

DANIEL JOSÉ DE SOUZA

**ELABORAÇÃO DE UM COMPÊNDIO PARA A QUALIFICAÇÃO
DE SOLDADORES TIG, CONFORME ASME IX**

**SÃO CAETANO DO SUL
2013**

DANIEL JOSÉ DE SOUZA

**ELABORAÇÃO DE UM COMPÊNDIO PARA A QUALIFICAÇÃO
DE SOLDADORES TIG, CONFORME ASME IX.**

Monografia apresentada ao curso de Pós-Graduação em Engenharia de Soldagem, da Escola de Engenharia Mauá do Centro Universitário do Instituto Mauá de Tecnologia para obtenção do título de Especialista.

Orientador: Prof. Dr. Éd Claudio Bordinassi

**SÃO CAETANO DO SUL
2013**

Souza, Daniel José de.

Elaboração de um compêndio para a qualificação de soldadores TIG, conforme ASME
IX. São Caetano do Sul, SP: 2013.

54 p.

Monografia – Engenharia de Soldagem do Centro Universitário do Instituto Mauá de
Tecnologia, São Caetano do Sul, SP, 2013.

Orientador: Prof. Dr. Éd Claudio Bordinassi

I. Qualificação de soldador. II. Souza, Daniel José de. III. Centro Universitário do
Instituto Mauá de Tecnologia. IV. Processo TIG. V. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela vida, pela saúde e pela força.

Agradeço a minha Família pelo apoio e paciência.

Agradeço ao Prof. Dr. Éd Claudio Bordinassi pelas esclarecedoras orientações.

Ao Eng.^º Antônio Carlos Leite, inspetor de solda N II pela presença amiga e orientações técnicas no corpo do trabalho.

Aos meus colegas de curso com quem tive o privilégio de dividir mais essa etapa e conquista.

A vida é luta constante. E se o querer não vem, a decadência intervém, e leva a todos rasante.

Fábio Ferraz

RESUMO

Nas indústrias do setor metal mecânico o uso de materiais conhecidos e novos exigem das mesmas o gerenciamento das informações, o controle correto da produção, parâmetros tecnológicos das máquinas-ferramentas, a velocidade de atualização, a alimentação dos bancos de dados e o cumprimento das normas de segurança, entre outras. Neste último termo, este trabalho busca envolver eclarear corretamente a interpretação dos parâmetros da norma ASME IX, atributiva para a qualificação de soldador pelo processo TIG. As atividades de “chão de fábrica”, suporte e negócios imprimem a completa percepção fácil da norma para uma ampla sinergia do fluxo de informação e ação qualitativa, a fim de comprometer os profissionais de soldagem na participação e análise das certificações e nas elaborações destas qualificações.

O trabalho buscou compilar os procedimentos necessários para qualificação de soldadores no processo TIG conforme a norma ASME IX - que somente é disponibilizada em inglês - através da tradução e interpretação da mesma.

O resultado do trabalho é um guia prático em português que visa auxiliar o inspetor/engenheiro de soldagem no processo de qualificação de soldadores.

Palavras-chave: 1. Qualificação profissional. 2. Processo TIG. 3. Parametrização internacional. 4. ASME. 5. Profissionais de soldagem.

ABSTRACT

In the metal-mechanic sector industries using known and new materials require the information management, the correct control of production, technological parameters of the machine tools, update speed, the power of databases and compliance safety, among others. In the latter term, this work seeks to engage and clarify correctly interpreting the parameters of ASME IX, attributable to welder qualification process by TIG. The activities of "factory floor", support and business print the complete perception of the standard easy for a wide synergy of information flow and qualitative action in order to compromise the professional welding participation and analysis of certifications and the elaborations these qualifications.

The study aimed to compile the necessary procedures for the qualification of welders in the TIG process according to ASME IX - which is only available in English - through translation and interpretation thereof.

The result of this work is a practical guide in Portuguese that aims to assist the welding inspector / engineer in the process of qualification of welders.

Keywords: 1. Professional qualification. 2. TIG process. 3. Parameterization internationally. 4. ASME. 5. Welding professionals.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Exemplo do funcionamento do processo TIG.....	15
Figura 2 – Exemplo de uma solda no processo TIG.....	15
Figura 3 – Tocha TIG.....	16
Figura 4 – Acessórios do processo TIG.....	16
Figura 5 – Equipamento para o processo TIG.....	17
Figura 6 – Modelo de EPS, Folha 01/02.....	24
Figura 7 – Modelo de EPS, Folha 02/02.....	25
Figura 8 – Soldagem na posição 6G.....	33
Figura 9 – Projeto de Tubulação.....	34
Figura 10 – POSIÇÃO 6G.....	41
Figura 11 – Sequencia de Soldagem.....	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – Lista de variáveis.....	31
TABELA 2 – QW-422.....	35
TABELA 3 – QW-423.1.....	36
TABELA 4 – QW-452.1 (b).....	37
TABELA 5 – QW-452.3.....	38
TABELA 6 – QW-432.....	39
TABELA 7 – QW-461.9.....	42

LISTAS DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Ascendente

ASME – American Society Mechanical Engineers Standards

AT – Arame tubular

AWS – American Welding Society

5G – Posição de soldagem com o eixo na posição vertical

CP – Corpo de Prova

DC – Descendente

EP – Eletrodo Positivo

EPS – Especificação de Procedimento de Soldagem

ER – Eletrodo Revestido

FEMEC – Faculdade de Engenharia Mecânica

MAG – Metal ativo gás

MIG – Metal inerte gás

N/A - Não Aplicado

QW – Indica os Requisitos Para Soldagem

RQPS – Registro de Qualificação de Procedimento de Soldagem

RQS – Registro de Qualificação de Soldador

6G – Posição de soldagem em todas as posições

TIG – Tungstênio inerte gás

3F – Posição de soldagem com eixo da solda depositada seja vertical

3G – Posição de soldagem Vertical

UFU – Universidade Federal de Uberlândia

SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO	12
2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
2.1 PROCESSO TIG.....	14
2.2 EQUIPAMENTOS DE SOLDAGEM	16
2.3 DOCUMENTOS TÉCNICOS DE SOLDAGEM.....	22
2.4 PRINCIPAIS VARIÁVEIS PARA QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES.....	27
2.5 ENSAIOS DOS TESTES	30
2.6 ARTIGO III – QUALIFICAÇÃO DE SOLDAGEM.....	31
3 – MÉTODO	34
3.1 QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR – ASME IX	34
4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	44
5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	45
ANEXO A - Modelo de CQS	46
ANEXO B.....	47
ANEXO C - QW 452.1	49
ANEXO D - QW 303.2	50
ANEXO E - QW 320.....	51
ANEXO F – Posições de Soldagem.....	54

1 - INTRODUÇÃO

Os modelos de soldagens requerem dos profissionais da área uma ampla e moderna capacitação da qualificação nos procedimentos usuais e cotidianos dos técnicos em solda, a fim de envolver projetos, ofícios e oficiais no cumprimento das normas específicas e referenciais dos planos gráficos e descritivos da indústria, bem como das normas da qualificação e das normas de habilidade técnica.

A norma da American Society Mechanical Engineers Standards (ASME), e neste estudo mais aprofundadamente, a norma ASME IX, designa as provisões, processos e requisitos de qualificação para os procedimentos de soldagem e brasagem, bem como de soldadores, operadores de soldagem e brasadores.

(FBTS,2009) Nos parágrafos abaixo há uma compêndio dos artigos utilizados para a composição da pesquisa. As áreas e atividades de tubulação, de processos de vapor (caldeira) e equipamentos, dentro de refinarias petroquímicas, por exemplo, pedem prática e cumprimento das determinações detalhadas nos itens:

1. ASME B31.1 – Tubulação de Vapor;
2. ASME B31.3 – Tubulação de Processos;
3. ASME VIII DIV 1 – Vasos de Pressão;
4. ASME VIII DIV 2 – Esferas

Tais normas são divididas em partes, como se descreve a seguir.

A primeira delas é a soldagem como responsabilidade do operador de equipamento de soldagem (QW¹). Em consequência, esta responsabilidade é dividida em artigos. Sendo que são os seguintes os subtítulos:

- I. Artigo I – Requisitos gerais de soldagem;
- II. Artigo II – Qualificação de procedimento de soldagem;
- III. Artigo III – Qualificação de soldadores, operadores de soldagem;
- IV. Artigo IV – Dados de Soldagem;
- V. Artigo V – Especificação padrão de procedimento de soldagem.

¹ QW - Indica os requisitos para soldagem.

Seguido a norma ASME IX é possível fazer procedimento de soldagens e qualificações de soldadores, aceitas pela globalização.

Em suma, a motivação deste trabalho é entender e facilitar a interpretação e o desenvolvimento dos profissionais envolvidos na qualificação de soldagem nos diversos projetos. Subdividindo a pesquisa na análise de definir as vantagens, limitações, os dados e documentos dos processos, bem como dos equipamentos, consumíveis, a preparação e limpeza das juntas, a especificação de procedimento de soldagem com seus conteúdos, registros de qualificação de procedimento e principais variáveis.

2 – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A metodologia desta pesquisa abrange o conjunto de atividades de responsabilidade do engenheiro de soldagem, do inspetor de soldagem nível II e dos operadores de solda, especialmente na observação e exercício da norma ASME IX, como apropriação da obrigação de resposta às ações próprias confiadas da função/trabalho. Portanto é um estudo qualitativo que busca criar um conhecimento suficiente e consequente reflexão atuante sobre as mesmas.

A pesquisa bibliográfica examinou o uso de materiais e a prática de instrução técnica empiricamente na atualidade, sendo observada a contextualização do cotidiano.

