

CONTEC - SC-26

Soldagem

SOLDAGEM

1ª Emenda

Esta é a 1ª Emenda da Norma PETROBRAS N-133 REV. H, devendo ser grampeada na frente da Norma e se destina a modificar o seu texto nas partes indicadas a seguir.

Substituir as TABELAS 2, 4 e 6 pelas TABELAS a seguir:

TABELA 2 - ELETRODOS E VARETAS PARA AÇOS CARBONO-MOLIBDÊNIO E CROMO-MOLIBDÊNIO

Material	Espec. AWS	Eletrodo Revestido Classificação AWS		Espec. AWS	Eletrodo Nu e Vareta Classificação AWS	
		Preferida	Alternativa		Preferida	Alternativa
0,5 % Mo	A 5.5	E7018-A1	E701X-A1 ¹⁾	5.28	ER80S-D2	-
0,5 % Cr - 0,5 % Mo	A 5.5	E8018-B1	E8016-B1	5.28	ER80S-B2	ER80S-B2L
1 % Cr - 0,5 % Mo 1,25 % Cr - 0,5 % Mo	A 5.5	E8018-B2	E8016-B2 E701X-B2L	5.28	ER80S-B2	ER80S-B2L
2,25 % Cr 1,0 % Mo	A 5.5	E901X-B3	E801X-B3L	5.28	ER90S-B3 ER80S-B3	ER90S-B3L ER80S-B3L
5,0 % Cr - 0,5 % Mo ²⁾	A 5.5	E801X-B6	E801X-B6L	5.9	ER80S-B6	-
7,0 % Cr - 0,5 % Mo ²⁾	A 5.5	E801X-B7	E801X-B7L	5.9	ER80S-B8	-
9,0 % Cr - 1,0 % Mo ²⁾	A 5.5	E801X-B8	E801X-B8L	5.9	ER80S-B8	-

1ª Emenda

TABELA 4 - ELETRODOS E VARETAS PARA AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS

Material Tipo	Espec. AWS	Eletrodo Revestido		Espec. AWS	Eletrodo Nu e Vareta	
		Classificação AWS			Classificação AWS	
		Preferida	Alternativa ³⁾		Preferida	Alternativa ³⁾
304, CF-8, CF-20	A 5.4	E308-15/16/17	E308L- 15/16/17	A 5.9	ER308	ER308L
304L, CF-3	A 5.4	E308L-15/16/17		A 5.9	ER308L	ER347
309, CH-20	A 5.4	E309-15/16/17	E309 MoL	A 5.9	ER309	ER309 MoL
309S	A 5.4	E309Cb-15/16/17	E309-15/16	A 5.9	ER309L	ER309
310, CK-20	A 5.4	E310-15/16/17	-	A 5.9	ER310	-
310S	A 5.4	E310Cb-15/16/17	E310-15/16	A 5.9	ER310	-
HK-40		X40NiCrMo 35-25 (DIN 8556)	E310H 15/16/17 E-NiCrMo 3 ⁴⁾		X40NiCrMo 35-25 (DIN 8556)	ER-NiCrMo 3 ⁴⁾
316, CF-8M	A 5.4	E316-15/16/17 ²⁾	E316L 15/16/17	A 5.9	ER316 ²⁾	ER316L
316H	A 5.4	E16-8-2-15/16/17	-	A 5.9	ER316	-
316L, CF- 3M	A 5.4	E316L-15/16/17	-	A 5.9	ER316L	-
317, CG- 8M	A 5.4	E317-15/16/17	-	A 5.9	ER317	-
321, 321H	A 5.4	E347-15/16/17 E16-8-2-15/16/17 ¹⁾	-	A 5.9	ER347 E16-8-2 ¹⁾	-
347, CF-8C 347H	A 5.4	E347-15/16/17 E16-8-2-15/16/17 ¹⁾	-	A 5.9	ER321 E16-8-2 ¹⁾	ER347
304H	A 5.4	E308H-15/16/17	-	A 5.9	ER308H	-
HP-40	A 5.4	E308H-15/16/17	-	A 5.9	ER30H	

