das válvulas de alívio, estas devem ser dimensionadas para permitirem, quando accionadas, a saída de 5% do caudal nominal da instalação [22]. Devem também ter um diâmetro mínimo de DN25, sendo que as válvulas de alívio e as respectivas tubagens de escape devem ter os diâmetros iguais ou superiores a um décimo do diâmetro da tubagem principal [22].

6.1.3.4 Contador

Para o dimensionamento do contador devem ser calculados os volumes brutos máximo e mínimo, em função com as condições de serviço, aplicando-se [22]:

$$V_0 = V_b \times \frac{P \times T_0}{P_0 \times T} \quad (12)$$

$$V_0 = V_b \times \frac{P \times 273,15}{1,01325 \times (273,15 + t)} \quad (13)$$

em que:

- V_b → Volume bruto, em m³/h (determinar máximo e mínimo);
- V_0 → Volume corrigido, em m³(n)/h (caudal nominal máximo e mínimo da instalação);
- P → Pressão absoluta de serviço, em bar;
- P_0 → Pressão em condições normais (1,01325 bar);
- T → Temperatura de serviço, em K;
- T_0 → Temperatura absoluta em condições normais (273,15 K);
- t → Temperatura em condições de serviço, em °C.

6.2 Rede Interior de Distribuição

6.2.1 Pressupostos

A implantação da rede interior de distribuição está definida na planta e no desenho isométrico que se encontram nos anexos.

Para o cálculo da rede interior de distribuição deverão ser considerados os seguintes pressupostos [22]:

- a) A perda de carga ocorrida no percurso da instalação não deve prejudicar o correcto funcionamento dos aparelhos consumidores.
Para a secção de tubagem de pressão de serviço em **Média Pressão**, a perda de carga máxima admissível acumulada entre a válvula de corte geral ao edifício e os aparelhos consumidores não deve exceder os **30mbar**.
Para a secção de tubagem de pressão de serviço em **Baixa Pressão**, a perda de carga máxima admissível acumulada entre o regulador de pressão e os aparelhos consumidores não deve exceder os **1,5mbar**.

- b) O projectista deve respeitar o nível máximo sonoro previsto para o local da instalação nos termos do Decreto-Lei nº 292/2000 e também evitar fenómenos vibratórios provocados por velocidades de escoamento do gás excessivas.
A velocidade de escoamento do gás não deve ultrapassar os **15 m/s** em qualquer ponto da rede para a secção de tubagem com pressão de serviço em **Média Pressão** e os **10 m/s** para a secção de tubagem com pressão de serviço em **Baixa Pressão**, para evitar que surjam fenómenos vibratórios ou ruídos normalmente associados a velocidades elevadas.

Com base nestes pressupostos foram elaboradas as tabelas de cálculo constantes nos anexos, sendo os valores das perdas de carga e velocidades correspondentes aos diâmetros nominais em causa.

6.2.2 Cálculo da Tubagem

6.2.2.1 Caudais

Para o cálculo dos caudais dos aparelhos consumidores existentes na instalação, aplica-se [4]:

$$Q = \frac{P_{(n)} \times 3,6}{PCI} \quad (14)$$

em que:

- Q → Caudal de gás natural, em m³(n)/h;
- P_(n) → Potência nominal do aparelho de consumo, em kW;
- PCI → Poder Calorífico Inferior, em MJ/m³(n).

6.2.2.2 Diâmetro da Tubagem

Para o cálculo da perda de cada troço linear em estudo deve seguir-se os seguintes passos, aplicando [4]:

- **para média pressão:**

$$L_{eq,max} = L_{eq} \times L_{critico} \quad (15)$$

$$L_{eq,max} = 1,2 \times L_{critico} \quad (16)$$

em que:

- L_{eq,max} → Comprimento equivalente do percurso critico, em m;
- L_{eq} → Comprimento equivalente, em m (ao L acresce 20% para compensação de perdas de carga localizadas);
- L_{critico} → Percurso que corresponde ao maior comprimento de tubagem, em m.

$$J = \frac{(P_A + P_{atm})^2 - ((P_A - \Delta P_{adm}) + P_{atm})^2}{L_{eq,max}} \quad (17)$$

em que:

- J → Perda de carga quadrática média absoluta, em mbar^2/m ;
- P_A → Pressão de abastecimento, em mbar ;
- P_{atm} → Pressão atmosférica, em mbar ;
- ΔP_{adm} → Perda de carga acumulada admissível, em mbar ;
- $L_{\text{eq,max}}$ → Comprimento equivalente do percurso crítico, em m .

$$D_{\text{calculado}} = \left(\frac{48,6 \times d_c \times Q_{\text{troço}}^{1,82}}{J \times 10^{-6}} \right)^{1/4,82} \quad (18)$$

em que:

- $D_{\text{calculado}}$ → Diâmetro interior teórico calculado, em mm ;
- d_c → Densidade corrigida do gás, valor corrigido da densidade relativa por influência da viscosidade cinemática do gás;
- $Q_{\text{troço}}$ → Caudal do gás no troço, em m^3/h ;
- J → Perda de carga quadrática média, em mbar^2/m .

- **para baixa pressão:**

$$L_{\text{eq,max}} = L_{\text{eq}} \times L_{\text{critico}} \quad (19)$$

$$L_{\text{eq,max}} = 1,2 \times L_{\text{critico}} \quad (20)$$

em que:

- $L_{\text{eq,max}}$ → Comprimento equivalente do percurso crítico, em m ;
- L_{eq} → Comprimento equivalente, em m (ao L acresce 20% para compensação de perdas de carga localizadas);
- L_{critico} → Percurso que corresponde ao maior comprimento de tubagem, em m .

$$J = \frac{\Delta P_{\text{adm}}}{L_{\text{eq,max}}} \quad (21)$$

em que:

- J** → Perda de carga linear média, em mbar/m;
 ΔP_{adm} → Perda de carga acumulada admissível, em mbar;
 $L_{eq,max}$ → Comprimento equivalente do percurso crítico, em m.

$$D_{\text{calculado}} = \left(\frac{23200 \times d_c \times Q_{\text{troço}}^{1,82}}{J} \right)^{1/4,82} \quad (22)$$

em que:

- $D_{\text{calculado}}$** → Diâmetro interior teórico calculado, em mm;
 d_c → Densidade corrigida do gás, valor corrigido da densidade relativa por influência da viscosidade cinemática do gás;
 $Q_{\text{troço}}$ → Caudal do gás no troço, em m³/h;
J → Perda de carga linear média, em mbar/m.

6.2.2.3 Perdas de Carga

Pela fórmula de Renouard para o cálculo da perda de cada troço linear em estudo, aplica-se [4]:

Média Pressão

$$P_f = \sqrt{(P_i + P_{atm})^2 - \frac{48,6 \times 10^6 \times L_{eq} \times d_c \times Q^{1,82}}{D_i^{4,82}}} - P_{atm} \quad (23)$$

Baixa Pressão

$$P_f = P_i - \frac{23200 \times L_{eq} \times d_c \times Q^{1,82}}{D_i^{4,82}} \quad (24)$$

Para o cálculo da perda de carga estática, aplica-se [4]:

Média e Baixa Pressão

$$P_{fc} = P_f + 0,1293 \times (1 - d_r) \times h \quad (25)$$

A perda de carga acumulada no final de cada troço em estudo, será:

$$\Delta P_{total} = P_i - P_{fc} \quad (26)$$

em que:

- ΔP_{total} → Perda de pressão de cada troço, em mbar;
- P_i → Pressão inicial de cada troço, em mbar;
- P_f → Pressão final de cada troço, em mbar;
- P_{fc} → Pressão final corrigida de cada troço, em mbar;
- L_{eq} → Comprimento equivalente, em m (ao L acresce 20% para compensação de perdas de carga localizadas);
- Q → Caudal do gás no troço, em m³/h;
- D_i → Diâmetro interior da tubagem, em mm;
- d_c → Densidade corrigida do gás, valor corrigido da densidade relativa por influência da viscosidade cinemática do gás;
- d_r → Densidade relativa do gás;
- h → Diferença de cota entre o início e o fim do troço, em m (positivo se sobe e negativo se desce).

6.2.2.4 Velocidade de Escoamento

Para o cálculo da velocidade de escoamento de cada troço linear em estudo deve seguir-se os seguintes passos, aplicando [4]:

- **Cálculo da pressão média para média pressão**

$$P_{mc} = \frac{2 \times [(P_i + P_{atm})^3 - (P_{fc} + P_{atm})^3]}{3 \times [(P_i + P_{atm})^2 - (P_{fc} + P_{atm})^2]} \quad (27)$$

- **Cálculo da pressão média para baixa pressão**

$$P_{mc} = \frac{P_i + P_{fc}}{2} + P_{atm} \quad (28)$$

Seguido de:

$$V = \frac{354 \times Q \times P_{atm}}{D_i^2 \times P_{mc}} \quad (29)$$

em que:

- P_{mc} → Pressão absoluta média corrigida no troço, em mbar;
- P_i → Pressão inicial de cada troço, em mbar;
- P_{atm} → Pressão atmosférica, em mbar;
- P_{fc} → Pressão final corrigida, em mbar;
- V → Velocidade em m/s;
- Q → Caudal do gás no troço, em m³/h;
- t → Temperatura de serviço do gás natural, em °C;
- D_i → Diâmetro interior da tubagem, em mm.

6.2.2.5 Espessura da Tubagem

Para o cálculo da espessura mínima das tubagens dos troços, aplica-se [36]:

$$e = \frac{P_{max} \times D_{ext}}{20 \times E \times F} \quad (30)$$

em que:

- e → Espessura da tubagem, em mm;
- P_{max} → Pressão absoluta máxima de operação (considerar a pressão de ensaio de resistência mecânica), em bar;
- D_{ext} → Diâmetro exterior da tubagem, em mm;
- E → Limite elástico do aço da tubagem (a tubagem a instalar é API 5L Gr. B, logo $E = 241 \text{ N/mm}^2$);
- F → Factor de segurança relativo à categoria de localização (categoria 2 => $F = 0,6$) (Portaria n.º 390/94).

7. PROCEDIMENTOS DE CONSTRUÇÃO

7.1 Inspeção na Recepção de Materiais

Estabelece as actividades a realizar na inspecção de recepção de materiais fornecidos pelo cliente ou adquiridos pelo empreiteiro para as actividades inerentes ao projecto em estudo, com o objectivo de cumprir os requisitos contratuais e técnicos.

A recepção com inspecção qualitativa será efectuada sempre que seja exigido pelo contrato ou especificação técnica aplicável.

Para a recepção de materiais deve-se estar na posse da seguinte documentação:

- Encomenda do material, em particular os requisitos de inspecção de recepção;
- Certificados de fabrico do tipo indicados na encomenda;
- Resultados de ensaios ou inspecções realizadas pelo fabricante;
- Outros documentos específicos do material em análise.

7.1.1 Certificados de Materiais

Deve-se verificar, para todos os materiais, se os certificados estão em conformidade com os requisitos da especificação técnica ou documento equivalente aplicável.

7.1.2 Válvulas

Verificar a conformidade, em relação à especificação técnica, de:

- Tipo de válvula;
- Diâmetro;

- Tipo de ligação (flangeada, roscada, para soldar, etc.);
- Outros aspectos a considerar pelo técnico responsável.

De salientar que para a indústria de gás as válvulas são exclusivas para o efeito, como no caso das válvulas do tipo porta manómetros, sendo que estas devem ser especiais, próprias para funcionamento com gás, com purga específica para a prévia despressurização, por forma a garantir a segurança do utilizador.

Deve-se fazer uma inspecção visual para verificar o estado da superfície exterior e de ligação do corpo da válvula, por forma a averiguar a presença ou não de danos inaceitáveis.

7.1.3 Tubos e Acessórios em Aço

Verificar a conformidade, em relação à especificação técnica, de:

- Diâmetro;
- Norma aplicável e grau do material;
- Tipo de acessório (quando aplicável);
- Características do revestimento (quando aplicável).

Através de inspecção visual, verificar:

- Revestimento/pintura;
- Oxidação;
- Tamponamento de todos os tubos.

7.1.4 Resultados da Recepção

No final do procedimento da recepção de materiais, deve-se tomar uma das seguintes acções:

- Aceitação;
- Aceitação Condicional;
- Rejeição.

7.2 Transporte, Manuseamento e Acondicionamento dos Materiais

Estabelece os requisitos para o transporte, manuseamento e acondicionamento de tubagens e acessórios de modo a evitar danos, alteração ou inutilização das suas características iniciais.

O seguinte equipamento deve ser preparado e mantido em condições de funcionamento:

- Cintas de nylon ou grampos revestidos a Teflon, para suspensão das tubagens que não puderem ser manuseadas à mão;
- Cavaletes em madeira;
- Roletes;
- Barrotes limpos, sem pregos, farpas ou falhas;
- Escavadoras com válvula de bloqueio do sistema hidráulico ou gruas com suporte para elevação.

O pessoal que executa este procedimento deve usar equipamento de protecção individual adequado, nomeadamente capacete, luvas e botas de protecção.

7.2.1 Transporte

Em todos os transportes devem ser salvaguardadas as recomendações dos fabricantes de tubagens e acessórios no que respeita ao seu transporte.

A tubagem deve ser transportada em plataforma com apoios, que não danifiquem a superfície dos tubos, no mínimo em quatro secções.

A plataforma deve estar isenta de elementos, como pregos e farpas, que possam causar danos às superfícies da tubagem, pelo que previamente à colocação da tubagem na plataforma, a plataforma deve ser inspeccionada e garantir as suas boas condições.

É estritamente proibido que sejam ultrapassados os limites legais de peso e também da dimensão da plataforma. Os tubos de maior diâmetro devem ser os primeiros a serem colocados na plataforma, seguindo-se por ordem decrescente os restantes tubos.

No caso dos acessórios, estes devem ser transportados, separando-os por tipo e por espécie, e de modo que a acomodação dos mesmos não provoque danos. As suas características, superfícies e funcionalidade devem ser salvaguardados.

7.2.2 Manuseamento

A tubagem pode ser movimentada á mão. No entanto, no caso dessa impossibilidade, deve ser manuseada com o auxílio de cintas de nylon ou colocando nas suas extremidades grampos propriamente protegidos, com revestimento de teflon evitando danificar os topos da tubagem. A tubagem não deve ser arrastada. Os tubos e acessórios não deverão ser atirados para o chão. Serão usados grampos em quantidade suficiente, caso se pretenda movimentar mais do que um tubo.

Caso a tubagem e acessórios sejam fornecidos com protecção nos topos ou superfície, estas protecções só devem ser removidas imediatamente antes da sua aplicação em obra.

As características e funções dos acessórios, deverão ser do conhecimento do técnico que irá manuseá-los, para que este tome as precauções necessárias para evitar danificá-los.

Deve evitar-se a danificação das marcações de fábrica, como a identificação da tubagem ou acessórios, durante o seu manuseio, para que permaneçam de fácil leitura e identificação.

Aquando da movimentação para instalação das tubagens deve-se evitar que as suas superfícies entrem em contacto com possíveis infraestruturas existentes, evitando possíveis danos, quer nas tubagens quer nas infraestruturas.

De modo a evitar o arrastamento da tubagem pelo solo ou outra superfície, deve-se utilizar roletes com as dimensões e em quantidades apropriadas ao diâmetro da tubagem que se pretende movimentar.

7.2.3 Acondicionamento

Tubos

As tubagens devem ser acondicionadas em locais próprios para o efeito. Esse local deve ser plano e de fácil acesso.

A tubagem ser empilhada sobre barrotes e entre cavaletes de madeira.

Entre as camadas de tubagem empilhada, a tubagem deve apoiada em, pelo menos, três secções equidistantes do centro, sobre barrotes de madeira.

A tubagem deve ser colocada por tipo de material, diâmetros e espessuras.

A tubagem deverá ser retirada do local de acondicionamento onde se encontra armazenada, à medida que vai sendo necessária para a sua instalação.

Acessórios

O local de armazenamento para o acondicionamento dos acessórios deve garantir que as suas características, marcações e funções não sejam alteradas ou danificadas.

Os acessórios devem ser acondicionados no respectivo local de armazenamento, em compartimentos separados por tipo e espécie de material, promovendo assim a sua fácil identificação para aplicação em obra.

Os acessórios deverão ser retirados do local de acondicionamento onde se encontram armazenados, à medida que vão sendo necessários para a sua instalação, devendo só nessa altura ser retirados das suas embalagens originais.

7.3 Soldadura

7.3.1 Consumíveis de Soldadura

Consoante as espessuras dos materiais a soldar, o processo de soldadura a utilizar deve ser GTAW ou GTAW + SMAW.

O processo GTAW cria um arco eléctrico entre o eléctrodo de tungsténio (não consumível) e o material base, para fundir o material de adição, designado de vareta, e o metal base, criando assim a junta soldada.

O processo SMAW cria um arco eléctrico entre o eléctrodo revestido e o material base, formando assim a junta soldada.

Os consumíveis de soldadura do processo SMAW deverão ser conformes às seguintes especificações [1]:

- AWS A 5.1
- AWS A 5.2
- AWS A 5.5
- AWS A 5.17
- AWS A 5.18
- AWS A 5.20
- AWS A 5.28
- AWS A 5.29

Neste projecto, deve-se utilizar eléctrodos de acordo com a norma AWS 5.1, eléctrodos para aço carbono, sendo a sua interpretação simbólica a seguinte [15]:

- E XXYZ
 - E - eléctrodo revestido
 - XX - tensão mínima de rotura, em ksi (x1000, em psi)
 - Y - posição de soldadura
 - YZ - Tipo de revestimento e características eléctricas do circuito

a) Posições de soldadura [15]

- 1: baixo, horizontal, vertical, tecto (todas as posições)
- 2: baixo, horizontal
- 3: já não se usa
- 4: baixo, horizontal, vertical descendente, tecto

b) Tipo de revestimento e características eléctricas do circuito [15]

Abrange os algarismos de 0 a 8 e podem ser do tipo ácido, básico, celulósico ou rutílico, sendo que, para este projecto, o eléctrodo aconselhado a usar é o eléctrodo básico, dado que, para as características da tubagem e acessórios a soldar, este eléctrodo apresenta as propriedades mecânicas apropriadas, ainda que seja de material higroscópico necessitando de cuidados no seu armazenamento e utilização, por forma a não serem contaminados com humidade.

Designação	Tipo de revestimento	Corrente de soldadura
XX10	celulósico (sódio)	CC+
XX20	ácido	CC-
XXY1	celulósico (potássio)	CC+ / CA
XXY2	rutílico (sódio)	CC- / CA
XXY3	rutílico (potássio)	CC+ / CC- / CA
XXY4	rutílico (pó de ferro)	CC+ / CC- / CA
XXY5	básico (sódio)	CC+
XXY6	básico (potássio)	CC+ / CA
XXY7	ácido (pó de ferro)	CC- / CA
XXY8	básico (pó de ferro)	CC+ / CA

Tabela 4 – Tipos e Características de Eléctrodos [15]

Dependendo do metal de base, os eléctrodos a utilizar estão de acordo com o respectivo procedimento de soldadura qualificado. Tendo em consideração a nomenclatura anterior o eléctrodo a utilizar deverá ser da classe E7018.

Devem ter certificação de fabrico NP EN 10204, inspecção 3.1.

7.3.1.1 Armazenamento e Manuseamento dos Consumíveis

Os materiais de adição devem ser armazenados e manuseados de modo a evitar que eles próprios e os respectivos invólucros se danifiquem.

Os materiais de adição que são fornecidos em invólucros abertos devem ser protegidos da deterioração.

Os materiais de adição com revestimento serão protegidos contra excessos de humidade.

Os materiais de adição que visivelmente apresentem sinais de deterioração ou que tenham sido incorrectamente armazenados, não deverão ser utilizados.

7.3.1.2 Gases de Protecção

As atmosferas de protecção aos arcos poderão ser de vários tipos de gases inertes, gases activos ou misturas.

A pureza e grau de humidade das atmosferas têm grande influência na soldadura e deverão ter valores adequados ao processo e materiais de base.

A atmosfera protectora será qualificada para o material, respeitando sempre o estabelecido no procedimento de soldadura.

Os gases de protecção devem ser mantidos nos recipientes em que foram fornecidos e os recipientes devem ser armazenados afastados de temperaturas elevadas. Os gases de pureza questionável e os contidos em recipientes danificados não serão utilizados.

Não é permitido o armazenamento de gases diferentes no mesmo recipiente.

7.3.1.3 Conservação dos Eléctrodos Básicos

Os eléctrodos básicos devem ser armazenados nas embalagens originais intactas em ambiente controlado. Antes do seu emprego os eléctrodos devem ser tratados da seguinte maneira:

- Eléctrodos fornecidos em invólucros “Vacpac” [15]:

Após a abertura do invólucro os eléctrodos devem ser mantidos em estufa à temperatura de 70°C / 120 °C até à sua utilização.

Os eléctrodos não devem permanecer fora da estufa por longos períodos de tempo (máximo de duas horas) sob pena de absorverem uma quantidade excessiva de humidade. Se tal acontecer, os eléctrodos deverão ser submetidos a um tratamento de secagem, após o qual deverão, de novo, ser armazenados em estufa.

- Eléctrodos contidos em invólucros não metálicos [15]:

Após a abertura do invólucro os eléctrodos devem ser submetidos a um tratamento de regeneração.

Seguidamente, devem ser mantidos em estufas à temperatura de 70 °C / 120 °C até à sua utilização.

Quando, em casos excepcionais, os eléctrodos não sejam mantidos à temperatura de 70 °C / 120 °C, podem ser reutilizados depois de passarem por um tratamento de regeneração. Tal tratamento não pode ser efectuado mais de três vezes.