2.1 PROCESSO TIG

A soldagem TIG teve o seu grande desenvolvimento no período da 2^º grande guerra mundial, em torno de 1940, para realizar soldas de alta qualidade em ligas de alumínio, aço inoxidável e magnésio. (GUERRA, 1996)

O processo de soldagem TIG é um processo no qual a união de peças metálicas é produzida pelo aquecimento e fusão através de um arco elétrico estabelecido entre a peça e um eletrodo de tungstênio consumível. Por conseguinte a proteção do eletrodo e da peça de fusão contra a oxidação do ar é feita por um gás inerte, geralmente argônio, hélio ou mistura destes.

A solda pode ser feita com ou sem metal de adição (PONOMAREV,s/d). O processo é aplicado na maioria dos metais e suas ligas, numa ampla faixa de espessura, incluindo juntas de similares.

O processo de funcionamento da soldagem TIG (Tungsten Inert Gas), desenvolvido na Northrop Aircraft Company foi originalmente elaborado para obter um material base e gás hélio ou argônio como preservação e apoio protetório em chapas de menos de 6 mm, como na Figura 1 a seguir:

Figura 1 – Exemplo do funcionamento do processo TIG



Fonte: PONOMAREV, s/d

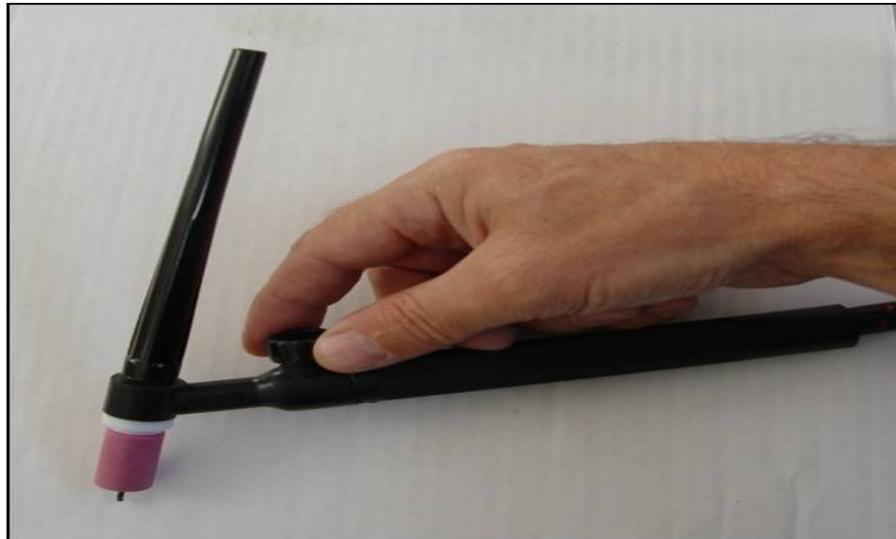
Figura 2 – Exemplo de uma solda no processo TIG



Fonte: Próprio autor

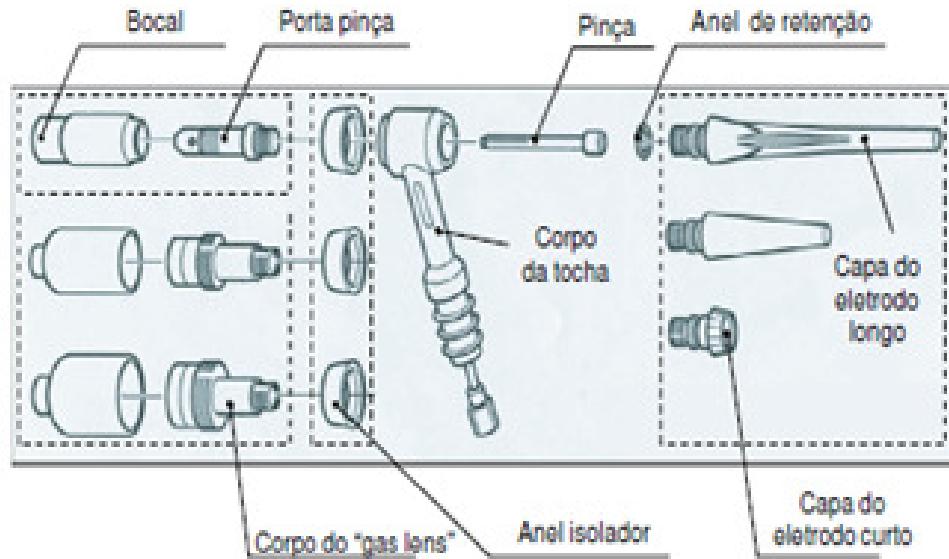
No processo TIG, além dos materiais identificados na Figura 1, é possível o uso de acessórios conforme as Figuras 3 e 4 a seguir.

Figura 3– Tocha TIG



Fonte: PONOMAREV, s/d

Figura 4 – Acessórios do processo TIG



Fonte: PONOMAREV, s/d

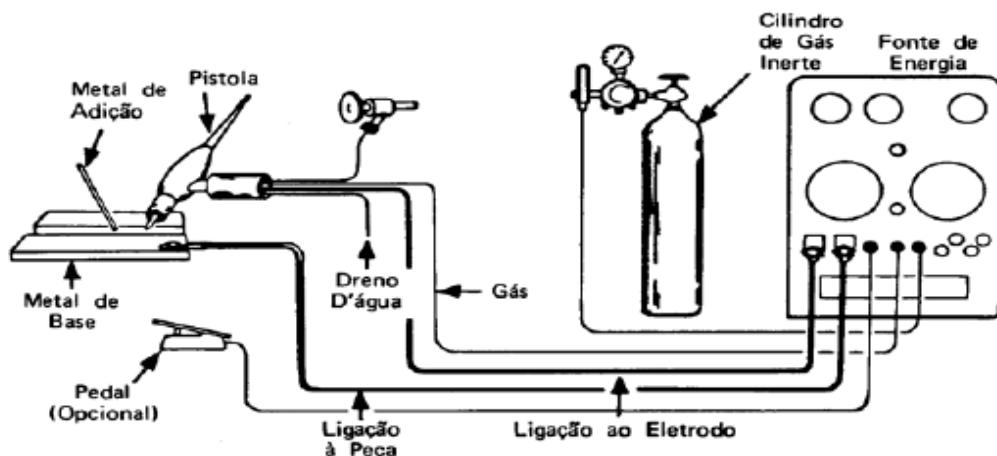
2.2 EQUIPAMENTOS DE SOLDAGEM

A soldagem TIG é usualmente um processo manual, mas pode ser mecanizado e até mesmo automatizado. O equipamento necessita ter:

1. Um porta-eletrodo com passagem de gás e um bico para direcionar o gás protetor ao redor;
2. O arco e um mecanismo de garra para conter e energizar um eletrodo de tungstênio;
3. Uma pistola;
4. Um suprimento de gás de proteção;
5. Um fluxímetro e regulador-redutor de pressão do gás;
6. Uma fonte de energia, com características volt-ampére idênticas ao do eletrodo revestido;
7. Uma fonte de alta frequência;
8. Um suprimento de água de refrigeração, se a pistola for refrigerada a água.

A Figura 5 ilustra o equipamento necessário para o processo TIG.

Figura 5 - Equipamento para o processo TIG



Fonte: PONOMAREV, s/d

As variáveis que mais afetam este processo são as variáveis elétricas: as correntes, as tensões e as características das fontes de energia. Tais afetam na quantidade, distribuição e no controle de calor produzido pelo arco e também

desempenham um papel importante na sua estabilidade e consequentemente, na remoção de óxidos refratários da superfície de alguns metais leves e suas ligas.

Os eletrodos de tungstênio usados na soldagem TIG são de várias classificações e os requisitos destes são dados na norma AWS-A 4.12 e basicamente se tem:

1. EWP – Tungstênio puro (99,5%);
2. EWCe-2 - Tungstênio com 1,8 a 2,2% de CeO₂;
3. EWL_a-1 - Tungstênio com 0,9 a 1,2% de La₂O₃;
4. EWTh-1- Tungstênio com 0,8 a 1,2% de ThO₂;
5. EWTh-2- Tungstênio com 1,7 a 2,2% de ThO₂;
6. EWG - Tungstênio (94,5%) com adição de alguns elementos não identificados.

Vale dizer que com a adição de tório e zircônio ao tungstênio há um aquecimento mais fácil na emissão de elétrons, permitindo um melhor resultado ao processo.

2.2.1 Consumíveis – metais de adição e gases

Uma ampla variedade de metais e ligas estão disponíveis para utilização como metais de adição no processo de soldagem TIG. Estes metais de adição, se utilizados, normalmente são similares ao metal que está sendo soldado.

A pureza dos gases utilizados na soldagem TIG é de grande importância para a qualidade da solda, exigindo-se teores mínimos de 99,99% do gás ou gases considerados. O teor de umidade também deve ser bem controlado.

Os gases de proteção mais comumente usados para soldagem TIG são argônio, hélio ou uma mistura destes dois gases. O argônio é muitas vezes preferido em relação ao hélio porque apresenta várias vantagens, como:

1. Ação do arco mais suave e sem turbulências;
2. Menor tensão no arco para uma dada corrente e comprimento de arco;

3. Maior ação de limpeza na soldagem de materiais como alumínio e magnésio em corrente alternada;
4. Menor custo e maior disponibilidade;
5. Menor vazão de gás para uma boa proteção (na posição plana);
6. Melhor resistência na corrente de ar transversal;
7. Mais fácil à iniciação do arco.

