	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA				Nº: ET-3000.00-1210-210-PPQ-001				
	PROGRAMA: POÇOS				Folha 1 de 58				
	ÁREA: ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO								
POCOS/EP/ITC/ETP	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO				PÚBLICO				
					POCOS/EP/ITC/ETP				
ÍNDICE DE REVISÕES									
REV.	DESCRIÇÃO E/OU FOLHAS ATINGIDAS								
0	Edição original.								
A	Revisão A – Inserção dos diâmetros de 20 pol a 36 pol e seus respectivos requisitos técnicos;								
B	Revisão B – Retirada dos itens sobre soldagem de olhais; resolução sobre o uso de dispositivos antirrotacionais; atualização do texto para atendimento a comentários da Revisão A.								
C	Revisão C – Revisão dos requisitos para qualificação de conexão de tubos de revestimento.								
D	Revisão D – Inclusão de Tubo de 18 pol com conexão ou conector, ajuste de máximo OD de conectores de 20 e 22 pol, alterações de critérios de interferência de conexões.								
E	Revisão E – Revisão das Tabelas 2, 4, 5, 6 e 7 e itens 8.6 e 8.7								
F	Revisão F – Unificação dos textos de conexões de revestimento e coluna de produção, além das atualizações dos itens 6.1.1.2, 6.3.4, 6.3.6.8, 6.3.7.2, 7.2.4.1, 8.5.5.1, Tabela 2- adição do item 7.2.4.1.1,								
G	Revisão G- Correção de diversos itens após feedback de fabricantes								
H	Revisão H – Adequação à API 5CT 11ª edição								
	REV. 0	REV. A	REV. B	REV. C	REV. D	REV. E	REV. F	REV. G	REV. H
DATA	27/12/2018	20/03/2019	21/01/2020	27/02/2020	02/07/2020	06/10/2020	28/12/2021	10/11/2023	12/09/2024
PROJETO	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	EP/ITC/ETP	EP/ITC/ETP	EP/ITC/ETP	EP/ITC/ETP	EP/ITC/ETP
EXECUÇÃO	SPO e CTPS	SPO e CTPS	SPO e CTPS	SPO e CTPS	SPO e EP	SPO e EP	SPO e EP	SPO E PEP	SPO E PEP
VERIFICAÇÃO	CTPS	CTPS	CTPS	CTPS	EP	EP	EP	EP	EP
APROVAÇÃO	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	CTPS/QC	EP/ITC	EP/ITC	EP/ITC	EP/ITC	EP/ITC
AS INFORMAÇÕES DESTES DOCUMENTOS SÃO PROPRIEDADE DA PETROBRAS, SENDO PROIBIDA A UTILIZAÇÃO FORA DA SUA FINALIDADE.									
FORMULÁRIO PERTENCENTE À PETROBRAS									

SUMÁRIO


1	ESCOPO	3
2	DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA	4
3	TERMOS E DEFINIÇÕES	6
4	SIGLAS E ABREVIATURAS	8
5	REQUISITOS GERAIS	9
6	REQUISITOS ESPECÍFICOS	20
7	METALURGIA	35
8	CONEXÕES	41
9	REDUÇÕES E CROSSOVERS	56
10	REQUISITOS DE INSPEÇÃO	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Amostra CVN.....	39
Figura 2 – Exemplo de como seccionar o corpo de prova.....	40
Figura 3 – Exemplo de trinca nucleada.....	40
Figura 4- Exemplo de caminho de carregamento a ser utilizado.....	44
Figura 5 – Modelo de uma redução caixa x pino com luva acoplada	57

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Dimensões de tubos de revestimento cobertas por esta ET	9
Tabela 2 - Dimensões de tubos de produção cobertas por esta ET	10
Tabela 3 - Relação de Requisitos Suplementares de acordo com grau de aço	13
Tabela 4 - Características básicas para tubos de revestimento 30 pol e 36 pol	22
Tabela 5 - Características básicas para tubos de revestimento 16 pol a 22 pol	24
Tabela 6 - Características básicas de tubos de revestimento – pequeno diâmetro	28
Tabela 7 - Características básicas de tubos revestimento API 5CRA	30
Tabela 8 - Caraterísticas básicas de tubos de revestimento em super duplex	31
Tabela 9- Caraterísticas básicas de tubos de produção- API 5CT	33
Tabela 10- Caraterísticas básicas de tubos de produção- API 5CRA	34
Tabela 11 – Composição mínima para aços inoxidáveis que não estão na API 5CRA	38
Tabela 12 - Requisitos mecânicos para aços fora da API 5CRA.....	39
Tabela 13 - Testes de conexão para tubos de revestimentos	42


	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 3 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

1 ESCOPO

Fornecimento de tubos para utilização como revestimento e tubos de produção em poços de petróleo, com as respectivas conexões e acessórios (reduções, *crossovers*, etc.). Os tubos serão divididos em grupos conforme aspecto de fabricação e aplicação:

1. Tubos Condutores de 30 pol e 36 pol em aço carbono;
2. Tubos de Revestimento de 16 pol a 22 pol em aço carbono;
3. Tubos de Revestimento de 7 pol a 14 pol em aço carbono;
4. Tubos de Revestimento de 7 pol a 10³/₄ pol em metalurgia até 13% Cr;
5. Tubos de Revestimento de 7 pol a 10³/₄ pol em metalurgia acima de 13% Cr;
6. Tubos de produção de 3¹/₂ pol a 6⁵/₈ pol em metalurgias aços carbono baixa liga 1%Cr e acima;
7. Tubos de produção de 6⁵/₈ pol a 7⁵/₈ pol em metalurgias SMSS ou acima.

Esta especificação técnica se aplica a tubos sem costura e os soldados com costura longitudinal. Estão excluídos desta especificação os tubos soldados com costura helicoidal.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 4 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

2 DOCUMENTOS DE REFERÊNCIA

Os documentos referenciados são indispensáveis para aplicação desta Especificação Técnica. Para referências datadas, somente a edição citada se aplica. Para referências não datadas, somente a última edição se aplica. Qualquer divergência entre a norma e essa especificação técnica, prevalece a ET.

