



Universidade do Porto
Faculdade de Engenharia

FEUP



Sociedade Geral de Superintendência, Lda

ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

INSPECÇÃO E CERTIFICAÇÃO DE REDES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS DE GÁS NATURAL

Realizado por:

Helder Araújo

4/2000

669(047.3)
LEMM 1999/ARAh





Universidade do Porto

Faculdade de Engenharia

FEUP



Sociedade Geral de Superintendência, Lda

ENGENHARIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS

RELATÓRIO DE ESTÁGIO

INSPECCÃO E CERTIFICAÇÃO DE REDES PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS DE GÁS NATURAL

Realizado por:

Helder Araújo

13/12/00



669 (017.2) / LEM 1999 / ARA 2

Universidade do Porto	
Faculdade de Engenharia	
Biblioteca	
Nº	88348
CDU	
D. de	14.1.2002

INDICE GERAL

1	OBJECTIVO	1
2	INTRODUÇÃO	2
3	CONCEITOS	3
	3.1 CONTROLO DE QUALIDADE	3
	3.2 ORGANISMO DE INSPECÇÃO	3
	3.3 INSPECTOR	3
4	MATERIAIS	3
	4.1 REDES PRIMÁRIAS	3
	4.1.1 Matéria prima.....	4
	4.1.1.1 <u>Propriedades químicas</u>	4
	4.1.1.2 <u>Propriedades mecânicas</u>	4
	4.1.1.3 <u>Revestimento</u>	4
	4.1.2 Controlo de fabrico	4
	4.1.2.1 <u>Teste hidráulico</u>	4
	4.1.2.2 <u>Ensaaios não-destrutivos</u>	4
	4.1.2.3 <u>Ensaaios destrutivos</u>	5
	4.1.3 Recepção em obra.....	5
	4.2 REDES SECUNDÁRIAS	6
	4.2.1 Redes em aço	6
	4.2.2 Redes em Polietileno	6
	4.2.2.1 <u>Matéria prima</u>	6
	4.2.2.2 <u>Controlo de fabrico</u>	8
	4.2.2.3 <u>Recepção em obra</u>	12
5	SOLDADURA DE REDES DES GÁS	13
	5.1 REDES PRIMÁRIAS	13
	5.1.1 Materiais	13
	5.1.1.1 <u>Materiais de base</u>	13
	5.1.1.2 <u>Materiais de adição</u>	13
	5.1.1.3 <u>Procedimento de soldadura</u>	14
	5.1.2 Inspeção das soldaduras em obra	14
	5.1.2.1 <u>Controlo visual</u>	14
	5.1.2.2 <u>Controlo radiográfico</u>	14
	5.2 REDES SECUNDÁRIAS	15
	5.2.1 Generalidades	15
	5.2.1.1 <u>Soldadores</u>	15
	5.2.1.2 <u>Operações preliminares</u>	15
	5.2.1.3 <u>Ovalização dos tubos</u>	15
	5.2.1.4 <u>Limpeza das superfícies a soldar</u>	15

INDICE GERAL

5.2.1.5	<u>Condições ambientais</u>	16
5.2.1.6	<u>Acessórios e peças especiais</u>	16
5.2.1.7	<u>Marcação das soldaduras</u>	16
5.2.2	Soldadura topo a topo	16
5.2.2.1	<u>Aplicação</u>	16
5.2.2.2	<u>Rectificação e limpeza dos tubos</u>	16
5.2.2.3	<u>Montagem das máquinas de soldar</u>	17
5.2.2.4	<u>Parâmetros de soldadura</u>	17
5.2.3	Electrosoldadura	17
5.2.3.1	<u>Preparação dos tubos e das peças especiais a juntar</u>	17
5.2.3.2	<u>Preparação dos acessórios electrosoldáveis</u>	18
5.2.4	Inspecção das soldaduras em obra	18
5.2.4.1	<u>Soldadura topo a topo</u>	18
5.2.4.2	<u>Ligações por electrosoldadura</u>	18
6	ACOMPANHAMENTO DA OBRA	19
6.1	VERIFICAÇÃO DO ESTADO DE QUALIFICAÇÃO	19
6.2	RECEPÇÃO DE MATERIAIS EM OBRA	19
6.3	CONTROLO DOS TRABALHOS DE VALA E REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS	20
6.4	CONTROLO DOS TRABALHOS DE MONTAGEM DA TUBAGEM	20
6.4.1	Estado funcional do equipamento	20
6.4.2	Controlo das soldaduras	21
6.4.3	Controlo das operações de montagem	21
6.4.3.1	<u>Instalação do caboduto</u>	21
6.4.3.2	<u>Instalação da tubagem</u>	23
7	ENSAIOS EM OBRA	23
7.1	REDES PRIMÁRIAS	23
7.1.1	Ensaio de resistência hidráulica por troços	24
7.1.1.1	<u>Instrumentos de medida</u>	24
7.1.1.2	<u>Modalidades de execução</u>	24
7.1.2	Ensaio de estanquidade do conjunto da tubagem executada	25
7.1.2.1	<u>Instrumentos de medida</u>	25
7.1.2.2	<u>Modalidades de execução</u>	25
7.1.3	Ensaio final do conjunto da rede antes da entrada em serviço	26
7.2	REDES SECUNDÁRIAS	26
7.2.1	Ensaio de estanquidade	26
7.2.1.1	<u>Fluidos, pressão e duração do ensaio</u>	26
7.2.1.2	<u>Instrumentos de medida</u>	26
7.2.1.3	<u>Modalidades de execução</u>	26
8	RELATÓRIOS DE CONTROLO DE QUALIDADE	27

INDICE GERAL

8.1	RELATÓRIO INICIAL	27
8.2	RELATÓRIO MENSAL	28
8.3	RELATÓRIO FINAL	28
9	CONCLUSÃO	29
10	BIBLIOGRAFIA.....	30

1. OBJECTIVO

Os grandes objectivos do meu estágio, como futuro Engenheiro Metalúrgico e de Materiais, na empresa SGS, foram uma introdução cuidada e planeada num meio profissional específico e um enriquecimento técnico e humano decorrente da relação com as várias entidades e pessoas envolvidas.

2. INTRODUÇÃO

O presente estágio foi realizado no âmbito da inspecção da construção de redes de gás natural.

Como preparação para um melhor desempenho das funções de inspecção e certificação de redes de gás, a empresa SGS, onde se realizou o estágio, entendeu haver necessidade de formação específica nesta área, pelo que realizei o curso de técnico de gás no CATIM (formação em sala com duração de 120 horas durante 3 semanas).

Embora as redes de gás natural estejam em franca expansão por todo o país, este estágio centrar-se-á apenas no trabalho desenvolvido na concessionária Lusitaniagás que tutela a distribuição de gás natural para a região centro.

As funções desempenhadas como inspector foram desde a recepção da tubagem (tendo inclusive estagiado durante duas semanas na ALFATUBO, empresa nacional de produção de tubagem em polietileno), acessórios, soldadura, realização de ensaios até à certificação final da obra da qual se emitiram os respectivos relatórios.

3. CONCEITOS

3.1 CONTROLO DE QUALIDADE

É a acção exercida no decurso da execução da obra que garanta o integral cumprimento do projecto, cadernos de encargos e especificações técnicas da Lusitaniagás e os regulamentos técnicos aplicáveis.

3.2 ORGANISMO DE INSPECÇÃO

É um organismo especializado (neste caso a SGS), devidamente reconhecido, contratado pela Lusitaniagás, com organização pessoal, competência e idoneidade para assegurar, segundo critérios estabelecidos, a avaliação, parecer e supervisão dos trabalhos realizados na óptica da inspecção da qualidade.

3.3 INSPECTOR

É o elemento da inspecção que assegura a inspecção da qualidade e resolve todas as questões, no âmbito do organismo de inspecção, que lhe sejam postas pela Lusitaniagás para o efeito do normal andamento dos trabalhos.

4. MATERIAIS

4.1 REDES PRIMÁRIAS



Figura 1 – Tubagem para uma rede primária

4.1.1 Matéria prima

As condutas são do tipo de aço macio com costura, que deverá ter uma composição química e propriedades mecânicas de acordo com a norma API 5L grau B.

4.1.1.1 Propriedades químicas

Carbono	0,26% max
Manganês	1,15% max
Fósforo	0,04% max
Enxofre	0,05% max

Tabela 1 – Composição química da matéria prima

4.1.1.2 Propriedades mecânicas

Limite de elasticidade	241,08 MPa
Carga de rotura	413,56 Mpa
Elongamento mínimo	Conforme API 5L tabela 4.1 em 2 polegadas

Tabela 2 – Propriedades mecânicas da matéria prima

4.1.1.3 Revestimento

Os tubos, na fabrica, são revestidos exteriormente por uma camada com base em polietileno.