- Em qualquer dos casos, as indicações do fabricante serão sempre respeitadas.

7.3.1.4 Regeneração dos Eléctrodos Básicos

A regeneração dos eléctrodos básicos deve ser feita à temperatura de 300 °C, \pm 50 °C conforme as indicações do fabricante, normalmente entre uma a três horas, à excepção de eléctrodos “Vacpac” [15].

No forno, que deve ser por aquecimento eléctrico, os eléctrodos devem ser colocados deitados e sem os invólucros.

No fim da regeneração os eléctrodos devem ser colocados imediatamente nas estufas de conservação entre 70 °C / 120 °C [15].

Deverão ser mantidos registos diários das verificações efectuadas às temperaturas das estufas utilizadas para a obra.

7.3.2 Procedimentos de Soldadura

Todas as soldaduras a realizar deverão cumprir o estipulado num procedimento de soldadura previamente aprovado.

Os procedimentos de soldadura deverão ser realizados de acordo com as normas API 1104 ou NP EN 287.

A execução dos procedimentos de soldadura deverá ser efectuada simulando as condições reais de obra. Após a realização das soldaduras e de acordo com API 1104, estas devem ser radiografadas. A qualidade destas soldaduras será testada em laboratório, pelo que, para isso, serão retirados provetes das mesmas para o efeito.

As dimensões e a metodologia dos provetes para os ensaios em laboratório, devem cumprir com os critérios descritos nas normas API 1104 ou NP EN 288.

Os procedimentos de soldadura deverão ser redigidos de acordo com as normas API 1104 ou NP EN 288. Os certificados de qualificação de procedimentos só serão aceites se forem emitidos e aprovados por uma entidade acreditada.

7.3.3 Qualificação dos Soldadores

Os soldadores para se qualificarem deverão ter mais de 18 anos e a escolaridade mínima obrigatória.

O soldador deve demonstrar que tem conhecimento das técnicas de soldadura e consegue operar as máquinas de soldar.

Deverão ser qualificados por entidades acreditadas e de acordo com a API 1104 ou NP EN 288. Esta qualificação é a prova que os soldadores respeitam todas as exigências do procedimento de soldadura e que a soldadura será aceite respeitando, quer por inspecção visual que por ensaios não destrutivos, as exigências da API 1104 ou NP EN 288. Estes testes devem ser realizados por uma entidade acreditada.

As soldaduras realizadas aquando a qualificação dos procedimentos de soldaduras, quando executadas pelo soldador que se pretende qualificar, podem servir para a qualificação do próprio soldador.

Caso o soldador não obtenha a aceitação na prova de qualificação, por norma, este só a poderá repetir mais uma vez, excepto se a causa da não aceitação tenha sido provocada por motivos alheios ao soldador sem si.

No caso do soldador qualificado pela norma API 1104, a validade da qualificação não está sujeita a qualquer requisito, pelo que o soldador estará apto a soldar desde que demonstre que esteja a trabalhar de forma ininterrupta, permitindo-se apenas interrupções até três meses.

No caso do soldador qualificado pela norma NP EN 288, a validade da qualificação está sujeita, pela entidade patronal, a renovações semestrais, até um máximo de dois anos. Terminando este período o soldador deverá ser requalificado de novo por uma entidade acreditada.

7.3.4 Preparação para a Soldadura

7.3.4.1 Preparação dos Topos

Todos os tubos e acessórios deverão ser sujeitos a uma inspecção visual, quer internamente quer externamente.

Por norma, os tubos são fornecidos com os topos já chanfrados, pelo que estes apenas deverão ser limpos com uma escova de arame. A geometria do chanfro deve respeitar o prescrito no procedimento de soldadura, caso contrário o mesmo deverá ser modificado.

No caso de ser necessário proceder ao corte da tubagem, pode ser utilizada uma máquina de oxicorte ou uma rebarbadora de disco. No caso do corte por máquina de oxicorte, a zona afectada termicamente de 2 mm dever ser removida com o uso de uma rebarbadora ou mó.

Todos os topos devem ser limpos mecanicamente com o uso de uma escova de arame numa zona não inferior a 10 cm, internamente e externamente do tubo. Ferrugem, entalhes, rebarbas e sujidades deverão ser completamente removidas, utilizando uma rebarbadora quando necessário.

7.3.4.2 Posicionamento dos Tubos e Acessórios

Em tubos do mesmo diâmetro e da mesma espessura é admitida uma ovalização máxima de acordo com as normas API 1104 e API 5L.

Os tubos devem estar completamente alinhados e nivelados. O uso e o tipo de posicionador deve ser o prescrito no procedimento de soldadura.

As juntas de soldadura que, por necessidade, são pingadas por pontos, deverão posteriormente os pontos serem removidos antes da finalização do passe de raiz.

7.3.4.3 Pré-aquecimento

O pré-aquecimento, quando necessário, é definido no procedimento de soldadura qualificado.

Se o procedimento de soldadura não fizer menção especial ao pré-aquecimento, os seguintes requisitos deverão ser satisfeitos [1] [8]:

- Os seus topos deverão ser pré-aquecidos por forma a garantir, aquando da realização da soldadura, uma temperatura mínima de 80 °C.
- A zona de pré-aquecimento deverá estender-se aproximadamente 60 mm para cada lado da junta.

O pré-aquecimento é feito com um pré-aquecedor anelar de GPL, de modo a distribuir uniformemente o calor sobre toda a circunferência dos topos.

A temperatura deverá ser controlada por lápis térmicos adequados para o efeito.

O corpo das válvulas e das juntas isolantes devem ser protegidos com um pano molhado durante o pré-aquecimento e a própria soldadura. Durante o pré-aquecimento as válvulas devem ser mantidas na posição de abertas por forma a ventilar.

7.3.4.4 Soldadura

A soldadura deverá ser realizada de acordo com o procedimento de soldadura aprovado e executada por um soldador qualificado.

As soldaduras, depois de iniciadas, devem ser executadas desde o passe de raiz até ao passe final sem variações significativas de temperatura, devendo ser respeitado os tempos de intervalos interpases referidos no procedimento de soldadura. Assim, as soldaduras devem ser executadas no mesmo ciclo térmico.

É interdito o escorvar do arco eléctrico na superfície da tubagem ou acessórios. O escorvar pode ser efectuado na própria junta que se está a soldar. O desrespeito por este processo pode originar o corte da secção de tubagem escorvada.

As ligações à massa devem ser colocadas em zonas limpas e deverão ser sempre posicionadas no centro da junta a soldar.

Durante o passe de raiz os topos dos tubos devem permanecer completamente imóveis.

Caso o procedimento obrigue à necessidade de uso de um posicionador externo este só poderá ser removido como prescrito no mesmo procedimento.

No decorrer do passe de raiz o soldador deve fazer uso da rebarbadora com o objectivo de remover defeitos visualmente detectáveis, como escórias e poros, e excessos de solda no arranque e fim de cada eléctrodo.

Nos passes seguintes de enchimento, o passe prévio deve estar limpo com o uso de rebarbadora.

Cada passe de soldadura deverá ser totalmente finalizado circunferencialmente antes do começo do passe seguinte.

O intervalo interpases não deve exceder o tempo, de forma a que permita uma taxa de arrefecimento elevado.

O último passe, a capa final, deve ter a geometria prescrita no procedimento de soldadura aprovado.

No final de cada soldadura o soldador deve marcar a zona adjacente à soldadura de forma indelével com tinta, sem o uso de punção, com pelo menos a sua sigla de referência do soldador e a data de realização da soldadura.

7.3.5 Inspeção das Soldaduras

7.3.5.1 Exame Visual

O exame visual aplica-se exclusivamente na detecção de defeitos superficiais e no controlo das dimensões do cordão externo das soldaduras.

7.3.5.2 Exame Radiográfico

O controlo radiográfico será aplicado a 100% das soldaduras [36].

Para identificação das soldaduras tomar-se-á como referência do ponto zero a geratriz superior do tubo. A radiografia é sectorizada de 100 em 100 mm, no sentido da construção e no sentido dos ponteiros do relógio [22].

Cada filme radiográfico deve ser identificado com símbolos em chumbo indicando a seguinte informação [22]:

XXXX WYY SZ dd/mm/aa

onde:

XXXX	Identificação do projecto;
WYY	Nº de soldadura;
SZ	Nº de soldador;
dd/mm/aa	Data de execução radiográfica.

Exemplo: 2306 W73 S1 10/02/14

7.3.5.3 Exame por Ultra-sons

São usados para detectar defeitos de laminagem nas superfícies das zonas do tubo base onde posteriormente irão ser soldados acessórios para nova derivação de gás.

Podem também ser usados em complemento à radiografia nas soldadura finais de garantia.

7.3.5.4 Exame por Líquidos Penetrantes

Aplicado em soldaduras de canto, como “weldolet”, “sockolet”, etc, que pela sua geometria não permitem que sejam radiografadas.

Também permite a verificação da real extensão dos defeitos de fissuras.

7.3.6 Defeitos nas Soldaduras

7.3.6.1 Aceitabilidade de Defeitos

Os defeitos das soldaduras são os prescritos nas normas API 1104 ou em soldaduras de garantia o ASME B31.3.

Para todas as soldaduras inspeccionadas, serão emitidos relatórios com a identificação das soldaduras e o eventual defeito encontrado de acordo com a norma API 1104.

7.3.6.2 Reparação das Soldaduras

Serão reparadas as soldaduras que apresentem defeitos fora das dimensões aceitáveis pela norma API 1104.

Previamente às reparações deverá ser aberta uma “janela” na soldadura em questão até encontrar o defeito e eliminá-lo com o uso de uma rebarbadora.

O processo de soldadura, após eliminação do defeito, deve ser definido no procedimento de soldadura para o efeito.

Caso após a inspeção depois da reparação, permaneça o mesmo defeito ou mesmo outro distinto do inicial, a soldadura deverá ser cortada, pois não é permitido uma segunda reparação na mesma zona já intervencionada.

7.4 PINTURA

7.4.1 Sistema de Pintura

Será submetida à aprovação do cliente e da inspeção, antes da data prevista para a respectiva utilização, o sistema de recobrimento, em que serão definidos no mínimo:

- O tipo e a marca da tinta;
- O número de demãos;
- A espessura de cada demão, seca ou húmida;
- O tempo mínimo e máximo entre demãos;
- Os equipamentos a serem utilizados;
- O processo de inspeção e controlo;
- O processo de reparação.

A pintura de acabamento final deve ser de cor amarela RAL 1023 [22].

7.4.2 Preparação das Superfícies

Deverá ser verificado previamente o grau de corrosão da tubagem, que nunca poderá exceder o grau “B” de acordo com as normas ISO 8501-1.

Com o uso de uma escova de arame rotativa, deve-se eliminar todos os salpicos de soldadura, escória ou outra irregularidade que exista na zona a pintar. De salientar que este processo não deve de forma alguma reduzir a espessura da parede da tubagem.

Após a limpeza acima descrita deve-se obter o grau de preparação Sa 2 ½, utilizando a decapagem por jacto de areia [22]. Onde não for possível utilizar a limpeza por jacto de areia, deve-se obter o grau de preparação St3 utilizando a decapagem por escovagem mecânica [22]. As superfícies maquinadas devem ser protegidas para evitar que a preparação das superfícies as danifique, quer por jacto de areia, quer por escovagem mecânica.

Quer pela preparação das superfícies por jacto de areia ou por escovagem mecânica, a aplicação da tinta de primário deve ser no mesmo dia da preparação das superfícies, sendo que o tempo máximo entre a limpeza das superfícies e o início da aplicação do primário não deve exceder as 3 horas.

7.4.3 Método

As latas de tinta devem estar dentro da validade indicada pelo fabricante e deverão permanecer fechadas até imediatamente antes de ser utilizadas. Deverão ser armazenadas num local coberto e protegidas das agressões exteriores. A tinta que se encontre solidificada ou deteriorada não deverá ser aplicada.

As superfícies não devem ser pintadas com chuva, vento, neve, nevoeiro, quando a temperatura da superfície do aço for inferior à do ponto de orvalho atmosférico mais 4 °C e/ou quando a humidade relativa for superior a 85 % [22].

Cada demão de pintura deve ser aplicada numa película contínua, espessura uniforme e isenta de poros.

Entre as demãos deverá sempre ser verificado as espessuras da pintura, sendo que, nas zonas onde não se obtenha leituras aceitáveis, serão novamente pintadas e deixadas secar para nova verificação e aplicação da demão posterior.

Cada demão deve estar convenientemente tratada e seca, seguindo os tempos indicados pelo fabricante, antes da aplicação da seguinte demão.

Não se deve utilizar meios artificiais de secagem que possam causar danos à pintura, como gretas, poros, bolhas, rugas ou qualquer outro tipo de anomalia na superfície de pintura. Não deverá ser adicionado à tinta qualquer secante para reduzir os tempos de secagem, a menos que este esteja especificamente indicado nas instruções do fabricante.

A demão de pintura será considerada seca e apta a aplicar a demão seguinte, caso não se verifiquem irregularidades, como o desprendimento ou a perda de aderência.

A aplicação da pintura, a ser realizada a pincel, será da seguinte forma:

- Os pinceis devem ser de dimensões apropriados às secções de superfícies a pintar.
- A aplicação será feita de forma a obter uma superfície lisa e de uma espessura o mais uniforme possível.
- Qualquer pingou ou película solta serão eliminados.
- Deve-se evitar as marcas do pincel.

A aplicação da pintura, a ser realizada com pistola, será da seguinte forma:

- A aplicação será feita de forma a obter uma superfície lisa e uma espessura o mais uniforme possível.
- A tinta chegará a todos os recantos. A tubagem e/ou qualquer componente a pintar que se encontre apoiado deverá ser levantado para possibilitar a aplicação da tinta no ponto de apoio.
- Qualquer pingou, escorrimento ou película solta serão eliminados.
- Todas as superfícies maquinadas, instrumentos de vidro, rebordos maquinados, eixos de controlo de válvulas e outras peças semelhantes serão protegidos para evitar que a tinta se deposite nessas superfícies.
- As matrículas e placas de identificação devem ser protegidos, antes da pintura, para permanecerem visíveis.

- No caso de existirem defeitos após a pintura esta deverá ser reparada, respeitando o sistema de pintura.
- O equipamento de pintura deve ser mantido em boas condições de limpeza, para evitar a inclusão de elementos estranhos sobre a camada de pintura.
- No caso da pintura de parafusos, superfícies irregulares e aços rugosos ou picados, utiliza-se excepcionalmente a pintura com o auxílio de pincéis que terão a forma e qualidade tal que permitam a aplicação apropriada da tinta, como pincéis redondos ou ovais.
- Deverão ser asseguradas, de acordo com as instruções do fabricante da tinta, todas as condições de segurança contra os riscos de incêndio e saúde.

7.4.4 Inspeção da Pintura

7.4.4.1 Visual

As superfícies preparadas serão inspeccionadas visualmente para avaliar a obtenção dos graus de acabamento exigidos, quer para o jacto de areia, quer para a escovagem mecânica.

As superfícies serão inspeccionadas para garantir que estão suficientemente secas.

Este controlo será feito usando um dos seguintes métodos [22]:

- Papel indicador de humidade, aplicado contra a superfície com variação de cor em caso de presença de humidade.
- Passagem de esponja húmida, devendo as superfícies secar em quinze minutos, para a superfície ser considerada seca.

A temperatura das superfícies será verificada com um termómetro de contacto.

Durante a aplicação, o operador fará as medidas de espessura húmida que achar necessárias.

7.4.4.2 Ensaio de Espessura

A espessura de pintura será medida usando um medidor de espessuras magnético. Serão efectuados pelo menos três testes por item testado e pelo menos 5% de cada tipo de componente será testado [22].

Os requisitos de espessura total, em condições secas, são os seguintes [22]:

- um máximo de 20% das medidas pode apresentar espessuras de 170 a 180 μm ;
- um máximo de 5% das medidas pode apresentar espessuras de 165 a 170 μm ;
- nenhuma medida pode apresentar espessuras abaixo de 165 μm .

7.4.4.3 Ensaio de Adesão

Relativamente aos ensaios de adesão estes serão realizados recorrendo ao ensaio de corte constante na ISO 2409 Classe 2, sendo realizado por cada 100 m² de superfície um ensaio ou, no caso de pequenos componentes, será feito um ensaio por cada 20 unidades.

Serão efectuadas as reparações necessárias nas zonas de teste, aplicando no mínimo duas camadas de pintura epoxídica. Isto será feito após a limpeza da zona a reparar com escova de aço.

7.4.4.4 Ensaio de Porosidade

Não são admitidas porosidades, sendo a sua verificação realizada com um localizador de poros de baixa voltagem, tipo “porotest”, por um sensor de borracha condutora ou por um localizador de esponja húmida de baixa voltagem. Pelo menos 5% da superfície total será testada [22].

Após a realização de reparações serão realizados novos ensaios até à aceitação final.

7.5 IDENTIFICAÇÃO E RASTREABILIDADE DAS SOLDADURAS E MATERIAIS

7.5.1 Identificação de Soldaduras

Todas as soldaduras, uma vez executadas, deverão ser marcadas e identificadas, no máximo a 0,5 metros da união. As identificações serão feitas com marcador ou tinta indelével e tamanho legível (superior a 3 cm). A identificação de cada tubo, soldadura, válvula e/ou acessórios estará de acordo com os documentos de registo e ensaio e com os certificados de material.

Abaixo da identificação da soldadura será colocada a data e o nº do soldador “S” Z, sendo Z o soldador [22]:

a) Para as soldaduras de linha:

- Nº de sistema, "W" (de "Weld", Soldadura), nº sequencial de soldadura .
Ex.: 2306 W 73

b) Para as soldaduras não previstas, as soldaduras adicionais são identificadas:

- Código da soldadura imediatamente anterior, seguidas de “1”/”2”/”3”...
Ex.: 2306 W 73 /1
Ex.: 2306 W 73 /2

c) Para as soldaduras que foram reparadas:

- O nº de soldadura reparada é o mesmo da soldadura existente acrescentando a letra “R”.
Ex.: 2306 W 73 R (significa que a soldadura nº 73 foi reparada).

d) Para soldaduras que foram cortadas e refeitas:

- O nº de soldadura refeita é o mesmo da soldadura existente acrescentando a letra “N”.
Ex.: 2306 W 73 N (significa que a soldadura nº 73 foi cortada e soldada de novo).

e) Para as soldaduras de ligação final, soldaduras não sujeitas a ensaio hidráulico e/ou pneumático, sendo designadas de Soldaduras de Garantia:

- Segue os critérios indicados acima mas tendo no fim a designação “GW” (Guarantee Weld).

Ex.: 2306 GW 73

f) Para as soldaduras provisórias para ensaios hidráulicos e/ou pneumáticos:

- É referido o número do sistema, o código da prova hidráulica e o número de soldadura segundo o sentido do fluxo.

Ex.:2306-PH1-W1, Soldadura nº 1 da prova da prova hidráulica nº1 do sistema 7236;

2306-PH1-W2, Soldadura nº 2 da prova da prova hidráulica nº1 do sistema 7236.

7.5.2 Identificação dos Componentes

Definem-se como tal tubos, válvulas, acessórios e curvas que fazem parte do conjunto da linha e estações.

A identificação será feita de acordo com os dados incluídos nas marcações existentes nos componentes, que são no mínimo os seguintes para cada componente:

a) Tubos e Curvas

- Qualidade do material
- Diâmetro
- Espessura

b) Acessórios (Tês, Caps, Reduções, Cotovelos, Juntas isolantes, etc.)

- Qualidade do material
- Diâmetro
- Espessura
- Classe de Pressão

c) Flanges

- Qualidade do material
- Diâmetro
- Tipo
- Classe de Pressão

d) Válvulas

- Qualidade do material
- Diâmetro
- Tipo
- Classe de Pressão ou Pressão do Projecto

e) Pernos e Porcas

- Qualidade do material
- Diâmetro
- Comprimento

7.5.3 Transferência de Marcas

Todos os cortes de tubos executados, devem ser objecto de uma transferência do número do tubo ou curva para a porção cortada. Esta operação será executada na presença da fiscalização e registado.

7.6 Ensaios de Pressão

Os ensaios de resistência mecânica e estanquidade a realizar na zona de alta pressão do PRM são os definidos para a rede de distribuição a montante do PRM. Os ensaios de resistência mecânica e estanquidade a realizar na zona de baixa pressão do PRM são os definidos para a rede interior de distribuição, a jusante do PRM.

Antes dos ensaios as válvula de alívio e as tomadas de impulso dos reguladores devem ser removidas.

7.6.1 Ensaio de Resistência Mecânica

As tubagens serão submetidas a um ensaio de resistência mecânica, pneumático com ar ou gás inerte, como o azoto, a uma pressão mínima de 1,5 vezes a pressão de serviço máxima, mas nunca inferior a 1 bar [34].

O ensaio consistirá na medição contínua da pressão e da temperatura com o auxílio de aparelhos registadores e de um manómetro para as leituras inicial e final. Estes instrumentos de medida devem dispor de certificados de calibração válidos, emitidos por laboratórios acreditados, com uma incerteza máxima de 0,5% [36] e deverão ser seleccionados de modo a que os valores da pressão de ensaio estejam compreendidos entre 25% e 75% do valor máximo das respectivas escalas.

O ensaio para tubagens à vista, terá a duração mínima de 6 horas pela portaria n.º 390/94, após a estabilização das temperaturas.