ANSI NACE TM0177 - *Laboratory testing of metals for resistance to sulfide stress cracking and stress corrosion cracking in H₂S environments;*

ANSI/NACE MR0175/ISO-15156 - *Petroleum and natural gas industries — Materials for use in H₂S-containing environments in oil and gas production;*

API 20B - *Open Die Shaped Forgings for Use in the Petroleum and Natural Gas Industry;*
API 5C5 - *Procedures for Testing Casing and Tubing Connections;*

API 5CRA - *Specification for Corrosion-resistant Alloy Seamless Tubes for Use as Casing, Tubing, and Coupling Stock;*

API 5CT - *Specification for Casing and Tubing;*

API 5L - *Specification for Line Pipe;*

API 6A - *Specification for Wellhead and Christmas Tree Equipment;*

API Q1 - *Specification for Quality Management System Requirements for Manufacturing Organizations for the Petroleum and Natural Gas Industry;*

API RP 5C6 - *Pipe with Welded Connectors;*

API SPEC 2SF - *Manufacture of Structural Steel Forgings for Primary Offshore Applications;*

API TR 5C3 - *Technical Report on Equations and Calculations or Casing, Tubing, and Line Pipe Used as Casing or Tubing; and Performance Properties Tables for Casing and Tubing;*


ASME BPVC – SEC IX – 2017 - *Welding, Brazing, and Fusing Qualifications;*

ASME BPVC SEC V – 2017 - *Nondestructive Examination;*

ASTM B117 - *Standard Practice for Operating Salt Spray (Fog) Apparatus*
AWS 5.01 - *Filler Metal Procurement Guidelines;*

DNVGL-RP-C203 - *Fatigue design of offshore steel structures;*

EN10204 - *Metallic products - Types of inspection documents;*

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 5 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

ET-0000.00-0000-972-1AL-001- Requisito Geral da Qualidade de Bens;

ET-3000.00-1210-25B-PPQ-001 - Requisitos de Serviço de Soldagem de Materiais de Estrutura de Poços Marítimos;

ISO 10893 - Non-destructive testing of steel tubes;

ISO 11960 - Steel pipes for use as casing or tubing for wells;

ISO 13679 - Procedures for testing casing and tubing connections;

ISO 13680 - Corrosion-resistant alloy seamless tubes for use as casing, tubing and coupling stock — Technical delivery conditions;

ISO 17024 - Conformity assessment — General requirements for bodies operating certification of persons;

ISO 18000 - Information technology — Radio frequency identification for item management;

ISO 9001 - Quality management systems – Requirements;

ISO 9712 - Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel;

ISO NBR 15793 - Tubos de aço de grande diâmetro, com solda, para revestimento de poços de petróleo — Requisitos e método de ensaio;

ISO TR 10400 - Equations and calculations for the properties of casing, tubing, drill pipe and line pipe used as casing or tubing.

3 TERMOS E DEFINIÇÕES

Conexão Premium – Conexão com projeto diferente do especificado pela API 5B, possuindo vedação metal-metal entre pino e caixa;

Crossover (XO)– Junta de tubo para o acoplamento entre elementos tubulares com diferentes perfis de rosca;

C_{eq} – Fórmula para carbono equivalente, representada por $C_{eq} = C + \frac{Mn}{6} + \frac{Cr+Mo+V}{5} + \frac{Ni+Cu}{15}$;

Conector- Elemento forjado, usinado e soldado ao corpo do tubo de modo a prover conexão entre dois tubos;

Conexão- União roscada entre dois tubos formada por um pino, usinado em seu corpo e um acoplamento do tipo luva ou caixa integral, usinada no corpo do tubo;

Drift – Medida da excentricidade ou da circularidade da parede interna de um tubo. Corresponde ao diâmetro máximo de passagem pelo interior do tubo;

Fator SC – Fator percentual que define a eficiência mínima em tração e compressão de uma conexão T&C (Tubo x Luva) em relação à resistência à tração do corpo do tubo (PBYS- Pipe Body Yield Strength);

$K_{e\ des}$ - *down-rating factor for design elastic collapse*;

$K_{e\ uls}$ - *calibration factor for ultimate elastic collapse*;


$K_{y\ des}$ – *down-rating factor for design yield collapse*;

$K_{y\ uls}$ – *calibration factor for ultimate yield collapse*;

Linha de produto - conjunto de produtos que foram desenhados com critérios de desenho em comum, tais como: formato de rosca, conicidade, altura de rosca, conicidade do selo, ângulo do *shoulder*, etc. conforme ISO 13679;

PATEC – Parecer técnico fornecido durante o processo licitatório.

P_{cm} - Fórmula para carbono equivalente para aços com baixo teor de carbono, representada por $C_{eq} = C + \frac{Si}{30} + \frac{Mn+Cu+Cr}{20} + \frac{Ni}{60} + \frac{Mo}{15} + \frac{V}{10} + 5B$;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 7 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

Peso linear de referência – peso linear do tubular indicado para o atendimento dos requisitos dimensionais e de resistência mecânica, podendo ter variação de acordo com as características ofertadas por cada fabricante.


Pipe Joints – Junções de tubo acoplados ou soldados pelo fabricante;

Redução – Crossover entre tubos de diferentes diâmetros;

Teste base - teste *full-scale* em uma determinada configuração (diâmetro, peso e metalurgia), que serve como referência para qualificação de outras configurações de tubo;

Teste “*full scale*” - teste que atenda os critérios definidos no item 8 ou atenda ao protocolo completo da API5C5:2017;

NDE- (*Non-destructive examination*) – ensaios não destrutivos

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 8 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

4 SIGLAS E ABREVIATURAS

ACFM - *Alternating Current Field Measurement*;

ART- Anotação de Responsabilidade Técnica;

CAL- *Connection Assessment Level (API 5C5) / Connection Application Level (ISO-13679)*;

CRA- *Corrosion Resistant Alloy*;

CST- Corrosão Sob Tensão;

CTOD- *Crack Tip Opening Displacement*;

DWT- *Drop Weight Test*;

EPS (WPS)- Especificação do Processo de Soldagem

ET-R- Especificação Técnica de Referência;

ET-RBS- Especificação Técnica de Requisição de Bens e Serviços;

EU- *External Upset*;

FEA- *Finite Element Analysis*;

HC- *High Collapse*;

ID- *Diâmetro interno*;

OCTG- *Oil Country Tubular Goods*;

OD- *Diâmetro externo*;

PIT- Plano de Inspeção e Testes;

PREN- *Pitting Resistance Equivalent Number*

RFID- *Radio Frequency IDentification*;

SAWL- Soldagem por Arco Submerso Longitudinal;

SDSS- *Super Duplex Stainless Steel*;

(S)MSS- *(Super) Martensitic Stainless Steel*;