4.1.2 Controlo de fabrico

4.1.2.1 Teste hidraulico

Cada conduta é submetida a um teste hidráulico, na fábrica, não se devendo verificar nenhuma fuga, de acordo com as especificações API 5L Secção 5.

O fabricante apresentará ao cliente os certificados dos testes de pressão.

4.1.2.2 Ensaio não-destrutivos

A verificação das dimensões, aspecto e extremidades é feita a todos os tubos.

A tubagem de aço é submetida a uma inspecção contínua durante o fabrico, conforme especificado em API Std. 5L 1984 Secção 9.

4.1.2.3 Ensaaios destrutivos

- *Teste à tensão longitudinal*

O teste à tensão longitudinal é efectuado como está especificado em API Std. 5L, Secção 4.

- *Teste à tensão transversal*

Para as tubagens de aço macio com costura de diâmetro exterior igual ou superior a 219 mm, o teste à tensão transversal é efectuado de acordo com o API Std. 5L, Secção 4.

- *Teste à tensão de soldadura*

Para as tubagens de aço macio com um diâmetro exterior igual ou superior a 219 mm, o teste à tensão da soldadura é efectuado de acordo com o API Std. 5L, Secção 4.

- *Teste ao achatamento*

O teste ao achatamento é efectuado como está especificado no API Std. 5L, Secção 4.

- *Teste à flexão*

O teste à flexão é aplicado às tubagens soldadas com arco submerso e efectuado como especificado no API Std. 5L Secção 4.

4.1.3 Recepção em obra

Os materiais fornecidos pelo empreiteiro deverão ser conformes à lista dos materiais, às especificações técnicas da Lusitaniagás e às leis aplicáveis. Deverão ser sempre acompanhados, além do certificado de origem, por um certificado de conformidade àquelas especificações, passado por uma entidade devidamente reconhecida pela D.G.E. e aceite pela Lusitaniagás.

4.2 REDES SECUNDÁRIAS

4.2.1 Redes em Aço

A tubagem utilizada nestas redes é igual, quer em termos de matéria prima, controlo de fabrico, ou recepção em obra à utilizada nas redes primárias, já descrita no ponto 3 . A única diferença entre estas duas tubagens reside no facto da pressão de serviço a que estas vão estar sujeitas ser diferente.

4.2.2 Redes em Polietileno



Figura 2 – Tubagem em polietileno

4.2.2.1 Matéria prima

- *O polietileno*

O polietileno, assim como o polipropileno, é uma resina poliolefínica. Esta resina termoplástica é obtida através da polimerização da molécula do etileno, $\text{CH}_2 = \text{CH}_2$, que é, por sua vez obtido através da nafta ou outros derivados do petróleo.

Basicamente o Polietileno pode ser obtido mediante dois processos de polimerização: o de alta pressão e o de baixa pressão.

➤ Processo de alta pressão:

A polimerização do etileno é efectuada a pressões elevadas, de 250 a 300 atm., e a temperatura na casa dos 300°C, usando pequenas quantidades de oxigénio como catalisador.

A polimerização efectuada a altas pressões origina o *polietileno de baixa densidade* (LDPE - Low Density PolyEthylene). A proporção da zona cristalina ronda os 50% devido à elevada ramificação das cadeias que formam a molécula de PE. O elevado número de zonas amorfas e a dificuldade de agrupamento devido ao elevado grau de ramificação, leva a uma baixa densidade do material que oscila entre 0,910 e 0,930 g/cm³.

➤ Processo de baixa pressão:

A polimerização efectuada a baixas pressões (5-40 atm) com temperaturas inferiores a 300°C e a adição de catalisadores metálicos de titânio e magnésio, dá origem ao *polietileno de alta densidade* (HDPE - High Density PolyEthylene).

A proporção de zonas cristalinas encontra-se entre os 60 e 80%, o que leva a uma densidade elevada que oscila entre 0,940 e 0,965 g/cm³.

Dentro de certas condições de processo, consegue-se ainda obter um material de densidade entre os 0,930 e os 0,940 g/cm³, que constitui o *polietileno de média densidade* (MDPE - Medium Density PolyEthylene)

• *Um curto historial sobre as tubagens em polietileno*

O polietileno para aplicação em tubagens com pressão, é caracterizado pela sua Resistência Mínima Requerida (MRS - Minimum Required Strength), garantia de que o tubo, quando sujeito a uma tensão equivalente, terá no mínimo uma vida útil de 50 anos a 20°C.

O valor é expresso em bares, originando designações tais como, PE80, PE100, etc.

O primeiro material a ser utilizado foi o polietileno de baixa densidade convencional. Em termos de resistência tratava-se de um PE32, e com o desenvolvimento conseguiu-se evoluir até chegar ao PE40.

Nos finais da década de 50, foi introduzido o polietileno de alta densidade para aplicações com pressão. Com a resistência mecânica de um PE63, foi possível aumentar as pressões de serviço, bem como a redução das espessuras dos tubos. Foi a partir daqui que o

polietileno teve um grande crescimento como material para tubagens, iniciando-se a sua utilização para grandes diâmetros. Entretanto as normas para dimensionamento tiveram uma forte difusão.

Nos finais da década de 70, surgiu no mercado a segunda geração de polietileno de alta densidade, com uma resistência mecânica que lhe permitiu a designação de *PE80*.

Alguns anos mais tarde, foi introduzido no mercado o *PE80* de média densidade proporcionando melhores propriedades de longo prazo e conferindo ao sistema uma muito maior flexibilidade. Graças a essa combinação o Polietileno conseguiu ganhar uma excelente cota na aplicação para o gás e água.

O último desenvolvimento trouxe para o mercado os materiais bimodais, os *PE100* (a terceira geração do polietileno), em que a polimerização em vez de se dar num só reaktor (*PE80*), é iniciada num reaktor e finalizada num outro.

As possibilidades oferecidas por estas resinas são as seguintes:

- Aumento das pressões de serviço;
- Redução das espessuras dos tubos;
- Possibilidade de produzir tubos de maior diâmetro;
- Melhoria das propriedades mecânicas.

A resina de PE deverá ser preta e resultar da adição ao polímero base, unicamente dos aditivos necessários à produção do tubo, sem prejudicar a sua fusibilidade e armazenagem. Os aditivos deverão estar dispersos uniformemente no tubo.

4.2.2.2 Controlo de fabrico

Nesta fase há que distinguir dois processos:

- *Processo de aprovação:*

Processo cujo objectivo final é a aprovação de uma resina (§1), bem como a aprovação da capacidade de produção de tubo por parte do fabricante/fornecedor (§2).

- *Processo de continuidade:*

Processo iniciado com a encomenda do tubo, e cujo objectivo é a sua aprovação.

Este processo será executado sempre que seja efectuada uma encomenda ao fabricante do tubo pela entidade compradora.

Cada um destes processos tem associado um conjunto de inspecções, ensaios e respectivas conclusões, apresentadas na tabela seguinte.

Processo	Inspecções e Ensaios	Conclusão
Aprovação	• Ensaio realizado a uma resina na forma de grânulos (§1); • Ensaio à resina na forma de tubo (§1); • Inspecções e ensaios efectuados à tubagem (§2).	• Resina aprovada; • Capacidade de produção aprovada; • Lotes de tubo aprovado.
Continuidade	• Ensaio realizado a um lote de resina, na forma de grânulo, utilizada para a produção de tubagem (§1); • Inspecções e ensaios realizados à tubagem fabricada (§2).	• Lote de tubo fabricado e aprovado

Tabela 3 – Inspecções, ensaios e conclusões dos processos de aprovação e continuidade