TABELA 6 - ELETRODOS E VARETAS PARA NÍQUEL E LIGAS DE NÍQUEL

Material	Eletrodo Revestido			Eletrodo Nu e Vareta		
	Espec. AWS	Classificação AWS		Espec. AWS	Classificação AWS	
		Preferida	Alternativa ²⁾		Preferida	Alternativa ²⁾
Níquel 200 Níquel 201	A 5.11	ENi-1	-	A 5.14	ERNi-1	-
Monel 400	A 5.11	ENiCu-7	-	A 5.14	ERNiCu-7	-
Inconel 600	A 5.11	EniCrFe-1	EniCrFe-3 ⁵⁾	A 5.14	ERNiCrFe-5	ERNiCr-3
Inconel 625	A 5.11	ENiCrMo-3 ⁴⁾	EniCrMo-4	A 5.14	ERNiCrMo-4	ERNiCrMo-3 ⁴⁾
Incoloy 800	A 5.11	ENiCrFe-2 ⁶⁾ ENiCrFe-1 ⁶⁾	ENiCrMo-3 ⁴⁾	A 5.14	ERNiCrFe-6	ERNiCrMo-3 ⁴⁾
Incoloy 825	-	¹⁾	-	A 5.14	ERNiMo-7	-
“Hastelloy B”	A 5.11	ENiMo-1	-	A 5.14	ERNiMo-1	-
Incoloy 800H	A 5.11	ENiCrFe-2 ⁶⁾	EniCrCoMo-1 ³⁾	A 5.14	ERNiCrFe-6	ERNiCrCoMo-1 ³⁾

- Notas:
- 1) O eletrodo revestido recomendado é o Inconel 135.
 - 2) Deve ser aprovado previamente pela PETROBRAS.
 - 3) Limitado em 1 150 °C.
 - 4) Limitado em 540 °C.
 - 5) Limitado em 480 °C.
 - 6) Limitado em 820 °C.

SOLDAGEM

Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Toda esta Norma foi alterada em relação à revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos itens da mesma.

Requisito Mandatório: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

Prática Recomendada (não-mandatária): Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: **[Prática Recomendada]**.

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o aprimoramento da mesma, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 26

Soldagem

Apresentação

As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho – GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelos Representantes Locais (representantes das Unidades Industriais, Empreendimentos de Engenharia, Divisões Técnicas e Subsidiárias), são aprovadas pelas Subcomissões Autoras – SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando os Órgãos da Companhia e as Subsidiárias) e aprovadas pelo Plenário da CONTEC (formado pelos representantes das Superintendências dos Órgãos da Companhia e das suas Subsidiárias, usuários das normas). Uma norma técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 (cinco) anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As normas técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as normas técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

SUMÁRIO

1 OBJETIVO	5
2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES	5
3 DEFINIÇÕES	7
4 CONDIÇÕES GERAIS	7
4.1 DOCUMENTOS DE SOLDAGEM	7
4.2 QUALIFICAÇÃO DE PESSOAL	10
4.2.1 SOLDADOR E OPERADOR DE SOLDAGEM	10
4.2.2 INSPETORES	10
4.3 PROCESSOS E EQUIPAMENTOS DE SOLDAGEM	11
4.4 TÉCNICA DE SOLDAGEM	12
4.5 CONSUMÍVEL	14
4.6 CONDIÇÕES AMBIENTAIS	16
4.7 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	16
4.8 PÓS-AQUECIMENTO	17
4.9 INSPEÇÃO	17
4.10 REPARO DE SOLDAS	17
4.11 TRATAMENTO TÉRMICO	18
4.12 DISPOSITIVOS AUXILIARES DE MONTAGEM	18
4.13 MARCAÇÃO DAS JUNTAS SOLDADAS	19
5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS	19
5.1 AÇO-CARBONO E CARBONO-MANGANÊS	19
5.1.1 METAL DE BASE	19
5.1.2 CONSUMÍVEL	20
5.1.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM	20
5.1.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	21
5.1.5 PÓS-AQUECIMENTO	23
5.1.6 INSPEÇÃO	23
5.1.7 REPARO DE SOLDAS	23
5.2 AÇO CROMO-MOLIBDÊNIO E CARBONO-MOLIBDÊNIO	23
5.2.1 METAL DE BASE	23
5.2.2 CONSUMÍVEL	23
5.2.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM	24
5.2.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	25
5.2.5 PÓS-AQUECIMENTO	25
5.2.6 INSPEÇÃO	26