SSC- Sulfide Stress Cracking; SCC – Stress Corrosion Cracking;

XO- cross-over;

5 REQUISITOS GERAIS

5.1 DIMENSIONAL

5.1.1 REVESTIMENTOS:

Tabela 1 - Dimensões de tubos de revestimento cobertas por esta ET

Diâmetro Nominal (pol)	Espessura de parede(pol) /Peso linear (lb/pé)	Grau do aço	Grupo
36	2 pol	X60	Tubos de revestimento condutores API 5L
36	1½ pol	X60, X65, X80	
30	1½ pol	X60, X65	
22	1 ⅙ pol	X70, X80	Tubos de revestimento de grande diâmetro API 5L e API 5CT
22	1 pol	X80	
22	0,812 pol	X80	
20	1 pol	X70, X80	
20	0,75 pol	X70, X80	
20	0,625 pol	X56, X65	
18	162 lb/pé	P-110, C-110	
18	162 lb/pé	X80, L-80, N-80, P-110	
18	117 lb/pé	X90, C90, T95, X100, C110, P110	
16	96 lb/pé	X90, C90, T95, X100, C110, P110, C125	
16	84 lb/pé	X80, L-80, N-80, C90, T95	Tubos de revestimento de pequeno diâmetro API 5CT
14	114 lb/pé	C-125	
14	114 lb/pé	C-110	
13⅝	88,2 lb/pé	C-110	
13⅝	88,2 lb/pé	P-110	
13⅝	72 lb/pé	P-110	
11⅞	71,8 lb/pé	C-125	
11⅞	90 lb/pé	C-110	
10¾	108,7 lb/pé	C-110	
10¾	85,3 lb/pé	C-110	
10¾	73,2 lb/pé	C-110	
10¾	65,7 lb/pé	C-110	
10¾	65,7 lb/pé	L-80 13 Cr	
9⅞	66,9 lb/pé	C-125	
9⅞	66,9 lb/pé	C-110	
7⅞	55,3 lb/pé	C-110	Tubos de revestimento de pequeno diâmetro em metalurgias com até 13%Cr API 5CRA
7	32 lb/pé	C125, Q-125	
10¾	108,7 lb/pé	SMSS 110 ksi	
10¾	85,3 lb/pé	SMSS 110 ksi	
10¾	65,7 lb/pé	SMSS 110 ksi	
10¾	65,7 lb/pé	SMSS 95 ksi	
9⅞	66,9 lb/pé	SMSS 110 ksi	
9⅞	66,9 lb/pé	SMSS 95 ksi	
7⅞	55,3 lb/pé	SMSS 110 ksi	Tubos de revestimento de pequeno diâmetro em metalurgias com teores acima de 13%Cr API 5CRA
7	32 lb/pé	SMSS 110 ksi	
7	32 lb/pé	SMSS 95 ksi	
10¾	108,7 lb/pé	SDSS 125 ksi	
10 3/4	65,7lb/pé	SDSS 125ksi	
9⅞	66,9 lb/pé	SDSS 125 ksi	
9⅞	53,5 lb/pé	SDSS 125 ksi	
7⅞	55,3 lb/pé	SDSS 125 ksi	
7	32 lb/pé	SDSS 125 ksi	


* Exceto para tubos do grupo condutores API 5L, os pesos lineares ou espessura de parede descritos não são obrigatórios, servindo como referência na identificação dos tubos de mesmo diâmetro nominal. Os tubos deverão atender aos requisitos dimensionais e de resistência descritos posteriormente.

5.1.2 TUBOS DE PRODUÇÃO

Tabela 2 - Dimensões de tubos de produção cobertas por esta ET

Diâmetro Nominal (pol)	Peso Linear (lb/pé)	Grau do aço	Tipo de conexão	OD máximo da luva (pol)	Comprimento máximo da luva (pol)	Grupo
6%	24	L-80 (1% Cr)	Premium	7,2	10,87	Tubos de produção API 5CT
6%	24	L-80 13 Cr	Premium	7,2	10,87	
6%	28	C-110	Premium	7,3	10,87	
5½	17	L-80 (1% Cr)	Premium	5,98	10,75	
5½	17	L-80 13 Cr	Premium	5,98	10,75	
4½	12,75	L-80 (1% Cr)	EU	5,57	7,45	
4½	12,6	L-80 (1% Cr)	Premium	4,94	7,45	
4½	12,6	L-80 13 Cr	Premium	4,94	7,45	
3½	9,3	L-80 (1% Cr)	EU	4,5	7,05	
3½	9,2	L-80 (1% Cr)	Premium	3,91	7,05	
3½	9,2	L-80 13Cr	Premium	3,91	7,05	
7%	39	SMSS 95 ksi	Premium	8,53	11,74	
7%	39	SDSS 125 ksi	Premium	8,53	11,74	
6%	24	SMSS 95 ksi	Premium	7,2	10,87	
6%	28	SMSS 95 ksi	Premium	7,3	10,87	
6%	28	SDSS 125 ksi	Premium	7,3	10,87	
5½	17	SMSS 95 ksi	Premium	5,98	10,75	
5½	23	SMSS 95 ksi	Premium	6,16	10,75	
5½	23	SDSS 125 ksi	Premium	6,16	10,75	
4½	12,6	SMSS 95 ksi	Premium	4,94	7,45	
4½	13,5	SMSS 95 ksi	Premium	4,97	7,45	
4½	13,5	SDSS 125 ksi	Premium	4,97	7,45	
3½	9,2	SMSS 95 ksi	Premium	3,91	7,05	

As conexões dos tubos constantes na Tabela 2 são do tipo tubo e luva (T&C).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 11 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

5.2 REQUISITOS DE FABRICAÇÃO:

5.2.1 REQUISITOS GERAIS:

5.2.1.1 Os tubos deverão ser fabricados conforme as normas API 5L, API 5CT ou API 5CRA, de acordo com o grupo a que pertencem. Tubos com conectores devem atender adicionalmente à ET de soldagem ET3000.00-1210-25B-PPQ-001;

Nota (Tubos API 5CRA): Nos cenários de planta integrada, ou seja, situações em que o fabricante realiza o beneficiamento do produto por completo (corpo de tubo e conexões) no mesmo sítio de fabricação, todas as exigências relativas à medição, que são referentes à API 5CRA, podem ser realizadas no produto acabado, desde que este produto final atenda ao desempenho e dimensionais requeridos. Em virtude desta não conformidade característica de uma planta integrada resultar em uma perda do monograma API 5CRA, pois suas prescrições são voltadas para *plain end*, o fabricante deverá apresentar relatório creditado por terceira parte demonstrando que o produto cumpre com todas as prescrições da API 5CRA, exceto as relacionadas às medições de comprimento, drift, massa e stencil no produto ponta lisa (*plain end*).