O uso do gás hélio, usado como gás de proteção, resulta em uma tensão de arco mais alta para um dado comprimento de arco e corrente em relação ao argônio, produzindo mais calor, e assim é mais efetivo para soldagem de materiais espessos (especialmente metais de alta condutividade, tal como alumínio). Entretanto, visto que a densidade do hélio é menor que a do argônio, usualmente são necessárias maiores vazões de gás para se obter um arco mais estável e uma proteção adequada da poça de fusão, durante a soldagem na posição plana.

2.2.2 Preparação e limpeza das juntas

A preparação e limpeza das juntas para a soldagem TIG requerem todos os cuidados exigidos para a soldagem com eletrodo revestido e mais:

1. A limpeza do chanfro e bordas deve ser ao metal brilhante, numa faixa de 10 mm, pelo lado interno e externo;
2. Quando da deposição da raiz da solda para o inox, deve ser empregada a proteção, por meio de gás inerte, pelo outro lado da peça. Este gás injetado na raiz da junta, se chama Purga. Para os aços carbono não é necessária esta proteção na raiz da solda.

2.2.3. Descontinuidades induzidas pelo processo

A maioria das descontinuidades listadas, desconsiderada a exclusão da escória, para os outros processos de soldagem podem ser encontradas na soldagem TIG.

Nesta ótica, é importante saber que:

A. *falta de fusão* - pode acontecer ao utilizar uma técnica de soldagem inadequada. Tendo em vista que a penetração do arco na soldagem TIG é relativamente pequena. Por esta razão, a soldagem TIG deve ser especificada em paralelo ao adequado processo;

B. *inclusão de tungstênio* - pode resultar de um contato acidental do eletrodo de tungstênio com a poça de fusão, ou seja, a extremidade quente do eletrodo de tungstênio pode fundir-se, transformando-se numa gota de tungstênio que é transferida à poça de fusão, produzindo assim uma inclusão de tungstênio na solda. A aceitabilidade ou não dessas inclusões depende do código que rege o serviço que está sendo executado;

C. *porosidade* - pode ocorrer devido à limpeza inadequada do chanfro ou a impurezas contidas no metal de base ou por deficiência no suprimento do gás;

D. *Trincas* - na soldagem TIG normalmente são devidas à fissuração a quente. Trincas Longitudinais ocorrem em depósitos feitos em alta velocidade. Trincas de Cratera, na maioria das vezes, são devidas às correntes de soldagem impróprias. As trincas devidas ao hidrogênio (fissuração à frio), quando aparecem, são decorrentes de umidade no gás inerte.

2.2.4 Vantagens do processo TIG

É possível um resumo para o entendimento das principais vantagens do processo TIG. Assim, pode-se exigir e compreender que o processo:

1. Possibilita a soldagem sem adição de metal (chapas finas);
2. Não existe reação metal – gás e metal - escória, sem grande geração de furos, o que permite ótima visibilidade para o soldador;
3. Possui um arco elétrico suave, produzindo soldas com boa aparência e acabamento, exigindo pouca ou nenhuma limpeza após a operação;
4. Permite um controle preciso das variáveis de soldagem;
5. A operação do processo pode ser normal, mecanizada ou automatizada;
6. Solda a maioria dos metais ferrosos e não ferrosos;

7. Tem bom controle de penetração;
8. Tem excelente controle do calor cedido à peça devido ao controle independente da fonte de calor e da adição de metal;
9. Usa AC e DC (em função do metal a soldar);
10. Solda em todas as posições;
11. Tem boa acessibilidade;
12. Usa baixos níveis de hidrogênio;
13. Soldas sem escória.

2.2.5. Limitações

As principais limitações do processo TIG:

- I. As taxas de deposições são menores que em processo com eletrodo revestido;
- II. É menos econômico para espessuras maiores que 10 mm;
- III. Exige mais destreza e boas competências do soldador para soldagem manual;
- IV. Tem dificuldade em manter a proteção gasosa em trabalhos de campo, uma vez que há grande sensibilidade às correntes de ar;
- V. Há limites para o comprimento do consumível (máximo de 1000 mm na vareta);
- VI. Baixo rendimento $\leq 0,5 \text{ kg/h}$;
- VII. Fator de marcha $\leq 30\%$;
- VIII. Risco de inclusão de tungstênio;
- IX. Os altos custos de gás de proteção.

2.3 DOCUMENTOS TÉCNICOS DE SOLDAGEM

Os documentos técnicos de soldagem são previstos no código ASME IX cuja finalidade é prover informações para a execução de soldas de acordo com técnicas previamente aprovadas utilizando pessoal qualificado. No volume IX há o estabelecimento das regras quanto à qualificação de procedimentos de soldagem e brasagem, soldadores, operadores e brasadores.

2.3.1. Especificação de procedimento de soldagem – EPS

Este documento é intitulado também “Especificação de Soldagem” ou “Procedimento de Soldagem da Executante”. É um procedimento de soldagem escrito e qualificado emitido pelo fabricante para fornecer informações quanto a técnica de soldagem a ser utilizada para a execução de soldas que devam atender aos requisitos da norma ASME IX.

Este documento deve conter todas as variáveis essenciais e, quando requerido, variáveis essenciais suplementares para cada processo de soldagem utilizado na EPS. Outras informações que o fabricante julgar úteis ou necessárias para a qualidade da solda podem ser colocados.

A EPS deve estar suportada por um ou mais Registros de Qualificação de Procedimento de Soldagem (RQRS) – o qual será visto mais adiante. As EPS's podem ser revisadas ou novas. Desta maneira, podem ser emitidas desde que os dados alterados ou introduzidos sejam suportados pelas variáveis essenciais ou variáveis essenciais suplementares. Quando isto não ocorre é necessário que seja emitido outro RQPS para suporta-las.

Vale dizer que uma ou mais RQPS podem então suportar várias EPS.

2.3.2 Conteúdo da EPS

Todas as EPS's devem ser numeradas e devem indicar a norma que as suporta. Devem também indicar o número do RQPS que foi utilizado para qualificá-las, bem como indicar o processo de soldagem utilizado, sendo que podem utilizar mais que um processo, como por exemplo, a soldagem feita com TIG no passe de raiz e com ER nos passes de enchimento e acabamento.

A EPS deve indicar o tipo de junta a ser soldada e as tolerâncias dimensionais de preparação. Quando é definida uma sequência de soldagem esta informação deve constar na EPS no desenho da junta. Da mesma maneira, a EPS obrigatoriamente deve nortear quais materiais podem ser soldados, sendo que é interessante indicar a maior quantidade possível destes para evitar a emissão de inúmeras EPS com os mesmos dados. O modelo de formulário, ilustrado nas Figuras 6 e 7 demonstra com mais detalhes os dados que a EPS contém:

Figura 6 – Modelo de EPS, Folha 01/02

		E.P.S ESPECIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM				Nº T-01		
				Edição 1 ^a	Revisão 0	Data 30/06/2010	Folha: 01/02	
NORMAS DE REFERÊNCIA		ASME IX - Edition 2010						
PROCESSO (1)	TIG	TIPO	MANUAL	R.Q.P.S	T-01	REV.	00	
PROCESSO (2)	-	TIPO	-	R.Q.P.S	-	REV.	-	
				MATERIAL (1)	A 106 Gr B			
				MATERIAL (2)	A 106 Gr B			
				DIÂMETRO	6"			
				ESPESSURA	7,1 mm			
VÁRIAVEL	VALOR DO R.Q.P.S				FAIXA QUALIFICADA			
MATERIAL (1)	P/N ^a	1	GR	1	P/S	1	GR	1 a 4
MATERIAL (2)	P/N ^a	1	GR	1	P/S	1	GR	1 a 4
ESPESSURA DO METAL DE BASE	7,1 mm				1,6 mm	≤ METAL BASE ≤ 14,2 mm		
ESPESSURA DO METAL DE SOLDA DEPOSITADO	PROCESSO (1)	7,1 mm				≤	14,2 mm	
PROGRESSÃO	PROCESSO (2)	-				≤	-	
POSIÇÃO	6G				Todas			
ASCENDENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	DESCENDENTE	<input type="checkbox"/>	ASCENDENTE	<input checked="" type="checkbox"/>	DESCENDENTE	<input type="checkbox"/>	
METAL DEPOSIT.	RAIZ	ENCH./ACAB.	TUNGSTÊNIO	RAIZ	ENCH./ACAB.	TUNGSTÊNIO		
ESPECIF. SFA (AWS)	SFA 5.18	SFA 5.18	SFA 5.12	SFA 5.18	SFA 5.18	SFA 5.12		
CLASSE (AWS)	ER-70S-3	ER-70S-3	EWTh-2	ER-70S-3	ER-70S-3	EWTh-2		
FABRIC./MARCA	BOEHLER EML ^b	BOEHLER EML ^b	CARBOGRAFITE	NOTA 1	NOTA 1	NOTA 1		
DIÂMETRO	3,2 mm	2,4 mm	2,4 mm	2,4 / 3,2 mm	2,4 / 3,2 mm	2,4 / 3,2 mm		
F N ^c	6	6	-	6	6	-		
A N ^c	1	1	-	1	1	-		
CARACT. ELÉTRICA	PROCESSO 1		PROCESSO 2	PROCESSO 1		PROCESSO 2		
CORRENTE	CONTÍNUA		-	CONTÍNUA		-		
POLARIDADE	DIRETA		-	DIRETA		-		
VOLTAGEM	17 à 20		-	15 à 22		-		
AMPERAGEM	128 à 147		-	100 à 160		-		
OBSERVAÇÕES: NOTA 1 - DE ACORDO CONSUMÍVEIS HOMOLOGADOS PELO CLIENTE.								
INSPETOR DE SOLDAGEM N-2	COORDENADOR DO CQ				FISCALIZAÇÃO			
DATA:	DATA:				DATA:			