5.3 AÇO NÍQUEL.....	26
5.3.1 METAL DE BASE.....	26
5.3.2 CONSUMÍVEL	26
5.3.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM	27
5.3.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	27
5.3.5 PÓS-AQUECIMENTO.....	27
5.3.6 INSPEÇÃO	27
5.3.7 REPAROS DE SOLDA	28
5.4 AÇO INOXIDÁVEL AUSTENÍTICO.....	28
5.4.1 METAL DE BASE.....	28
5.4.2 CONSUMÍVEL	28
5.4.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM.....	29
5.4.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	29
5.4.5 PÓS-AQUECIMENTO.....	30
5.4.6 INSPEÇÃO	30
5.5 AÇOS INOXIDÁVEIS MARTENSÍTICOS E FERRÍTICOS.....	30
5.5.1 METAL DE BASE.....	30
5.5.2 CONSUMÍVEL	30
5.5.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM	31
5.5.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	31
5.5.5 PÓS-AQUECIMENTO.....	31
5.5.6 INSPEÇÃO	32
5.6 NÍQUEL E LIGAS DE NÍQUEL	32
5.6.1 METAL DE BASE.....	32
5.6.2 CONSUMÍVEL	32
5.6.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM	33
5.6.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	34
5.6.5 PÓS-AQUECIMENTO.....	34
5.6.6 INSPEÇÃO	34
5.7 COBRE E LIGAS DE COBRE.....	34
5.7.1 METAL DE BASE.....	34
5.7.2 CONSUMÍVEL	34
5.7.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM	35
5.7.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	35
5.7.5 PÓS-AQUECIMENTO.....	35
5.7.6 INSPEÇÃO	36
5.8 CHAPA CLADEADA.....	36
5.8.1 METAL DE BASE.....	36

5.8.2 CONSUMÍVEL	36
5.8.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM	36
5.8.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	37
5.8.5 PÓS-AQUECIMENTO	38
5.8.6 INSPEÇÃO	38
5.9 JUNTA SOLDADA DISSIMILAR	38
5.9.1 METAL DE BASE	38
5.9.2 CONSUMÍVEIS	38
5.9.3 TÉCNICA DE SOLDAGEM	40
5.9.4 PREAQUECIMENTO E TEMPERATURA INTERPASSE	40
5.9.5 PÓS-AQUECIMENTO	41
5.9.6 INSPEÇÃO	41
ANEXO A - INSTRUÇÕES PARA INSPEÇÃO POR AMOSTRAGEM NO RECEBIMENTO DE CONSUMÍVEIS ..	42
A-1 OBJETIVO	42
A-2 AMOSTRAGEM	42
A-3 ROTEIRO PARA DETERMINAÇÃO DO TAMANHO DA AMOSTRA E LIMITES DE ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO	43

TABELAS

TABELA 1 - TEMPERATURAS DE PREAQUECIMENTO (°C)	21
TABELA 2 - ELETRODOS E VARETAS PARA AÇOS CARBONO-MOLIBDÊNIO E CROMO-MOLIBDÊNIO	24
TABELA 3 - ELETRODOS E VARETAS PARA AÇO NÍQUEL	26
TABELA 4 - ELETRODOS E VARETAS PARA AÇOS INOXIDÁVEIS AUSTENÍTICOS	28
TABELA 5 - ELETRODOS E VARETAS PARA AÇOS INOXIDÁVEIS MARTENSÍTICOS	30
TABELA 6 - ELETRODOS E VARETAS PARA NÍQUEL E LIGAS DE NÍQUEL	32
TABELA 7 - VARETAS PARA COBRE E LIGAS DE COBRE-NÍQUEL	34
TABELA 8 - CONSUMÍVEIS, PRÉ E PÓS-AQUECIMENTO PARA JUNTAS SOLDADAS DISSIMILARES	39
TABELA A-1 -PLANO DE AMOSTRAGEM SIMPLES - INSPEÇÃO NORMAL RISCOS DO CONSUMIDOR DE 5 % E 10 %	42