5.2.1.2 O fornecedor deverá elaborar, manter e apresentar procedimentos de fabricação, planos de controle e de qualidade de processo em acordo com sua certificação API SPEC Q1 ou ISO 9001, esta última quando solicitada;

5.2.1.3 Deverá ser mantido registro dos parâmetros de fabricação, testes e ensaios utilizados em cada lote por um período mínimo de 5 anos além da apresentação de um *databook* conforme item 5.5.2, no momento do faturamento do produto à PETROBRAS;


5.2.1.4 Os tubos com diâmetro igual ou menor que 14 pol devem ser fabricados por processo sem costura. Entretanto, os graus P110, L-80 1%Cr e Q125, podem ser fabricados sem costura ou com costura pelo método ERW/HFIW;

5.2.1.5 Os tubos com diâmetro 16 pol e 18 pol podem ser fornecidos sem costura ou com costura longitudinal tipo ERW e SAWL;

5.2.1.6 Os tubos com diâmetro 20 pol a 36 pol podem ser fornecidos sem costura ou com costura longitudinal tipo SAWL. Quando fornecidos com ponta lisa, devem ter as extremidades na forma biselada com verniz protetor;

5.2.1.7 Para os revestimentos de diâmetro de 30 pol e 36 pol Grau X-60 ou X-65, os tubos, e conectores, inclusive a solda entre eles, deverão ser projetados para atendimento, no mínimo, à curva C1 ao ar conforme DNVGL-RP-C203;

5.2.1.8 O reforço externo das soldas deve ser removido, incluindo a solda do conector, no comprimento mínimo de 1,5 m a partir de cada uma das extremidades do

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 12 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	

tubo (referência ao tubo sem conector, ou qualquer outro acessório) conforme 9.13.2.2. Parágrafo “e” do API 5L:2018;

5.2.1.9 Os tubos de revestimento e de produção, fabricados segundo as normas API 5CT ou API 5CRA, devem ser fornecidos no RANGE 3 da norma aplicável, com comprimento médio entre 12,20m e 13,60m por pedido de compra a ser emitido pela Petrobras. Exceção aplica-se a tubos em SDSS, que podem ser requeridos em RANGE 2 ou RANGE 3, de acordo com o estabelecido em ET-RBS;

5.2.1.10 Tubos com OD de 20 pol e 22 pol, fabricados segundo a norma API 5L, devem ser fornecidos com o comprimento entre 10,36m a 14,63m, com comprimento médio entre 12,20m e 13,60m por pedido de compra. Aplicável também a XOs e reduções de OD e tubo com sapata;

5.2.1.11 Tubos de revestimento condutores devem atender ao range de comprimento de 11,7m a 12,7m, com comprimento médio igual ou superior a 12,1m por pedido de compra. Quando o tubo tiver conector ou acessório soldado, este não deve ser considerado na medida do comprimento do tubo.

5.2.1.12 Os tubos curtos de revestimento devem ser fornecidos em RANGE 1 da norma aplicável. Exceto os tubos curtos tipo pino x pino, que devem ter extensão mínima de 6m, e comprimento máximo limitado pelo RANGE 1 da API 5CT;

5.2.1.13 Os tubos curtos de produção deverão ser fornecidos com os comprimentos de 4 ft, 6 ft e 8 ft;

5.2.1.14 Para tubos de revestimento, o OD indicado será utilizado para determinar o equipamento de manuseio conforme a API 8C. Serão admitidas tolerâncias de diâmetro externo acima das normas de tubulares (API 5CT, API 5L e 5CRA), desde que não se exceda o limite dos equipamentos de manuseio (API 8C);

5.2.1.15 Todos os tubos devem ter aplicação de verniz conforme normas API 5CT, API 5L ou API 5CRA, com resistência ao tempo em atmosfera marítima;

5.2.1.16 Os tubos de revestimento deverão ter a suas resistências mecânicas calculadas conforme a norma API TR 5C3 em regime elástico, exceto quando for requerido ou especificada resistência superior ao colapso (performance HC);

5.2.1.17 O fabricante deverá informar, quando solicitado, para materiais normativos (API 5CT e API 5CRA), para cada lote de tubos processados:

- a) Temperaturas mínimas de revenimento;
- b) Patamar e ciclo de tratamento térmico para alívio de tensões.

Nota: Para materiais de graus proprietários deve ser informada pelo menos o range de temperatura para realização do alívio de tensões.

5.2.1.18 Tubos fabricados nos graus de aço descritos na API 5L devem atender requisito de ovalização máxima conforme tabela J.3 do anexo J da norma API 5L:2018, e variação de espessura conforme tabela J.4 do anexo J da norma API 5L:2018;


5.2.1.19 Tubos fabricados nos graus de aço descritos na API 5L e com espessura maior que 25 mm (0,984 polegada) devem se enquadrar nos mesmos limites de composição química de tubos com espessura inferior.


5.2.1.20 Tubos fabricados conforme norma API 5L devem ser testados quanto ao drift para respeitar o valor mínimo descrito nas tabelas 3 e 4. Para isso deve ser utilizado um calibrador com comprimento mínimo de 12 polegadas (300 mm) e com diâmetro pelo menos 3/16pol maior que o drift mínimo solicitado e sem rasgo para o cordão de solda. O calibrador deve passar pelo interior do tubo em toda sua extensão. No caso de tubos fornecidos com conectores, após a soldagem do mesmo deverá ser feito um novo teste de drift na região da solda, de forma a atender ao SR33 da API 5C6.