7.6.2 Ensaio de Estanquidade

Após a prova de resistência mecânica e no seguimento desta, as tubagens serão submetidas a um ensaio de estanquidade. Este ensaio será realizado com o mesmo fluido do ensaio de resistência mecânica e terá uma duração mínima de 1 hora com a verificação de todas as uniões com produto espumífero.

Para cada ensaio serão produzidos os seguintes registos:

- Referência dos troços ensaiados;
- Data, hora e duração;
- Valores das temperaturas verificadas no fluido durante o ensaio;
- Valores de pressão inicial e final do ensaio;
- Registo contínuo de pressão e temperatura de ensaio;
- Conclusões.

O acompanhamento e interpretação dos resultados dos ensaios e a elaboração dos relatórios devem ser efectuados por um técnico de gás de uma entidade acreditada, nomeado pela

entidade inspetora designada. Durante a preparação e inspecção dos ensaios, é proibida a presença de pessoas estranhas na zona de trabalho (zona de colocação e manuseamento dos equipamentos e acessórios de medida para efectuar os ensaios) e onde as tubagens estiverem à vista.

7.7 Recepção da Obra

7.7.1 Documentação Final

Toda a documentação, como registos e impressos e demais documentos originários das actividades da obra, devem ser verificados e aprovados pela fiscalização em obra.

A execução desta documentação deverá ser feita á medida do progresso dos trabalhos.

No final da obra, toda a documentação final deve ser organizada e arquivada de modo a poder ser consultada para apoio à operação e manutenção.

A documentação final deve ser constituída, sem se limitar a:

- Certificado final de direcção de obra;
- Certificado de conformidade e relatório final de inspecção;
- Certificados de materiais;
- Livro de registo de soldaduras de tubos;
- Relatórios de pintura;
- Relatórios dos ensaios de pressão;
- Relatórios de ensaios não destrutivos;
- Pacote de radiografias;
- Manuais de operação e manutenção dos equipamentos;
- Telas finais, plantas e isométricos.

7.7.2 Pré-comissionamento

O pré-comissionamento é efectuado antes do “gás-in”, i.e., imediatamente antes do abastecimento da instalação com gás natural.

A instalação deve ser pré-comissionada, quando a construção da instalação estiver concluída, com os ensaios de pressão aprovados, limpa, seca e ligada à rede de abastecimento de gás natural.

Caso não esteja prevista a entrada em serviço da instalação, o PRM e a rede de gás devem ser protegidas com fluido anticorrosivo, com o uso de um gás inerte como o azoto.

7.7.3 Comissionamento

O “gás-in” é efectuado pela concessionária de gás natural. Contudo, nas actividades inerentes ao comissionamento, esta pode ser auxiliada pelo empreiteiro, quando solicitado para o mesmo.

7.7.4 Recepção Provisória

É emitido o auto de recepção provisória, aquando do pré-comissionamento e depois de uma inspecção final conjunta entre o empreiteiro e o cliente. Este auto, assinado por ambas as partes, formaliza a entrega da instalação ao cliente pelo empreiteiro.

7.7.5 Recepção Definitiva

O auto de recepção definitiva é emitido após o prazo legal e contratual ou quando as garantias da instalação tenham terminado.

Este auto, assinado pelo empreiteiro e o cliente, liberta o empreiteiro de quaisquer responsabilidades futuras de operação da instalação.

8. CONDIÇÕES TÉCNICAS DE MONTAGEM E COLOCAÇÃO EM OBRA

A construção e montagem da instalação de gás em projecto deverão ser executadas por uma entidade instaladora e montadora acreditada, de acordo com o Dec-Lei nº263/89.

O técnico de gás e restantes técnicos especializados, afectos à execução da rede de gás deverão estar devidamente qualificados e reconhecidos pela Direcção Geral de Energia, Devem ser possuidores de licenças nos termos do disposto no nº2 da Portaria 162/90.

Os soldadores deverão estar qualificados e evidenciá-lo com prova do certificado de qualificação emitido pela Direcção Geral de Energia, válido para os trabalhos a executar e para soldadura em tubagens de aço.

Os certificados de soldadura deverão estar de acordo com o prescrito nos certificados de qualificação dos procedimentos de soldadura.

O estado qualitativo dos materiais e equipamentos de segurança e controlo, a inserir na construção e montagem das instalações de gás, deverá ser evidenciado através de certificados de qualificação de acordo com o definido na norma EN 10204, classe 3.1 ou 3.2.

A definição do traçado da rede interior de distribuição, deverá ter o mínimo comprimento de redes possível, nunca descurando a segurança da instalação.

A rede interior de distribuição será aérea, devendo ser protegida contra agentes atmosféricos e eventuais acções mecânicas. A rede, excepcionalmente, poderá ser instalada em canais acessíveis após acordo prévio da concessionária e inspecção.

A rede interior de distribuição não pode, de forma alguma, atravessar zonas de armazenamento de produtos combustíveis, perigosos ou corrosivos.

Em qualquer edifício onde existam aparelhos de consumo, deve, antes da sua entrada, ser instalada uma válvula de corte.

Para o traçado da tubagem aérea, recomenda-se, quando possível, que este percorra o exterior dos edifícios, em detrimento do seu interior, assente em suportes fixos às próprias paredes dos edifícios, muros ou apoios devidamente robustos e com fundações ao terreno, sempre protegida de agressões mecânicas ou atmosféricas passíveis de danificar a tubagem. Os apoios, suportes e a própria tubagem, devem ser calculados, evitando agressões, solicitações mecânicas ou flexões da própria tubagem, e tendo em conta as deformações e compensações

longitudinais devida às variações térmicas, garantindo assim a correcta segurança e estabilidade da instalação.

Os suportes da tubagem aérea devem ser do tipo deslizante e uma vez apertados, não devem exercer pressões sobre a própria tubagem além da estritamente necessária para a sua função.

Os suportes da tubagem, nas secções horizontais, devem ser por aplicação de abraçadeiras ou suportes guia fechados. Nas mudanças de direcção devem ser aplicados suportes sem guia.

Nas secções verticais deve-se recorrer ao uso de abraçadeiras.

Afastamento entre suportes

O afastamento entre suportes deverá respeitar o quadro seguinte:

Material Tubagem	Ø tubagem	Afastamento máximo	
		Troço horizontal (m)	Troço vertical (m)
Aço	$\leq 1/2''$	1,5	2,0
	$1/2'' < D \leq 1''$	2,0	3,0
	$1'' < D \leq 1 1/4''$	2,5	3,0
	$D > 1 1/4''$	3,0	3,0

Tabela 5 – Afastamento entre Suportes [22]

Dever-se-á prever um suporte no ponto mais próximo possível dos equipamentos, tais como válvulas e reguladores.

Quando a tubagem atravessa paredes, pavimentos ou tectos, a secção de passagem estará protegida com uma manga, em aço, PVC ou polietileno, com uma distância mínima de 30 mm em relação à tubagem, devidamente obturada com um material inerte. Estas mangas não servem de apoio à tubagem. É expressamente proibida a existência de tubagem com soldaduras no interior da manga.

A construção e montagem da instalação de gás deverá respeitar as peças desenhadas, e estar em conformidade com as condições seguintes [33]:

- A rede de gás deve estar ligada à terra através de eléctrodos de terra, de acordo com o previsto no Dec-Lei 740/74: "Regulamento de Segurança de Instalações colectivas de edifícios e entradas";
- As tubagens de aço devem, nas suas superfícies externas, estar protegidas da agressão de agentes atmosféricos e eventuais acções mecânicas. Esta protecção deverá ser por intermédio de pintura anti-corrosiva;
- As tubagens serão preferencialmente instaladas à vista. No entanto, em casos especiais, poderão ser embebidas sendo necessário ter um recobrimento mínimo de 2 cm;
- Nas tubagens à vista ou embebidas estas devem situar-se até 0,2 m do tecto ou dos elementos da estrutura resistente do edifício, sendo que, no caso particular, quando embebidas nos pavimentos, o percurso da tubagem deve fazer-se em direcção paralela, com um afastamento máximo de 0,2 m ou perpendicular à parede contígua;
- Devem existir válvulas de corte de $\frac{1}{4}$ de volta, a uma distância máxima de 0,8 m de cada aparelho de consumo, com acessibilidade de grau 1;
- Dever-se-á prever um suporte no ponto mais próximo possível destas válvulas;
- As válvulas de corte aos aparelhos de consumo devem ser instaladas em troços de tubagem vertical, na sua prumada;
- As válvulas de corte aos aparelhos devem situar-se a uma altura entre 1,0 m e 1,40 m do pavimento, com acessibilidade de grau 1;
- Nas travessias de tubagem através de paredes, pavimentos ou tectos, não deve existir, dentro da alvenaria, acessórios ou qualquer tipo de emendas;
- Nas travessias de tubagem por paredes, pavimentos ou tectos, a tubagem deve ser protegida por mangas de aço, PVC ou polietileno, de forma que permitam a sua livre dilatação. Estas, de forma alguma, devem servir de apoio à tubagem. O espaço vazio entre a manga e a tubagem deve ser preenchido com material elástico e isolante;

- As ligações por flanges, roscas e juntas especiais de modelo aprovado devem ser limitadas ao mínimo possível e satisfazer os requisitos de resistência e estanquidade;
- A montagem de todos os dispositivos na rede de gás deve garantir uma fácil exploração e manutenção da instalação;
- As distâncias mínimas de segurança entre as tubagens aéreas e outras infraestruturas, devem garantir a acessibilidade para eventuais trabalhos de reparação e manutenção, sendo os requisitos de acordo com o artigo 19^a da Portaria n.º 361/98, indicados na seguinte tabela:

Afastamento entre Tubagens à Vista e :	Em paralelo	Em cruzamento
Redes Eléctricas e similares	30 mm	20 mm
Conduitas de produtos de combustão	30 mm	20 mm

Tabela 6 – Tubagens à Vista: Afastamento entre Infraestruturas [33]

- As distâncias mínimas de segurança entre tubagens aéreas quando embebidas, e outras infraestruturas, devem garantir os valores mínimos estipulados no artigo 20^a da Portaria n.º 361/98 e indicados na seguinte tabela:

Afastamento entre Tubagens Embebidas e :	Em paralelo	Em cruzamento
Redes Eléctricas	100 mm	30 mm
Redes de água quente ou vapor	50 mm	30 mm
Conduitas de produtos de combustão	50 mm	50 mm

Tabela 7 – Tubagens Embebidas: Afastamento entre Infraestruturas [33]

Instalação dos equipamentos nas rampas de gás (excluído do âmbito deste projecto)

A instalação ou reconversão dos aparelhos a gás deverá ser realizada e testada por mecânicos de aparelhos de queima acreditados pela Direcção Geral de Energia, de acordo com Dec-Lei 263/89. A instalação dos aparelhos deve também estar, em conformidade com as normas portuguesas, o código de boa prática, as instruções do fabricante, as recomendações da concessionária distribuidora e a legislação em vigor.

9. EXPLORAÇÃO, MANUTENÇÃO E SEGURANÇA DA REDE

Entrada em serviço

A concessionária só deve iniciar o abastecimento da rede, quando na posse do termo de responsabilidade emitido pela entidade instaladora e depois da entidade inspectora ter procedido à inspecção da instalação.

Deve-se executar a secagem e limpeza da instalação, antes da operação de colocação em serviço.

A introdução do gás na instalação deverá ser executada pela concessionária.

A introdução do gás deve ser efectuada de forma continua numa velocidade moderada para reduzir o risco de aparecimento de misturas inflamáveis.

A forma mais assertiva de evitar misturas inflamáveis é por separação dos dois fluidos, que consiste na introdução de gás com auxílio de um tampão de azoto à frente do gás natural.

Deve-se efectuar o controlo da percentagem de gás natural com um detector de fugas num ponto de purga. Quando a leitura for constante e superior a 90 % , considera-se o “gás-in” concluído para a instalação [22].

Exploração e manutenção

A exploração e manutenção da rede de gás são da exclusiva responsabilidade do utilizador. De acordo com o Dec-Lei nº 521/99, a manutenção da instalação exige que seja realizada a conservação das partes visíveis da instalação, verificar a estanquidade das ligações e dos aparelhos, o funcionamento operacional das válvulas de corte e outros acessórios, seguindo as recomendações da concessionária.

A instalação deve ser sujeita a inspecções trienais, de acordo com a Portaria nº 362/2000, realizadas por técnicos de gás devidamente acreditados, e sempre que:

- Existam alterações no traçado, na secção ou na natureza da tubagem;
- Existam fuga de gás;

- Novo contrato de fornecimento de gás.

As inspecções às instalações de gás devem ser realizadas por entidades acreditadas para o efeito, reconhecidas pela Direcção Geral da Energia, e devem verificar, não se limitando:

- O estado de conservação da instalação, em conformidade com os regulamentos e normas aplicáveis;
- O funcionamento dos dispositivos de corte e seu estado de conservação;
- A procura de eventuais fugas de gás por meio de ensaios de estanquidade, usando um líquido ou uma solução espumífera para verificar a estanquidade nas ligações dos aparelhos.

Segurança

Deve estar disponível no local da instalação, os meios adequados de combate imediato a incêndios.

10. CONCLUSÕES

Este trabalho, como exposto nos capítulos anteriores, estabeleceu um projecto de engenharia nas áreas de mecânica, para o dimensionamento de uma instalação de gás natural para abastecimento de uma unidade fabril tipo em Portugal.

O autor do projecto teve em consideração para o cálculo do dimensionamento da instalação de gás natural, a conjugação de dois critérios principais:

- as limitações de perdas de carga admissíveis,
- as limitações das velocidades de escoamento admissíveis.

O autor considerou para o estudo deste projecto, os valores directos obtidos na sequência da resolução das equações de cálculo apresentadas. Esta situação permitiu uma folga considerável até atingir os valores limites admissíveis, quer em termos de perda de carga, quer em termos de velocidade de escoamento.

Esta opção ainda que considerada conservadora em termos de cálculo, e nesta sequência pelo aumento ligeiro dos diâmetros das tubagens e acessórios adoptados tornarem a construção da instalação ligeiramente mais dispendiosa, tem a grande vantagem de estabelecer a possibilidade de futuramente a instalação poder vir a ser aumentada em termos de potência nominal instalada pelo eventual acréscimo de aparelhos de consumo, sem que seja necessário fazer alterações/substituições quer nas tubagens/estrutura do PRM quer nas tubagens da rede interior de distribuição.

Contudo, caso o cliente o solicite o projecto poderá, não considerando os resultados obtidos das equações de cálculo de forma tão conservadora, permitir em algumas das secções da instalação reduzir os diâmetros das tubagens e acessórios, tornando assim menores os custos de construção da IRGN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] API 1104 (2005): Welding of pipelines and related facilities, 20th edition. American Petroleum Institute.
- [2] API 5L (2007): Specification for line pipe, 44th edition. American Petroleum Institute.
- [3] API 6D (2008): Specification for steel gate, plug, ball and check valves for pipeline service, 23th edition. American Petroleum Institute.
- [4] APTA (2013): Dimensionamento de redes de gás. Associação de Produtores de Tubos e Acessórios.
- [5] ASME B 16.5 (2003): Pipe flanges and flanged fittings. American Society for Mechanical Engineers.
- [6] ASME B 16.9 (2012): Factory-made wrought buttwelding fittings. American Society for Mechanical Engineers.
- [7] ASME B 18.2.1 (1996): Square and hex bolt and screws. American Society for Mechanical Engineers.
- [8] ASME B 31.8 (2003): Gas transmission and distribution piping systems. American Society for Mechanical Engineers.
- [9] ASME Code (2004): Boiler and pressure vessel code”- Section IX – Welding and Brazing Qualifications. American Society for Mechanical Engineers.
- [10] ASTM A 105 (2002): Specification for forgings, carbon steel pipe components. American Society for Testing and Materials.
- [11] ASTM A 106 (2004): Seamless carbon steel pipe for high temperature service. American Society for Testing and Materials.
- [12] ASTM A 193 (2008): Specification for alloy steel and stainless steel bolting materials for high temperature service. American Society for Testing and Materials.
- [13] ASTM A 234 (2007): Specification for piping fittings of wrought carbon steel and alloy steel for moderate and elevated temperature. American Society for Testing and Materials.
- [14] AWS A3.0M/A3.0 (2010): Standard welding terms and definitions. American Welding Society.
- [15] AWS: Welding sales representative workbook, 1th edition (2011). American Welding Society Education Department.

-
- [16] Decreto-Lei n.º 97/2000: Regulamento de instalação, funcionamento, reparação e alteração de equipamentos sob pressão.
- [17] Decreto-lei n.º 251/87 de 24 de Junho: Regulamento geral sobre o ruído.
- [18] Decreto-lei n.º 263/89: Estatuto das entidades instaladoras e montadoras e definições dos grupos profissionais associados à indústria de gases combustíveis.
- [19] Decreto-Lei n.º 521/99: Estabelece as normas a que ficam sujeitos os projectos e a inspecção das instalações receptoras de gás.
- [20] Decreto-lei n.º 740/74 de 26 de Dezembro: Regulamentos de segurança de instalações de utilização de energia eléctrica.
- [21] DIN-3386 (1973): Filters in interior gas installation pipes. Deutsches Institut Fur Normung.
- [22] Especificações técnicas das distribuidoras de gás natural da Galp Energia, EDP Gás e REN-Gasodutos. (2014)
- [23] Instruções técnicas da CME, S.A.. (2014)
- [24] Manual do curso de projectista de redes de gás da A.P.G.C./I.T.G. (1997). Associação Portuguesa dos Gases Combustíveis / Instituto Tecnológico de Gás.
- [25] Manual prático da Pietro Fiorentini. (2001)
- [26] NP 4271 (1994): Redes, ramais de distribuição e utilização de gases combustíveis de 1ª, 2ª e 3ª famílias – simbologia, Norma Portuguesa. Norma Portuguesa.
- [27] NP EN 334 (2005): Reguladores de pressão de gás para pressões de entrada até 100 bar. Versão Portuguesa da Norma Europeia.
- [28] NP EN 837 (2003): Manómetros de tubo de Bourdon. Versão Portuguesa da Norma Europeia.
- [29] NP EN 10204 (2004): Produtos metálicos, tipos de documentos de inspecção. Versão Portuguesa da Norma Europeia.
- [30] NP EN 10226-1 (2004): Roscas de tubagens com juntas de estanquidade no filete, designação, dimensões e tolerâncias. Versão Portuguesa da Norma Europeia.
- [31] NP EN 10208-1 (2011): Tubos de aço para redes de fluidos combustíveis. Versão Portuguesa da Norma Europeia.
- [32] NP EN 12261 (2010): Contadores de gás – contadores de gás de turbina. Versão Portuguesa da Norma Europeia.

[33] Portaria nº361/98 de 26 de Junho: Regulamento técnico relativo ao projecto, construção, exploração e manutenção das instalações de gás combustível Canalizado em edifícios.

[34] Portaria nº 376/94 de 14 de Junho: Regulamento técnico relativo à instalação, exploração e ensaio de postos de redução de pressão a instalar nos gasodutos de transporte e nas redes de distribuição de gases combustíveis.

[35] Portaria nº386/94 de 17 de Junho: Regulamento técnico relativo ao projecto de construção, exploração e manutenção de redes de distribuição de gases combustíveis” (alterada pela portaria 690/01 de 10/07).

[36] Portaria nº 390/94 de 17 de Junho: Regulamento técnico relativo ao projecto, construção, exploração e manutenção de gasodutos de transporte de gases combustíveis.

ANEXOS

ANEXO I)

POSTO DE REGULAÇÃO E MEDIDA (PRM): CARACTERÍSTICAS DO POSTO, DIMENSIONAMENTO DAS TUBAGENS, VÁLVULAS E EQUIPAMENTOS

ANEXO II)

REDE INTERIOR DE DISTRIBUIÇÃO: CÁLCULOS, VERIFICAÇÃO DE PERDAS E CARGA E VELOCIDADES DE ESCOAMENTO

ANEXO III)

DESENHOS: PLANTA DA REDE INTERIOR DE DISTRIBUIÇÃO, ISOMÉTRICO DA REDE INTERIOR DE DISTRIBUIÇÃO, DESENHO DO POSTO DE REGULAÇÃO E MEDIDA

ANEXO IV)

CATÁLOGOS: VÁLVULAS, FILTROS, REGULADORES DE PRESSÃO, VÁLVULAS DE ALÍVIO, CONTADORES DE GÁS, TABELA TUBOS ANSI B36.10

ANEXO I

POSTO DE REGULAÇÃO E MEDIDA (PRM):

- **CARACTERÍSTICAS DO POSTO**
- **DIMENSIONAMENTO DAS TUBAGENS**
- **VÁLVULAS E EQUIPAMENTOS**

POSTO DE REGULAÇÃO E MEDIDA**Caracterização do Posto de Redução e Medida**

- Categoria de Localização: 2
- Tipo de Funcionamento: Crítico
- Capacidade nominal: 1.550 m³(n)/h
- N.º de linhas de redução: 2
- Pressão máxima a montante: 19 bar rel.
- Pressão mínima a montante: 6 bar rel.
- Pressão de serviço: 3,5 bar rel.