FIGURAS

FIGURA 1 - PERFIL DE DUREZA PARA CHANFRO DUPLO V	8
FIGURA 2 - PERFIL DE DUREZA PARA CHANFRO V	8
FIGURA 3 - DETALHE PARA DEFINIÇÃO DE ESPESSURAS	22
FIGURA A-1 - ESQUEMA DE APLICAÇÃO DE UM PLANO DE AMOSTRAGEM SIMPLES	44

/OBJETIVO

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições exigíveis e as práticas recomendadas para a execução da soldagem por fusão, empregada em fabricação, montagem, reparo e manutenção de equipamentos e estruturas.

1.2 Esta Norma aplica-se aos seguintes materiais: aço carbono, aço carbono-manganês, aço carbono-molibdênio, aço cromo-molibdênio, aço-níquel, aços inoxidáveis austeníticos, martensíticos e ferríticos, níquel e ligas de níquel, cobre e ligas de cobre dos tipos citados no Capítulo 5 desta Norma.

1.3 Esta Norma se aplica à execução da soldagem por fusão empregada em fabricação, montagem, reparo e manutenção, após a data de sua edição.

1.4 Esta Norma contém Requisitos Mandatórios e Práticas Recomendadas.

2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Os documentos relacionados a seguir contêm prescrições válidas para a presente Norma.

NR-18	- Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção;
PETROBRAS N-1438	- Soldagem;
PETROBRAS N-1596	- Ensaio Não-Destrutivo - Líquido Penetrante;
PETROBRAS N-1598	- Ensaio Não-Destrutivo - Partícula Magnética;
PETROBRAS N-1852	- Estruturas Oceânicas – Fabricação e Montagem de Unidades Fixas;
PETROBRAS N-1859	- Consumível de Soldagem com Propriedade Assegurada;
PETROBRAS N-2163	- Soldagem e Trepanação em Equipamentos ou Dutos em Operação;
PETROBRAS N-2301	- Elaboração da Documentação Técnica de Soldagem;
ABNT NBR 5425	- Guia para Inspeção por Amostragem no Controle e Certificação da Qualidade;
ABNT NBR 5426	- Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos;
ABNT NBR 5427	- Guia para Utilização da norma ABNT NBR 5426 - Planos de Amostragem e Procedimentos na Inspeção por Atributos;
ABNT NBR 10614	- Eletrodos Revestidos de Aço Carbono para Soldagem à Arco Elétrico;
ABNT NBR 10615	- Eletrodos Revestidos de Aço Carbono para Soldagem à Arco Elétrico;
ABNT NBR 10616	- Eletrodos Revestidos de Aço Carbono para Soldagem à Arco Elétrico;
ABNT NBR 10617	- Eletrodos de Aço Carbono e Fluxos para Soldagem à Arco Submerso;