• *Controlo da resina*

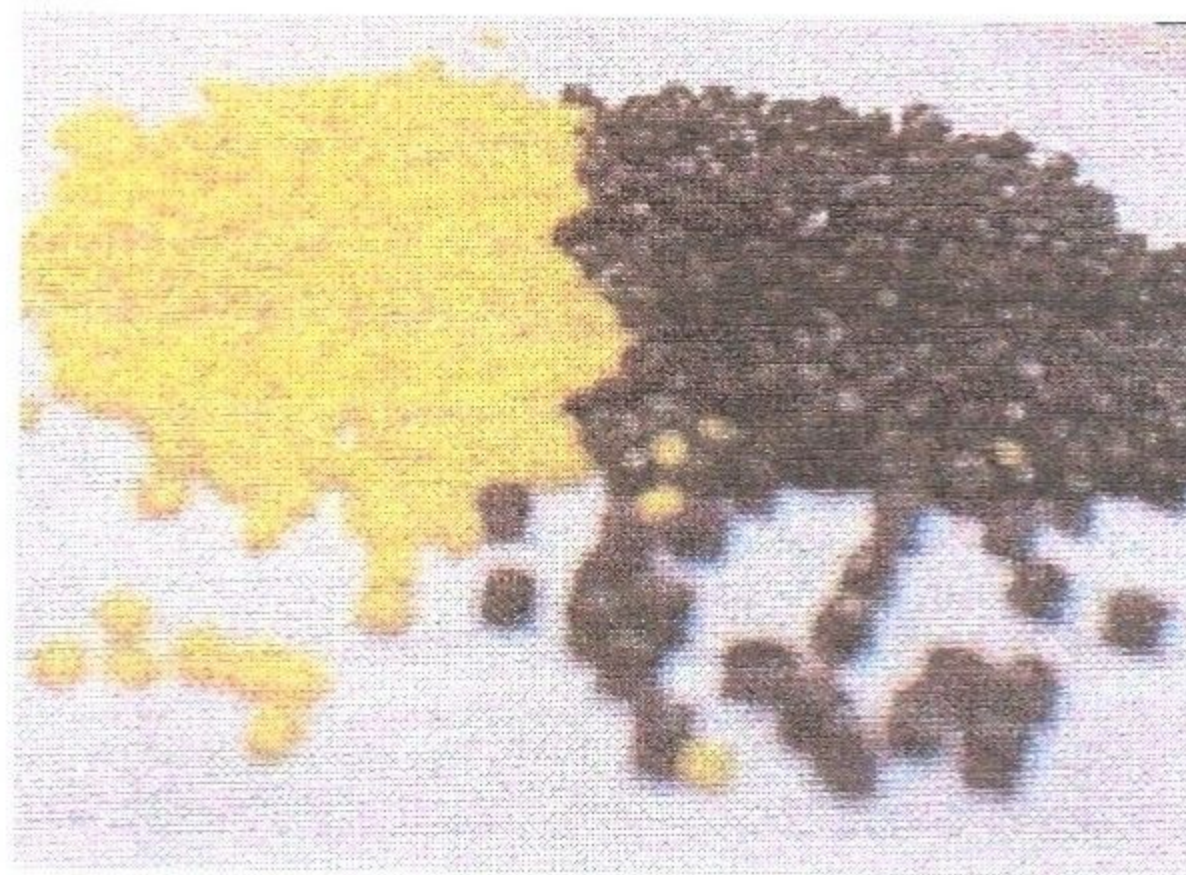


Fig. 1 – Matéria prima na forma de grânulos

Ensaio	Referências	Aprovação	Continuidade
Massa volúmica	prEN 1555-1	✓	✓
Estabilidade térmica (OIT)		✓	✓
Índice de Fluidez		✓	✓
Teor de Voláteis		✓	✓
Teor de Água(*)		✓	✓
Teor de Negro de Fumo		✓	✓
Dispersão do negro de fumo		✓	✓

(*)Este ensaio será exigido se o resultado obtido para o teor de produtos voláteis não corresponder ao requerido

Tabela 4 – Ensaio a realizar à matéria prima na forma de grânulos

Ensaio	Referências	Aprovação	Continuidade
Resistência aos constituintes do gás	prEN 1555-1	✓	
Resistência à propagação rápida de fissuras		✓	
Resistência ao crescimento lento de fissura		✓	
Classificação e designação		✓	
Compatibilidade de soldaduras	prEN 1555-5	✓	

Tabela 5 – Ensaio a realizar à matéria prima na forma de tubo

No processo de aprovação da matéria prima o fornecedor do tubo elabora um relatório que evidencia a realização dos ensaios constantes do §1 deste relatório, os quais são efectuados por uma entidade independente.

No processo de continuidade o fornecedor do tubo realiza os ensaios constantes da Tabela 2, apresentando o resultado dos mesmos no certificado de fabrico.

Quer o processo de aprovação da matéria prima quer o processo de continuidade são efectuados segundo um plano de amostragem.

- *Controlo do tubo*

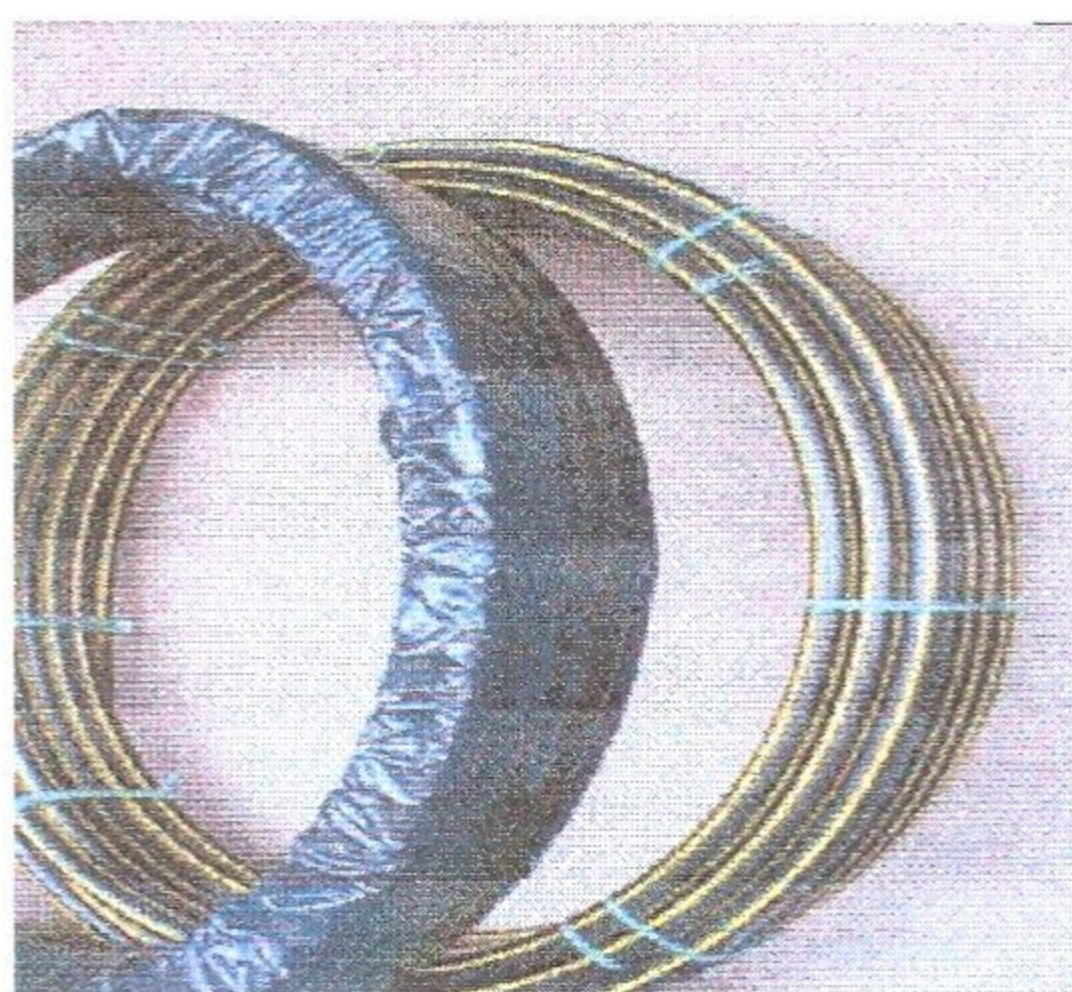


Fig. 2 – Tubo em PE

- Características Geométricas

Em termos de características geométricas o tubo deve obedecer às medidas estipuladas pela norma PrEN 1555-2.

O diâmetro exterior médio deverá obedecer à tolerância grau B (ISO 11922-1).

Nos tubos em bobinas a ovalização não deverá exceder 6% do seu diâmetro nominal (DN).

Não são admissíveis tubos com espessuras de parede inferiores a 3,0 mm (SDR11 e SDR17,6).

○ Características mecânicas

Ensaio	Referências	Aprovação	Continuidade
Resistência à pressão hidráulica interna a 20°C (≥100h)	prEN 1555-2	✓	
Resistência à pressão hidráulica interna a 80°C (≥100h) [EN 921]			✓
Resistência à pressão hidráulica interna a 80°C (≥165h)		✓	
Alongamento à rotura [NP EN 638]		✓	✓
Resistência ao crescimento lento de Fissuras (e<5mm)		✓	
Resistência ao crescimento lento de Fissuras (e≥5mm)		✓	
Resistência à propagação rápida de fissuras		✓	

Tabela 6 – Ensaio mecânicos a realizar ao tubo fabricado

○ Características físicas

Ensaio	Referências	Aprovação	Continuidade
Estabilidade térmica (OIT) [EN 728]	prEN 1555-2	✓	✓
Índice de Fluidez [ISO 1133]		✓	✓
Deformação Longitudinal [EN 921]		✓	

Tabela 7 – Ensaio físicos a realizar ao tubo fabricado

○ Marcação

A marcação dos tubos é efectuada segundo a norma PrEN 1555-2.