Caracterização do equipamento

Pos.	Quant.	Marca	Descrição	DN	PN/ANSI
1	1	Nuova Fima	Manómetro (0 – 25 bar)	--	--
2	2	P. Fiorentini HFB/1,5	Filtro de gás tipo G Rendimento mínimo do elemento filtrante $\beta=98$ % para partículas superiores a 5 μ m	65	ANSI 150
3	2	P. Fiorentini	Manómetro diferencial indicador da colmatação do filtro (0 – 1 bar)	---	---
4	2	Valpres	Válvula de macho esférico	65	ANSI 150
5	2	P. Fiorentini Norval	Regulador de pressão	40	ANSI 150
6	2	P. Fiorentini	Válvula de bloco	40	ANSI 150
7	2	Nuova Fima	Manómetro (0 – 6 bar)	---	---
8	2	P. Fiorentini VS/AM-65TR	Válvula de Alívio ligação roscada	25	---
9	6	Valpres	Válvula de borboleta	80	PN 20
10	1	Ulma	Disco cego	80	---
11	1	Nuova Fima	Manómetro (0 – 6 bar)	---	---
12	1	Elster G250	Contador de Turbina	80	ANSI 150
13	1	Gesa	Termómetro (-10 °C a 50 °C)	---	---
14	1	---	Ligação à terra	---	---

Nota: No que refere às marcas dos fabricantes apresentadas, estas são meramente de referência, podendo as mesmas serem de outros fabricantes com características equivalentes.

CARACTERISTICAS DOS APARELHOS CONSUMIDORES:**Cálculo do caudal máximo da instalação**

Aparelho	Quant.	Potência Unitária [kW]	Caudal Unitário [m ³ (n)/h]	Caudais Totais [m ³ (n)/h]
Forno nº 1 (principal com secador)	1 Un	8.424,44	800,0	800,0
Forno nº 2	1 Un	2.000,81	190,0	190,0
Fornos nº 3 e 4	2 Un	1.579,58	150,0	300,0
Secadores nº 1,2 e 3	3 Un	842,44	80,0	240,0
Paletizadoras nº 1 e 2	2 Un	105,31	10,0	20,0
Caudal Máximo da Instalação				1.550,0

DIMENSIONAMENTO DE TUBAGEM, VÁLVULAS E EQUIPAMENTO:**TUBAGEM E VÁLVULAS A MONTANTE DA REGULAÇÃO**

P = 6 bar rel.
 Caudal = 1.550 m³(n)/h
 V_{máx} = 30 m/s

Ø CALCULADO (mm)	Ø int.utiliz. comercial ANSI 36.10 (STD) (mm)	Material / Polegadas	VELOCIDADE (m/s)
51,12	62,68	Aço 2 1/2"	19,95

TUBAGEM E VÁLVULAS A JUSANTE DA REGULAÇÃO

P = 3,5 bar rel.
 Caudal = 1.550 m³(n)/h
 V_{máx} = 25 m/s

Ø CALCULADO (mm)	Ø int.utiliz. comercial ANSI 36.10 (STD) (mm)	Material / Polegadas	VELOCIDADE (m/s)
69,84	77,92	Aço 3"	20,08

DIMENSIONAMENTO DOS FILTROS

P1 = 6,0 bar rel.
 P2 = 5,8 bar rel.
 $\Delta P_{adm} = 200$ mbar
 Caudal = 1.550 m³(n)/h
 $V_{m\acute{a}x} = 30$ m/s

Kg de CÁLCULO	ÁREA DO ELEMENTO FILTRANTE	FILTRO UTILIZADO
2869	A=0,19 m ² => G1,5; $\beta= 98$ %	Pietro Fiorentini HFB / 1,5

DIMENSIONAMENTO DOS REGULADORES

P1 = 6 bar rel.
 P2 = 3,5 bar rel.
 Caudal = 1.550 m³(n)/h

	Cg de CÁLCULO	REGULADOR UTILIZADO / Cg
REGULADOR DE ACÇÃO DIRECTA	469,12	Pietro Fiorentini Norval DN 40 Cg = 848

DIMENSIONAMENTO VÁLVULA DE ALÍVIO

P = 3,5 bar rel.
 Linha principal = DN 80
 Caudal = 1.550 m³(n)/h
 $V_{m\acute{a}x} = 25$ m/s

VÁLVULA A UTILIZAR do tipo VS/AM 65 TR, DN 25, Pietro Fiorentini

Verificação da válvula:

- 1) DN 80 / 10 < DN 25 (Válvula e tubagem de escape com diâmetros superiores a 1/10 da tubagem principal)
- 2) Caudal de evacuação (mínimo 5% do Qnominal) = 77,5 Nm³/h => Dint. mínimo = 15,62 mm < DN 25

CONTADOR

O contador a fornecer pela concessionária será de turbina do tipo G250 DN 80, Elster.

ANEXO II

REDE INTERIOR DE DISTRIBUIÇÃO:

- CÁLCULOS
- VERIFICAÇÃO DE PERDAS E CARGA E VELOCIDADES DE ESCOAMENTO

PROJECTO DE REDE DE DISTRIBUIÇÃO DE GAS NATURAL

Cálculos para Dimensionamento da Rede Interior de Distribuição:



Média Pressão

dr =	0,65
dc =	0,62
V Max =	15 m/s
Δp adm =	30 mbar
Pressão de Abastecimento =	3500 mbar
Leq Max = Leq x Lcrítico = 1,2 x 177 =	212,4 m
J (abs) (Perda de carga quadrática média) =	1270,69 mbar ² /m

Verificação de Perdas de Carga e Velocidades de Escoamento

NÓ I	NÓ F	L (m)	Leq (m)	L vert (m)	Q (m ³ /hr)	Øcalc (mm)	Øint.utiliz. comercial ANSI 36.10 (STD) (mm)	Material /Polegadas	P.inic. (mbar)	P.final (mbar)	P.final Corr. (mbar)	P.média. (abs) (mbar)	ΔP (mbar)	ΔP(acum) (mbar)	V (m/s)
1	2	59	70,8	4	1.550	129,52	154,08	Aço 6"	3500,00	3495,68	3495,86	4511,18	4,14	4,14	5,19
2	3	5	6	-3	190	58,63	62,68	Aço 2.1/2"	3495,86	3495,25	3495,12	4508,74	0,75	4,88	3,85
2	4	30	36	0	1.360	123,28	128,20	Aço 5"	3495,86	3491,66	3491,66	4507,01	4,20	8,34	6,59
4	5	22	26,4	-2	80	42,29	52,48	Aço 2"	3491,66	3490,35	3490,26	4504,21	1,41	9,74	2,31
4	6	20	24	0	1.280	120,49	128,20	Aço 5"	3491,66	3489,15	3489,15	4503,66	2,51	10,85	6,20
6	7	15	18	2	230	63,02	77,92	Aço 3"	3489,15	3488,24	3488,33	4501,99	0,82	11,67	3,02
7	8	7	8,4	-5	80	42,29	52,48	Aço 2"	3488,33	3487,91	3487,68	4501,26	0,65	12,32	2,31
7	9	19	22,8	-4	150	53,62	62,68	Aço 2.1/2"	3488,33	3486,81	3486,63	4500,73	1,70	13,37	3,04
6	10	10	12	0	1.050	111,80	128,20	Aço 5"	3489,15	3488,28	3488,28	4501,96	0,88	11,72	5,09
10	11	5	6	-3	800	100,89	102,26	Aço 4"	3488,28	3487,48	3487,35	4501,06	0,93	12,65	6,10
10	12	20	24	0	250	65,03	77,92	Aço 3"	3488,28	3486,86	3486,86	4500,82	1,42	13,14	3,28
12	13	20	24	0	230	63,02	77,92	Aço 3"	3486,86	3485,64	3485,64	4499,50	1,22	14,36	3,02
13	14	5	6	-5	80	42,29	52,48	Aço 2"	3485,64	3485,34	3485,11	4498,63	0,53	14,89	2,32
13	15	18	21,6	-3	150	53,62	62,68	Aço 2.1/2"	3485,64	3484,20	3484,07	4498,10	1,57	15,93	3,04
12	16	22	26,4	-2	20	25,06	26,64	Aço 1"	3486,86	3484,08	3483,99	4498,68	2,87	16,01	2,25

Baixa Pressão

V Max =	10 m/s
Δp adm =	1,5 mbar
Pressão de Abastecimento =	30 mbar
Leq Max = Leq x Lcrítico = 1,2 x 3,5 =	4,2 m
J (Perda de carga linear média) =	0,36 mbar/m

Verificação de Perdas de Carga e Velocidades de Escoamento

NÓ I	NÓ F	L (m)	Leq (m)	L vert (m)	Q (m ³ /hr)	Dcalc (mm)	Dint.utiliz. comercial ANSI 36.10 (STD) (mm)	Material /Polegadas	P.inic. (mbar)	P.final (mbar)	P.final Corr. (mbar)	P.média. (abs) (mbar)	ΔP (mbar)	ΔP(acum) (mbar)	V (m/s)
16	17	1	1,2	-1	20,0	27,97	35,08	Aço 1.1/4"	30,0000	29,8562	29,8109	1043,16	0,19	0,19	5,59
17	18	2,5	3	-0,5	10,0	21,53	26,64	Aço 1"	29,8109	29,4273	29,4047	1042,86	0,41	0,60	4,85
17	19	2,5	3	-0,5	10,0	21,53	26,64	Aço 1"	29,8109	29,4273	29,4047	1042,86	0,41	0,60	4,85

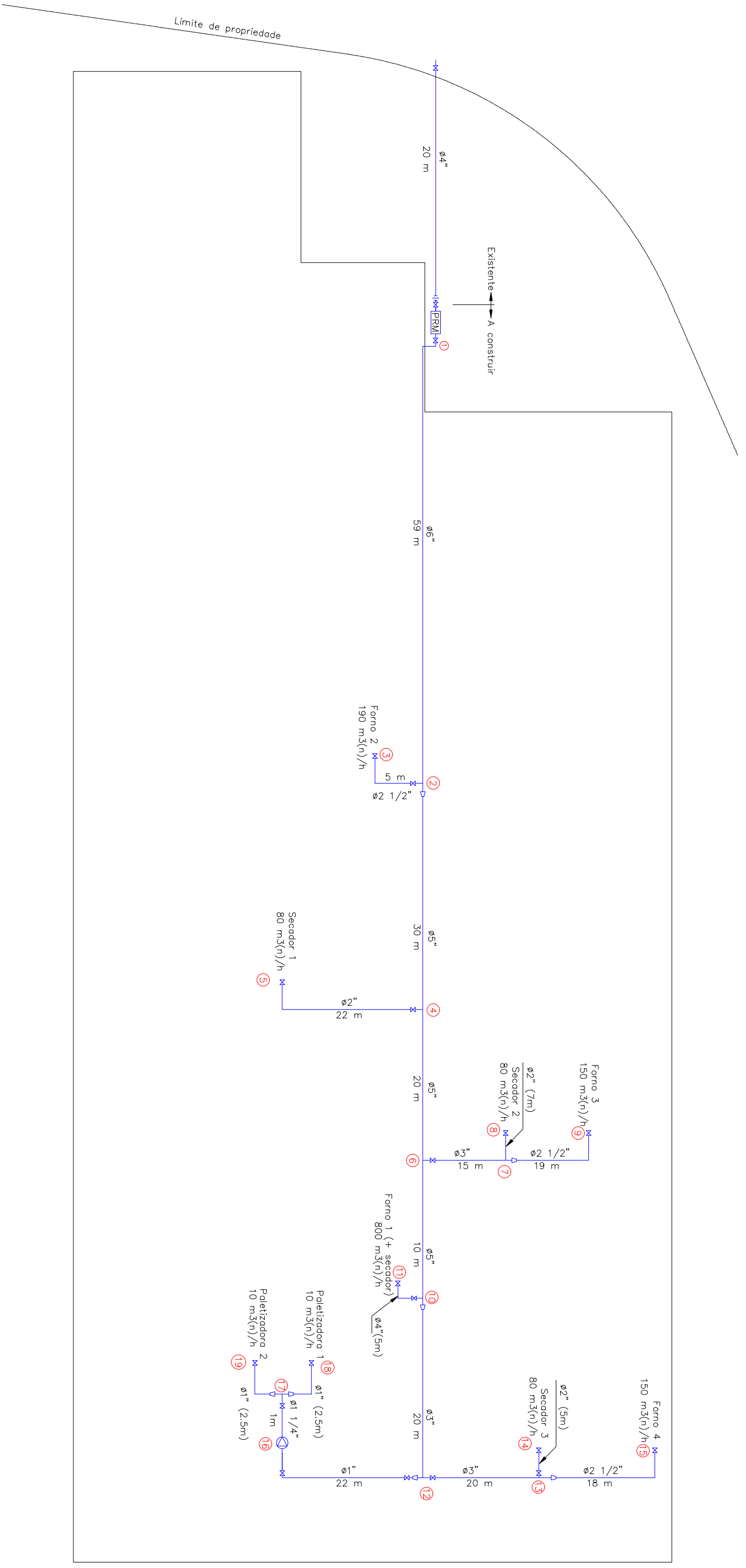
ANEXO III

DESENHOS:

**- PLANTA DA REDE INTERIOR DE
DISTRIBUIÇÃO**

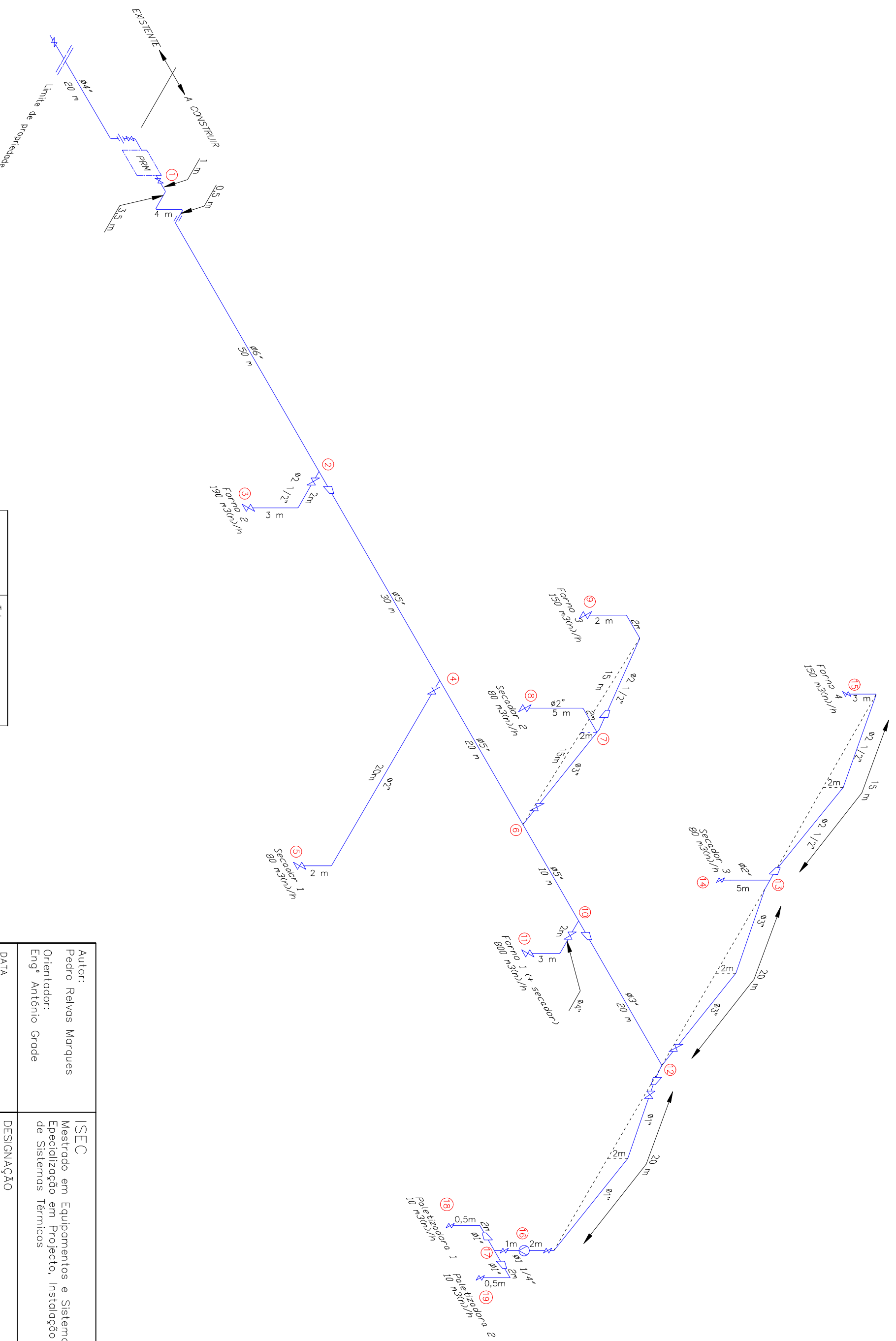
**- ISOMÉTRICO DA REDE INTERIOR DE
DISTRIBUIÇÃO**

**- DESENHO DO POSTO DE REGULAÇÃO E
MEDIDA**



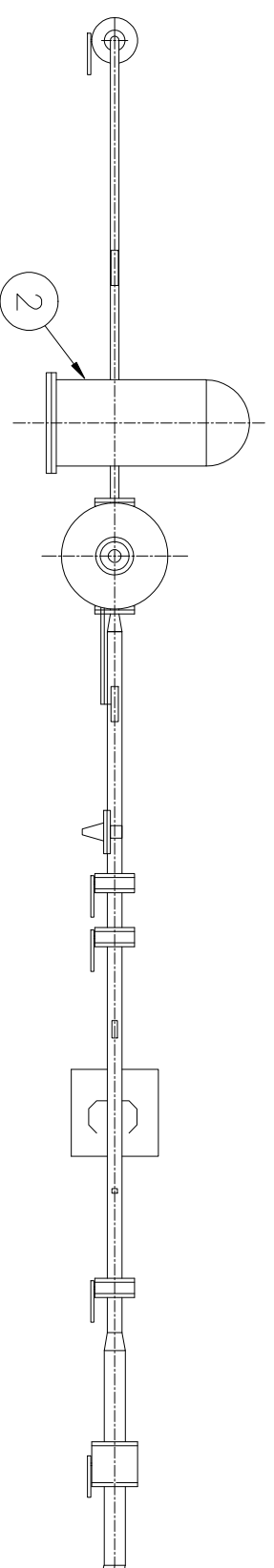
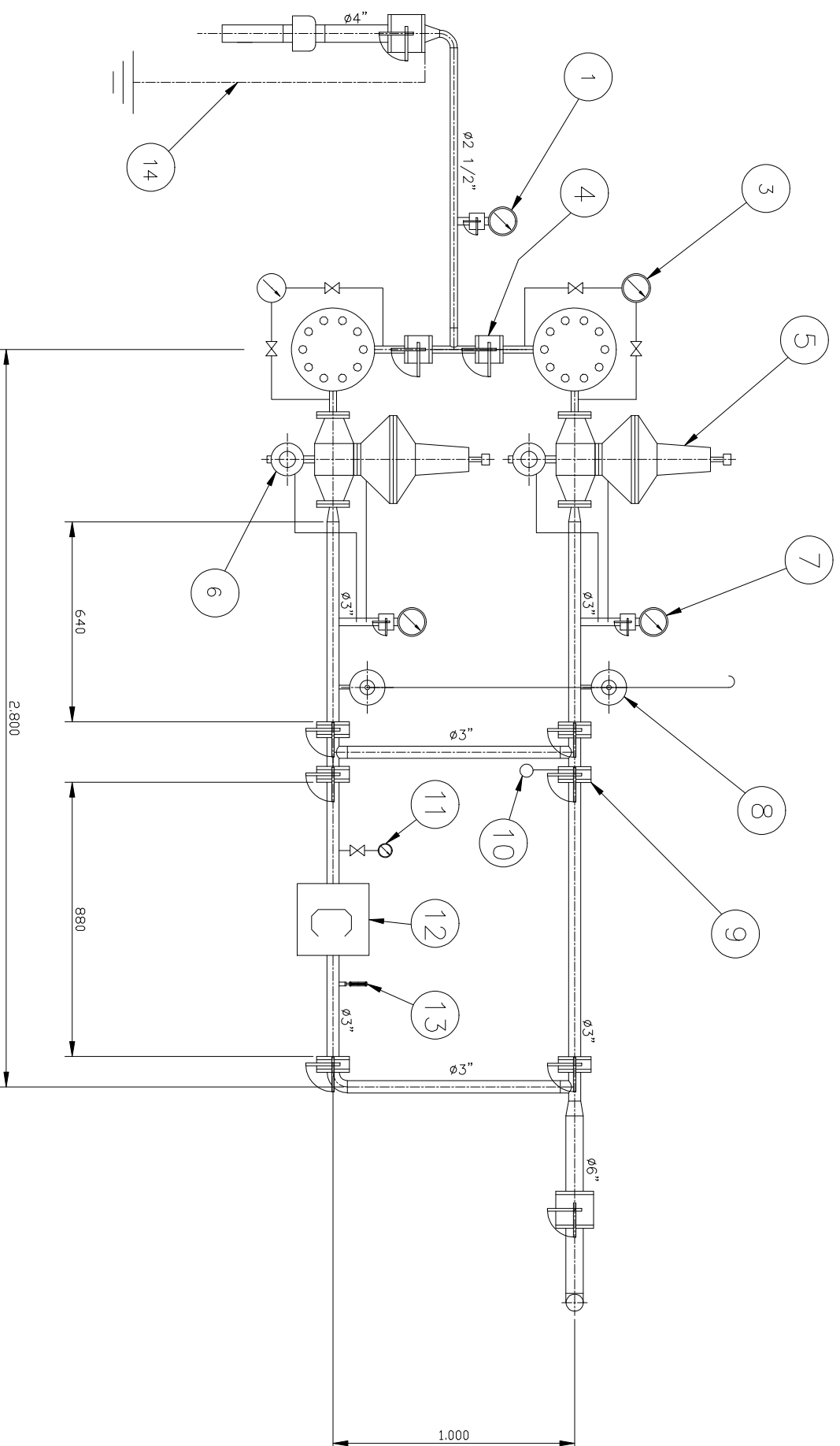
	Tubo em aço
	Redução
	Válvula de macho esférico
	Regulador