Fonte: SOS INSPEÇÃO E SOLDA LTDA – ME

Figura 7 – Modelo de EPS, Folha 02/02

	E.P.S ESPECIFICAÇÃO DE PROCEDIMENTO DE SOLDAGEM				Nº T-01 Edição 1^a Revisão 0 Data 30/06/2010 Folha: 02/02			
VÁRIAVEL	VALOR DO R.Q.P.S			FAIXA QUALIFICADA				
CONTROLE DE TEMPERATURA								
PRÉ-AQUECIMENTO	MÍNIMO	-		°C	MÍNIMO	50°C P/TEMP. AMBIENTE ≤ 15		°C
TEMP. INTERPASSE	MÁXIMO	250		°C	MÁXIMO	250		°C
PÓS-AQUECIMENTO	-	°C	-	TEMPO	-	°C	-	TEMPO
						TRATAMENTO TÉRMICO		
TEMP. PATAMAR	-	°C	á	-	°C	-	°C	-
TEMPO PATAMAR					MÍNIMO			-
TAXA DE AQUECIM.	-				-			°C/HORA
TAXA DE RESFRIAM.	-				-			°C/HORA
DIF. TERMOPARES	MÁXIMO	-		°C	MÁXIMO	-		°C
TEMP. CONTROLE	A PARTIR	-		°C	A PARTIR	-		°C
DUREZA	-	HV	-	HB	MÁXIMA	-		HB
GÁS	TOCHA		PURGA		TOCHA		PURGA	
TIPO	ARGÔNIO		-		ARGÔNIO		-	
%	99,95%		-		99,95%		-	
VAZÃO	13 L/MIN		-		10 a 16 L/MIN		-	
FORNECEDOR	AIR PRODUCTS		-		NOTA 1		-	
MARCA COMERCIAL	ARG. INDUSTRIAL		-		-		-	
TÉCNICA	RAIZ	ENCHIMENTO	ACABAMENTO	RAIZ	ENCHIMENTO	ACABAMENTO		
OSCILAÇÃO	RETELÍNEO	≤ 3 x Ø	RETELÍNEO	≤ 3 x Ø	≤ 3 x Ø	RETELÍNEO		
VELOCIDADE	-	-	-	-	-	-		
HEAT INPUT KJ/MIN	-	-	-	-	-	-		
LP	-	-	-	-	-	-		
PM	-	-	-	-	-	-		
GOIVAGEM	N/A			COM OU SEM				
PROTEÇÃO RESFR.	N/A			-				
MEDIÇÃO TEMP.	TERMÔMETRO DIGITAL			TERMÔMETRO DIGITAL / LÁPIS DE FUSÃO				
PROT. REPINOS	-----			-----				
LIMPEZA	DISCO ABRASIVO / ESCOVA DE AÇO			DISCO ABRASIVO / ESCOVA DE AÇO				
OBSERVAÇÕES:								
INSPECTOR DE SOLDAGEM N-2		COORDENADOR DO CQ			FISCALIZAÇÃO			
DATA:		DATA:			DATA:			

Fonte: SOS INSPEÇÃO E SOLDA LTDA – ME

2.3.3 Registro de qualificação de procedimento de soldagem – RQPS

Este documento é a identificação e registro dos dados utilizados para soldar um corpo de prova (chapa ou tubo de teste). Assim, são as anotações dos valores reais das variáveis essenciais e, quando requerido, variáveis essenciais suplementares efetivamente utilizados na soldagem da chapa ou tubo de teste. Deve também conter os resultados dos testes executados para a qualificação do procedimento.

Outros dados ou informações que o fabricante julgar úteis podem ser anotados sobre o RQPS. O RQPS não pode ser revisado salvo alterações editoriais ou alterações do código quanto a dados registrados no documento. Neste sentido se tem o exemplo das classificações de materiais. Outras alterações requerem novo teste de qualificação.

Os parâmetros utilizados para a execução da soldagem da chapa ou tubo de teste devem estar dentro de faixas estabelecidas em EPS preliminares, ou seja, o RQPS deve ter por base uma ou mais EPS que somente serão consideradas válidas após os resultados satisfatórios dos testes exigidos para qualificação do RQPS conforme descrito no Anexo C.

2.3.4 Conteúdo do RQPS

Todos os RQPSs devem ser numerados e devem indicar a norma que os suporta, como também informar o número da EPS que foi utilizada para qualificá-los. Também devem indicar o processo de soldagem utilizado, sendo que podem utilizar mais que um processo, por exemplo, a soldagem feita com TIG no passe de raiz e com ER nos passes de enchimento e acabamento.

O RQPS deve indicar o tipo de junta que foi soldada e as dimensões da chapa de teste, assim como as sequências de soldagem registradas no desenho da junta. Os materiais que foram utilizados na soldagem da junta também devem ser informados.

2.3.5 Registro de qualificação de soldador – RQS

O RQS é um documento que atesta a habilidade do soldador em executar soldas de acordo com EPS qualificadas. Sobre o RQS são anotadas as variáveis essenciais utilizadas pelo soldador na execução de uma chapa ou tubo de teste, bem como as faixas de qualificação do mesmo e os resultados dos testes executados.

2.3.6 Conteúdo do RQS

Todos os RQS's devem ser numerados e devem indicar a norma que os suporta. Para que cada teste de qualificação de soldador deve ser emitido um RQS.

2.4 PRINCIPAIS VARIÁVEIS PARA QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES

2.4.1 Processo

Indica o processo utilizado pelo soldador na execução do teste, quando num mesmo teste for usado mais que um processo deve ser emitido um RQS para cada processo.

2.4.2 Metal base

Indica o material utilizado na execução do teste, sua espessura, nº P e nº Grau.

2.4.3 Soldador

Indica o nome do soldador, chapa e sinete, nos testes de admissão indica-se o número da carteira profissional.

2.4.4 Valores usados

Nesta coluna devem ser indicados os parâmetros ou condições utilizadas pelo soldador, quando aplicáveis. Os itens a seguir devem ser relacionados.

2.4.4.1 Cobre-junta

Mostra se o teste foi realizado com ou sem cobre-junta. Aqui é necessário informar se a solda foi realizada pelos dois lados, pois é considerada solda com cobre-junta.

2.4.4.2. Número P

Exibe qual a classificação número P dos dois materiais soldados.

Metais de adição - Indica qual a especificação AWS e classificação do consumível utilizado, e caso este não pertença a alguma especificação AWS, indica a sua marca comercial.

2.4.4.3. Inserto consumível

Variável aplicável somente no processo TIG, quando usado, indicar “sim” ou “com”.

2.4.4.4. Posição de soldagem

Indica a posição de soldagem do teste. No Anexo F encontram-se alguns exemplos.

2.4.4.5 Progressão

Aplica-se somente quando o teste é executado na posição vertical (3G ou 3F), podendo ser ascendente ou descendente.

2.4.4.6 Corrente e polaridade

Esta variável se aplica somente no processo TIG, podendo ser corrente alternada (CA), corrente contínua com eletrodo positivo (CCEP) (CC+), corrente contínua com eletrodo negativo (CCEN) (CC-).

2.4.4.7 Gás de proteção da raiz

Esta variável se aplica aos processos TIG; MIG; MAG e AT. Indicar “com” se foi usado gás na raiz ou “sem”, em caso contrário.

2.4.4.8 Material utilizado

Indicar se o material utilizado para o teste foi chapa ou tubo. No caso de tubo informar na linha “diâmetros qualificados” o seu diâmetro, se for chapa, N/A.

2.4.4.9 Espessura do metal depositado

Indica a espessura da solda executada na chapa de teste.

2.4.4.10 Faixa de qualificação

Nesta coluna devem ser indicadas as faixas de qualificação para as diferentes variáveis aplicáveis. As seguintes devem ser relacionadas.

2.5 ENSAIOS DOS TESTES

A seguir se tem a descrição de alguns testes da norma ASME IX.

2.5.1 Teste de Dobramento

Para a qualificação de soldador, para soldas em chanfros, são necessários dois ensaios de dobramento, segundo a norma ASME IX, exceto quando o teste é feito na posição 5G ou 6G, nos quais devem ser feitos quatro testes de dobramento. Conforme a espessura da chapa de teste, o dobramento pode ser de face e raiz ou lateral. Exceto no caso de soldagem MIG / MAG / AT por transferência por curto circuito, o teste de dobramento pode ser substituído pelo ensaio radiográfico.

2.5.2 Exame visual

As soldas devem ser inspecionadas visualmente conforme ASME IX.

2.5.3 Exame radiográfico

Quando é executada a radiografia no lugar do dobramento, no mínimo devem ser inspecionadas 6" de solda que devem atender aos requisitos indicados na ASME IX.

2.5.4 Solda em ângulo

Os testes de qualificação de soldas em ângulo se constituem em um teste de fratura e uma macrografia, cujos resultados devem atender aos requisitos indicados na ASME IX.

2.6 ARTIGO III – QUALIFICAÇÃO DE SOLDAGEM

2.6.1. QW-356 – Processo TIG (GTAW)

2.6.2. Variáveis Essenciais

A tabela 1 mostra as variáveis essenciais do processo.

Tabela 1 – Lista de variáveis

Parágrafo		Lista de Variáveis
QW – 402 Juntas	4	Emissão de mata junta
QW – 403 Metal de Base	16	Mudança diâmetro do tubo
	18	Mudança P – Number
QW – 404 Metal de Adição	14	± de Metal de Adição
	15	Mudança do F – Number
	22	± Inserts
	23	Mudança
	30	Mudança na espessura depositada
QW – 405 Posição de Soldagem	1	+ Posição
	3	Mudança na soldagem vertical Ascendente e Descendente
QW – 408 Gás	8	Omissão do Gás de Purga
QW – 409 Características Elétricas	4	Mudança na Corrente ou Polaridade.