Exemplo de Marcação:

Identificação do fabricante	Especificação técnica	Designação da resina	Gás / Pressão máxima (bar)	DN / Série de Espessura	Ano / Semana de fabrico	N.º do lote de fabrico
###	GDP-034	PE###	Gás 4 bar	## / SDR / ##	## / ##	####

No processo de aprovação do tubo o fornecedor elabora um relatório em que é evidenciada a realização das inspecções e ensaios (§2), os quais deverão ser efectuados por uma entidade independente.

No processo de continuidade o fornecedor do tubo realiza os ensaios à matéria prima e ao tubo, apresentando o resultado dos mesmos no certificado de fabrico NP EN 10204 3.1B.

Quer o processo de aprovação do tubo quer os ensaios de continuidade são efectuados segundo o plano de amostragem que consta no prEN 1555-7, tabelas 3 e 7, respectivamente.

- *Relatório de aprovação*

O processo de aprovação da matéria prima e do tubo carece da elaboração de um relatório técnico da responsabilidade do fornecedor de tubo, contendo a seguinte informação:

- Identificação do relatório de aprovação;
- Ensaios realizados à matéria prima;
- Inspecções e ensaios realizados ao tubo.

- *Certificado de fabrico*

Por cada expedição de tubo, o fornecedor emite um certificado de fabrico, segundo a norma NP EN 10204 / 3.1B, contendo a seguinte informação:

- Identificação do certificado de fabrico;
- Garantia de que a matéria prima utilizada não sofreu alterações;
- Ensaios realizados à matéria prima;
- Inspecções e ensaios realizados ao tubo.

4.2.2.3 Recepção em obra

Os materiais fornecidos pelo empreiteiro deverão ser conformes à lista dos materiais, às especificações técnicas da Lusitaniagás e às leis aplicáveis. Deverão ser sempre acompanhados, além do certificado de origem, por um certificado de conformidade àquelas especificações, passado por uma entidade devidamente reconhecida pela D.G.E. e aceite pela Lusitaniagás.

5. SOLDADURA DE REDES DE GÁS

5.1 REDES PRIMARIAS

As condições técnicas a que está sujeita a execução de trabalhos de soldadura para montagem de redes de gás em aço, com pressão máxima de serviço menor ou igual a 19 bar, são estabelecidas pela “especificação de execução” da Lusitaniagás.



Figura 3 – Cordão de soldadura de uma rede em aço

5.1.1 Materiais

5.1.1.1 Materiais de base

Os materiais constituintes das redes em aço integradas no sistema de distribuição regional de gás natural são os seguintes:

- Tubos: API 5L Gr . B
- Acessórios: aço forjado ASTM A234 WPB
- Válvulas: API 6D, classe ANSI 150
- Juntas isolantes: classe PN40 com extremidades em aço API 5L Gr . B

5.1.1.2 Materiais de adição

Os eléctrodos são conforme a norma ANSI/AWS A5 . 1-81 ou equivalentes a ela no que respeita os seguintes requisitos:

- Condições gerais de funcionamento;
- Simbologia que indica as características principais dos eléctrodos revestidos;
- Classificação com base nas características de qualidade (tensão de rotura, alongamento, resiliência, resistência à fissuração, conteúdo de hidrogénio);
- Modalidades de ensaio e critérios de avaliação da aceitabilidade dos resultados.

- *Conservação dos eléctrodos básicos*

Os eléctrodos básicos devem ser armazenados nas embalagens originais intactas, em local fechado e com uma humidade relativa não superior a 50%. Antes do seu emprego os eléctrodos são tratados da seguinte maneira:

- *Eléctrodos contidos em invólucros metálicos:*

Após a abertura do invólucro os eléctrodos devem ser mantidos a uma temperatura entre os 100 e os 120°C até à sua utilização.

- *Eléctrodos contidos em invólucros não metálicos:*

Após a abertura do invólucro os eléctrodos são submetidos a um tratamento de regeneração e posteriormente mantidos em estufas a uma temperatura entre os 100 e os 120°C até à sua utilização.

- *Regeneração dos eléctrodos básicos*

A regeneração dos eléctrodos básicos é feita a uma temperatura entre 350°C e 400°C durante duas horas. No fim da regeneração os eléctrodos são colocados imediatamente nas estufas de conservação.

5.1.1.3 Procedimento de soldadura

Os procedimentos a utilizar na soldadura das tubagens são por arco eléctrico, sendo o primeiro passe a TIG e os passes de enchimento a TIG ou com eléctrico básico.

5.1.2 Inspecção das soldaduras em obra

5.1.2.1 Controlo visual

O exame visual é executado para detectar defeitos superficiais e controlar as dimensões do cordão externo das soldaduras.

5.1.2.2 Controlo radiográfico

Nas redes primárias o exame radiográfico é feito a 100% das soldaduras.

5.2 REDES SECUNDÁRIAS - PE

5.2.1 Generalidades

As ligações entre tubos e destes com os acessórios é executada por electrosoldadura com uma máquina equipada com um leitor de código barra ou carta magnética, permitindo o registo dos dados de soldadura, ou por soldadura topo a topo, tudo por máquinas devidamente certificadas de acordo com a norma ISO 12176.

5.2.1.1 Soldadores

As soldaduras só podem ser executadas por soldadores portadores de licença nos termos do art.º 10º do anexo I do Dec. Lei 263/89 e de certificado segundo a norma EN 13067, emitido por uma entidade devidamente reconhecida pela D.G.E.

5.2.1.2 Operações preliminares

As soldaduras devem em regra geral ser executadas fora da vala, num local apropriado. Os tubos e acessórios são examinados imediatamente antes da soldadura:

5.2.1.3 Ovalização dos tubos

A ovalização dos tubos não deve ultrapassar o valor de 1,5% calculado pela seguinte fórmula:

$$Ov = \frac{De_{\text{máx}} - De_{\text{min}}}{De} \times 100$$

Onde: Ov = ovalização;
De = Diâmetro nominal do tubo;
Demáx = Diâmetro medido perto da máxima ovalização;
Demin = Diâmetro externo mínimo do tubo.

5.2.1.4 Limpeza das superfícies a soldar

A limpeza das superfícies a soldar é feita unicamente com produtos desengordurantes voláteis.

É proibido utilizar panos de fibra sintética, ou papeis sujos, que larguem fibras, sendo por sua vez obrigatório utilizar panos de algodão, limpos, ou de papel apropriado. É igualmente proibido tratar as superfícies a soldar com lixa ou abrasivos não apropriados.

5.2.1.5 Condições ambientais

Os tubos a soldar devem estar a uma temperatura de 0°C a 40°C. A soldadura é executada num lugar seco, protegido da chuva e do vento, até ao seu arrefecimento completo.

5.2.1.6 Acessórios e peças especiais

Os acessórios só podem ser desembalados no momento da sua utilização.

5.2.1.7 Marcação das soldaduras

Cada soldadura é marcada com uma etiqueta autocolante, contendo o n.º da licença do soldador que a fez, o dia e a hora da sua realização.

5.2.2 Soldadura topo a topo



Figura 4 – Soldadura topo a topo em obra de uma tubagem em polietileno

5.2.2.1 Aplicação

A soldadura topo a topo só pode ser efectuada a partir de tubos com um diâmetro nominal de 110 mm ou maior. Este processo é limitado a soldaduras entre tubos do mesmo diâmetro e espessura.

5.2.2.2 Rectificação e limpeza dos tubos

Os dois topos a soldar são rectificadas com uma rectificadora rotativa, imediatamente antes da soldadura e posteriormente desengordurados .

5.2.2.3 Montagem da máquina de soldar

A distância entre as maxilas da máquina e as extremidades dos tubos é, de pelo menos, 20 cm após rectificação dos topos, assegurando-se que os dois estejam perfeitamente alinhados.

5.2.2.4 Parâmetros da soldadura

As soldaduras são executadas de acordo com os parâmetros indicados pelos fabricantes das máquinas de soldar.