Autor: Pedro Relvas Marques Orientador: Engº António Grade		ISEC Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos Especialização em Projecto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos	
DATA Dezembro / 2014		DESIGNAÇÃO Projecto de rede de gás natural: Rede Interior de Distribuição – Planta	
ESCALAS S/E		DESENHO Nº	PM – 001
			REVISÃO 0



	Tubo em aço
	Redução
	Válvula de macho esférico
	Regulador de Pressão

Autor: Pedro Relvas Marques		ISEC Mestreiro em Equipamentos e Sistemas Mecânicos Especialização em Projecto, Instalação e Manutenção de Sistemas Térmicos	
Orientador: Eng.º António Grade		DESIGNAÇÃO Projecto de rede de gás natural: Rede Interior de Distribuição – Isométrico	
DATA Dezembro / 2014		DESENHO Nº PM – 002	
ESCALAS S/E		REVISÃO 0	



POS.	Quant.	Marca	Descrição	DN	PN/ANSI
1	1	Nuova Fima	Manómetro (0-25 bar)	--	--
2	2	P. Fiorentini (HFB/1,5)	Filtro de gás tipo G	65	ANSI 150
3	2	P. Fiorentini	Manómetro diferencial	--	--
4	2	Valpres	Válvula de macho esférico	65	ANSI 150
5	2	P. Fiorentini (Norval)	Regulador de pressão	40	ANSI 150
6	2	P. Fiorentini	Válvula de bloco	40	ANSI 150
7	2	Nuova Fima	Manómetro (0-6 bar)	--	--
8	2	P. Fiorentini (VS/AM-65TR)	Válvula de alívio	25	--
9	6	Valpres	Válvula de borboleta	80	PN 20
10	1	Ulma	Disco cego	80	--
11	1	Nuova Fima	Manómetro (0-6 bar)	--	--
12	1	Elster (G250)	Contador de turbina	80	ANSI 150
13	1	Geso	Termómetro (-10°C, +50°C)	--	--
14	1	--	Ligação à terra	--	--

Autor:
Pedro Relvas Marques

Orientador:
Eng.º António Grade

ISEC
Mestrado em Equipamentos e Sistemas Mecânicos
Especialização em Projecto, Instalação e Manutenção
de Sistemas Térmicos

DATA

DESIGNAÇÃO

Dezembro / 2014

Projecto de rede de gás natural:
Posto de regulação e medida (PRM)

ESCALAS

S/E

DESENHO Nº

PM - 003

REVISÃO

0

ANEXO IV

CATÁLOGOS:

- VÁLVULAS
- FILTROS
- REGULADORES DE PRESSÃO
- VÁLVULAS DE ALÍVIO
- CONTADORES DE GÁS
- TABELA TUBOS ANSI B36.10

CATÁLOGOS:

- VÁLVULAS



HOME COMPANY WHERE CONTACTS NEWS SITEMAP



PRODUCTS DOWNLOAD CERTIFICATIONS TECHNICAL DATA LOGIN

SEARCH

- BALL VALVES
 - THREADED
 - THREADED-WELDED 3 PIECES
 - COMPACT BODY
 - FLANGED CAST-IRON
 - SPLIT-BODY
 - 3-WAYS THREADED-FLANGED
 - UNDERGROUND VALVES FOR GAS

- BUTTERFLY VALVES
 - WAFER
 - LUG
 - GAS

ACCESSORIES



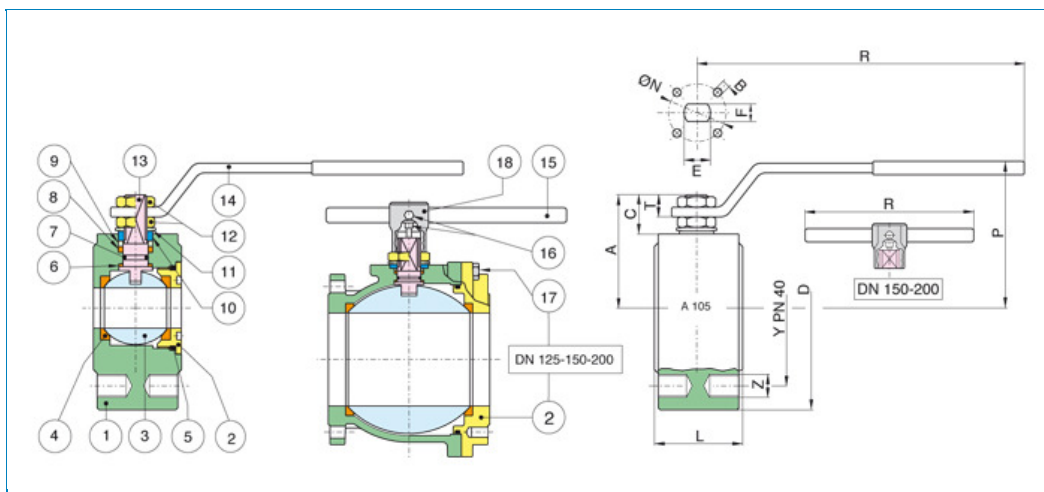
BALL VALVES > COMPACT BODY > WAFER PN40. > 720008



Series **WAFER PN40.**

Art. **720008**

Full bore flanged ball valve PN40.



Limiti di temperatura: -10° +160° - Temperature range: -10° +160° Vuoto: 10-3 torr. - Vacuum: 10-3 torr.

POS.	PART NAME	MATERIALE-MATERIALS MATERIAUX-WERKSTOFF- MATERIAL	N°P
1	BODY	ASTM A105 / A216-WCB	1
2	END CONNECTION	ASTM A105 / A216-WCB	1
3	BALL	A351-CF8/ A182-F304	1
4	BALL SEAT	P.T.F.E.+GLASS	2
5	O-RING	FKM (VITON®)	1
6	THRUST WASHER	P.T.F.E.	1
7	O-RING	FKM (VITON®)	1
8	STEM SEAT	P.T.F.E.	1
9	PACKING GLAND	CARBON STEEL	1
10	END STOP	INOX AISI 430 (DN15 - DN50) CARBON STEEL DN65 - DN150)	2-1
11	SPRING WASHER	CARBON STEEL	2
12	NUT	CARBON STEEL	2
13	STEM	A182 - F304	1
14	HANDLE	CARBON STEEL	1
15	HANDLE DN 150	CARBON STEEL	1
16	SCREW	CARBON STEEL	1
17	SCREW	CARBON STEEL	8-12
18	CORPO LEVA DN150-200	EN-GJL-250	1

MISURA SIZE	DN	D	Y	Z	L	R	P	A	C	T	E	F	ØN	B	Kv	PN	Kg
1/2"	15	90	65	4 X M12	35	131	65	47	15,5	9	10	7	32	4 X M5	19,2	40	1,30
3/4"	20	100	75	4 X M12	40	131	69	51,5	15,5	9	10	7	32	4 X M5	35,0	40	1,80
1"	25	115	85	4 X M12	46	174	80	61	19,5	11	12	8	42	4 X M5	64,5	40	2,70
1"1/4	32	140	100	4 X M16	54	174	84	64,5	16,5	11	12	8	42	4 X M5	103,8	40	4,30
1"1/2	40	150	110	4 X M16	63,5	250	102	78	24,5	13	16	10	50	4 X M6	174,0	40	5,10
2"	50	165	125	4 X M16	82	250	111	87	25	13	16	10	50	4 X M6	301,3	40	8,80
2"1/2	65	185	145	8 X M16	103	321	128	104,5	25	18	20	14	70	4 X M8	545,7	40	15,60
3"	80	200	160	8 X M16	122	321	138	115	28,5	18	20	14	70	4 X M8	872,5	40	20,80
4"	100	220	190	8 X M20	152	381	156	137	34,5	22	24	18	102	4 X M10	1363,3	40	39,30

5"	125	270	220	8 X M24	196	381	178	159	34	22	24	18	102	4 X M10	2360,3	40	53,60
6"	150	300	250	8 X M24	232	700	266	201,5	51,5	30	42	30	125	4 X M12	3671,1	40	91,00
8"	200	320	320	12 x Ø29	400	700	348	290	68	40	42	30	125	4 x M12	6816,6	40	143,00

Spare parts €

© 1999 Valpres S.r.l. :: All rights reserved - P.IVA 00570120980 - C.F. 00551900178 :: LEGAL ::

BALL VALVES
 THREADED
 THREADED-WELDED 3
 PIECES
 COMPACT BODY
 FLANGED CAST-IRON
 SPLIT-BODY
 3-WAYS THREADED-
 FLANGED
 UNDERGROUND VALVES
 FOR GAS

BUTTERFLY VALVES
 WAFER
 LUG
 GAS

ACCESSORIES



BUTTERFLY VALVES > GAS > EUROFLY. > 600230

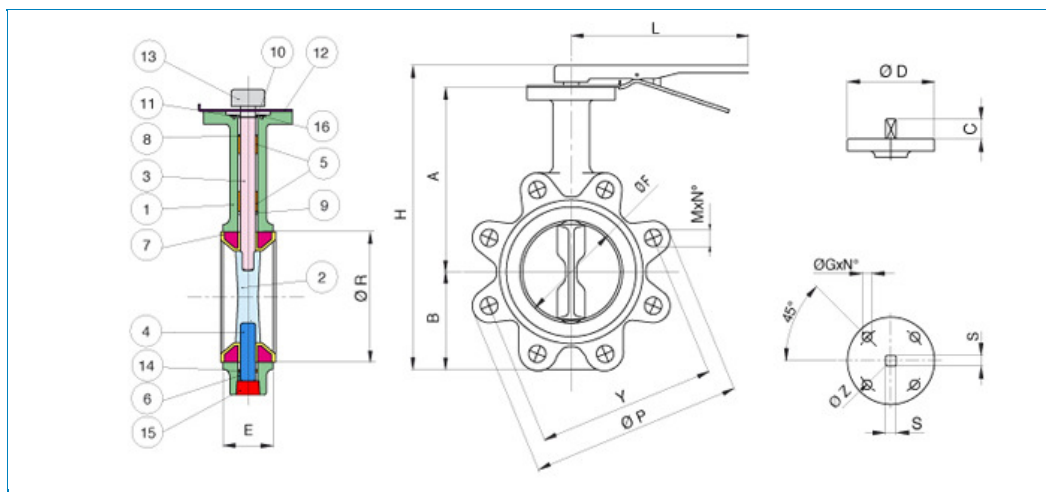


Series **EUROFLY.**

Art. **600230**

DISC INOX

Butterfly valve LUG type PN 16, body in cast iron GGG40+Epoxy painting, NBR seat



Limiti di temperatura: -10° +100° - Temperature range: -10° +100°

POS.	PART NAME	MATERIALE-MATERIALS MATERIAUX-WERKSTOFF-MATERIAL	N°P
1	BODY	EN-GJS 400	1
2	DISC	A351-CF8M	1
3	STEM	SS 416	1
4	STEM	SS 416	1
5	STEM SEAT	PTFE	1
6	STEM SEAT	PTFE	1
7	SEAT	NBR	1
8	O-RING	NBR	1
9	O-RING	NBR	1
10	WASHER	CARBON STEEL	1
11	CIRCLIP	SPRING STEEL	1
12	RETAINER	CARBON STEEL	1
13	LEVER	EN-GJL 250	1
14	O-RING	NBR	1
15	CAP	CARBON STEEL	1
16	SCREW	CARBON STEEL	2

MISURA / DN SIZE / DN	H	A	B	L	ØF	ØP	ØR	E	ØD	C	ØG	N	ØZ	S	Y	M X N°	Kv	PN	Kg
40	204	112	70	162	41	145	68	33	90	22	7/10	4	50/70	11	110	M16X4	-	16	2,78
50	236,1	142,7	71,4	267	52,25	165	73,3	43	90	22	7/10	4	50/70	11	125	M16 X 4	-	16	3,90
65	255,2	155,4	77,8	267	64,05	185	86	46	90	22	7/10	4	50/70	11	145	M16 X 4	-	16	4,72
80	272,8	161,8	89	267	78,65	200	100,9	46	90	22	7/10	4	50/70	11	160	M16 X 8	-	16	5,32
100	302	178	102	267	104,15	220	132	52	90	22	10	4	70	14	180	M16 X 8	-	16	7,94
125	335,5	190,5	123	267	123,35	250	156	56	90	22	10	4	70	14	210	M16 X 8	-	16	10,48

150	365,2	205,2	138	267	155,85	285	185,4	56	90	22	10	4	70	14	240	M20 X 8	-	16	12,06
200	439,5	237	168	358	202,55	340	235,2	60	150	34,5	12	4	102	17	295	M20 X 12	-	16	21,12
250	509,8	268,3	207	358	250,55	405	289,4	68	150	34,5	12	4	102	22	355	M24 X 12	-	16	32,23
300	586,5	308,5	243,5	358	301,65	460	341,2	78	150	34,5	14	4	125	27	410	M24 X 12	-	16	47,05
350 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
400 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
450 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
500 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-
600 *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	-

* Incluso riduttore di manovra manuale - Gear operator included

€

Valve with pneumatic actuator Valve with electric actuator

© 1999 Valpres S.r.l. :: All rights reserved - P.IVA 00570120980 - C.F. 00551900178 :: LEGAL ::

BALL VALVES

THREADED
THREADED-WELDED 3
PIECES
COMPACT BODY
FLANGED CAST-IRON
SPLIT-BODY
3-WAYS THREADED-
FLANGED
UNDERGROUND VALVES
FOR GAS

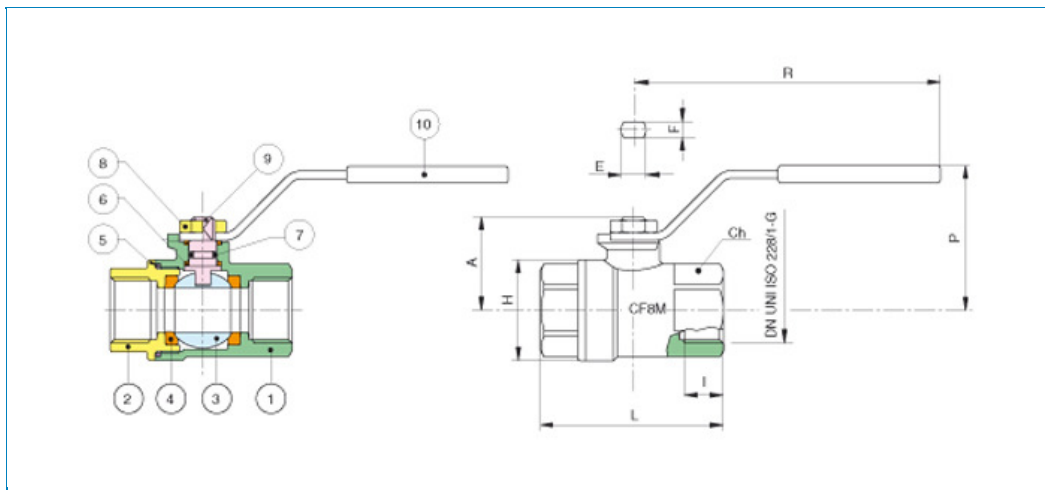
BUTTERFLY VALVES

WAFER
LUG
GAS

ACCESSORIES


[BALL VALVES > THREADED > EURO-INOX > 704000](#)
Series **EURO-INOX**Art. **704000**

Full bore stainless steel AISI 316-CF8M ball valve, F/F threading.



Limiti di temperatura: -20° +160° - Temperature range: -20° +160° Vuoto: 10-3 torr. - Vacuum: 10-3 torr.

POS.	PART NAME	MATERIALE-MATERIALS MATERIAUX-WERKSTOFF- MATERIAL	N°P
1	BODY	A351-CF8M	1
2	END CONNECTION	A351-CF8M	1
3	BALL	A182-F316 / A351-CF8M	1
4	BALL SEAT	P.T.F.E.	2
5	SEAT	P.T.F.E.	1
6	THRUST WASHER	P.T.F.E.	2
7	O-RING	FKM (VITON®)	1
8	NUT	A182-F304	1
9	STEM	A182-F316	1
10	HANDLE	INOX AISI 430	1

MISURA SIZE	DN	BOX	A	H	L	R	Ch	I	E	F	P	Kv	PN	Kg
1/4"	8	15	28	30	53,5	110	ES.22	10	8	5	44	5,5	64	0,22
3/8"	10	15	28	30	53,5	110	ES.22	10	8	5	44	8,5	64	0,20
1/2"	15	10	30,5	32,5	60	110	ES.27	13	8	5	47	19,2	64	0,25
3/4"	20	15	37	40	70	131	ES.32	14	10	7	54	35,0	40	0,45
1"	25	5	41	49	79	131	OT.41	17	10	7	58	64,5	40	0,85
1"1/4	32	2	50	62	91	174	OT.50	19	12	8	70	103,8	25	1,20
1"1/2	40	2	57	75	103	174	OT.55	19,5	12	8	76	174,0	25	1,80
2"	50	2	66	95	124	174	OT.70	22,5	12	8	86	301,3	25	2,70

Spare parts €

CATÁLOGOS:

- FILTROS



filtri a **CARTUCCIA**
 filtri a cartuccia

CARTRIDGE filters
 cartridge filters



AF ...



HF/...



HFA/... TRC



MEDIA E ALTA PRESSIONE

MEDIUM AND HIGH PRESSURE

INTRODUZIONE

Negli impianti di riduzione e misura del gas naturale è buona norma proteggere i regolatori di pressione, le valvole, i contatori volumetrici ecc. , dalle particelle solide eventualmente contenute nel gas.

I filtri hanno il compito di assolvere a questa funzione.

Vengono costruiti in varie configurazioni e grandezze al fine di soddisfare tutte le esigenze di impianto. Sono provvisti di raccordi filettati per il montaggio di vari accessori che si rendessero utili per il buon utilizzo.

Di solida costruzione presentano una grande facilità di montaggio e di manutenzione. L'elemento filtrante è in grado di filtrare le particelle solide con filtrazioni fino a 5 µ.

INTRODUCTION

In the gas pressure reduction and metering plants, it is good practice to protect the pressure regulators, the valves, the positive displacement meters etc. from the solid particles present in the gas, if any.

The filters are used to this purpose.

They are manufactured in different types and sizes in order to meet all the plants needs. They are equipped with nipples for the assembly of the several accessories useful for a good operation.

The filters construction is stout and they may be easily installed and maintained. The filtering element is able to filter the solid particles with filtrations up to 5 µ.

CALCOLO DELLA SUPERFICIE FILTRANTE

$$A = \frac{Q}{P \times V \times 3600}$$

Dove:

A= Area della superficie filtrante in mq.

Q= Portata del filtro in Stm³/h.

P= Pressione assoluta in bar.

V= Velocità alla cartuccia filtro in m/sec. (consigliata 0,33).

Where:

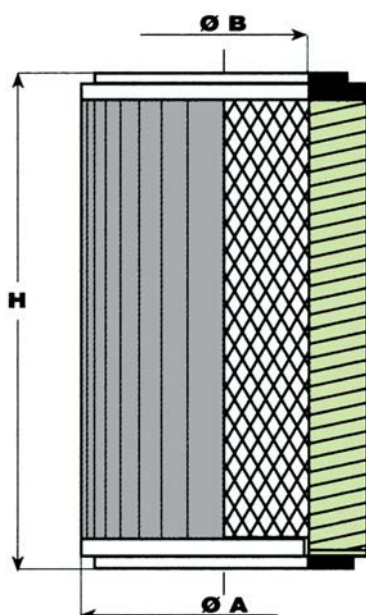
A= Filtering area in smq.

Q= Filter flow rate Stm³/h.

P= Absolute pressure in bar.

V = Speed at the filter cartridge in m/sec (suggested 0,33).