ABNT NBR 10618	- Eletrodos de Aço Carbono e Fluxos para Soldagem à Arco Submerso;
ABNT NBR 10619	- Eletrodos de Aço Carbono e Fluxos para Soldagem à Arco Submerso;
ABENDE DC-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em END;
ABENDE NA-001	- Qualificação e Certificação de Pessoal em END;
FBTS N-001	- Qualificação e Certificação de Inspetores de Soldagem;
ISO 9712	- Non-Destructive Testing – Qualification and Certification of Personnel;
API Std 1104	- Standard for Welding Pipe Lines and Related Facilities;
ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section IX;	
ASME Boiler and Pressure Vessel Code - Section II, Part C;	
ASTM A 370	- Methods and Definitions for Mechanical Testing of Steel Products;
SAE/ASTM-DS-562	- Unified Numbering System for Metals and Alloys;
ANSI/AWS D 1.1	- Structural Welding Code-Steel;
ASME/AWS Filler Metals Specifications:	
A 5.2	- Specification for Iron and Steel Oxyfuel Gas Welding Rods;
A 5.4	- Specification for Corrosion Covered Resisting Chromium and Chromium-Nickel Steel Welding Electrodes;
A 5.5	- Specification for Low Alloy Steel Covered Arc Welding Electrodes;
A 5.7	- Specification for Copper and Copper Alloy Bare Welding Rods and Electrodes;
A 5.9	- Specification for Corrosion Resisting Chromium and Chromium-Nickel Steel Bare and Composite Metal Cored and Stranded Welding Electrodes and Welding Rods;
A 5.11	- Specification for Nickel and Nickel Alloy Covered Welding Electrodes;
A 5.14	- Specification for Nickel and Nickel Alloy Bare Welding Rods and Electrodes;
A 5.18	- Specification for Carbon Steel Filler Metals for Gas Shielded Arc Welding;
A 5.20	- Specification for Carbon Steel Electrodes for Flux-Cored Arc Welding;
A 5.23	- Specification for Low Alloy Steel Electrodes and Fluxes for Submerged Arc Welding;
A 5.26	- Specification for Consumables Used for Electrode Gas Welding of Carbon and High Strength Low Alloy Steels;
A 5.28	- Specification for Low Alloy Steel Filler Metals for Gas Shielded Arc Welding;
A 5.29	- Specification for Low Alloy Electrodes for Flux-Cored Arc Welding;
A 5.30	- Specification for Consumable Inserts;
EN 45013	- General Criteria for Certification Bodies Operating Certification of Personnel.

Nota: As normas acima citadas referem-se à sua última revisão.

3 DEFINIÇÕES

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições da norma PETROBRAS [N-1438](#).

4 CONDIÇÕES GERAIS

Esta Norma deve ser empregada em conjunto com a norma de projeto e a de fabricação e montagem do equipamento ou da estrutura, prevalecendo estas últimas no caso de requisitos conflitantes.

Nota: Os requisitos aplicáveis à soldagem decorrem de 3 fatores: das condições inerentes à operação de soldagem, das peculiaridades dos materiais a serem soldados e das características do equipamento ou da estrutura, cuja fabricação e montagem empregam a soldagem. Os requisitos relativos à operação de soldagem, válidos para qualquer dos materiais citados e para todos os equipamentos ou estruturas fabricados com esses materiais, encontram-se no Capítulo 4. No Capítulo 5 são apresentados os requisitos pertinentes aos vários materiais citados (como por exemplo: indicação de consumíveis, temperaturas de pré-aquecimento, pós-aquecimento e condições particulares da técnica de soldagem dos materiais). Os requisitos de soldagem que dependem das características dos equipamentos ou da estrutura (como por exemplo: detalhamento de chanfros, ajustagem de peças, tolerâncias dimensionais, modo de aplicação do pré e pós-aquecimentos, necessidade de tratamentos térmicos e modo de sua aplicação exigências de inspeção e critérios de avaliação de defeitos) constam das normas de projeto e das normas de fabricação e montagem dos mesmos.

4.1 Documentos de Soldagem

4.1.1 Os documentos de soldagem devem ser elaborados e qualificados de acordo com as normas de projeto aplicáveis.

4.1.2 Os documentos de soldagem devem ser elaborados de acordo com a norma PETROBRAS [N-2301](#).

4.1.3 Os corpos de prova devem ser identificados na peça de teste, antes de sua retirada, e a sua identificação mantida até a realização dos ensaios.

4.1.4 No ensaio de dobramento, as zonas fundida e afetada termicamente da junta soldada devem estar contidas na porção dobrada do corpo de prova e apresentar deformação plástica.

4.1.5 Os corpos de prova de ensaios mecânicos devem ser submetidos à inspeção visual dimensional, antes da realização dos ensaios.

Nota: As tolerâncias dimensionais e o grau de acabamento dos corpos de prova do ensaio de impacto devem estar de acordo com a norma ASTM A370. A inspeção do entalhe deve ser feita em comparador óptico de perfis.