5.2.3 Electrosoldadura

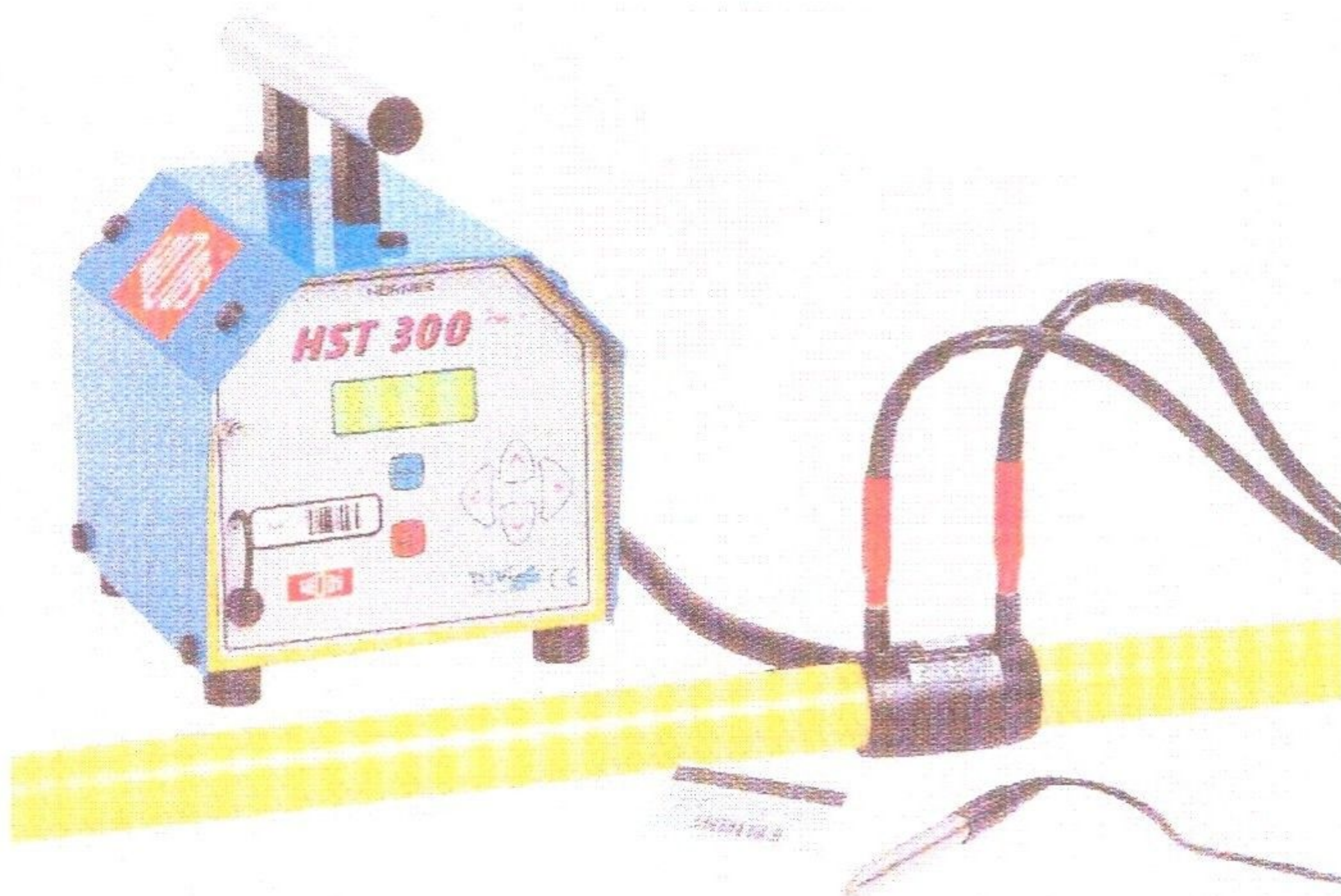


Figura 5 – Electrosoldadura de uma tubagem em polietileno

Os acessórios electrosoldáveis são guarnecidos, na sua parede interna, por uma resistência eléctrica incorporada no PE e que alimentada em condições bem definidas, aquece o PE a uma temperatura que permite soldar as peças a juntar.

5.2.3.1 Preparação dos tubos e das peças especiais a juntar:

- Cortar 5 cm na extremidade do tubo, pois existe uma deformação por fluência na extremidade;
- Desengordurar a superfície dos tubos, ou do tubo e da peça especial;
- Retirar pelo menos 0,1 mm de material, para eliminar a película de oxidação;

- Encaixar o acessório electrosoldável até uma profundidade igual a metade do seu comprimento.

5.2.3.2 Preparação dos acessórios electrosoldáveis:

- Desembalar os acessórios só no acto da montagem;
- Limpar toda a superfície interior.

5.2.4 **Inspecções das soldaduras em obra**

5.2.4.1 Soldaduras topo a topo

- Controlo visual
- Controlo não destrutivo

Conforme previsto na Portaria 386/94, artº21, nº4, 10% das soldaduras topo a topo são submetidas a controlo por radiografia ou ultra-sons.

- Controlo destrutivo

Os ensaios destrutivos são, normalmente, efectuados a 2% das soldaduras topo a topo, incluindo as que já foram controladas por ensaios não destrutivos.

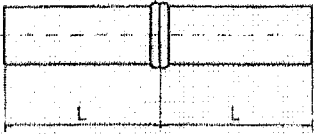
D. N. PE SDR 11	COMPRIMENTO L m	PROVETE
125	0,50	
> 125	0,60	

Tabela 8 – Dimensões dos provetes das soldaduras topo a topo

Os provetes serão submetidos aos seguintes ensaios:

- ◆ Exame visual
- ◆ Ensaio de dobragem

5.2.4.2 Ligações por electrosoldadura

- Dimensões dos provetes e ensaios:

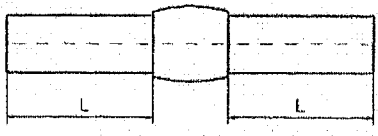
D. N. Serie SDR 11 mm	COMPRIMENTO L m	PROVETE
32	0.30	
40	0.30	
63	0.40	
90	0.50	
110	0.50	
125	0.60	
125	0.60	

Tabela 9 – Dimensões dos provetes das soldaduras electrosoldáveis

Os ensaios para ligações electrosoldadas são os seguintes:

- ♦ Controlo visual;
- ♦ Ensaio de descolamento.

O ensaio deve ser executado de acordo com o previsto na norma ISO/TC 138/SC4.

Os provetes, tanto nas soldaduras topo a topo, como nas electrosoldáveis, além do nome do soldador, da hora e do local de execução, devem indicar, de forma indelével, o número da máquina de soldar e o número sequencial do provete.

6. ACOMPANHAMENTO DA OBRA

6.1 VERIFICAÇÃO DO ESTADO DE QUALIFICAÇÃO

Antes do início dos trabalhos é analisado o estado de qualificação relativamente aos procedimentos de soldadura, aos equipamentos e aos recursos humanos envolvidos.

6.2 RECEPÇÃO DE MATERIAIS EM OBRA

Foram vertentes em análise:

- Verificação da conformidade dos materiais à normalização e/ou às especificações técnicas;
- Verificação dos certificados de qualidade.

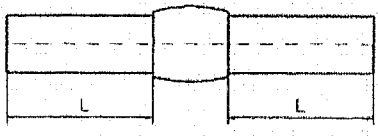
D N Serie SDR 11 mm	COMPRIMENTO L m	PROVETE
32	0.30	
40	0.30	
63	0.40	
90	0.50	
110	0.50	
125	0.60	
125	0.60	

Tabela 9 – Dimensões dos provetes das soldaduras electrosoldáveis

Os ensaios para ligações electrosoldadas são os seguintes:

- ♦ Controlo visual;
- ♦ Ensaio de descolamento.

O ensaio deve ser executado de acordo com o previsto na norma ISO/TC 138/SC4.

Os provetes, tanto nas soldaduras topo a topo, como nas electrosoldáveis, além do nome do soldador, da hora e do local de execução, devem indicar, de forma indelével, o número da máquina de soldar e o número sequencial do provete.

6. ACOMPANHAMENTO DA OBRA

6.1 VERIFICAÇÃO DO ESTADO DE QUALIFICAÇÃO

Antes do início dos trabalhos é analisado o estado de qualificação relativamente aos procedimentos de soldadura, aos equipamentos e aos recursos humanos envolvidos.

6.2 RECEPÇÃO DE MATERIAIS EM OBRA

Foram vertentes em análise:

- Verificação da conformidade dos materiais à normalização e/ou às especificações técnicas;
- Verificação dos certificados de qualidade.

6.3 CONTROLO DOS TRABALHOS DE VALA E REPOSIÇÃO DE PAVIMENTOS

É feito um controlo dos trabalhos de vala e reposição de pavimentos, conforme o caderno de encargos especial. Em particular, é anotado o estado inicial dos pavimentos e assegurado que a sua reposição se efectue conforme aquele estado, caso não haja outras exigências por parte das entidades envolvidas e expressas nas respectivas licenças. Verifica-se também que os serviços cortados ou danificados foram refeitos ou reparados de modo a garantir a sua operacionalidade.



Figura 6 – Reposição de pavimentos

6.4 CONTROLO DOS TRABALHOS DE MONTAGEM DA TUBAGEM

6.4.1 Estado funcional do equipamento

Na sequência da constatação do estado de qualificação do equipamento de soldadura, na fase que antecede o início da obra, é verificada periodicamente a conformidade dos equipamentos com os requisitos previamente definidos:

- Estado de conservação;
- Referências construtivas;
- Avaliação funcional do equipamento em vazio;
- Sistema de protecção;
- Capacidade de trabalho.