DIMENSIONI CARTUCCE FILTRANTI



FILTERING CARTRIDGE DIMENSIONS

TIPO TYPE	GC 01	GC 02	GC 10	GC 20	G 0,5	G 1	G 1,5	G 2	G 2,5	G 3	G 4	G 5	G 6
H (mm)	50	65	100	130	120	165	210	270	283	320	415	470	625
Ø A (mm)	70	90	70	90	80	95	120	165	200	252	299	390	475
Ø B (mm)	30	40	30	40	35	50	69	86	110	138	186	246	320
Superficie filtrante (mq) Filter. area (sqm)	0,066	0,12	0,12	0,22	0,06	0,125	0,23	0,47	0,725	0,95	1,45	2,30	4,20

FILTRI A CARTUCCIA AF - AF CARTRIDGE FILTERS



Fig. 1



Fig. 2

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Pressione massima di esercizio: 10 bar
- Temperatura di esercizio: -10 +60°C
- Impiego: gas naturale, gas manufatturato, gas non aggressivi
- Modelli disponibili: AF1, AF2, AF10, AF20
- Connessioni: Rp secondo ISO 7/1 - fig. 1 (a richiesta connessioni a flange scorrevoli PN 16 - fig. 2)

MATERIALI

- Corpi/Testata: alluminio GAI Si 9 Mn Mg UNI 3051
- Tirante di chiusura: acciaio al carbonio classe 8.8
- Guarnizione di tenuta: gomma nitrilica

ELEMENTO FILTRANTE

- Tipo: cartuccia plissettata in fibra di cellulosa trattata con resina fenolica, imputrescibile ed idrorepellente
- Grado di filtrazione: 20µm
- Efficienza: 98%
- Guarnizioni: feltro pressato
- Superficie filtrante:
660 cm² per filtro AF1 (cartuccia GC01)
1200 cm² per filtro AF2 (cartuccia GC02)
1200 cm² per filtro AF10 (cartuccia GC10)
2200 cm² per filtro AF20 (cartuccia GC20)

MAIN FEATURES

- Maximum service pressure: 10 bar
- Working temperature: -10 +60°C
- Use: natural gas, town gas, non corrosive gases
- Available sizes: AF1, AF2, AF10, AF20
- Connections: Rp according to ISO 7/1 - fig. 1 (sliding flanges PN 16 upon request - fig. 2)

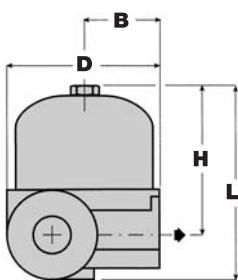
MATERIALS

- Body head: aluminium GAI Si9 Mn Mg UNI 3051
- Stud bolt: carbon steel class 8.8
- Sealing gasket: nitrile rubber

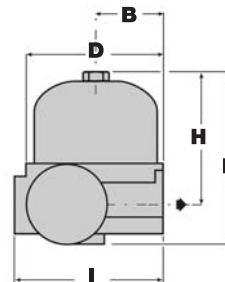
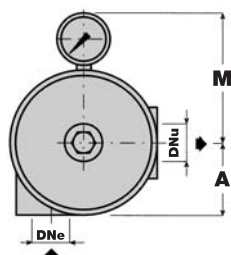
FILTERING ELEMENT

- Type: plated cartridge made of cellulose fibre, treated with phenolic resin, imputrescible and water-repellent
- Filtering capacity: 20 µm
- Efficiency: 98%
- Gaskets: pressed felt
- Filtering area:
660 cm² for filter AF1 (cartridge GC1)
1200 cm² for filter AF2 (cartridge GC2)
1200 cm² for filter AF10 (two cartridges GC10)
2200 cm² for filter AF20 (two cartridges GC20)

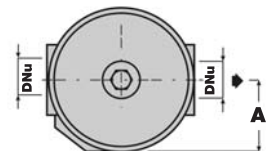
INGOMBRI - DIMENSIONI - PESI • OVERALL DIMENSIONS - WEIGHTS



AF...



AF... L



Modello Size	AF1	AF2	AF10	AF20	AF1 L	AF2 L
Dne*/Dnu*	1"	1"1/2	1"	1"1/2	1"	1"1/2
A	60	70	60	70	-	-
B	60	70	60	70	-	-
D	115	140	115	140	126	126
H	115	140	170	200	145	145
I	-	-	-	-	160	160
L	145	185	200	245	185	185
M	115	125	115	125	-	-

FILTRI A CARTUCCIA - CARTRIDGE FILTERS

HFA/... - HFB/...



HFA/...



HFB/...

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Pressione massima di esercizio: fino a 17,6 bar
- Temperatura massima di esercizio: fino a 60 °C
- Impiego: gas naturale, gas manifatturato, gas non aggressivi
- Capacità di raccolta: superiore al 12% della capacità totale del filtro con spurgo sulla parte inferiore
- Flangiatura: ANSI 150 RF e PN 16 UNI/DIN
- Connessioni: in linea HFA/... o a squadra HFB/...

MATERIALI

- Tubo: ASTM A 106 Gr. B
- Flange: ASTM A 105

ELEMENTO FILTRANTE

- Materiale: Poliestere di feltro e lamiera di rinforzo forata
- Grado di filtrazione: 3 - 5 - 50 µm
- Efficienza: 98%
- Tipo: 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6

ACCESSORI A RICHIESTA

- Singola o doppia valvola di spurgo
- Indicatore di intasamento
- Indicatore di intasamento con allarme a distanza (contatto tipo reed)
- Manifold 3 valvole 5 vie in acciaio al carbonio o inossidabile per by-pass dell'indicatore di intasamento
- Manometro
- Pressostato differenziale
- Livellostato

MAIN FEATURES

- Max working pressure: up to 17,6 bar
- Max working temperature: up to 60 °C
- Service: natural gas, town gas, non corrosive gases.
- Collecting capacity: over 12% of total filter capacity with drain on bottom part
- Flanging: ANSI 150 RF and PN 16 UNI/DIN
- Connections: in-line HFA/... or right angles HFB/...

MATERIALS

- Pipe: ASTM A 106 Gr. B
- Flanged: ASTM A 105

FILTERING ELEMENT

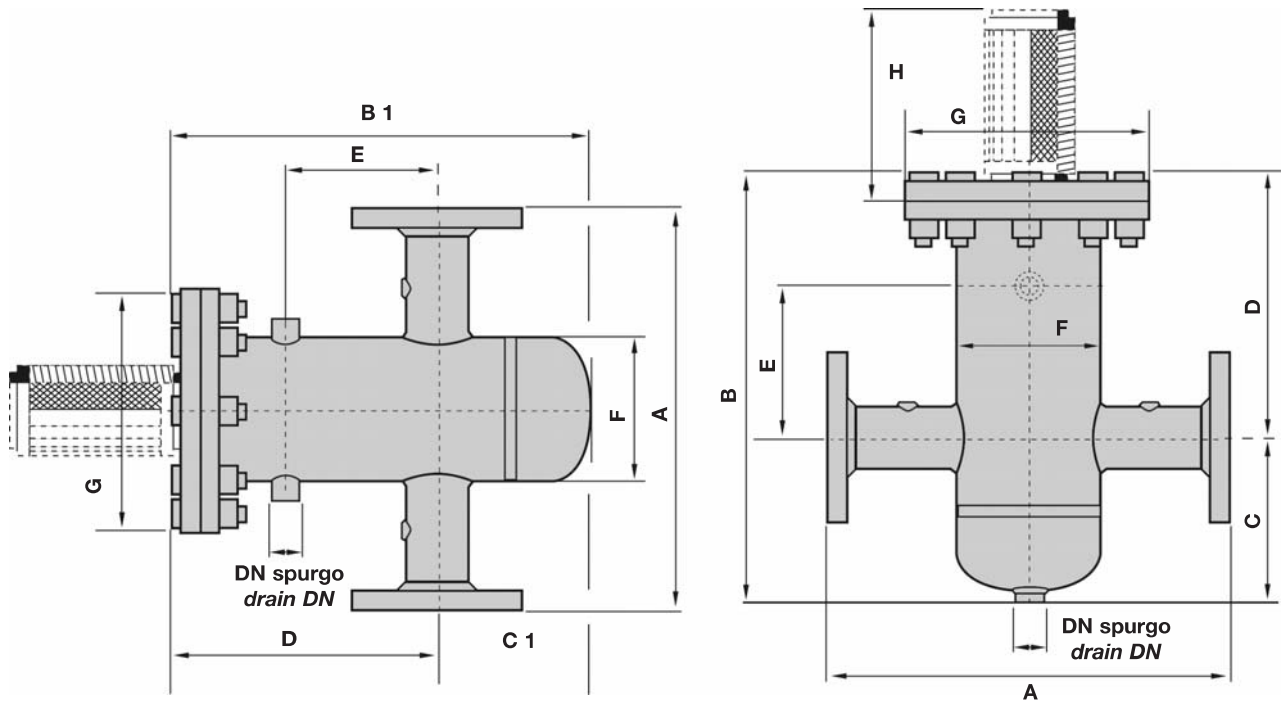
- Material: Felt polyester drilled and reinforcing steel plate.
- Filtering capacity: 3 - 5 - 50 µm
- Efficiency: 98%
- Type: 0,5 - 1 - 1,5 - 2 - 2,5 - 3 - 4 - 5 - 6

AVAILABLE ACCESSORIES

- Single or double drain ball valve
- Clogging indicator
- Loss of pressure indicator with remote switch (reed contact)
- 3 valves 5 ways carbon or stainless steel manifold for loss of pressure indicator by-pass
- Pressure gauge
- Differential pressure switch
- Level gauge switch

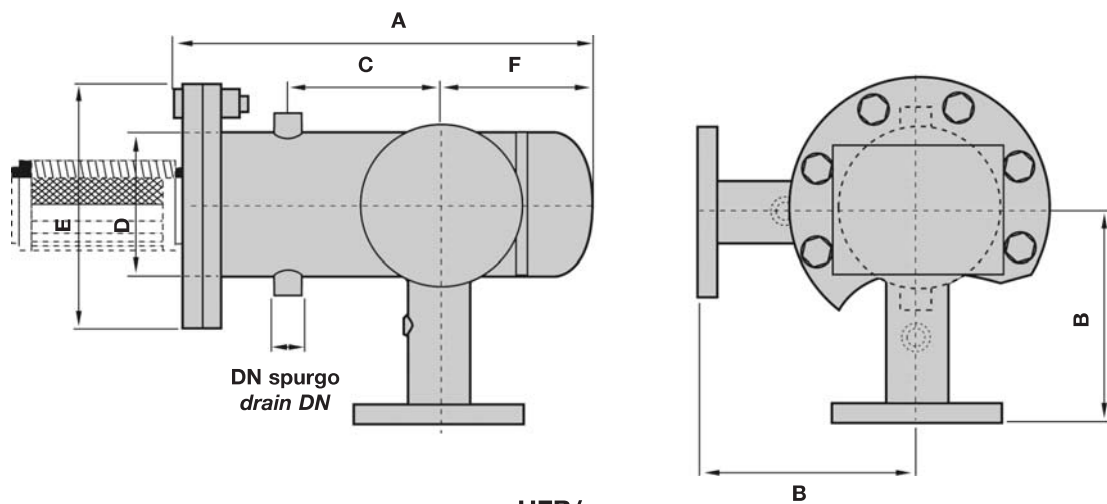
tipo type	DN bocchelli disponibili available nozzle DN		DN spurgo drain DN		tipo cartuccia cartridge type	N° cartucce cartridge Q.TY	peso (kg) weight (kg)	capacità totale (lt) total volume (liters)	capacità di raccolta (lt) collecting vol. (liters)	
HFA/0,5 HFB/0,5	25	32	40	50	1/2"	G0,5	1	30	3	1
HFA/1 HFB/1	-	-	40	50	1/2"	G1	1	30	5	1,2
HFA/1,5 HFB/1,5	-	-	65	80	1/2"	G1,5	1	42	10	2
HFA/2 HFB/2	-	-	80	100	1/2"	G2	1	60	20	5
HFA/2,5 HFB/2,5	-	-	100	125	1/2"	G2,5	1	85	40	8
HFA/3 HFB/3	-	-	125	150	1"	G3	1	115	60	14
HFA/4 HFB/4	-	-	150	200	1"	G4	1	250	180	27
HFA/5 HFB/5	-	-	200	250	1"	G5	1	350	215	50
HFA/6	-	-	300	350	1"	G6	1	800	420	85

DIMENSIONI in mm. / DIMENSIONS in mm.



HFA/...

Tipo - type	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5	6
A	300	400	450	500	600	650	800	900	1100
B	368	443	528	642	744	852	1032	1192	1490
B 1	350	426	512	624	726	835	1010	1172	1787
C	156	178	207	233	271	310	360	444	487
C 1	138	161	191	215	253	293	338	424	470
D	212	265	321	409	473	542	672	748	1003
E	90	120	148	234	237	298	405	450	912
F	114,3	141,3	168,3	219,1	273	323,8	406,4	508	609
G	220	250	285	340	405	460	580	715	812
H	120	165	210	270	283	320	415	470	625



HFB/...

Tipo - type	0,5	1	1,5	2	2,5	3	4	5
A	360	425	512	825	726	837	1078	1250
B	150	200	230	250	300	350	400	450
C	115	120	148	234	239	300	405	450
D	114,3	141,3	168,3	219,1	273	323,8	406,4	508
E	220	250	285	340	405	460	580	715
F	138	159	190	215	254	293	336	425

FILTRI A CARTUCCIA - CARTRIDGE FILTERS

HFA/... - TRC/...



HFA/...TRC



HFA/...TRC

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Pressione massima di esercizio: fino a 85 bar
- Temperatura massima di esercizio: fino a 100 °C
- Impiego: gas naturale, gas manifatturato, gas non aggressivi
- Testata a chiusura rapida
- Capacità di raccolta: superiore al 12% della capacità totale del filtro con spurgo sulla parte inferiore
- Flangiatura: ANSI 300/600 RF o RJ
- Conessioni: in linea.

MATERIALI

- Tubo: ASTM A 106 Gr. B
- Flange: ASTM A 105

ELEMENTO FILTRANTE

- Materiale: Poliestere di feltro e lamiera di rinforzo forata
- Grado di filtrazione: 3 - 5 - 50 µm
- Efficienza: 98%
- Tipo: 1 - 1,5 - 2 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 - 50 - 60

ACCESSORI A RICHIESTA

- Singola o doppia valvola di spurgo
- Indicatore di intasamento
- Indicatore di intasamento con allarme a distanza (contatto tipo reed)
- Manifold 3 valvole 5 vie in acciaio al carbonio o inossidabile per by-pass dell'indicatore di intasamento
- Manometro
- Pressostato differenziale
- Livellostato

MAIN FEATURES

- Max working pressure: up to 85 bar
- Max working temperature: up to 100 °C
- Service: natural gas, town gas, non corrosive gases.
- Quick opening clousure
- Collecting capacity: over 12% of total filter capacity with drain on botton part
- Flanging: ANSI 300/600 RF o RJ
- Connections: in-line.

MATERIALS

- Pipe: ASTM A 106 Gr. B
- Flanged: ASTM A 105

FILTERING ELEMENT

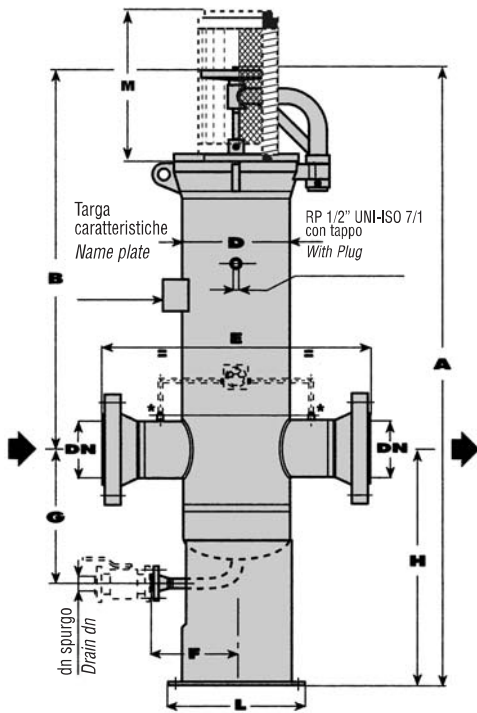
- Material: felt polyester and drilled reinforcing steel plate.
- Filtering capacity: 3 - 5 - 50 µm
- Efficiency: 98%
- Type: 1 - 1,5 - 2 - 10 - 15 - 20 - 25 - 30 - 40 - 50 - 60

AVAILABLE ACCESSORIES

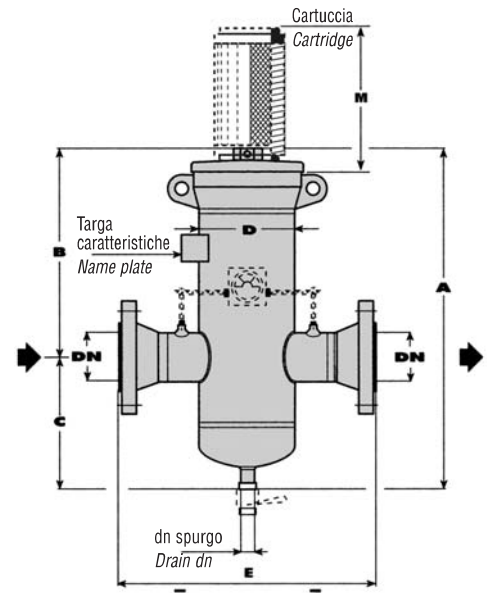
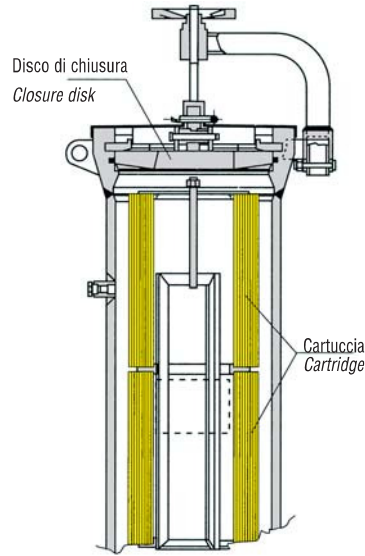
- Single or double drain ball valve
- Clogging indicator
- Loss of pressure indicator with remote switch (reed contact)
- 3 valves 5 ways carbon or stainless steel manifold for loss of pressure indicator by-pass
- Pressure gauge
- Differential pressure switch
- Level gauge switch

tipo type	DN bocchelli disponibili available nozzle DN	DN spurgo drain DN	tipo cartuccia cartridge type	N° cartucce cartridge Q.TY	peso (kg) weight (kg)	capacità totale (lt) total volume (liters)	capac. di raccolta (lt) collecting vol. (liters)
HFA/1 TRC	1" 1 1/2" 2" 2 1/2"	1/2"	G1	1	55	6	1,2
HFA/1,5 TRC	- 2" 2 1/2" 3"	1/2"	G1,5	1	60	10	2
HFA/2 TRC	- - 3" 4"	1/2"	G2	1	110	21	5
HFA/10 TRC	- 2" 2 1/2" 3"	1/2"	G1	2	65	10	8
HFA/15 TRC	2" 2 1/2" 3" 4"	1/2"	G1,5	2	75	15	14
HFA/20 TRC	- - 3" 4"	1"	G2	2	170	30	27
HFA/25 TRC	3" 4" 5" 6"	1"	G2,5	2	320	50	50
HFA/30 TRC	- - 5" 6"	1"	G3	2	370	85	85
HFA/40 TRC	- - 6" 8"	1"	G4	2	690	170	85
HFA/50 TRC	- 6" 8" 10"	1 1/2"	G5	2	1400	320	85
HFA/60 TRC	8" 10" 12" 14"	1 1/2"	G6	2	2000	550	85

DIMENSIONI in mm. / DIMENSIONS in mm.



HFA/30 - TRC ÷ HFA/60 - TRC



HFA/1 - TRC ÷ HFA/15 - TRC

Tipo - type	1	1,5	2	10	15	20	25	30	40	50	60
A	530	613	756	706	860	1560	1600	2031	2435	2694	3209
B	343	404	488	519	630	1230	1235	1611	1885	2034	2459
C	187	209	268	187	230	-	-	-	-	-	-
D	141,3	168,3	219,1	141,3	168,3	219,1	273	323,8	406,4	508	609,6
E	500	550	650	500	550	650	750	800	1000	1100	1200
F	-	-	-	-	-	200	200	250	320	350	400
G	-	-	-	-	-	330	365	420	550	660	750
H	-	-	-	-	-	800	800	800	900	1000	1100
L	-	-	-	-	-	350	425	475	520	640	700
M	165	210	270	165	210	270	283	320	415	470	625

I dati sono indicativi e non impegnativi. Ci riserviamo di apportare eventuali modifiche senza preavviso.
The data are not binding. We reserve the right to change them without prior notice.

Pietro Fiorentini S.p.A.

UFFICI COMMERCIALI: - OFFICES:

I-20124 MILANO

Italy - Via Rosellini, 1 - Phone +39.02.6961421 (10 linee a.r.) - Fax +39.02.6880457 • E-mail: sales@fiorentini.com

I-36057 ARCUGNANO (VI)

Italy - Via E. Fermi, 8/10 - Phone +39.0444.968511 (10 linee a.r.) - Fax +39.0444.960468 • E-mail: arcugnano@fiorentini.com

ASSISTENZA POST-VENDITA E SERVIZIO RICAMBI: - *SPARE PARTS AND AFTER-SALES SERVICE*:

I-36057 ARCUGNANO (VI)

Italy - Via E. Fermi, 8/10 - Phone +39.0444.968511 (10 linee a.r.) - Fax +39.0444.968513 • E-mail: service@fiorentini.com

CATÁLOGOS:

- REGULADORES DE PRESSÃO



Norval

Pressure Regulators

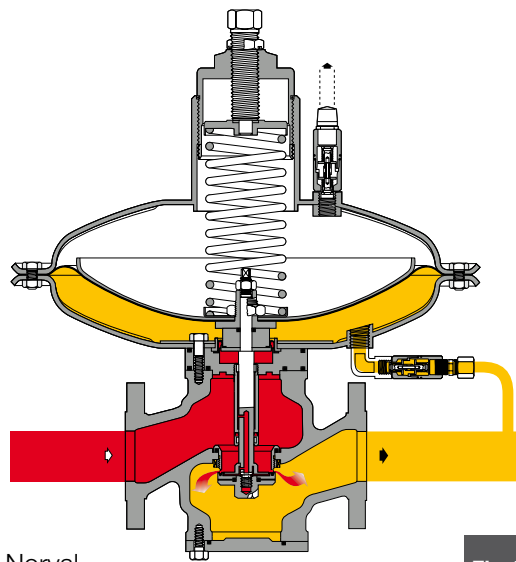
Pressure regulators

Norval

NORVAL pressure regulators are balanced direct acting devices for low and medium pressure applications controlled by a diaphragm and counter spring. These regulators are suitable for use with previously filtered, non corrosive gases.

Modular Design

The modular design of pressure regulator Norval allows application of slam shut or device for use as “in line monitor” on the same body without changing the face-to-face dimension. Furthermore the truly “top entry design” allows an easy periodical maintenance without removing body from the line. The features of Norval regulators make of it a product suitable for any application, the regulator can be mounted upside down. The fast response time makes it ideal for burner or industrial applications or whenever sudden changes of flowrate are part of the process. The high accuracy against any inlet pressure variation makes of Norval an optimum product also for gas district systems, an application generally not suitable for direct acting regulators. An extremely easy maintenance and a reduced number of parts are the background of low cost operation.