4.1.6 Quando requerido o ensaio de impacto em soldas heterogêneas, todas as zonas de composição química diferentes devem ser representadas por conjunto completo de corpos de prova, com entalhe localizado nessas zonas.

4.1.7 Quando a norma de projeto, fabricação ou montagem, requerer o ensaio de dureza, a qualificação do procedimento de soldagem deve ser complementada com este ensaio, realizado na zona fundida; zona afetada pelo calor e no metal base, devendo seus resultados serem compatíveis com a norma.

4.1.7.1 Recomenda-se o perfil de dureza conforme FIGURAS 1 e 2 abaixo.

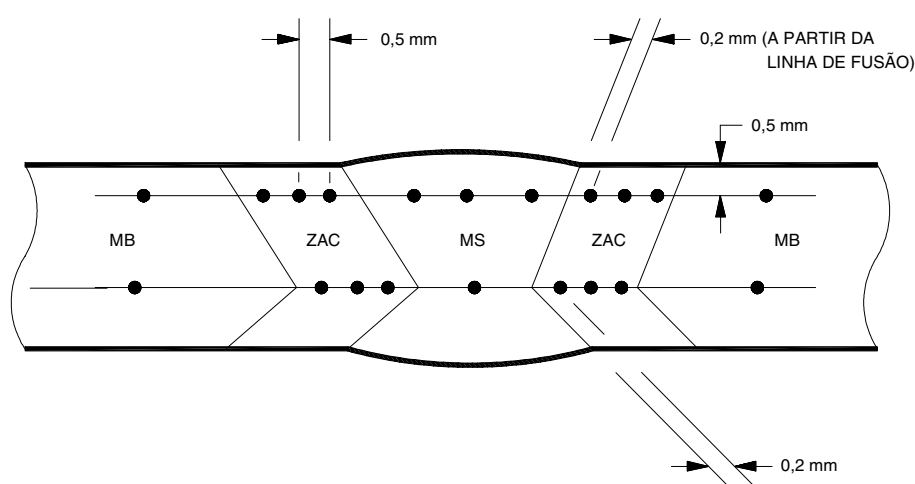


FIGURA 1 – PERFIL DE DUREZA PARA CHANFRO DUPLO V

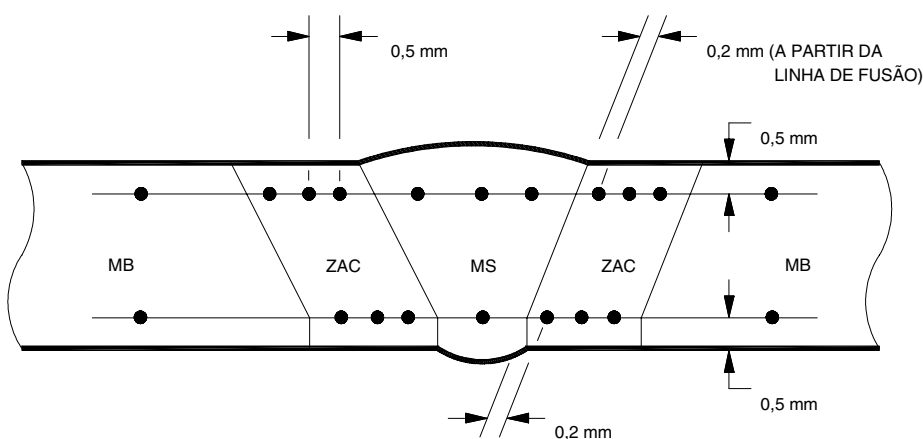


FIGURA 2 – PERFIL DE DUREZA PARA CHANFRO V

4.1.7.2 O método de medição de dureza na qualificação do procedimento de soldagem deve ser “vickers”. Recomenda-se que a carga a ser utilizada nesse método seja de 5 kgf.

4.1.8 Para os aços inoxidáveis e as ligas de níquel, inclusive chapa cladeada desses materiais, o método de proteção contra respingos, projeções e outras contaminações deve ser avaliado na qualificação do procedimento de soldagem.