6.4.2 Controlo das soldaduras

O controlo das soldaduras nos tubos em aço e em polietileno é efectuado de acordo com a “Especificação de Soldadura para Redes de Gás em Aço” e com o “caderno de encargos especial” da Lusitaniagás, respectivamente.

É efectuada uma avaliação do desempenho dos soldadores através de observações pontuais das seguintes tarefas:

- Protecção do posto de soldadura face às condições atmosféricas;
- Manuseamento e parqueamento dos materiais;
- Montagem no equipamento de soldadura dos elementos a soldar, com especial relevo para o alinhamento e ajuste do sistema de fixação;
- Acabamento e verificação do paralelismo e esquadria entre as duas extremidades a soldar;
- Sequência operatória com relevância para os parâmetros de soldadura aplicados.

6.4.3 Controlo das operações de montagem

É efectuado um seguimento e supervisão da operação de montagem em vala, designadamente a implantação, profundidade, distância a outras infra-estruturas e colocação de mangas separadoras ou isoladoras no tubo do gás.

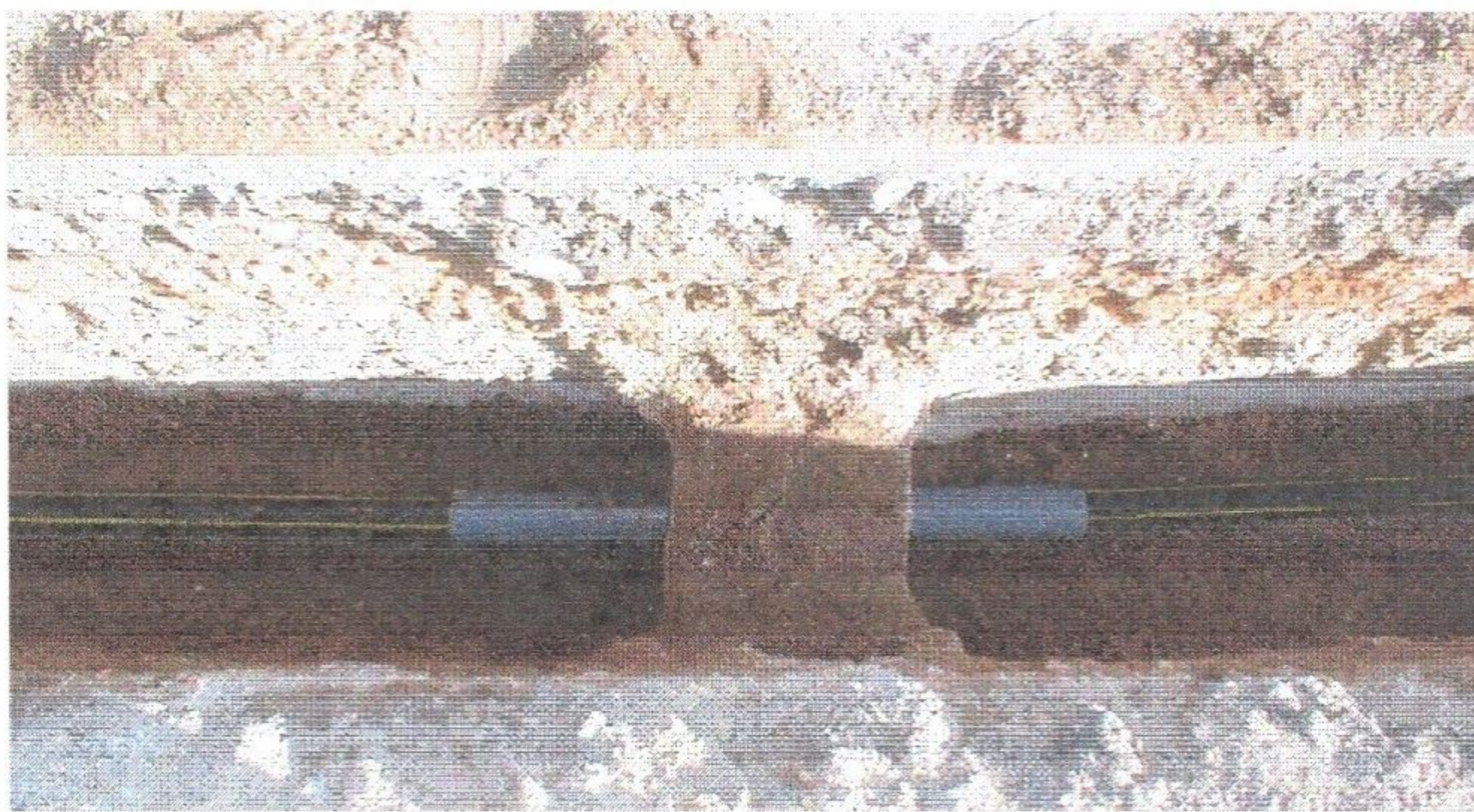


Figura 7 – Tubagem na vala com mangas separadoras em PVC

6.4.3.1 Instalação do caboduto

O caboduto é colocado no fundo da vala, junto à parede, o mais afastado possível do tubo de gás, conforme o esquema da vala tipo a seguir e sempre que possível, do lado dos edifícios.

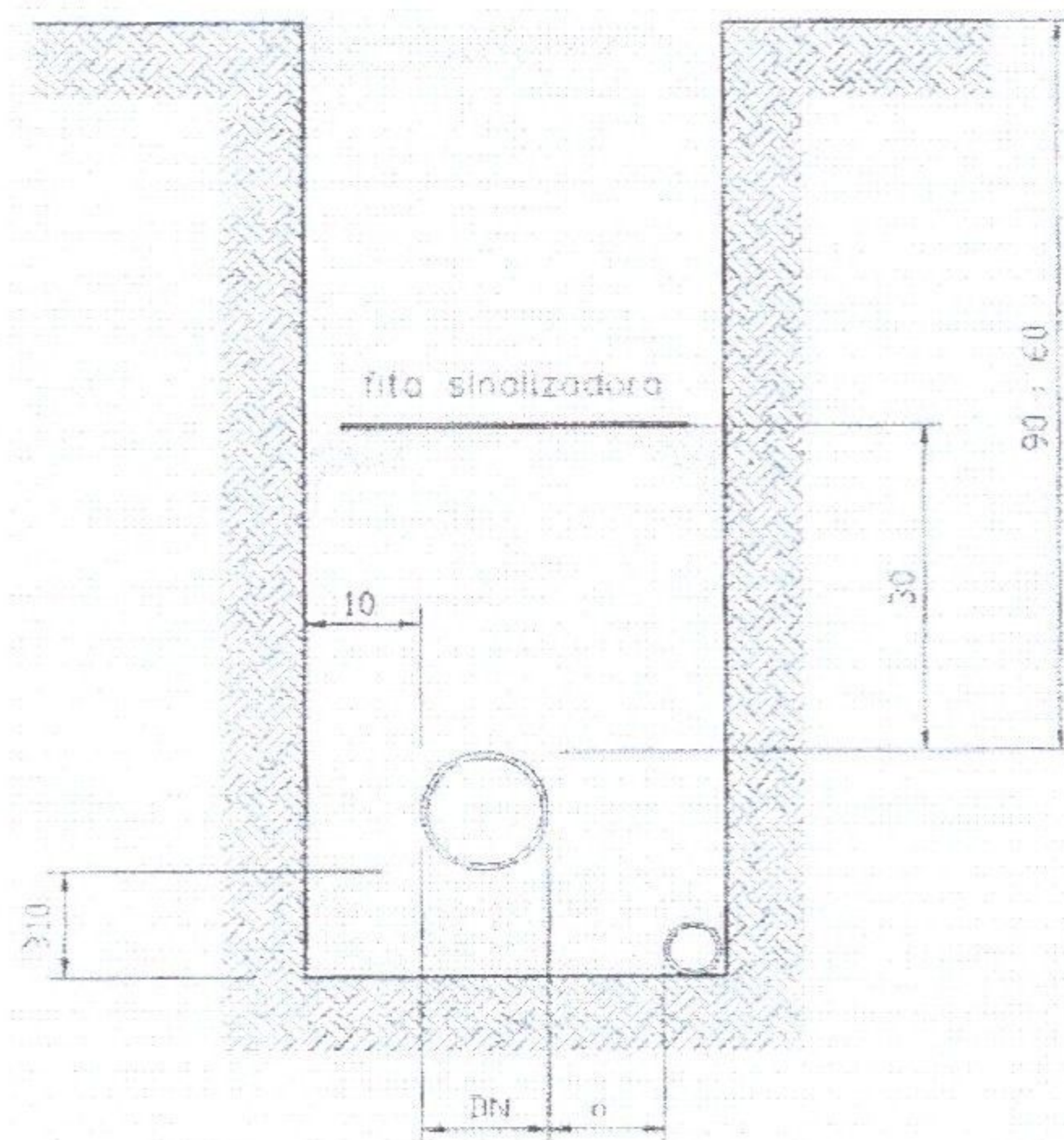


Fig. 3 – Esquema de uma vala tipo

Tubo gás	Distância entre tubo gás e caboduto
DN 63	$\cong 5$ cm, medida em projecção vertical
DN 110	> 5 cm, medida em projecção horizontal
DN 160 DN 200	≥ 10 cm, medida em projecção horizontal