5.2.1.21 Tubos fabricados conforme API 5CT devem atender a todos os requisitos obrigatórios da norma de acordo com o grau de aço fornecido. Adicionalmente devem ser atendidos os requisitos suplementares conforme tabela abaixo:

Tabela 3 - Relação de Requisitos Suplementares de acordo com grau de aço

Grau de aço	Requisitos a ser atendido da API 5CT (11ª edição)
N-80 Q	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para tubos com costura (EW): avaliação da zona de soldagem (9.11)* ✓ Rastreabilidade heat/lot (5.4.1) ✓ A.3 (SR 2) - NDE para imperfeições (9.15.6) ✓ A.9 (SR 16) – Teste de Charpy (Temperatura – 10°C) (6.5.5 e 6.5.2) ✓ A.16 (SR 44) – Área de cisalhamento mínima – teste de Charpy (6.3.3) ✓ A.20 (SR 48) - NDE nas extremidades dos tubos (9.15.13) ✓ A.21 (SR 49) – Espessura de parede medida em 100% do tubo. (9.13.4)
L-80-1	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para tubos com costura (EW): avaliação da zona de soldagem (9.11).* ✓ Temperatura mínima para alívio de tensões= 480°C (5.3.3) ✓ Rastreabilidade heat/lot (5.4.1) ✓ A.3 (SR 2) - NDE para imperfeições (9.15.6) ✓ A.9 (SR 16) – Teste de Charpy (Temperatura – 10°C) (6.5.5 e 6.5.2) ✓ A.16 (SR 44) – Área de cisalhamento mínima – teste de Charpy (6.3.3) ✓ A.17 (SR 45) – mínimo de martensita= 90% (6.10.4)

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 14 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	
		<ul style="list-style-type: none"> ✓ A.20 (SR 48) - NDE nas extremidades dos tubos (9.15.13) ✓ A.21 (SR 49) – Espessura de parede medida em 100% do tubo. (9.13.4) 	
L-80 Cr13	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Temperatura mínima para alívio de tensões= 480°C (5.3.3)* ✓ Jateamento interno SA 2 ½" (6.12) * ✓ Espessura de parede medida em 100% do tubo . (9.13.4)* ✓ Rastreabilidade heat/lot (5.4.1) ✓ A.3 (SR 2) - NDE para imperfeições (9.15.6) ✓ A.9 (SR 16) – Teste de Charpy (Temperatura – 10°C) (6.5.5 e 6.5.2) ✓ A.20 (SR 48) - NDE nas extremidades dos tubos (9.15.13) 		
P-110	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Para tubos com costura (EW): avaliação da zona de soldagem (9.11).* ✓ Rastreabilidade heat/lot (5.4.1) ✓ A.9 (SR 16) – Teste de Charpy (Temperatura – 10°C) (6.5.5 e 6.5.2) ✓ A.3 (SR 2) - NDE para imperfeições (9.15.6) ✓ A.14 (SR 42) – Temperatura mínima após desempenho a quente e alívio de tensões para trabalho a frio ✓ A.16 (SR 44) – Área de cisalhamento mínima – teste de Charpy (6.3.3) ✓ A.20 (SR 48) - NDE nas extremidades dos tubos (9.15.13) ✓ A.21 (SR 49) – Espessura de parede medida em 100% do tubo. (9.13.4) 		
Q-125	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Espessura de parede medida em 100% do tubo. (9.13.4)* ✓ WT measurement to 100% coverage (9.13.4) ✓ A.7. (SR 12) – Statistical Impact Test (9.7.6) ✓ A.15 (SR 43) – Limite de escoamento máximo 140ksi ✓ A.16 (SR 44) - Área de cisalhamento mínima- teste de Charpy (6.3.3) ✓ A.20 (SR 48) - NDE nas extremidades dos tubos (9.15.13) ✓ A.4 (SR 9) - Luvas 		
C-110	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rastreabilidade heat/lot (5.4.1) * 		

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 15 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Espessura de parede medida em 100% do tubo. (9.13.4)* ✓ Área de cisalhamento (6.3.3)* ✓ Mínimo 95% de martensita (6.10.4)* ✓ A.4 (SR 9) - Luvas Deve ser informada a mínima e máxima concentração dos elementos adicionados (6.1)*
C-90, T-95	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Espessura de parede medida em 100% do tubo. (9.13.4)* ✓ Temperatura mínima para desempenho (5.3.4) * ✓ NDE for Oblique defect * ✓ Stress relief temperature (9.4.1) * ✓ Rastreabilidade heat/lot (5.4.1) * ✓ A.9 (SR 16) – Teste de Charpy (Temperatura – 10°C) (6.5.5 e 6.5.2) ✓ A.16 (SR 44) – Área de cisalhamento mínima – teste de Charpy (6.3.3) ✓ A.17 (SR 45) – mínimo de martensita = 95% (6.10.2) ✓ A.18 (SR 46) – Método A, SSC 90%SMYS, 3 amostras por lote (6.14.4) ✓ A.19 (SR 47) – Teste de Dureza nas extremidades (9.6.4) ✓ A.20 (SR 48) - NDE nas extremidades dos tubos (9.15.13) ✓ Deve ser informada a mínima e máxima concentração dos elementos adicionados (6.1)*

*Itens obrigatórios para o grau, segundo a norma

5.2.2 REQUISITOS ADICIONAIS NO CASO DE FORNECIMENTO DE TUBOS COM COSTURA E *PIPE JOINTERS*:


5.2.2.1 O uso de batoques para alinhamento só é permitido temporariamente para o processo de soldagem;

5.2.2.2 As soldas radiais devem possuir desalinhamento máximo de 0,5 mm pelo lado interno do tubo;

5.2.2.3 As soldas circunferenciais devem ser lixadas raiz e reforço para obter rugosidade de 3,2 µm;

5.2.2.4 Aos testes contemplados pela API 5CT deverá ser realizado UT na linha de solda após HT, e manual nas extremidades para L-80;

5.2.2.5 Tubos com costura devem adicionalmente atender aos requisitos dispostos na Especificação de Requisitos de Serviço de Soldagem de Materiais de Estrutura de Poços Marítimo (ET-3000.00-1210-25B-PPQ-001).

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 16 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

5.2.3 REQUISITOS ADICIONAIS NO CASO DE FORNECIMENTO DE CONECTORES

5.2.3.1 A soldagem dos conectores deve ser de acordo com ET-3000.00-1210-25B-PPQ-001;

5.2.3.2 É vedado o emprego de dispositivos antirrotacionais que demandem a presença do colaborador na “*Red Zone*” para efetivação de sua instalação;

Nota: A *Red Zone* é a região do *Rig Floor* que possui um alto risco de acidentes, sendo compreendida pela área de conexão de elementos tubulares, movimentação do *Top Drive* e dos demais elementos que são necessários à operação de instalação dos revestimentos;


5.2.3.3 Deverá ser realizado ensaio de Impacto (API 5C6 – SR27) na solda dos conectores.

5.2.3.4 Os conectores devem ser aplicados aos tubos conforme EPS qualificada. Esta EPS deve ser elaborada com os parâmetros e desenho da junta soldada obrigatoriamente fornecido pelo fabricante do conector;

5.2.3.5 Os conectores devem ser fornecidos engraxados com graxa contendo aditivos anticorrosivos e com capa protetora mecânica. Os conectores alternativamente poderão ser fornecidos revestidos com lubrificante tipo “*Dry Coat*”. A resistência anticorrosiva deve ser garantida para 1 ano em ambiente externo marinho sem cobertura (“ao tempo”), de acordo com ensaios regidos pela ASTM B117. Ensaio e resultados serão solicitados durante vigência contratual.