Fonte: SOS INSPEÇÃO E SOLDA LTDA – ME

2.6.3 Artigo IV – Dados da Soldagem

2.6.3.1. QW-402-4: A retirada do cobre-junta ou soldas feitas por um só lado. Soldas feitas pelos dois lados são consideradas soldas com cobre-juntas.

2.6.3.2 QW-403.16: Uma mudança no diâmetro do tubo além da faixa qualificada na tabela QW-452, exceto como permitida em QW-303.1; QW-303.2; QW-381.1 (c); ou QW-382 (c).

2.6.3.3 QW-403.18: Uma mudança de um P - Number para outro P - Number ou para um Metal de Base não listado na tabela QW/QB - 422, exceto como permitido em QW-423 e QW-420.

2.6.3.4 QW-404.14: A exclusão ou a adição de metal de adição.

2.6.3.5 QW-404.15: Uma mudança de um F - Number conforme a tabela QW-432 para outro F - Number ou para qualquer metal de adição, exceto como permitido em QW-433.

2.6.3.6 QW-404.22: A retirada ou adição de um tipo de material de enchimento adicionado à junta soldada. Qualificação em junta de topo, soldada por um lado, com ou sem material de enchimento, qualifica para juntas angulares ou de topo com cobre-junta ou junta de topo soldada pelos dois lados, material de enchimento conforme especificação SFA 5.30, exceto aquele material de enchimento com análise química para qualquer arame, para qualquer especificação SPA ou classificação AWS, deverá ser considerado como tendo o mesmo "F – Number" da tabela QW-432.

2.6.3.7 QW-404.30: Uma mudança na espessura do metal depositado além da faixa qualificada na tabela QW-451 para qualificação de procedimentos de soldagem ou na Tabela QW-452 para Qualificação de soldadores, exceto como permitido em QW-303.1 e QW-303.2. Quando o soldador é qualificado usando ensaio radiográfico, a faixa de espessura da tabela QW-482.1(b) deverá ser aplicada.

2.6.3.8 QW-405.1: A adição de outras posições de soldagem, além daquelas já qualificadas. Ver QW-120, QW-130, QW-203, e QW-303 que são tabelas do ASME IX. A Figura 8 nos mostra um exemplo de posição de soldagem em 6G. Exemplos de outras posições se encontram no anexo F.

Figura 8 – Soldagem na posição 6G



Fonte: Próprio autor

2.6.3.9 QW-405.3: Uma mudança da progressão ascendente para descendente, ou oposta, para qualquer passe de uma solda vertical, exceto para os passes de que poderão ser ascendente ou descendente. O passe de raiz também poderá ser ascendente ou descendente, desde que seja removido, para execução da soldagem do lado oposto, após goivagem².

2.6.3.10 QW-408.8: A retirada do gás inerte para proteção da raiz, exceto se a requalificação não requeira para juntas de topo soldadas por um lado com cobre-junta ou juntas de topo soldadas pelos dois lados ou juntas angulares. Esta exceção não se aplica para materiais com P-Number S1 até P-Number S3, P-Number 61 até P-Number 62, e P-Number 10I.

2.6.3.11 QW-409.4: Uma mudança de corrente alternada para contínua, ou vice-versa; e em corrente contínua, uma mudança de eletrodo negativo (polaridade direta) para eletrodo positivo (polaridade reversa) ou vice-versa.

² É o processo de corte por eletrodo de grafite.

3 – MÉTODO

Através de consulta da norma de qualificação ASME (Edição 2010). Será apresentado um projeto de tubulação, onde serão analisadas as variáveis essenciais da norma ASME IX para a qualificação de um soldador no processo TIG.

Esta qualificação será feita passo a passo conforme os parâmetros de soldagem.

3.1 QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR – ASME IX

A qualificação do soldador ou operador de soldagem, assim como seu procedimento, é feita confrontando resultados dos testes realizados nos corpos de prova, com os critérios de avaliação impostos pela norma em questão. A distinção é encontrada nas avaliações de procedimento e avaliações de desempenho.

3.1.1 Estudo de Caso

a) Projeto: Fabricação de tubulação de processo.

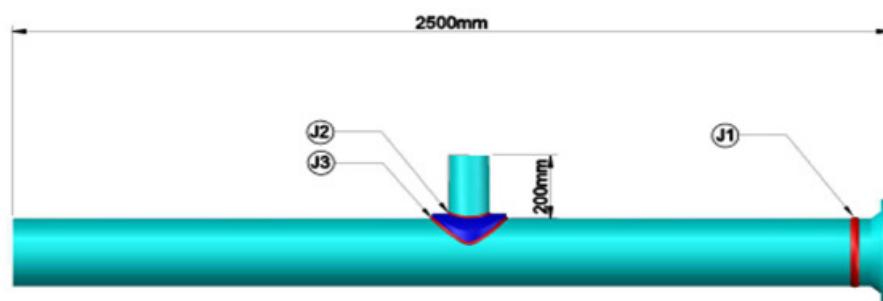
Material: A 106 Gr B

Espessura: 11,0 mm

Diâmetro: 6”

Processo de Soldagem: TIG

Figura 9 – Projeto de Tubulação



Fonte: SOS INSPEÇÃO E SOLDA LTDA – ME

b) Forma de qualificação

1º Passo

Verificar PNº do Material na tabela 02 (QW-422).

Material: A106 Gr B

De acordo a tabela 02 (QW-422), o material A 106 Gr B é PNº 1.

Conforme parágrafo tabela 3 (QW-423.1) o soldador estará qualificado para soldar materiais de PNº 1 até PNº 15F, PNº 34, PNº 41 até PNº 49.

A Tabela 2 mostra o agrupamento dos metais base para qualificação e demonstra que neste material o P-Número é 1.

Tabela 2 – QW-422

QW-422 P-Número AGRUPAMENTO DOS METAIS BASE PARA QUALIFICAÇÃO						
P- Nº	Grupo Nº	Especificação Nº	Grau	Resistência mínima à tração especif., MPa (Nota 1)	Composição Nominal	Tipo do Metal Base
AÇOS-CARBONO E AÇOS-LIGA						
1	1	SA-31	A B	310 400	(C)	Rébites
		SA-36	...	400	(C-Mn-Si)	Chapas
		SA-53	Tipo S, Grau A Tipo S, Grau B Tipo E, Grau A Tipo E, Grau B Tipo F	330 415 330 415 310	(C) (C-Mn) (C) (C-Mn) (C)	Tubos de condução sem costura Tubos de condução sem costura Tubos de condução soldados por resistência elétrica Tubos de condução soldados por resistência elétrica Tubos de condução soldados em forno
		SA-106	A B	330 415	(C-Si)	Tubos de condução sem costura
		SA-134	...	...	(C)	Tubos soldados a partir de chapas SA-283 e SA-285
		SA-178	A C	325 ⁽²⁾ 415 ⁽²⁾	(C)	Tubos soldados por resistência elétrica
		SA-179	...	...	(C)	Tubos sem costura
		SA-181	Classe 60	415	(C-Si)	Flanges para tubulações
		SA-192	...	325 ⁽²⁾	(C-Si)	Tubos sem costura
		SA-210	A-1	415	(C-Si)	Tubos sem costura
		SA-214	...	...	(C)	Tubos soldados por resistência elétrica
		SA-216	WCA	415	(C-Si)	Fundidos
		SA-226	...	325 ⁽²⁾	(C-Si)	Tubos soldados por resistência elétrica
		SA-234	Marcação WPB	415	(C-Mn-Si)	Conexões de interligação para tubulações
		SA-266	Classe 1	415	(C-Si)	Forjados
		SA-283	A B C D	310 345 380 415	(C)	Chapas
		SA-285	A B C	310 345 380	(C)	Chapas

Conforme parágrafo QW-423.1 (Tabela 3) o soldador estará qualificado para soldar materiais de P-Número 1 até P-Número 15F, P-Número 34, P-Número 41 até P-Número 49.

A tabela 3 mostra o P-Número utilizado na qualificação e quais P- Números o soldador estará qualificado.

Tabela 3 – QW-423.1

QW-423 Materiais de Base Alternativos para Qualificação de Soldador

QW-423.1 Metal de base usado para qualificação do soldador poderá ser substituído para o metal especificado na EPS de acordo tabela abaixo. Quando um metal de base mostrado na coluna da esquerda é usado na qualificação do soldador, o soldador é qualificado para soldar todas as combinações de metal de base mostradas na coluna da direita, incluindo metais que não constam na lista, mas de composição química similar dos listados.

Metal de Base para Qualificação de Soldador	Metal de Base Qualificado para Produção
P-Nº 1 até P-Nº 15F, P-Nº34 e P-Nº 41 até P-Nº 49	P-Nº 1 até P-Nº 15F, P-Nº34 e P-Nº 41 até P-Nº 49
P-Nº 21 até P-Nº 26	P-Nº 21 até P-Nº 26
P-Nº51 até P-Nº 53 ou P-Nº 61 e P-Nº 62	P-Nº51 até P-Nº 53 e P-Nº 61 e P-Nº 62

Fonte: ASME IX, edição 2010

2º Passo

Verificar a espessura qualificada na tabela 04 (QW- 452.1 (b)).

Espessura da tubulação: 11,0 mm

Espessura do tubo de teste: 5,5 mm

Espessura de solda depositada: 5,5 mm

O soldador poderá soldar até o dobro da espessura de teste.

Portanto, o soldador estará qualificado para espessuras até 11,0 mm.

A Tabela 4 mostra a espessura do metal de solda qualificado.