4.1.9 Para aço carbono-molibdênio, aço níquel e aço inoxidável martensítico, os ensaios não-destrutivos que possam alterar as condições térmicas da operação de soldagem devem ser aplicados, nas mesmas condições, durante a soldagem da peça de teste, na qualificação do procedimento de soldagem.

4.1.10 Para chapa cladeada, o método de verificação de contaminação, indicado no item 5.8.6.1, deve ser avaliado na qualificação do procedimento de soldagem.

4.1.11 Para chapa cladeada e revestimento resistente a corrosão ou a erosão, a amostra para análise química, requerida pelo ASME Sec. IX, itens QW 214.3 e QW 216.2 (d), deve ser retirada da última camada, observando as condições previstas por aquela norma.

4.1.12 Quando na norma de projeto, fabricação ou montagem existirem requisitos de tenacidade controlada, os ciclos de temperatura x tempo do tratamento térmico da chapa ou tubo de teste devem ser essencialmente os mesmos aos dos tratamentos previstos para o equipamento. Deve ser previsto um ciclo adicional para manutenção do equipamento. Não é aceito um único ciclo a partir da soma dos tempos de patamares.

4.1.13 No tratamento térmico da peça de teste de qualificação de procedimento, deve ser observado o disposto no item 4.10.

4.1.14 A mudança da marca comercial do consumível, mesmo não alterando a sua classificação, implica na requalificação do procedimento de soldagem, exceto para metais de base de aço-carbono e carbono-manganês, quando não exigido tratamento térmico após soldagem nem ensaio de impacto. Nos procedimentos cujos consumíveis estão qualificados de acordo com a norma PETROBRAS [N-1859](#) (Tipo II), não é necessária a requalificação do Procedimento de Soldagem.

Nota: Recomenda-se a utilização de consumíveis de soldagem certificados pelo Sistema de Qualificação e Certificação de Consumíveis da FBTS. Neste caso a marca comercial do consumível, deixa de ser uma variável essencial nos procedimentos qualificados. **[Prática Recomendada]**

4.1.15 O método de aplicação e a marca comercial do verniz protetor do chanfro devem ser avaliados na qualificação do procedimento de soldagem quando não prevista a sua remoção antes da soldagem.

4.2 Qualificação de Pessoal

4.2.1 Soldador e Operador de Soldagem

4.2.1.1 Os soldadores e operadores de soldagem devem ser qualificados de acordo com as normas de projeto aplicáveis.

4.2.1.2 A qualificação dos soldadores e operadores de soldagem deve ser documentada. O documento Certificado da Qualificação de Soldadores e Operadores (CQS) de Soldagem deve ser elaborado de acordo com a norma PETROBRAS [N-2301](#).

4.2.1.3 Os soldadores e operadores de soldagem qualificados devem possuir identificação visível.

4.2.1.4 Deve ser emitida uma Relação de Soldadores e Operadores de Soldagem Qualificados (RSQ) elaborada de acordo com a norma PETROBRAS [N-2301](#).

4.2.1.5 Os corpos de prova devem ser identificados na peça de teste, de modo a se manterem rastreáveis a identificação do soldador, o número do procedimento de soldagem e a posição de soldagem. A identificação deve ser mantida até a realização dos ensaios.

4.2.1.6 Na qualificação do soldador ou operador de soldagem, os métodos de limpeza entre passes de solda, de remoção de crateras e de abertura de arco (no chanfro ou em apêndice) devem ser os mesmos especificados para as soldas de produção.

4.2.1.7 A qualificação do soldador ou operador de soldagem deve incluir a inspeção visual das soldas das peças de teste, sendo o critério de interpretação o mesmo da norma de fabricação e montagem do equipamento ou estrutura.

4.2.1.8 Devem ser definidos os critérios de controle de desempenho de soldadores ou operadores de soldagem qualificados antes do início dos serviços de soldagem. Esses critérios devem abranger todos os tipos de juntas.