5.2.3.6 Deverá obrigatoriamente possuir pelo menos um método visual para indicar a finalização da conexão;

5.2.3.7 Conectores de engate rápido devem ser passíveis de ser conectados com chave de cinta (sem necessidade de chave hidráulica, e monitoramento de torque), a critério da Petrobras.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 17 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

5.3 ACOMPANHAMENTO DO PROCESSO:

5.3.1 Deverá ser mantido registro dos parâmetros de fabricação, testes e ensaios utilizados em cada lote, assim como a validação dos resultados por profissionais qualificados, conforme documentação definida no item 5.5;

5.3.2 A matéria-prima de tubos de diâmetro acima de 14 pol (com costura) deve ser inspecionada por ultrassom quanto à dupla laminação, conforme ISO 10893-8 ou ISO 10893-9, o que for aplicável. Critério de aceitação do corpo e extremidade do tubo conforme API 5L Anexo K;

5.3.3 Os demais requisitos de atividades de processos devem atender a ET-3000.00-1210-25B-PPQ-001;

5.3.4 Os resultados dos ensaios deverão estar armazenados em site específico com controle de acesso de forma estruturada por produto, lote, número do pedido, número de série e data de produção;

5.3.4.1 Deve ser possível gerar e exportar relatórios em formato “Excel”, e em formato JSON, listando os ensaios realizados.

5.3.4.2 Deve ser possível gerar consultas para todos os dados armazenados em função de uma sequência ordenada de números de série a serem entrados no sistema sendo sua exportação segundo 5.3.4.1.

5.3.4.3 O site deve estar disponível e funcional para a CONTRATANTE, em pelo menos, 5 anos após o encerramento do contrato;


5.3.5 Os tubos deverão ser identificados fisicamente em seu corpo principal com o número do pedido quando este for unitizado para ser faturado à CONTRATANTE;

5.3.6 Os tubos deverão ser identificados com número de série tipados por método de baixo relevo na parte externa próximo à conexão tipo caixa, ou por marcação por stencil, conforme API 5L e API 5CT. Para tubos API5CRA a marcação deverá ser feita por stencil, seguindo esta norma;

5.3.7 Além da identificação física normativa, os tubos deverão possuir em seu corpo principal algum sistema de identificação automatizado para leitura individual e em *bundle* dos tubulares. Esse sistema deverá permitir a identificação de cada tubo através de seu número de série e de características básicas tais como: Fabricante, Data de Fabricação, NM e dados dimensionais do tubo (OD, ID, drift, make-up loss, comprimento do tubo e da luva, peso linear);

5.3.7.1 Sugere-se que sejam usadas tecnologia tais como etiquetas RFID, QR-code e/ou código de barras impresso no corpo do tubular;

5.3.7.2 Tubos de revestimento em SDSS estão dispensados dessa identificação;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 18 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

5.4 PARÂMETROS ESTATÍSTICOS DE PRODUÇÃO

Esta seção diz respeito apenas a tubos de revestimento de 7 a 14 pol fabricados de acordo com a API 5CT

5.4.1 Deverão ser fornecidos os dados estatísticos utilizados no controle da qualidade/processo para cada tubo. Os dados devem ser referentes aos seguintes parâmetros:

- OD (médio / máximo / mínimo);
- Espessura de parede (médio / máximo / mínimo);
- Excentricidade do ID;
- Ovalização.


5.4.2 Devem ser retiradas amostras para obtenção do Limite de escoamento, limite de resistência, dureza, energia de impacto (Charpy) a cada lote de 40 tubos produzidos e nos cenários de mudança de lote de matéria prima de tubos;

5.4.2.1 Devem ser fornecidos os dados de Tensão residual (API TR 5C3:2018 item I.4.4), a frequência de amostragem deverá ser conforme API 5CT.

5.4.3 Os dados estatísticos e os resultados dos ensaios deverão estar armazenados no site descrito em 5.3.4;

5.4.4 Devem ser disponibilizados os dados de diâmetro nominal tubo a tubo, referenciados através do número de série. No caso de teste por lote, deve ser replicada a informação do tubo representativo do teste para cada tubo que corresponde ao lote;

5.4.5 Devem ser fornecidas as curvas de distribuição ajustadas de todos os dados por produto, por períodos de fabricação, devendo ser atualizadas à medida que o processo de fabricação apresentar variabilidade.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 19 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	


5.5 DOCUMENTAÇÃO:

5.5.1 O fabricante deverá apresentar o Procedimento de Fabricação, Qualidade e Testes contendo todas as etapas do processo: aquisição para a fabricação; fabricação; testes; inspeção; qualificação de pessoal; controle de documentos, indicando o procedimento a ser utilizado em cada etapa do processo e o Procedimento de Gestão da Qualidade;

5.5.2 O fabricante deverá apresentar os documentos em forma de Data-Book, e conforme solicitado em 5.3.4, quando requerido pela Petrobras;

5.5.2.1 O Data-Book deve conter, no mínimo, as seguintes informações:

- Relatórios de inspeção assinados;
- Relatórios de ensaios destrutivos e não destrutivos (ED e END) assinados;
- Certificados de materiais e de capacidade de profissionais (RQPS e RQS no caso de tubos soldados);
- Manual de instalação e manutenção (descida da coluna no poço (sonda de perfuração), curva de torque, etc. Manutenção de tubos, roscas, armazenagem, etc.);
- Dados estatísticos, quando pertinente, de acordo com o item 5.4;
- Folha de dados dos tubos e conexões contendo as dimensões nominais, resistências, torques máximo, mínimo e ótimo
- Relatórios de testes de conexão utilizados para qualificação das conexões de cada tubo ofertado.
- Estudos de FEA, nos casos em que o teste de referência não seja na configuração de tubo ofertado.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 20 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	