Tabela 4 – QW-452.1 (b)

QW-452.1 (b) Espessura do Metal de Solda Qualificado	
Espessura, t, do Metal de Solda no Corpo de Prova, in. (mm) (Notas (1) e (2))	Espessura do Metal de Solda Qualificado (Nota (3))
Todos $\frac{1}{2}$ (13) e acima com mínimo de três camadas	$2t$ Máximo a ser soldado

Notas:

- (1) Quanto mais que um soldador e/ou um processo de soldagem e um metal de adição (consumível) é usado no depósito da solda em um corpo de prova, a espessura t, do metal de solda no corpo de prova depositado por cada soldador com cada processo e cada metal de adição F N° de acordo com as variáveis aplicáveis em QW-404, deverá ser determinado e usado individualmente na espessura t, do metal de solda no corpo de prova na coluna que determina a espessura do metal de solda qualificado.
- (2) dois ou mais tubos de teste com diferentes espessuras do metal de solda, poderá ser usado para determinar a espessura de solda qualificada e que espessura poderá ser utilizada na produção para o menor diâmetro, o qual o soldador está qualificado conforme QW-452.3.
- (3) Espessura do corpo de prova com 19,0 mm ou maior, poderá ser usado para qualificar uma combinação de três ou mais soldadores, o qual poderá ser usado o mesmo processo de soldagem diferentes.

Fonte: ASME IX, edição 2010.

3º Passo

Verificar diâmetro qualificado na tabela 05 (QW-452.3).

O diâmetro do projeto é de: 6"

Diâmetro do tubo de teste: 2"

O soldador estará qualificado de $\varnothing \geq 1"$ (25,0 mm).

A Tabela 5 mostra os limites do diâmetro para a solda em chanfro.

Tabela 5 – QW-452.3

QW-452.3 Limites do Diâmetro para Solda em Chanfro		
Diâmetro Externo do Corpo de Prova (mm)	Diâmetro Externo Qualificado (mm)	
	Min.	Max.
Menor que 1 (25)	Diâmetro soldado	Ilimitado
1 (25) para $2\frac{7}{8}$ (73)	1 (25)	Ilimitado
Maior que $2\frac{7}{8}$ (73)	$2\frac{7}{8}$ (73)	Ilimitado

Notas Gerais:

- (a) **Tipo e quantidade de testes requeridos deverá ser em acordo com QW-452.1.**
- (b) $2\frac{7}{8}$ in.(73 mm) O.D. é o equivalente a NPS 2 $\frac{1}{2}$ (DN 65).

Fonte: ASME IX, edição 2010.

O diâmetro do projeto é de 6", portanto de acordo com a tabela QW-452.3, considerando que foi utilizado para o teste o tubo de Ø de 2". O soldador estará qualificado de $\text{Ø} \geq 1"$.

4º Passo

Este teste será realizado com solda por um lado com penetração total. O passe de raiz para o processo TIG é considerado como cobre junta. Portanto, o soldador estará qualificado com ou sem cobre junta.

5º Passo

Esta junta será soldada com metal de adição (vareta), seguindo a EPS qualificada.

6º Passo

Verificar F Nº do metal de adição na tabela 06 (QW-432).

O metal de adição (vareta) utilizado para o material A 106 Gr B (P Nº 1) é o ER 70S-3, que de acordo a Tabela 6 (QW-432) é o F Nº 6.

Portanto, o soldador estará qualificado para utilizar qualquer metal de adição (vareta) que seja F Nº 6.

A tabela 6 mostra o F-Número dos consumíveis.

Tabela 6 – QW-432

F-Número

AGRUPAMENTO DE ELETRODOS, VARETAS E ARAMES DE SOLDA PARA QUALIFICAÇÃO

QW	F-Nº	Especificação ASME Nº	Classificação AWS Nº
AÇOS-CARBONO E AÇOS-LIGA			
432.1	1	SFA-5.1 e 5.5	EXX 20, EXX 24, EXX 27, EXX 28
	2	SFA-5.1 e 5.5	EXX 12, EXX 13, EXX 14
	3	SFA-5.1 e 5.5	EXX 10, EXX 11
	4	SFA-5.1 e 5.5	EXX 15, EXX 16, EXX 18, EXX 48
	4	SFA-5.4, com exceção dos austeníticos	EXX 15, EXX 16
	5	SFA-5.4 (austeníticos)	EXX 15, EXX 16
	6	SFA-5.2	RX
	6	SFA-5.17	FXX-EXX
	6	SFA-5.9	ERXX
	6	SFA-5.18	ERXXS-X
	6	SFA-5.20	EXXT-X
	6	SFA-5.22	EXXXT-X
	6	SFA-5.23	FXX-EXXX-X, FXX-ECXXX-X, FXX-EXXX-XN, FXX-ECXXX-XN
	6	SFA-5.28	ER-XXX-X, E-XXX-X
	6	SFA-5.29	EXXTX-X
ALUMÍNIO E LIGAS À BASE DE ALUMÍNIO			
432.2	21	SFA-5.10	ER 1100
	22	SFA-5.10	ER 5554, ER 5356, ER 5556, ER 5183, ER 5654
	23	SFA-5.10	ER 4043, ER 4047, ER 4145
	24	SFA-5.10	R-SC 51A, R356.0
COBRE E LIGAS À BASE DE COBRE			
432.3	31	SFA-5.6	ECu
	31	SFA-5.7	ER Cu
	31	SFA-5.27	ER Cu
	32	SFA-5.6	ECuSi
	32	SFA-5.7	ER CuSi-A
	32	SFA-5.27	ER CuSi-A
	33	SFA-5.6	ECuSn-A, ECuSn-C
	33	SFA-5.7	ER CuSn-A
	34	SFA-5.6	ECuNi
	34	SFA-5.7	ER CuNi
	35	SFA-5.27	RB CuZn-A RB CuZn-B RB CuZn-C RB CuZn-D
	36	SFA-5.6	ECuAl-A2 ECuAl-B
		SFA-5.7	ER CuAl-A1 ER CuAl-A2 ER CuAl-A3
	37	SFA-5.6	EcuNiAl ECuMnNiAl
		SFA-5.7	ER CuNiAl ER CuMnNiAl

Tabela 6 – QW-432 (continuação)

NÍQUEL E LIGAS À BASE DE NÍQUEL			
432.4	41	SFA-5.11	ENi-1
	41	SFA-5.14	ER Ni-1
	42	SFA-5.11	E NiCu-7
	42	SFA-5.14	ER NiCu-7
	43	SFA-5.11	E NiCrFe-1
	43	SFA-5.11	E NiCrFe-2
	43	SFA-5.11	E NiCrFe-3
	43	SFA-5.11	E NiCrFe-4
	43	SFA-5.11	E NiCrMo-2
	43	SFA-5.11	E NiCrMo-3
	43	SFA-5.11	E NiCrMo-6
	43	SFA-5.14	ER NiCr-3
	43	SFA-5.14	ER NiCrFe-5
	43	SFA-5.14	ER NiCrFe-6
	43	SFA-5.14	ER NiCrMo-2
	43	SFA-5.14	ER NiCrMo-3
	44	SFA-5.11	E NiMo-1
	44	SFA-5.11	E NiMo-3
	44	SFA-5.11	E NiMo-7
	44	SFA-5.11	E NiCrMo-4
	44	SFA-5.11	E NiCrMo-5
	44	SFA-5.11	E NiCrMo-7
	44	SFA-5.14	ER NiMo-1

NÍQUEL E LIGAS À BASE DE NÍQUEL			
432.4	44	SFA-5.14	ER NiMo-2
	44	SFA-5.14	ER NiMo-7 (Liga B-2)
	44	SFA-5.14	ER NiCrMo-4
	44	SFA-5.14	ER NiCrMo-5
	44	SFA-5.14	ER NiCrMo-7 (Liga C-4)
	45	SFA-5.11	E NiCrMo-1
	45	SFA-5.11	ER NiCrMo-9
	45	SFA-5.14	ER NiCrMo-1
	45	SFA-5.14	ER NiFeCr-1
	45	SFA-5.14	ER NiCrMo-8
	45	SFA-5.14	ER NiCrMo-9
TITÂNIO E LIGAS À BASE DE TITÂNIO			
432.5	51	SFA-5.16	ERTI-1, ERTI-2, ERTI-3, ERTI-4
ZIRCÔNIO E LIGAS À BASE DE ZIRCÔNIO			
432.6	61	SFA-5.24	ERZr-1, ERZr-2, ERZr-3
METAL DE SOLDA PARA REVESTIMENTOS DUROS			
432.7	71	SFA-5.13	RXXX-X, EXXX-X
	72	SFA-5.21	RXXX-X

Fonte: ASME IX, edição 2010

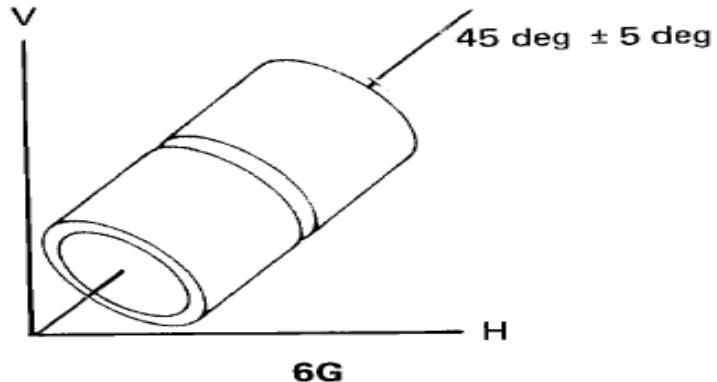
7º Passo

Verificar posição de soldagem, conforme Tabela 7 QW-461.9.