Tabela 10 – Distâncias entre o tubo de gás e o caboduto

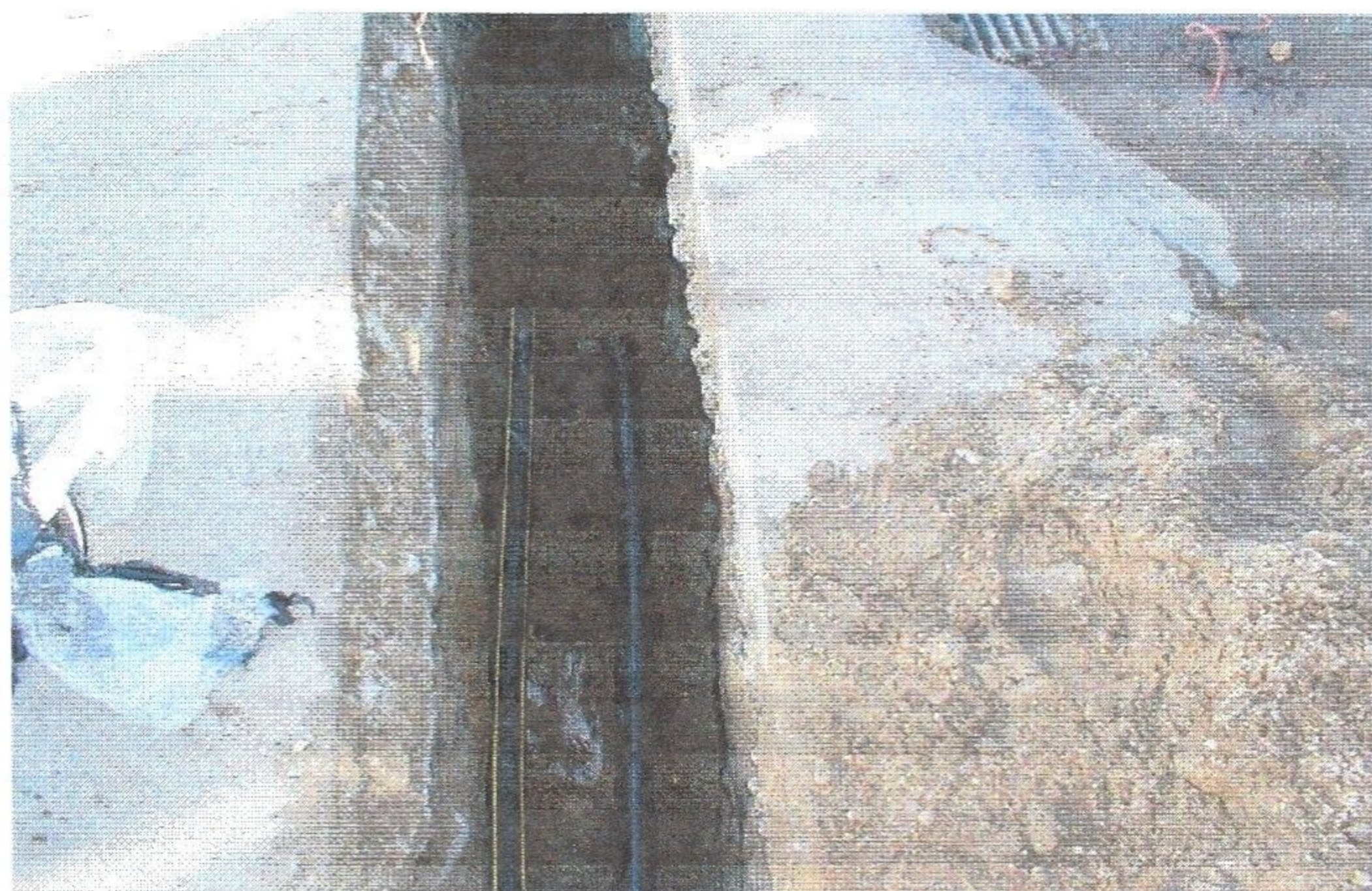


Figura 8 – Tubagem de caboduto na vala

6.4.3.2 Instalação da tubagem

Os troços de tubagem , quando colocados nas valas, são obturados com tampões provisórios, a retirar aquando da interligação desses troços de tubagem, devendo verificar-se a inexistência de corpos estranhos no seu interior.

A tubagem é instalada sobre uma camada de areia doce ou material equivalente, uniformemente distribuído no fundo da vala com uma espessura mínima de 0,10m. Depois da tubagem montada, completa-se a camada de envolvimento da tubagem com a mesma areia, até 10 cm acima da geratriz superior do tubo, seguida de uma camada de 0,20m de um material isento de elementos que constituam eventual perigo para a tubagem ou para o seu revestimento. A esta distância, é colocada uma fita de sinalização amarela, com a inscrição de metro a metro das palavras “ATENÇÃO – GÁS”. Após a colocação da fita de sinalização é feito um enchimento compactado.



Figura 9 – Colocação da fita de sinalização

7. ENSAIOS EM OBRA

7.1 REDES PRIMÁRIAS

Os ensaios devem obedecer, para além das instruções do “caderno de encargos especial” da Lusitaniagás, às disposições constantes da Portaria nº386/94, capítulo V.

Os ensaios são executados na presença de um representante da entidade inspectora, de um representante da Lusitaniagás e de um representante do empreiteiro.

7.1.1 Ensaio de resistência hidráulica por troços

O troço de tubagem (de igual diâmetro) é completamente montado e enterrado, não devendo incluir válvulas e tês de derivação.

O comprimento máximo admissível do troço a ensaiar é de 10 Km.

A pressão de ensaio é de 45 bar, devendo manter-se constante por 48 horas consecutivas.

7.1.1.1 Instrumentos de medida

Os instrumentos utilizados na medição são os seguintes:

- Indicador de pressão;
- Registrador de pressão;
- Indicador de temperatura do fluido de ensaio;

Os instrumentos de medida têm uma precisão de 0,5% devidamente comprovada por um certificado de calibração válido.

Os instrumentos de medida são instalados na extremidade mais alta e oposta à do enchimento.

7.1.1.2 Modalidades de execução

As extremidades pré-montadas a aplicar ao troço de rede, previamente ensaiadas, são inspeccionadas antes da sua montagem. As flanges, juntas e válvulas devem ser de tipo apropriado, de modo a assegurarem uma perfeita estanquidade à pressão de ensaio.

A montagem das extremidades é feita por soldadura topo a topo.

Antes da soldadura da extremidade, por onde se fará o enchimento, introduz-se um pig apropriado para impedir a formação de bolhas de ar durante o enchimento.

Antes de se dar início ao ensaio observa-se o seguinte:

- Verifica-se o zero do registrador de pressão, regista-se no diagrama a data e hora do início e por fim o registo é assinado pelos representantes acima mencionados;
- As válvulas entre o registrador de pressão e a tubagem a ensaiar são seladas na posição de abertas, bem como o registrador.

O caudal de água de enchimento deve ser tal que a velocidade de avanço do pig na conduta não ultrapasse 1 m/Seg.

Na extremidade oposta à do enchimento, as válvulas de descarga do ar ficam abertas durante todo o enchimento e só são fechadas aquando da chegada do pig.

No diagrama verifica-se a subida da pressão. Quando esta atingir um valor de cerca de 50% da pressão de ensaio, é feita uma inspecção cuidada às junções, flanges, bombas e outros, no sentido de verificar a ausência de perdas.

O primeiro controlo é feito decorrido 12 horas a partir do momento em que se atinge a pressão de ensaio. Caso a pressão caia mais de 10%, repõe-se a pressão inicial. Cada ajuste de pressão implica um prolongamento de ensaio por mais 24 horas.

No final do ensaio e após descarregar o troço de tubagem, regista-se no diagrama a data, hora do fim do ensaio, precedida pela assinatura dos representantes acima referidos.

Após o ensaio é elaborado um relatório pela entidade inspectora .

7.1.2 Ensaio de estanquidade do conjunto da tubagem executada

As tubagens a ensaiar são completamente aterradas, inclusive as válvulas, tês e acessórios.

O fluido de ensaio é o ar, previamente filtrado com um filtro de óleo de rendimento mínimo de 80%, à pressão de 7,5 bar, mantendo-se esta pressão constante por 24 horas consecutivas após o período de estabilização das condições de ensaio, que é considerado de 12 horas.