6 REQUISITOS ESPECÍFICOS

6.1 REQUISITO PARA MATERIAL FORJADO (ligas de Aço Carbono, Microligado e Baixa Liga)

6.1.1 A produção dos forjados deve atender aos requisitos da norma DNVGL RP – 0034;

6.1.1.1 O forjado deve atender aos requisitos classe SFC2. Caso o componente seja sujeito à fadiga ou quando o projeto especificar a curva de fadiga C1 ao ar da DNVGL-RP-C203 na ET-RBS, o forjado deve atender aos requisitos da classe SFC3;


6.1.1.2 Para forjados sujeitos à tratamento térmico pós soldagem, deve ser realizado tratamento térmico pós soldagem simulado considerando três ciclos térmicos, sendo um de fabricação e dois de reparo;

6.1.1.3 Se não indicado nas ET-RBS, os documentos listados nos itens 1.4 (m) a (s) da DNVGL RP-0034/2015 devem ser submetidos à Petrobras para revisão e aprovação antes da produção;

6.1.1.4 Os critérios de aceitação para limite de escoamento e limite de resistência devem ser definidos pelo fabricante do conector com base nos requisitos de projeto do componente;

6.1.2 Forjados sujeitos à soldagem deverão ser pré-qualificados quanto a soldabilidade. O fornecedor deve, antes do início da produção, apresentar um protocolo de pré-qualificação de soldagem utilizando como base o item 9 de soldabilidade da API SPEC 2SF para aprovação da Petrobras. Se a EPS de união forjado-tubo estiver definida e devidamente qualificada, a mesma deve ser utilizada neste caso;

6.1.2.1 Os parâmetros de soldagem dos cupons de teste devem estar de acordo com os estabelecidos na EPS forjado-tubo. Quanto aos requisitos e critérios de aceitação dos ensaios charpy e dureza deve-se considerar os mesmos definidos para qualificação da EPS / RQPS forjado-tubo, incluindo critérios de reteste quando aplicável.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 21 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	

6.2 REQUISITOS PARA MATERIAL FORJADO (Aços Inoxidáveis e Ligas de Níquel)

6.2.1 A produção dos forjados deve atender aos requisitos da norma API SPEC 20B, considerando requisitos da classe FSL-4;

6.2.1.1 Os ensaios mecânicos e análise de composição química dos testes de produção devem ser realizados conforme item 4.0 da API 20B, isto é, os ensaios de produção devem seguir os mesmos critérios utilizados na qualificação dos forjados. A quantidade de corpos de prova dos ensaios de tração e Charpy (CVN) devem atender aos itens 6.2.1.2 e 6.2.1.3.

6.2.1.2 O ensaio de tração para os testes de produção deve ser composto por 2 corpos de prova, sendo 1 na direção longitudinal e 1 na transversal, retirados à meia espessura da seção mais espessa;

6.2.1.3 O Ensaio de Charpy (CVN) para os testes de produção deve ser composto por 2 sets de 3 corpos de prova, sendo 1 set na direção longitudinal e 1 set na transversal, retirados à meia espessura da seção mais espessa;

6.2.1.4 Os ensaios não destrutivos dos testes de produção devem ser realizados conforme item 4.0 da API 20B, isto é, os ensaios de produção devem seguir os mesmos critérios utilizados na qualificação dos forjados;

6.2.1.5 Caso algum dos corpos de prova de ensaios mecânicos do teste de produção não atender aos requisitos especificados, os retestes devem ser conduzidos conforme os itens de 6.2.1.5.1 a 6.2.1.5.3:

6.2.1.5.1 Ensaio de Tração: cada corpo de prova reprovado deve ser substituído por dois corpos de prova adicionais, obtidos na mesma posição do original. Os resultados de ambos os corpos de prova devem atender aos requisitos, caso contrário o teste de produção deve ser considerado reprovado.

6.2.1.5.2 Ensaio Charpy: se o resultado de ensaio Charpy for reprovado, um novo conjunto (de 3 corpos de prova) adicional deve ser ensaiado, obtido da mesma posição do original. O teste de produção será considerado aprovado se o resultado de cada um dos três novos corpos de prova for igual ou superior ao mínimo especificado para a média, caso contrário o teste de produção deve ser considerado reprovado.

6.2.1.5.3 Ensaio de Dureza: para cada leitura reprovada devem ser tomadas outras duas medidas adjacentes. O reteste de dureza será considerado aprovado se a média das três leituras atender ao requisito especificado, caso contrário o teste de produção deve ser considerado reprovado.

6.3 TUBOS DE REVESTIMENTO CONDUTORES—CARACTERÍSTICAS BÁSICAS:

Tabela 4 - Características básicas para tubos de revestimento 30 pol e 36 pol

OD (pol)	Espessura de parede (pol)	Drift ⁽¹⁾	Grau do aço	Tração / Compressão ⁽¹⁾ (klbs)	Pressão interna ⁽¹⁾ (psi)	Colapso ⁽¹⁾ (psi)	Momento Fletor (klb.ft)	OD Máximo Conector (pol)
36	1,5	28	X80	13000	5800	3100	8900	37,375
36	2	28	X60	12800	5800	3100	8600	37,375
36	1,5	28	X60	7500	2500	2760	6700	37,375
30	1,5	26	X60	5700	2000	4260	4400	32,250

(1) Valores mínimos;

6.3.1 As resistências informadas na tabela acima referem-se ao conjunto corpo do tubo / conector;

6.3.2 Os tubos deverão fabricados de acordo com a API 5L;

6.3.3 Os tubos devem ser fornecidos em PSL-2, e atender à condição de entrega “M” e condição de serviço “O”;

6.3.3.1 Poderão ser fornecidos tubos com graus de aço que constam na API 5L superiores ao X60 em relação ao limite de escoamento, tal como X65, quando for solicitado tubo X60;

6.3.4 Não é permitida a união de tubos menores (*Pipe Jointers*) para composição do tubo acabado;

6.3.5 Conectores para Tubos 30 pol e 36 pol:


6.3.5.1 Devem ser fabricados a partir de peça forjada única;

6.3.5.2 Os materiais base devem ser pré-qualificados para soldagem e compatíveis para a soldagem nos tubos ofertados;

6.3.5.3 Devem ser intercambiáveis para enroscamento com os outros conectores do mesmo diâmetro, independente da espessura de parede do tubo ao qual será soldado e material do mesmo;

6.3.5.4 Devem enroscar com no máximo 2 voltas;

6.3.5.5 O torque de “Break-out” dos conectores deve ser limitado ao valor máximo de 100 klbf.ft;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 23 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

Obs: O torque de "break-out" se refere ao torque de quebra durante eventual necessidade de desconexão de um tubo durante a operação, não estando relacionado com a quebra não intencional descrita em 6.3.5.6.