Posição de teste: 6G (tubo com eixo inclinado à 45º).

A Figura 10 mostra a posição de soldagem 6G em soldas em juntas chanfradas – tubo.

Figura 10 – POSIÇÃO 6G



Fonte: ASME IX, edição 2010

Qualificação de teste na posição 6G. Qualifica para todas as posições de solda. Portanto, o soldador estará qualificado para soldar em todas as posições.

A Tabela 7 mostra as posições qualificadas para cada posição de teste realizado. As demais variações encontram-se detalhadas no Anexo D.

Tabela 7 – QW-461.9

QUALIFICAÇÃO DO DESEMPENHO — LIMITAÇÕES DAS POSIÇÕES

(Dentro das outras limitações indicadas em QW-303)

Teste de Qualificação		Posição e Tipo de Sonda Qualificada (Nota 1)		
		Sonda em chanfro		Sonda em Ângulo
Sonda	Posição	Chapas e Tubos com D.E. superior a 610 mm	Tubos	Chapas e Tubos
Chapas-Chanfro	1G	P	P (Nota 2)	P
	2G	P, H	P, H (Nota 2)	P, H
	3G	P, V	P (Nota 2)	P, H, V
	4G	P, SC	P (Nota 2)	P, H, SC
	3G e 4G	P, V, SC	P (Nota 2)	Todas
	2G, 3G e 4G	Todas	(P, H (Nota 2))	Todas
Chapas-Ângulo	1F	.....	.....	P (Nota 2)
	2F	.....	.....	P, H (Nota 2)
	3F	.....	.....	P, H, V (Nota 2)
	4F	.....	.....	P, H, SC (Nota 2)
	3F e 4F	.....	.....	Todas (Nota 2)
Tubos-Chanfro	1G	P	P	P
	2G	P, H	P, H	P, H
	5G	P, V, SC	P, V, SC	Todas
	6G	Todas	Todas	Todas
	2G e 5G	Todas	Todas	Todas
Tubos-Ângulo	1F	.....	.....	P
	2F	.....	.....	P, H
	2FR	.....	.....	P, H
	4F	.....	.....	P, H, SC
	5F	.....	.....	Todas

NOTAS:

- 1) Posições de soldagem conforme indicadas em QW-461.1 e QW-461.2.

P = plana

H = horizontal

V = vertical

SC = sobrecabeça

- 2) Tubos com diâmetro externo igual ou maior do que 73 mm.

Fonte: ASME IX, edição 2010.

8º Passo

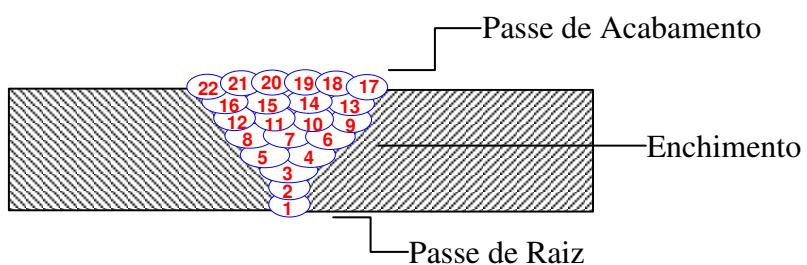
O soldador utilizará metal de adição (vareta) maciço. Portanto, o soldador estará qualificado para utilizar apenas metal de adição (vareta) maciço.

9º Passo

O teste será realizado na progressão ascendente (subindo). Logo, o soldador estará qualificado apenas para progressão ascendente. Exceto para o passe de acabamento que pode ser ascendente ou descendente, ou passe de raiz, quando este for removido.

A Figura 11 mostra a sequência de soldagem

Figura 11 – Sequencia de Soldagem



Fonte: SOS INSPEÇÃO E SOLDA LTDA – ME

10º Passe

Para solda de aço carbono não é necessário gás de purga, ou seja, o gás de proteção interna do passe de raiz. Portanto, o soldador estará qualificado para soldar com ou sem gás de purga.

11º Passe

Para o processo TIG, deverá ser utilizado corrente contínua com polaridade direta. Assim, o soldador estará qualificado para soldar utilizando apenas corrente contínua com polaridade direta.

4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A norma ASME IX tem diversos parâmetros processuais para qualificação de soldador como eletrodo revestido, arco submerso, arame tubular, eletrodo e eletro escória, eletro gás, etc. Mas para esta pesquisa e análise vale dizer que a qualificação de soldador avaliada é apenas a correlata ao processo TIG.

É importante ainda dizer que existem outras normas de qualificação (API 1104, AWS D1.1, etc.), onde o engenheiro de soldagem deve se aperfeiçoar em cada uma delas , com o objetivo de definir as melhores opções do projeto.

Ao engenheiro de soldagem é rigor proceder com estreita responsabilidade a fim de avaliar com critério as normas envolvidas na execução dos mais diversos projetos, materiais e peças que a indústria possa produzir.

Esta pesquisa buscou demonstrar todos os parâmetros envolvidos para a qualificação de soldador no processo TIG baseado na norma ASME IX e quando foi apresentada a um inspetor/engenheiro de soldagem (ANEXO B) para que desse seu parecer, o mesmo analisou e concluiu que o trabalho apresentado é importante pois é como “uma receita de bolo”, onde o profissional vai poder seguir cada passo apresentado e encontrar na norma as informações que ele está necessitando para a elaboração de uma qualificação de soldadores.

É importante ressaltar que esse trabalho está focado no processo de qualificação de soldador para apenas um material, no caso A 106 Gr B, para que a qualificação em outros materiais é necessário repetir o Estudo de Caso conforme item 3.1.1 consultando os demais materiais que estão incluídos nos Anexos E,F e G.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPOLINÁRIO, Fabio. Metodologia da Ciência: Filosofia e Prática da Pesquisa. São Paulo: Cengage Learning, 2012. 226 p.
- ASME IX – “Qualification standard for welding and brazing procedures, welders, brazers, and welding and brazing operators” - The American Society of Mechanical Engineers - July 1, 2010
- FBTS – Fundação Brasileira de Tecnologia da Soldagem. Apostila do curso de Inspetor de soldagem – CIS – Nível 2, volume 3, 16º edição, Rio de Janeiro: FBTS, 2009.
- GUERRA, I. G. Soldagem & Técnicas Conexas: Processos. Porto Alegre: edição do autor, 1996.
- PONOMAREV, Vladimir. Apostila do curso de soldagem. São Caetano do Sul: CTA – LAPROSOLDA – FEMEC – UFU, s/d.

ANEXO A - Modelo de CQS

		CERTIFICADO DE QUALIFICAÇÃO DE SOLDADOR				Número:	001.1
						Data:	20/05/2013
UT		CONTRATO					
NOME	DANIEL SOUZA	CPF		SINETE		S-01	
NORMA	ASME IX Ed 2010	EPS		TE-001		RQPS	TE-001
PROCESSO	TIG(GTAW)	TIPO	MANUAL	MATERIAL	AÇO CARBONO	ESPESS.	5,5mm
CLASSE AWS	5.18	FABRICANTE	N/A		MARCA	ER 70S-3	
VARIÁVEL	VALORES DA QUALIFICAÇÃO				FAIXA DE QUALIFICAÇÃO		
MATERIAL	Nº P	GRUPO		Nº P			
	A 106 Gr B (P Nº 1)	1		P Nº 1 á 15F, 34 e 41 á 49			
POSIÇÃO DIÂMETRO	POSIÇÃO	6G	DIÂMETRO	2"	CHANFRO	Ø Ext. ≥ 25,4 mm TODAS AS POSIÇÕES	
	TUBO	CHAPA	FILETE	CHANFRO	FILETE	-	
ESPESSURA DE METAL DEPOSITADO	5,5 mm			CHANFRO	até 11,0 mm	FILETE	todos
PROGRESSÃO	ASCENDENTE <input checked="" type="checkbox"/>	DESCENDENTE <input type="checkbox"/>	ASCENDENTE <input checked="" type="checkbox"/>	DESCENDENTE <input type="checkbox"/>			
COBRE JUNTA	COM <input type="checkbox"/>	SEM <input checked="" type="checkbox"/>	COM <input checked="" type="checkbox"/>	SEM <input checked="" type="checkbox"/>			
CONSUMÍVEIS	Nº F	6	Nº F	6			
GÁS DE PROTEÇÃO	ARGÔNIO				QUALQUER GÁS INERTE		
GÁS DE PURGA							
CORRENTE	CONTINUA <input checked="" type="checkbox"/>	ALTERNADA <input type="checkbox"/>	CONTINUA <input checked="" type="checkbox"/>	ALTERNADA <input type="checkbox"/>			
POLARIDADE	DIRETA <input checked="" type="checkbox"/>	INVERSA <input type="checkbox"/>	DIRETA <input checked="" type="checkbox"/>	INVERSA <input type="checkbox"/>			
ENSAIOS MECÂNICOS E NÃO DESTRUTIVOS							
TIPO	EXECUTANTE		Nº RELATÓRIO	OBSERVAÇÃO			
Visual							
Gamagrafia			SP-0748/12				
Fratura	N/A						
Macrografia	N/A						
Dobramento Face / Raiz	N/A						
Observações: N/A CP 01							
Certificamos que o descrito neste certificado está correto e que todos os cupons de teste foram preparados, soldados e testados de acordo com os requisitos da norma de qualificação supra-mencionada.							
Inspetor de Solda	Supervisor C.Q			Cliente			
Data: ___ / ___ / ___	Data: ___ / ___ / ___			Data: ___ / ___ / ___			

Fonte: SOS INSPEÇÃO E SOLDA LTDA – ME

ANEXO B

Foi apresentado o compêndio para qualificação de soldadores TIG, conforme a norma ASME IX a um inspetor de soldagem (engenheiro de soldagem) para que desse seu parecer ao compêndio respondendo algumas perguntas conforme abaixo:

Eng.º Antônio Carlos Leite – CREA Nº 5063483659

Engenheiro de Soldagem e Inspetor de soldagem NII – SNQC – IS 362 NII

1º - Qual o seu parecer em relação a este trabalho?