**DESIGNED
WITH YOUR
NEEDS IN MIND**

- COMPACT DESIGN
- EASY MAINTENANCE
- TOP ENTRY
- FAST RESPONSE TIME
- HIGH TURN DOWN RATIO
- HIGH ACCURACY
- LOW OPERATION COST
- WIDE RANGE OF APPLICATIONS

SLAM SHUT
Norval

This is a device stopping immediately gas flow (SAV) when, whatsoever downstream pressure exceeds given set-point. The device can be actuated also manually.

SN Slam shut (see figure 2) can be incorporated on the standard regulator and on the in-line monitor.

The regulator with the incorporated slam-shut has Cg coefficients equal to 93% of those of the basic regulator.

A further advantage of the incorporated slam-shut valve is that it can be retro fitted at any time on a previously installed Norval (size up to DN 150 - 6") without modifying the regulating unit.

Main features of SN slam-shut device are:

- design pressure 16 bar for all the components;
- accuracy (AG): up to $\pm 1\%$ of the pressure set-point for pressure increase; up to $\pm 5\%$ for pressure decreasing;
- internal by-pass for resetting;
- intervention for over pressure and/or under pressure;
- manual push-button control;
- possibility of pneumatic or electromagnetic remote control;
- compact overall dimensions;
- easy maintenance;
- possibility of application of devices for remote signal (contact or inductive microswitches).

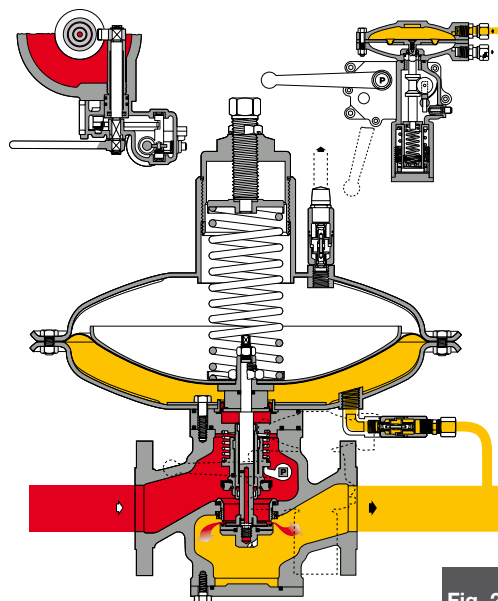
NORVAL + SLAM SHUT SN
Norval


Fig. 2

IN-LINE MONITOR

Norval

The monitor is an emergency regulator which comes into operation in place of the main regulator if, in the event of failure, the latter allows the downstream pressure to reach the monitor set-point.

Operation of the Norval functioning as Monitor

NORVAL functioning as an in-line monitor is a regulator which, in addition to the standard version, has a further mobile assembly balancing device (ER) guaranteeing greater accuracy of regulated pressure and therefore an equally precise value for the intervention pressure without risk of interference with main regulator (see figure 3). This device can be retro fitted on a standard existing regulator.

MONITOR DEVICE ER

Norval

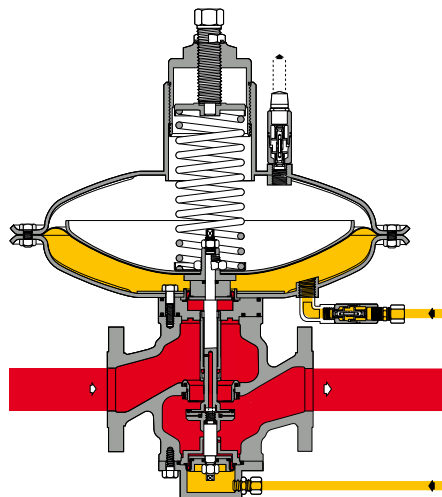


Fig. 3

MAIN FEATURES

Norval

- > Design pressure: up to 18,9 bar (275 Psig)
- > Design temperature: -20 °C to +60 °C (-4 to + 140 °F)
- > Ambient temperature: -20 °C to +60 °C (-4 to + 140 °F)
- > Max inlet pressure P_{umax} : Size 1" to 3" 16 bar (232 Psig) Size 4" to 8" 8 bar (116 Psig)
- > Outlet pressure range of Wh: Size 1" to 4" 8 to 4400 mbar (3" w.c. to 63,8 Psig)
Size 6" to 8" 12 to 1800 mbar (5" w.c. to 26,1 Psig)
- > Accuracy class AC: up to 5
- > Closing pressure class SG: up to 10
- > Available size DN: 1" - 1"1/2 - 2" - 2"1/2 - 3" - 4"- 6"- 8"
- > Flanging: class 150 RF according to ANSI B16.5 and PN16 according to ISO 7005.

MATERIALS
Norval

Body	Spheroidal ductile iron GS 400-18 ISO 1083 for Size ≤ 6" Cast steel ASTM A216 WCB for all sizes
Head covers	Drop-forged carbon steel
Diaphragm	Rubberized canvas
Valve seat	Stainless steel
Seals	Nitril rubber
Compression fittings	According to DIN 2353 in zinc-plated carbon steel

The characteristics listed above are referred to standard products. Special characteristics and materials for specific applications may be supplied upon request.

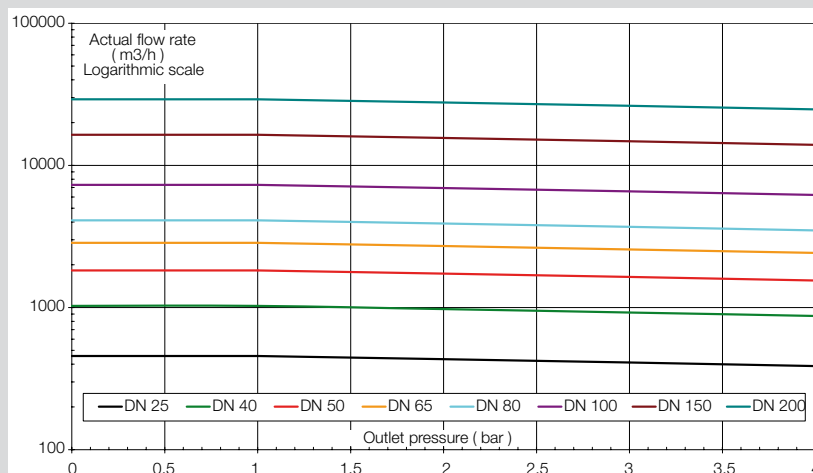
Coefficient
Norval

Nominal diameter (mm)	25	40	50	65	80	100	150	200
Size (inches)	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"
Cg coefficient	331	848	1360	2240	3395	5100	10600	16600
KG coefficient	348	892	1430	2356	3571	5365	11151	17463
K1 coefficient	106,78	106,78	106,78	106,78	106,78	106,78	106,78	106,78

For sizing formula refer to www.fiorentini.com/sizing

CAUTION:

The graph gives a quick reference of maximum recommended regulator capacity depending on selected size. Values are expressed in actual m³/h of Natural gas (s.g. 0,6): to have the data directly in Nm³/h it is necessary to multiply the value by the outlet pressure value in bar – absolute.



Control heads

Norval

Outlet pressure range is determined by the control head installed. The table below sums up the heads available for every size and the ranges of outlet pressure expressed in mbar.

Size (mm)	25	40	50	65	80	100	150	200
Inches	1"	1"1/2	2"	2"1/2	3"	4"	6"	8"
ø 817							12 ÷ 79	12 ÷ 79
ø 658							75 ÷ 405	75 ÷ 405
ø 630				10 ÷ 80	10 ÷ 80	12 ÷ 80	220 ÷ 650	220 ÷ 650
ø 495	16 ÷ 83	16 ÷ 83	16 ÷ 83	81 ÷ 530	81 ÷ 530	81 ÷ 530	405 ÷ 1800	405 ÷ 1800
ø 375	81 ÷ 1100	81 ÷ 1100	81 ÷ 1100	470 ÷ 2800	470 ÷ 2800	470 ÷ 2800		
ø 375TR	920 ÷ 4400	920 ÷ 4400	920 ÷ 4400	920 ÷ 4400	920 ÷ 4400	920 ÷ 4400		

Slam-shuth pressure switches

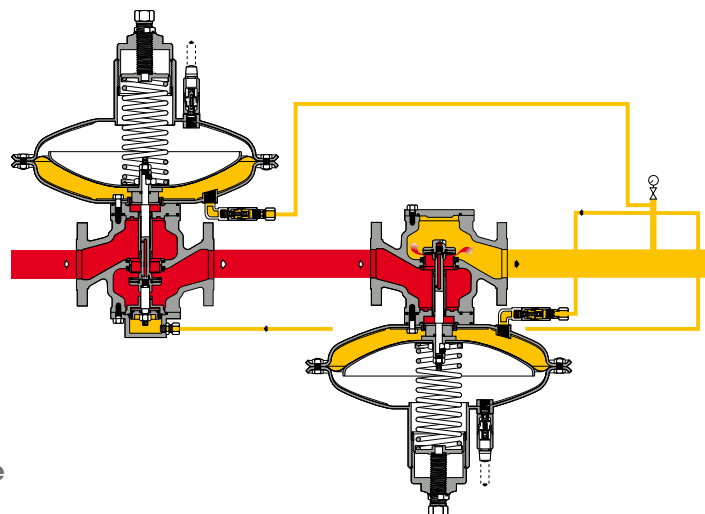
Norval

Pressure switch	SN 91	SN 92
Set point range for Overpressure (OPSO)	0,025 ÷ 1,20	0,75 ÷ 5,5
Set point range for Underpressure (UPSO)	0,01 ÷ 0,9	0,25 ÷ 2,7

Value in bar

INSTALLATION EXAMPLE

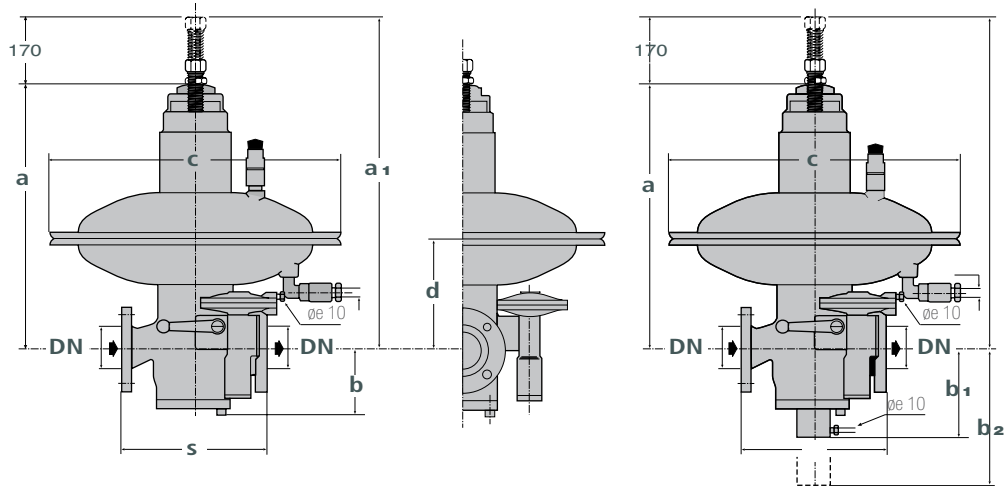
Norval



■ Inlet pressure

■ Outlet pressure

* Refer to specific spring table for regulators installed upside down

DIMENSIONS
Norval

Overall dimensions in mm
Norval

		c				ø 817			ø 658			ø 630			ø 495			ø 375			ø 375TR		
Size (mm)	Inches	s*	b	b1	b2	a	a1	d	a	a1	d	a	a1	d	a	a1	d	a	a1	d	a	a1	d
25	1"	183	100	200	250										460	630	175	415	585	150	425	595	155
40	1 1/2"	223	120	220	270										475	645	190	435	605	165	445	615	170
50	2"	254	120	220	270										475	645	190	435	605	165	445	615	170
65	2 1/2"	277	140	240	290							540	710	220	500	670	210	455	625	190	465	635	195
80	3"	298	140	240	290							540	710	220	500	670	210	455	625	190	465	635	195
100	4"	352	180	280	330							640	810	310	600	770	300	555	725	275	565	735	280
150	6"	451	220	320	370	760	930	400	720	890	380	675	845	380	670	840	375						
200	8"	543	260	360	410	860	1030	500	820	990	480	775	845	480	770	940	475						

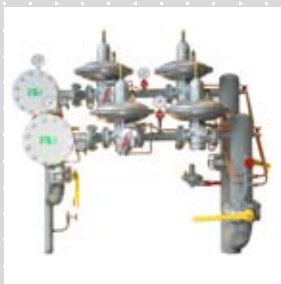
(*) ANSI 150 - ISO PN16 - ISO PN 40 Flanges

Weights in KGF
Norval

Size (mm)	25	40	50	65	80	100	150	200
Inches	1"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	6"	8"
Norval	42	48	50	77	92	121	206	291
Norval with slam-shut/SN	47	53	55	82	97	126	211	296
Norval with monitor	48	55	58	85	100	129	216	302
Norval with slam-shut/SN and monitor	53	60	63	90	105	134	221	307

The Norval regulator conforms to ISA 4.1 standard

Face to face dimensions S according to IEC 534-3 and EN 334



Reducing Stations



Metering



Butterfly Valves



**Pietro
Fiorentini**

Pietro Fiorentini S.p.A.
via E.Fermi 8/10
I-36057 Arcugnano (VI) Italy

Tel. +39 0444 968.511
Fax. +39 0444 960.468

The data are not binding. We reserve the right to make eventual changes without prior notice.

CT-s 506-E September 13

www.fiorentini.com

CATÁLOGOS:

- VÁLVULAS DE ALÍVIO



Mod. VS/AM



VALVOLE DI SFIORO
E SICUREZZA
*RELIEF VALVES
AND SAFETY DEVICES*





1
VS/AM 65 STANDARD



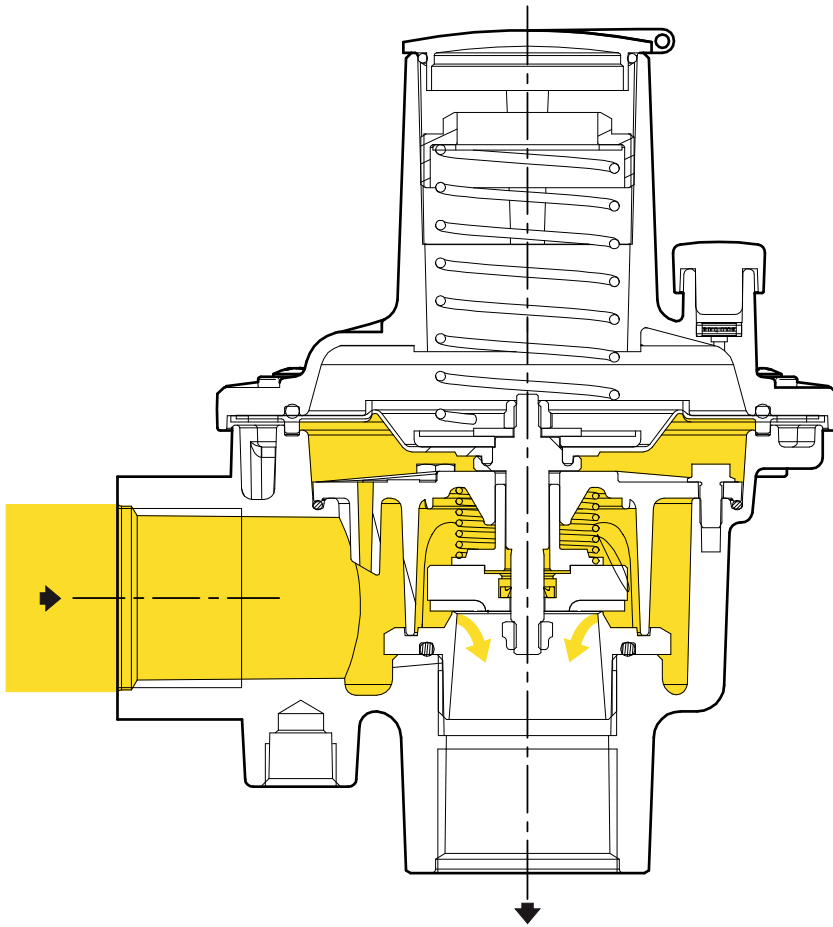
2
VS/AM 65 CON RACCORDI
VS/AM 65 WITH CONNECTIONS



3
VS/AM 65 STANDARD CON FLANGIA SCORREVOLE
VS/AM 65 STANDARD WITH SLIDING FLANGE



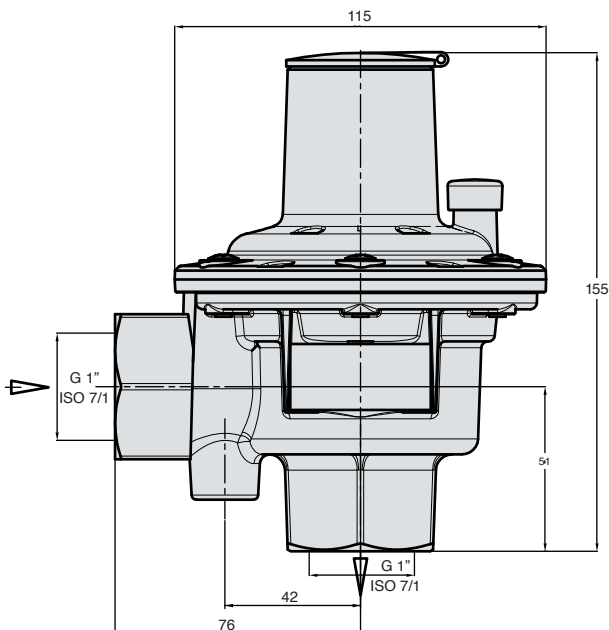
4
VS/AM 65 CON FLANGE SCORREVOLI
VS/AM 65 WITH SLIDING FLANGES



PRESSIONE DI EROGAZIONE
OUTLET PRESSURE

MATERIALI / MATERIALS
CORPO / BODY
COPERCHI / COVERS
G-AISI113 EN AB 44100
(STANDARD / STANDARD)
TRATTAMENTI SUPERFICIALI
EXTERNAL TREATMENTS
CORPO / BODY
COPERCHI / COVERS
SABBIATURA + FOSFATAZIONE
VERNICIATURA POLIURETANICA
A POLVERE
SANDBLASTING + PHOSPHATING +
DUST POLYURETHANE COATING

INGOMBRI OVERALL DIMENSIONS



MOLLE DI REGOLAZIONE ADJUSTMENT SPRINGS RANGE

VALVOLA DI SFIORO VS/AM 65 / RELIEF VALVE VS/AM 65			
COD.	CAMPO (mbar) / RANGE (mbar)		
	BP	MP	TR
644.70171	15÷25		
644.70172	25÷45		
644.70131	45÷65		
644.70132	65÷100		
644.70133	100÷150		
644.70135		150÷300	
644.70136		300÷500	
644.70135			500÷820
644.70203			820÷2300
644.70165			2300÷5000
644.70309			5000÷7000

tab. 1

Mod. VS AM 65



INTRODUZIONE

La valvola di sfioro VS AM è un dispositivo di sicurezza (SBV) che provvede a scaricare all'esterno una quantità di gas quando la pressione nel punto di controllo supera quella di taratura a causa di eventi non duraturi quali ad esempio surriscaldamento del gas con portata nulla, colpi d'ariete dovuti a brusche aperture di organi di intercettazione ecc.

INTRODUCTION

The VS AM relief valve is a safety device (SBV) which vents gas when the system pressure exceeds the set value due to temporary events such as expansion due to rise in gas temperature or downstream pressure shocks caused by sudden changes of flow rate etc.

CARATTERISTICHE PRINCIPALI

- Modeste sovrappressioni anche con portate relativamente elevate.
- Prontezza di risposta.
- Semplicità di manutenzione.
- Presa d'impulso interna.
- Possibilità di sigillare l'accesso alla regolazione.