7.1.2.1 Instrumentos de medida

Os instrumentos de medida obedecem aos requisitos previstos no ponto 7.1.1.1.

7.1.2.2 Modalidades de execução

- Verifica-se o zero do registador de pressão, regista-se no diagrama a data e hora do início e assina-se juntamente com o representante do empreiteiro.
- As válvulas entre o registador de pressão e a tubagem a ensaiar são seladas na posição de abertas, bem como o registador.

No final do ensaio e após descarregar o troço de tubagem, regista-se no diagrama a data, hora do fim do ensaio, precedida pela assinatura dos representantes acima referidos.

Após o ensaio é elaborado um relatório pela entidade inspectora .

7.1.3 Ensaio final do conjunto da rede antes da entrada em serviço

O ensaio final será feito à pressão de serviço, com o gás natural, nas modalidades previstas no presente ponto 7.1.

7.2 REDES SECUNDÁRIAS

7.2.1 Ensaio de estanquidade

7.2.1.1 Fluidos, pressão e duração do ensaio

Só são admitidos o ar e o azoto, à pressão de 6 bar, durante 6 horas. O ar comprimido deve ser previamente filtrado, com um filtro de óleo de rendimento mínimo de 80%.

7.2.1.2 Instrumentos de medida

Os instrumentos utilizados na medição são os seguintes:

- Indicador de pressão
- Registrador de pressão

Os instrumentos de medida têm uma precisão de 0,5% devidamente comprovada por certificado de calibração válido.

A montagem do grupo de medida é feita por soldadura, conforme o esquema da figura 10. Antes da sua utilização, o conjunto é ensaiado a 10 bar.

7.2.1.3 Modalidades de execução

Antes de dar início ao ensaio observa-se o seguinte:

- Deve ser verificado o zero do registrador de pressão, devendo registar no diagrama a data e hora de início, e assiná-lo juntamente com os representantes do empreiteiro e da Lusitâniagás.
- As válvulas existentes entre os instrumentos de medida e a tubagem a ensaiar devem ser seladas na posição de abertas, bem como a do registrador.

O primeiro controlo faz-se decorrido três horas. Caso a pressão de ensaio caia mais de 10%, repõe-se a pressão inicial. Cada ajuste de pressão implica um prolongamento do ensaio por mais três horas.

No final do ensaio descarrega-se o ar até à pressão de 4 bar. A rede será mantida a esta pressão até à sua entrada em serviço.

Nesta fase deverá ser registado no diagrama a data e hora do fim do ensaio, e assinado pelos três representantes acima referidos.

Após o ensaio é elaborado um relatório pela entidade inspectora .

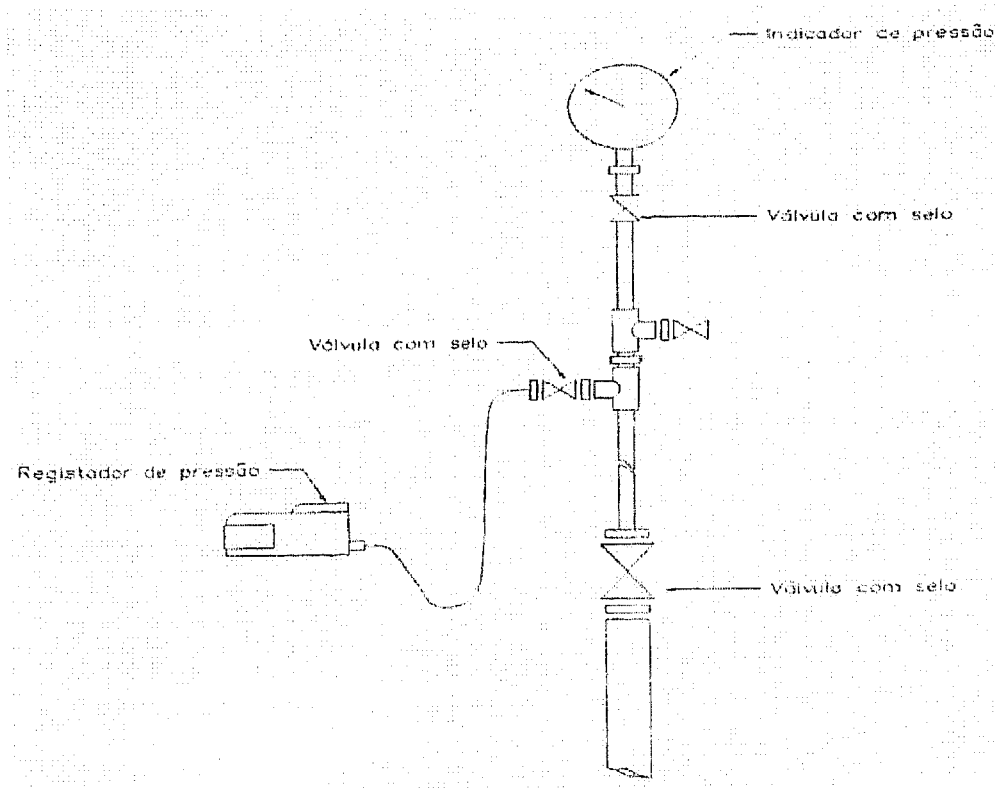


Figura 10 – Montagem dos instrumentos para ensaios

8. RELATÓRIOS DE CONTROLO DE QUALIDADE

Compete ao inspetor a elaboração dos relatórios de controlo de qualidade das obras que acompanha.

8.1 RELATÓRIO INICIAL

No relatório inicial foram reportados os elementos identificativos da obra e do empreiteiro, organização do estaleiro, plano de segurança e programa das obras. Na organização do estaleiro, além da identificação do director da obra, encarregado geral e encarregado de segurança, foi feita uma relação dos soldadores e dos equipamentos de soldadura, com os respectivos números de licença e/ou certificados.

Fazem parte integrante deste relatório os seguintes documentos, considerados indispensáveis para o arranque da obra:

- Certificado de materiais;
- Certificado dos equipamentos de soldadura;
- Certificados de qualificação dos procedimentos de soldadura;
- Licenças e certificados de qualificação dos soldadores.

8.2 RELATÓRIO MENSAL

O relatório mensal de qualidade abrange a apreciação e/ou a anexação dos seguintes elementos:

- Sinalização, segurança de pessoas e bens e circulação;
- Recepção de materiais em obra;
- Construção civil:
 - ◆ Abertura e dimensões das valas;
 - ◆ Aterro e compactação das valas;
 - ◆ Fita de sinalização;
 - ◆ Repavimentação.
- Montagem de tubagem:
 - ◆ Traçado e implantação;
 - ◆ Colocação e distância em relação a outros serviços.
- Relatórios do controlo das soldaduras:
- Controlo visual;
 - ◆ Controlo não destrutivo;
 - ◆ Controlo destrutivo (só para PE);
- Ensaio ao isolamento eléctrico das tubagens (só para aço):
 - ◆ Ensaio da continuidade do revestimento;
 - ◆ Ensaio da resistividade do isolamento eléctrico em relação à terra;
- Relatório dos ensaios em obra;
- Desenhos de cadastro e rede esquemática com o progresso da obra e localização dos mapas de medição;
- Relatório fotográfico.

8.3 RELATÓRIO FINAL

O relatório final corresponde ao último relatório mensal, incluindo, para além do referido para os relatórios mensais, os quantitativos totais executados, as datas de início e de conclusão das obras, bem como a relação das obras de acabamento de construção civil que se prolongaram para além da data de emissão deste relatório e a respectiva causa.

9. CONCLUSÃO

Da experiência obtida como inspetor da SGS na área do gás natural, experimentando novos desafios na organização da obra e mobilização dos meios humanos e materiais envolvidos, verifiquei que a preparação académica, complementada com formação específica na área, foi suficiente para um bom desempenho das funções que me foram confiadas.

A inspeção deste tipo de obras coloca o engenheiro no terreno preparando-o para a resolução de problemas em tempo útil, aplicando conhecimentos teóricos, principalmente os que dizem respeito aos materiais e respectivas propriedades.

Concluído este trabalho penso ter cumprido correctamente as funções de inspeção e adquirido uma experiência importante que me poderá ser muito útil no futuro.

Foi sem dúvida um trabalho gratificante quer do ponto de vista técnico quer do ponto de vista humano.

10. BIBLIOGRAFIA

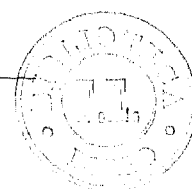
Lusitaniagás : - “Caderno de Encargos Especial”. 2000.

Lusitâniagás : - “Especificações de Execução”. 2000.

GDP : - “Especificações Técnicas para Tubagem em Polietileno”. 1998.

Associação Portuguesa de Distribuição e Drenagem de Águas : - “O Polietileno”. 1996.

CATIM. : - “Manual do Técnico de Gás”. 2000.





FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

BIBLIOTECA



0000088348