R.: As pessoas envolvidas com soldagem tem alguma dificuldade em interpretar normas de qualificação de procedimento de soldagem e soldadores. Logo, eu vejo neste trabalho, uma forma simples e objetiva de atender estas dificuldades e um incentivo para as pessoas se aprofundarem no assunto.

2º - A respeito do processo de soldagem escolhido, comente a respeito dele.

R.: Dentre vários processos de soldagem, optou-se pelo processo TIG, por ser muito utilizado no Brasil.

3º - A documentação de soldagem (EPS, RQPS, RQS) apresentada, contribui para que outros documentos sejam elaborados com facilidade?

R.: O objetivo principal é facilitar o caminho para qualificação de soldador, através de um estudo de caso, e da forma como foi apresentada contribui pois será somente seguir o modelo para outros materiais. Outros documentos deverão ser analisados caso a caso, e se houver alguma dúvida deverá procurar por um especialista.

4º - E quanto ao soldador, para a sua qualificação, o que você tem a dizer?

R.: Fica claro que o soldador tem que mostrar habilidade em executar uma solda de acordo com parâmetros previamente definidos no procedimento de soldagem, resultando em uma solda aceitável.

5º - O estudo de caso apresentado, contribui para facilitar ao engenheiro de soldagem e inspetor de soldagem NII a solução de novos casos?

R.: Sim, pois o que foi apresentado é como “uma receita de bolo”, onde o profissional vai poder seguir cada passo apresentado e achar na norma as informações que ele necessita para a elaboração de uma qualificação de soldadores, bem como a documentação de soldagem necessária que o projeto requer.

ANEXO C - QW 452.1

Corpos de prova e limite de espessuras para qualificação do desempenho para juntas chanfradas.

TESTES DE DOBRAMENTO TRANSVERSAL

Tipo da junta	Espessura do metal base soldado para teste, mm (Notas 1 e 3)	t	Máxima	Tipo e quantidade dos testes requeridos (Testes de dobramento guiado) (Nota 4)		
				Dobramento lateral QW-462.2(a)	Dobramento de face (Nota 5) QW-462.3(a)	Dobramento de raiz (Nota 5) QW-462.3(a)
Chanfrada	Até 10, incl.		2t	Nota (6)	1	1
Chanfrada	Acima de 10, porém menor do que 20		2t	Nota (7)	1	1
Chanfrada	Igual ou maior do que 20		Máxima a ser soldada	2	...	...

- (1) Toda a espessura do chanfro preparado no metal base para teste deve ser enchida com metal de solda depositado. Quando o chanfro for enchido com metal de solda depositado por um, dois ou mais soldadores, a espessura t do metal de solda depositado por cada soldador com cada processo, deve ser determinada e usada individualmente na Coluna "Espessura de metal de solda".
- (2) Podem ser usadas duas ou mais peças para testes, preparadas com tubos de condução de espessuras diferentes, para determinar a espessura de metal de solda qualificada; essa espessura pode ser aplicada às soldas de produção para o menor diâmetro em que o soldador estiver qualificado, de acordo com QW-452.3.
- (3) A espessura da peça para teste deve ser igual ou maior do que 20 mm, quando três ou mais soldadores forem qualificados na mesma peça, combinados entre si, todos eles usando o mesmo processo de soldagem, ou cada um usando um (ou mais) processo(s) diferente(s).
- (4) É requerido um total de quatro corpos de prova para a qualificação nas posições 5G e 6G, conforme prescrito em QW-302.3.
- (5) Os testes de dobramento de face e de raiz podem ser usados para as seguintes combinações:
 - (a) um soldador usando dois processos de soldagem; e
 - (b) dois soldadores usando o mesmo processo ou diferentes processos de soldagem.
- (6) Para os metais base soldados para teste, com espessura igual ou 10 mm, os testes requeridos de dobramento de face e de raiz podem ser substituídos por dois testes de dobramento lateral.
- (7) Os testes requeridos de dobramento de face e de raiz podem ser substituídos por dois testes de dobramento lateral.

Fonte: ASME IX, 2010

ANEXO D - QW 303.2

As generalidades das soldas em ângulo requerem dos soldadores testes para aprovação das soldas em ângulo nas posições de orientadas em QW-461.9. Desta maneira, estarão qualificadas para as posições de soldas em ângulo assinaladas em QW-461.9. Os soldadores aprovados nos testes de solda em ângulo estão aprovados somente para as soldas em ângulo, em todas as espessuras de material, em todos os tamanhos de cordão de solda, e nos diâmetros externos de tubo iguais ou acima de 73 mm, dentro dos limites das variáveis essenciais aplicáveis. Os soldadores que efetuarem soldas em ângulo em tubos com diâmetro externo inferior a 73 mm, devem ser aprovados nos testes de soldas em ângulo efetuadas em tubos, conforme QW-452.4 ou de acordo com os testes requeridos em QW-303.3 e QW-303.4.

ANEXO E - QW 320**QW - 320 RETESTES E RENOVAÇÃO DA QUALIFICAÇÃO****QW - 321 Retestes**

Um soldador que não se qualificar em um ou mais corpos de prova dos que estão prescritos em QW-452, bem como os operadores mal sucedidos nos testes exigidos em QW-305, podem ser retestados sob as seguintes condições:

QW - 321.1

Reteste imediato através de testes mecânicos – Quando o material preparado para os testes de qualificação não obtiver aprovação nos testes mecânicos prescritos em QW-302.1, o reteste deve ser feito através de testes mecânicos.

Quando for realizado um reteste imediato o soldador ou operador deve soldar, consecutivamente, duas peças para teste, para cada posição em que tiver sido reprovado, todos os corpos de prova preparados a partir dessas peças devem proporcionar resultados positivos nos testes a serem efetuados.

QW - 321.2

Reteste imediato através de exame radiográfico – Quando o material preparado para os testes de qualificação não obtiver aprovação no exame radiográfico prescrito em QW-302.2, o reteste imediato deve ser processado também pelo método de exame radiográfico.

2. Para soldadores e operadores o reteste consiste no exame radiográfico de duas chapas de teste com 150 mm de comprimento de solda; no caso de tubos, o

reteste consiste no exame radiográfico de dois tubos com um total de 300 mm de comprimento de solda, incluída a solda circunferencial completa para o tubo ou tubos (para tubos de pequenos diâmetros, a quantidade total de peças para testes, preparadas consecutivamente, não deve ser maior do que 8.

3. A critério do fabricante, o soldador que tiver sido mal sucedido no teste prescrito em QW-304.1 (alternativa da solda de produção) pode ser retestado pelo exame radiográfico de um comprimento adicional de 300 mm da mesma solda de produção. Se esse comprimento adicional de solda for aprovado no teste, o soldador deve ser considerado qualificado, e a área de solda na qual fora anteriormente reprovado, deve ser reparada pelo próprio soldador ou por outro soldador qualificado.

Entretanto, se esse comprimento adicional de solda não atender os padrões radiográficos, o soldador deve ser considerado reprovado; todas as soldas de produção efetuadas por esse soldador devem ser completamente radiografadas e reparadas por um soldador ou operador qualificado.

4. A critério do fabricante, o operador que for reprovado no teste estipulado em QW-305.2, pode ser retestado pelo exame radiográfico de um comprimento adicional de 2 m da mesma solda de produção. Se esse comprimento adicional de solda for aprovado no exame radiográfico, o operador deve ser considerado qualificado, e a área de solda na qual fora anteriormente reprovado, deve ser reparada pelo próprio operador ou por outro operador ou soldador qualificado.

Entretanto, se esse comprimento adicional de solda não atender aos padrões radiográficos, o operador deve ser considerado reprovado; todas as soldas de produção efetuadas por esse operador devem ser totalmente radiografadas e reparadas por um soldador ou operador qualificado.

QW - 321.3

Treinamento adicional – Quando o soldador ou operador tiver recebido um treinamento ou prática adicional (posterior a um teste mal sucedido), deve ser efetuado um novo teste para cada posição na qual obteve qualificação anterior.

QW - 322 Renovação da Qualificação

As qualificações do desempenho de um soldador ou de um operador devem ser canceladas sob as seguintes condições:

1. Quando ele não tiver efetuado soldagens com um determinado processo, durante um período de tempo igual ou superior a 3 meses, a sua qualificação para esse processo particular deve ser considerada expirada, exceto se ele estiver soldando com outro processo, quando então o referido período pode ser ampliado para 6 meses;
2. Quando ele não tiver soldado com qualquer processo, durante um período de 3 meses, todas as suas qualificações devem ser consideradas expiradas, inclusive aquelas cuja validade poderia ser ampliada além do período de 3 meses, por força dos termos do item 2 acima;
3. Quando existir uma razão particular para que se duvide da sua habilidade na produção de soldas que atendem às especificações, a sua qualificação, que suporte a soldagem que estiver executando, deve ser considerada expirada.

ANEXO F – Posições de Soldagem

Posição de Soldagem: 4G - SOBRE-CABEÇA



Fonte: próprio autor

Posição de Soldagem: 2G – Horizontal



Fonte: próprio autor

Posição de Soldagem: 3G – Vertical



Fonte: próprio autor

Posição de soldagem: 1G – plana



Fonte: próprio autor

Solda em tubulação de inox usando gás de purga



Fonte: próprio autor