MAIN FEATURES

- *Reduced overpressures, even with quite high flow rates.*
- *Fast response.*
- *Easy maintenance.*
- *Internal impulse.*
- *Access to the setting spring adjustment can be sealed if required.*
- *High setting pressures available.*

CAMPO D'IMPIEGO E CARATTERISTICHE FUNZIONALI

- Pressione di progetto:
PS 20 bar
VS AM 65
BP 15÷150 mbar
MP 150÷500 mbar
TR 500÷7000 mbar
- Classe di precisione (AG):
AG 2.5 - 5 - 10%
- Classe di temperatura:
2 (-20°C +60°C)

RANGE OF USE AND FUNCTIONAL CHARACTERISTICS

- *Max allowable pressure:*
PS 20 bar - 290 Psi
VS AM 65
BP 15÷150 mbar - 6÷60.3" wc
MP 150÷500 mbar - 60.3÷208.8" wc
TR 500÷7000 mbar - 208.8÷2813" wc
- *Accuracy class (AG):*
AG 2.5 - 5 - 10%
- *Temperature class:*
2 (-20°C +60°C) - (-68°F +140°F)

CONFORME ALLE DIRETTIVE 97/23 CE PED

CONFORMING TO THE 97/23 CE PED DIRECTIVE

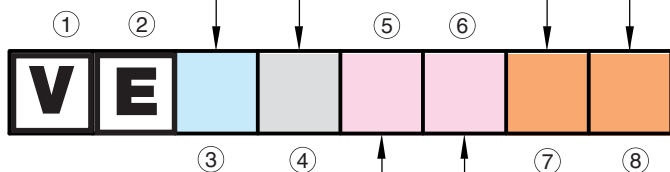


TABELLA DI CODIFICA T-00501 Mod. VS/AM 65

MODELLO		PS Bar
G.N./G.P.L.		
F	VS/AM 65 -BP-	20
G	VS/AM 65 -MP-	20
H	VS/AM 65 -TR-	20

TARGHETTATURA	
LINGUA	LOGO
L	ITALIANO/INGLESE PERSONALIZZATO CLIENTE
M	ITALIANO/INGLESE PIETRO FIORENTINI
N	.
P	.
R	INGLESE P.FIORENTINI (IMPERIALI)

VERSIONE		
0	0	STANDARD G.N. / G.P.L.
0	1	00 + GUARNIZIONI IN VITON
0	2	00 + RACCORDO 1"NPT FEMMINA E.
0	3	
0	4	x FLUIDO OSSIGENO
0	5	.
0	6	x FLUIDO AZOTO
0	7	x BIOGAS
0	8	00 + RACCORDI E/U 1" NPT
0	\$	VERSIONE PERSONALIZZATA CLIENTE



LEGENDA	
① ②	Sigla prodotto
③	Modello
④	Targhettatura
⑤ ⑥	Tarature
⑦ ⑧	Versione
STD	Standard
BP	Bassa Pressione
MP	Media Pressione
TR	Testata Ridotta (Alta Pressione)
AP	Alta Pressione

TARATURE (mbar)		
Pa		
NOP		
A C		20
A H		25
B H		26
B I		28
A D		30
A E		32
C Y		35
D G		40
C Q		45
B D		50
D L		60
E Q		63
I G		70
F C		75
F H		80
F I		85
F M		88
F S		90
G A		100
G B		110
G I		120
G K		130
G Q		140
H A		150

G Y	160
G Z	170
H V	180
H G	200
H X	220
I B	230
H I	250
H R	270
H T	280
H S	300
H Z	340
I N	350
I A	360
I H	400
I C	430
I I	450
H M	480

I D	500
I J	520
I F	550
E U	600
I L	650
I K	700
I M	750
I R	800
I U	850
I S	1000
I Y	1150
I W	1200
J C	1250
J X	1300
K T	1500
J F	1600
K J	1750
J E	1800
J K	2000
J P	2500
J W	3000
M Y	3300
M Z	3500
N A	3800
N B	4000
N C	4200
N D	4400
N E	4600
N F	4800
N G	5000
N H	5300
N I	5500
N J	6000
N K	6500
N L	7000

Questa tabella è a titolo dimostrativo.
Vi preghiamo di riferirvi al Configuratore Minireg per le possibili versioni e configurazioni disponibili su sito web:
www.fiorenzochange.com/Servizi Fiorentini

This table is only demonstration.
To create all allowable versions please refer to FM configurator on website:
www.fiorenzochange.com/Servizi Fiorentini
where you can also find english translation

Per l'ordinazione, seguire scrupolosamente quanto richiesto dalla casella 3 alla 8 (Pag. 15-16).

1-2 Sigla identificativa del prodotto
3 Modello di regolatore (da scegliere in funzione della portata richiesta)

4 Targhettatura e imballo (x l'imballo multiplo con ordinativo minimo 10 pezzi e/o multipli di 10)

5-6 Tarature pressione uscita nominali regolate e dispositivi di sicurezza standard

7-8 Versione

N.B.: Per eventuali versioni non previste dalla tabella, si prega di inviare una richiesta scritta descrivendo dettagliatamente le caratteristiche del prodotto.

La Fiorentini Minireg S.p.A. si impegna a verificare la fattibilità di quanto richiesto.

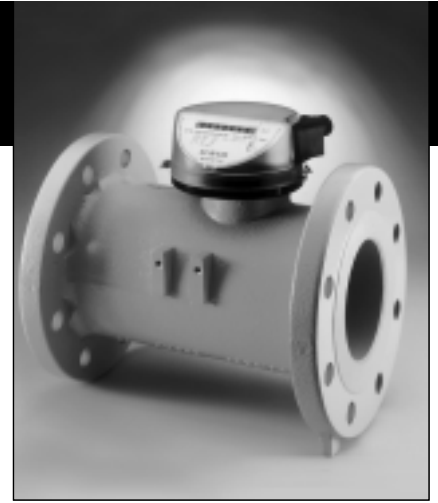
Note:

CATÁLOGOS:

- CONTADORES DE GÁS

ETM G 100 – G 1600

Contadores de turbina para facturación



Aplicaciones

- **Gases:**
Gas natural, gas ciudad, gas de petróleo, gases basados en el propano, butano, etileno, aire, nitrógeno.
- **Campos de aplicación:**
Distribución de gas en redes a baja y media presión, hasta un máximo de 20 bar
- **Funciones:**
Contaje de gas para facturación

Funcionamiento

Los contadores de turbina Elster ETM son contadores para medir gases y muestran el volumen real. El gas que entra en el contador se canaliza a través de un direccionador de flujo integrado. El paso de gas hace girar la turbina a una velocidad que es proporcional al volumen de gas que atraviesa el contador. La turbina está montada en un eje soportado por múltiples rodamientos. La velocidad de rotación de la turbina se transmite mediante reducción de engranajes al totalizador de 8 dígitos.

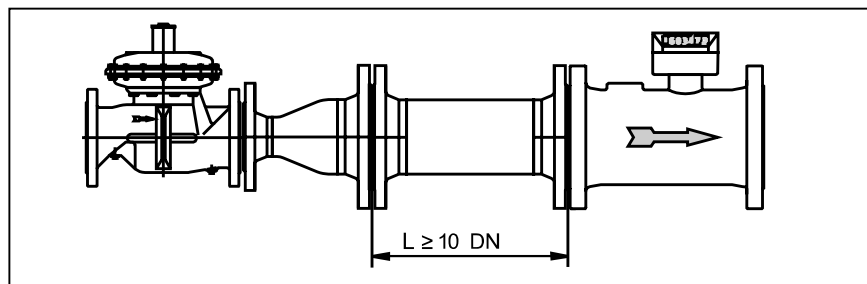
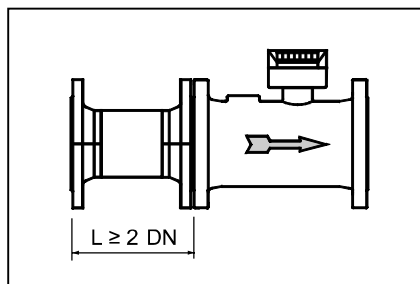
Información breve

Desde hace muchos años los contadores de turbina Elster han demostrado su gran fiabilidad en la medición de gases. Los contadores pueden medir distintos tipos de gases tales como gas natural, gas ciudad, propano, butano, etileno, aire y nitrógeno.

El contador de turbina mide el volumen V (m^3) de gas y el caudal Q (m^3/h) con gran precisión. Una característica única de los contadores de turbina Elster es el diseño del denominado cartucho de medición. El cuerpo y la sección de medida son elementos separados. En caso de ser necesaria la sustitución del cartucho de medición, la operación puede realizarse en la propia instalación. La precisión del contador depende exclusivamente del cartucho de medición, es independiente del cuerpo. Los contadores de turbina Elster cumplen con los requisitos de la norma europea EC y están aprobados por el internacionalmente reconocido PTB (Instituto Alemán de Pesas y Medidas)

Características principales

- **Calibres G 100 - G 1600**
- **Campo de medida 13 - 2500 m^3/h**
- **Dinámica de medida 1:20 (1:10)**
- **Diámetros nominales DN 80 - DN 200**
- **Cuerpo según PN 10/ PN16 y ANSI150**
- **Longitud 3 x DN**
- **Apto para instalación en el exterior (IP67)**
- **Se puede combinar con correctores de volumen:**
 - 2 emisores de impulsos de baja frecuencia
 - Conexión p_r
 - taladros para anclaje
- **Rodamientos autolubricados, no se requiere mantenimiento**
- **Posibilidad de instalación horizontal o vertical**
- **Material del cuerpo (GGG-40) fundición dúctil esferoidal**
- **Aprobación Internacional por el PTB alemán**



Precisión

De acuerdo con las normas de calibración y certificación de contadores de gas de turbina, se aplican los siguientes límites de error.

$\pm 1\%$ entre $0,2 Q_{max}$ y Q_{max}

$\pm 2\%$ entre Q_{min} y $0,2 Q_{max}$

Desde aproximadamente $0,2 Q_{max}$, el comportamiento de los contadores de turbina está determinado por las condiciones aerodinámicas del canal y la sección de medida. En el rango bajo, alrededor del caudal mínimo Q_{min} , el comportamiento de la medida viene determinado por la relación entre el par motor generado por el propio fluido que hace girar la turbina y el par resistente debido a los rozamientos que la hace detener.

El par motor generado por el gas se incrementa de manera lineal con la densidad y de manera cuadrática con la velocidad. El rango de caudal del contador de turbina queda notablemente ampliado por este motivo al trabajar en alta presión.

Emisor de impulsos de baja frecuencia

El contador de turbina ETM está equipado con dos emisores de baja frecuencia y un contacto para monitorizar intentos de manipulación (PCM). Los pulsos de baja frecuencia, generados por un contacto Reed en el emisor

enchufable INS1x, se usan para transmitir el volumen real en m^3 a un corrector de volumen, por ejemplo. La frecuencia máxima es 0,5 Hz. Versión standard IN-S10 se suministra con cable de 6 hilos sin conector.

Options:

IN-S11: Base de conector de 6 pin (Binder 423).

IN-S12: Doble base de conector de 6 pin (Binder 423).

Mantenimiento

No se requiere mantenimiento en estos contadores ya que están equipados con rodamientos autolubricados de por vida. Elster recomienda revisar completamente el contador al menos cada 8 años.

Instalación

El contador tiene que instalarse siempre de forma que en el lado de entrada quede libre un tramo recto de tubería. Para mejorar la uniformidad del flujo, los tubos de entrada y el tramo inmediatamente después del contador deberían ser cilíndricos. En cualquier caso como mínimo se precisan $2 \times DN$ de tramo recto en la entrada y el tramo de salida debe tener el mismo diámetro que el contador.

Posición

La posición de instalación del contador de turbina puede ser vertical u horizontal

indistintamente.

Operación con reguladores de presión

Cuando se instala un contador después de un grupo de regulación de presión, se recomienda dejar unos $10 \times DN$ de tramo recto libre. En caso de que se requieran distancias más cortas se sugiere la instalación de un enderezador de flujo Elster tipo BLN.

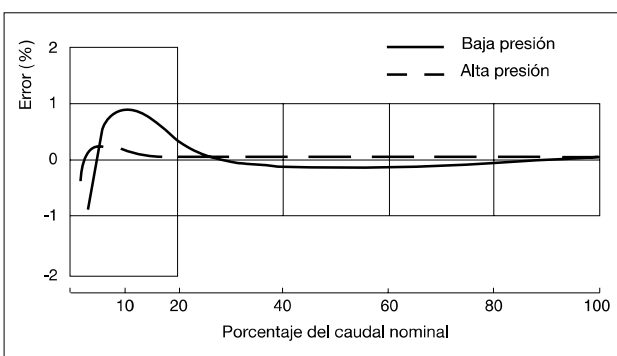
Operación con correctores de volumen

El cálculo del volumen de gas en condiciones normales requiere la lectura de la presión P y de la temperatura T. La toma de presión está situada en el cuerpo del contador. El sensor de temperatura debe instalarse aguas abajo del contador a una distancia de 1 a $3 \times DN$.

Cartucho de medición Elster

Como resultado de largas series de ensayos, los canales de entrada y salida del contador han sido diseñados para obtener las mejores condiciones de circulación del fluido para realizar la medición, conjuntamente con el reductor de engranajes conforman el denominado cartucho de medición, una característica exclusiva de los contadores de turbina Elster.

El cartucho de medición se suministra como unidad completa y se puede montar en el cuerpo del contador. Con el sistema de cartucho de Elster, se puede reemplazar el cartucho existente por uno nuevo que haya sido calibrado previamente por un cuerpo patrón. En definitiva, esta ventaja permite reducir al mínimo los periodos de parada por reparaciones y los costes asociados.



Datos técnicos

Contadores de turbina para facturación

Tipos G 100 - G 1600
Rangos de presión: PN 10 - PN 16 y ANSI 150

Rangos de medida

1:10, 1:20, 13 - 2500 m³/h

Rangos de temperatura

Gas: -20°C a +60°C
Ambiente: -20°C a +70°C

Precisión

± 1 % entre 0,2 Q_{max} and Q_{max}
± 2 % entre Q_{min} and 0,2 Q_{max}

Material del cuerpo

Fundición dúctil esferoidal (GGG-40)

IN-S10

Color de los hilos
1. E1: blanco-marrón
2. E1: verde-amarillo
PCM: gris-rosa

Emisor de impulsos LF

Voltaje: U_{max} = 24 V
Corriente: I_{max} = 50 mA
Capacidad: P_{max} = 0,25 W o VA
Resistencia: R_f = 100 Ω ± 20 %

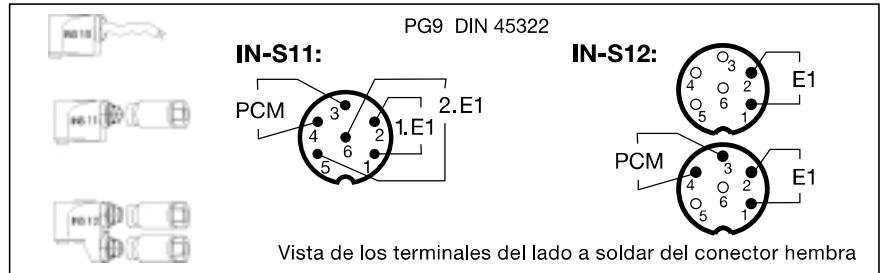


Tabla de rangos de caudal

Tipo	G 100					G 160					G 250				
	DN 80/3"					DN 80/3"					DN 80/3"				
Presión de servicio bar (abs)	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}
1	16	160	16	1:10	1.9	13	250	13	1:19	4.3	20	400	20	1:20	11
2	28	320	14	1:11	3.9	23	500	11	1:22	8.5	35	800	18	1:23	22
4	40	640	10	1:16	7.8	32	1000	8	1:31	17	50	1600	12	1:32	44
7	53	1120	7.5	1:21	14	43	1750	6	1:41	30	66	2800	9	1:42	78
11	66	1760	6	1:27	21	53	2750	5	1:52	47	82	4400	7.5	1:54	122
14	74	2240	5.3	1:30	27	60	3500	4.3	1:58	60	93	5600	6.6	1:60	155
17	82	2720	4.8	1:33	33	66	4250	3.9	1:64	72	102	6800	6.0	1:67	189
21	91	3360	4.3	1:37	41	74	5250	3.5	1:71	89	114	8400	5.4	1:74	233

Tipo	G 250					G 400					G 650				
	DN 100/4"					DN 100/4"					DN 150/6"				
Presión de servicio bar (abs)	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}
1	20	400	20	1:20	5.7	32	650	32	1:20	15	50	1000	50	1:20	4.8
2	35	800	18	1:23	12	56	1300	28	1:23	31	88	2000	44	1:23	9.5
4	50	1600	12	1:32	23	79	2600	20	1:33	62	124	4000	31	1:32	19
7	66	2800	9	1:42	40	105	4550	15	1:43	109	164	7000	23	1:43	33
11	82	4400	7.5	1:54	63	132	7150	12	1:54	171	206	11000	19	1:53	52
14	93	5600	6.6	1:60	81	149	9100	10.6	1:61	217	232	14000	16.6	1:60	67
17	102	6800	6.0	1:67	98	164	11050	9.6	1:67	264	256	17000	15.0	1:66	81
21	114	8400	5.4	1:74	121	182	13650	8.7	1:75	326	284	21000	13.5	1:74	100

Tipo	G 1000					G 1000					G 1600				
	DN 150/6"					DN 200/8"					DN 200/8"				
Presión de servicio bar (abs)	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}	Stand. Q _{min} m³/h	Stand. Q _{max} m³/h	Actual Q _{min} m³/h	Rango de medida	Δp mbar a Q _{max}
1	80	1600	80	1:20	11	80	1600	80	1:20	1.4	130	2500	130	1:19	2.5
2	140	3200	70	1:23	23	140	3200	70	1:23	2.8	228	5000	114	1:22	5
4	198	6400	50	1:32	46	198	6400	50	1:32	5.6	332	10000	81	1:30	10
7	263	11200	38	1:43	80	263	11200	38	1:43	9.8	427	17500	61	1:41	18
11	329	17600	30	1:54	125	329	17600	30	1:54	15	535	27500	49	1:51	28
14	371	22400	26.5	1:60	160	371	22400	26.5	1:60	20	603	35000	43.1	1:58	35
17	409	27200	24.1	1:67	194	409	27200	24.1	1:67	24	665	42500	39.1	1:64	43
21	455	33600	21.7	1:74	239	455	33600	21.7	1:74	30	739	52500	35.2	1:71	53

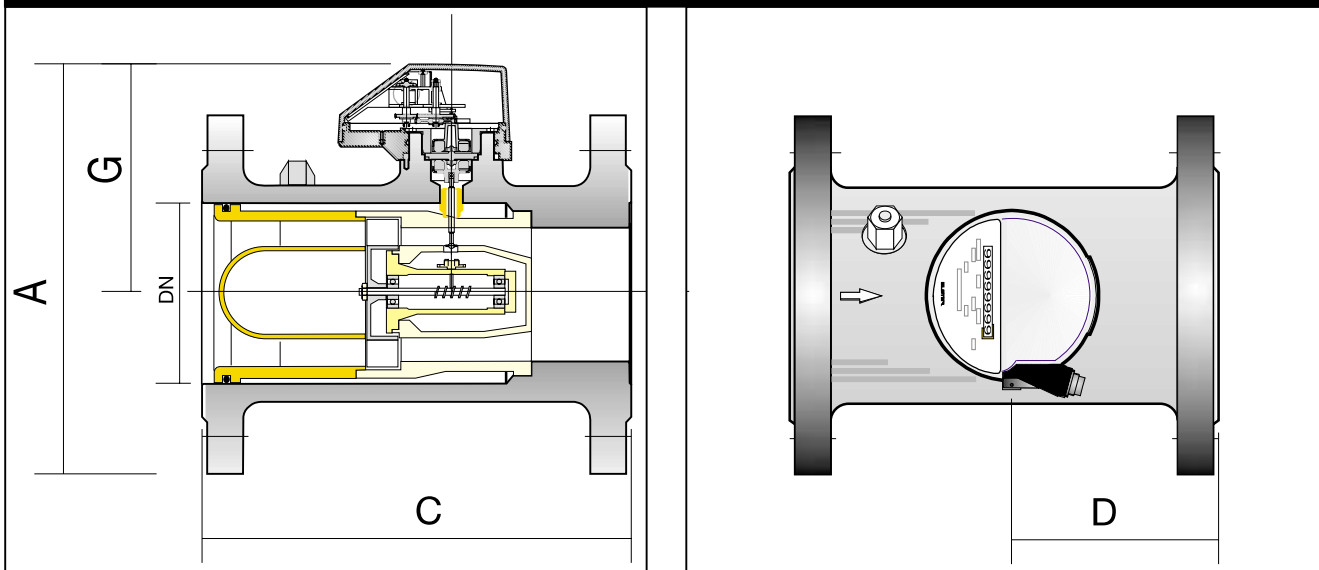
Pérdida de carga para gas natural con densidad relativa específica de 0,65 a 15°C

Cálculo de la pérdida de carga

Para otro caudal a presión fija: Δp = Δp_{tabla} × (Q / Q_{max})²

Para otra presión Q_{max}: Δp = Δp_{1bar} × presión absoluta en la línea

Diseño



Datos técnicos

Tipo	Calibre		Cuerpo		Bridas		Dimensiones en mm				peso	
	G	DN	Inches	PN	ANSI	DIN	ANSI	A	G	C	D	kg
100	80	3"	16	150	2633	B16.5		255	150	240	120	21
160	80	3"	16	150	2633	B16.5		255	150	240	120	21
250	80	3"	16	150	2633	B16.5		255	150	240	120	21
250	100	4"	16	150	2633	B16.5		285	165	300	140	28
400	100	4"	16	150	2633	B16.5		285	165	300	140	28
650	150	6"	16	150	2633	B16.5		335	185	450	170	45
1000	150	6"	16	150	2633	B16.5		335	185	450	170	45
1000	200	8"	16	150	2633	B16.5		390	215	600	255	77
1600	200	8"	16	150	2633	B16.5		390	215	600	255	77

Direcciones de contacto

España

Kromschroeder S.A.
 C/ Santa Eulalia, 213
 0892 L'Hospitalet de Llobregat (Barcelona)
 Tel. +34 (93) 4 32 96 00
 Fax +34 (93) 4 22 20 90

América del Norte, América Latina

American Meter Company
 300 Welsh Road, Building One
 Horsham, PA 19044, USA
 Tel. +1 215 830 1800
 Fax +1 215 830 1890

Europa, Africa, Oriente Proximo, Oriente Medio

Elster Handel GmbH
 Steinern Strasse 19-21
 55252 Mainz-Kastel, Alemania
 Tel. +49 (61 34) 605-0
 Fax +49 (61 34) 605-223

www.elster-amco.com

Distribuidor



Tfno: 987.248.305 - Fax: 987.248.405
 E-Mail : simelec@simelec.es
www.simelec.es

CATÁLOGOS:

- TABELA TUBOS ANSI B36.10