4.2.2 Inspetores

4.2.2.1 Os inspetores de soldagem devem ser certificados de acordo com a norma FBTS N-001.

4.2.2.2 Os inspetores de END devem ser certificados de acordo com as normas ABENDE NA-001 e DC-001.

4.2.2.3 Para os serviços de soldagem executados no exterior, os inspetores de soldagem devem ser certificados na norma principal aplicável, por entidades internacionais que atendam aos requisitos da norma EN 45013, sendo neste caso, necessária a aprovação prévia pela PETROBRAS.

4.2.2.4 Para os serviços de inspeção executados no exterior, os inspetores de END devem ser certificados conforme norma ISO-9712, sendo neste caso, necessária a aprovação prévia pela PETROBRAS.

4.3 Processos e Equipamentos de Soldagem

4.3.1 A soldagem deve ser executada empregando processos permitidos pela norma de fabricação e montagem do equipamento ou estrutura.

4.3.2 Porta-eletrodos e cabos devem estar com seu isolamento em boas condições, sem falhas e sem regiões desprotegidas e dimensionados corretamente para as condições de trabalho e segurança pessoal.

4.3.3 Na soldagem oxi-acetilênica e todos os tipos de cortes a gás; todo o sistema deve estar projetado para atender às condições operacionais e de segurança pessoal conforme os requisitos da norma NR-18.

4.3.4 As barras de cobre para proteção lateral na soldagem eletrogás devem ter espessura suficiente para evitar sua fusão durante a soldagem.

4.3.5 A intensidade de corrente de soldagem, quando variável essencial, deve ser verificada com amperímetro calibrado conforme item 4.3.12, e o mais próximo possível do porta-eletrodo.

4.3.6 A estufa para armazenagem de eletrodos, varetas e fluxos deve dispor de meio de aquecimento para manter a temperatura interna 10 °C acima da temperatura ambiente e estar dotada de termômetro e higrômetro, de modo a atender ao item 4.5.9. Os instrumentos devem estar calibrados e dentro do prazo de validade.

4.3.7 As estufas para secagem de eletrodos revestidos em fluxos devem dispor de resistências elétricas, para controlar e manter a temperatura de até 400 °C, e de termômetro, termostato e respiro com diâmetro superior a 10 mm.

4.3.7.1 A estufa para secagem de eletrodos revestidos deve ter prateleiras furadas, ou em forma de grade, afastadas das paredes verticais de, no mínimo, 25 mm.

4.3.7.2 A estufa para secagem de fluxo deve ter dispositivo agitador ou bandejas afastadas das paredes verticais de, no mínimo, 25 mm.

4.3.8 As estufas para manutenção da secagem de eletrodos revestidos e fluxos devem dispor de termômetro, termostato e de resistências elétricas, para controlar e manter a temperatura de até 200 °C.

Nota: As estufas para manutenção da secagem de eletrodos revestidos devem ter prateleiras furadas ou em forma de grade.

4.3.9 Devem existir, no mínimo, duas estufas: uma para secagem e outra para manutenção da secagem.

4.3.10 A estufa portátil para manutenção da secagem dos eletrodos revestidos de baixo hidrogênio deve dispor de resistências elétricas, para manter a temperatura entre 80 °C e 150 °C, e ter condições de acompanhar cada soldador individualmente.

4.3.11 Os equipamentos para preaquecimento, pós-aquecimento e tratamento térmico devem atender aos requisitos das normas de fabricação e montagem do equipamento ou estrutura.

4.3.11.1 Não é permitido o uso de queimadores de bico único e de meios exotérmicos que impeçam a medida de temperatura da região aquecida.

4.3.11.2 A verificação das temperaturas de preaquecimento, interpasse e pós-aquecimento deve ser feita por meio de pirômetros de contato, ótico ou lápis de fusão, desde que não contrarie o Capítulo 5.

4.3.12 Os aparelhos e instrumentos de medição e teste devem ser calibrados e estar dentro do prazo de validade.

4.4 Técnica de Soldagem

4.4.1 A soldagem deve ser executada por soldadores ou operadores de soldagem qualificados, atuando sob orientação de supervisores de soldagem habilitados.