6.3.5.6 Os conectores devem demonstrar resistência a quebra não intencional em serviço (mar aberto). A resistência ao desenrosque deve ter o valor mínimo de 100 klbf.ft. e esse valor deve ser atingido a partir da aplicação do torque mínimo operacional declarado para a conexão. Este valor deverá ser atingido com utilização de dispositivos antirrotacionais;

6.3.5.7 A comprovação da resistência ao desenrosque involuntário deve ser feita em escala real através de ensaios de Make & Break, aplicando-se o torque mínimo de aperto da conexão apresentado em seu data sheet. Devem ser apresentadas evidências de que os testes foram realizados com os dispositivos antirrotacionais ativados para validação de sua funcionalidade;

6.3.5.8 Os conectores devem possuir ombro de carga para utilização com elevador tipo porta lateral com capacidade de 200 Ton. Não são permitidos conectores flush ou semi flush que demandem acessório de içamento;

6.3.5.9 O conector deverá ter área para utilização da chave de cinta com no mínimo uma altura de 13,5 pol. Essa área deverá estar localizada acima do ombro de carga no conector caixa e não pode possuir variação de diâmetro externo;

6.3.6 Condições de Içamento (Tubos de 30 pol e 36 pol)

6.3.6.1 A contratada deverá providenciar formas de içamento e transporte para os tubos conforme definido na ET-RBS. Não será permitida a fabricação de olhais soldados nos tubos;

6.4 TUBOS DE REVESTIMENTO DE GRANDE DIÂMETRO—CARACTERÍSTICAS BÁSICAS:

Tabela 5 - Características básicas para tubos de revestimento 16 pol a 22 pol

OD (pol)	Peso linear de referência (lb/pé)	Drift ⁽¹⁾ (pol)	Tração / Compressão (kíbs) ⁽¹⁾	Pressão interna (psi) ⁽¹⁾	Colapso (psi) ⁽¹⁾	High Collapse ⁽¹⁾	Tipo de Conexão	OD Máximo Conexão (pol)
22	251	19,00	5190	6200	4900	Sim	Conector	24,20
22	224	19,5	5270	6360	3870	Sim	Conector	24,20
22	184	19,50	4324	5200	2430	Sim	Conector	24,20
20	203	17,80	4178	6100	4660	Sim	Conector	22,20
20	158	18,00	3629	5550	2520	Sim	Conector	22,20
20	133	18,00	2150	3100	1450	Sim	Conector	22,00
18	162	16,00	3766	6810	4650	Sim	Flush	Flush
18	162	16,00	5100	9300	5100	Sim	Flush	Flush
18	162	16,00	5100	9300	5100	Sim	Conector ou conexão	20,00
18	117	16,50	3753	6680	2110	Sim	Flush	Flush
16	96	14,75	3065	6920	2800	Sim	Flush	Flush
16	84	14,80	1929	4330	1480	Sim	Tubo x Luva	17,00


⁽¹⁾ Valores mínimos;

Nota 1: As conexões flush devem possuir OD máximo limitado às tolerâncias estabelecidas para o corpo do tubo, conforme item 5.2.1.14;

Nota 2: Os *drifts* informados são abrangentes aos conectores correspondentes.

Nota 3: Devido as diferentes formas de cálculo de colapso que podem ser adotadas, principalmente as associadas aos tubos fabricados conforme API 5L (API RP 1111 e API 5C3), os tubos da tabela 4 foram classificados como high collapse e deverão atender aos itens 6.8.2, 6.8.3 e 6.8.4, de forma a atestar a resistência ao colapso mínima indicada na tabela 4. Os tubos que foram classificados como high collapse nessa seção mas que serão fornecidos com grau de aço conforme API 5CT e atenderem ao valor de colapso da tabela 6.4 , mediante uso das equações da API 5C3, não precisarão atender aos itens 6.8.2, 6.8.3 e 6.8.4.


6.4.1 Os aços ofertados devem se enquadrar na API 5CT ou API 5L, de acordo com as possibilidades definidas na Tabela 1;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 25 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

6.4.2 As soldas circunferenciais deverão apresentar teste de CTOD para qualificação e estas deverão apresentar resultado mínimo de 0,15mm, a uma temperatura de -10°C;

6.4.3 Tubos 20 pol e 22 pol devem enroscar com no máximo 4 voltas;

6.4.4 Os tubos 22 pol deverão possuir peso linear limitado a 260 lb/pé, e os tubos 20 pol deverão possuir peso linear limitado a 225 lb/pé. Este peso linear corresponde ao conjunto corpo do tubo e conexão ou conector;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 26 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

6.4.5 Nas variações de diâmetro interno entre o corpo do tubo e o conector, não serão permitidas transições em ângulo reto (canto vivo);

6.4.6 Os conectores/conexões devem demonstrar resistência a quebra não intencional em serviço (mar aberto). Para os tubos de 22, 20 e 18 pol com conector/conexão (tabela 4), a resistência ao desenrosque deve ter o valor mínimo de 100 klbf.pé e esse valor deve ser atingido a partir da aplicação do torque mínimo operacional declarado para a conexão. Este valor pode ser atingido com utilização de dispositivos antirrotacionais ou por mecanismos intrínsecos ao desenho da conexão;

6.4.7 A comprovação da resistência ao desenrosque involuntário deve ser feita em escala real através de ensaios de Make & Break, mediante aplicação do torque mínimo de aperto da conexão apresentado em seu *data sheet*. Para o caso de conectores com dispositivos antirrotacionais, devem ser apresentadas evidências de que os testes foram realizados com os dispositivos antirrotacionais ativados para validação de sua funcionalidade;

6.4.8 Para tubos 20 pol e 22 pol, o dobramento com selabilidade mínimo requerido é de 2°/100 pés;

6.4.9 Para tubos 16 pol e 18 pol, o dobramento com selabilidade mínimo requerido é de 5°/100 pés;

6.4.10 O torque de "Break-out" das conexões deve ser limitado a 120.000 lb.ft, comprovado por teste, tendo em vista seu torque máximo de enroscamento;

Obs: O torque de "break-out" se refere ao torque de quebra durante eventual necessidade de desconexão de um tubo durante a operação, não estando relacionado com a quebra não intencional descrita em 6.4.6.

Requisitos para tubos da Tabela 5 fabricados de acordo com a API 5CT:

6.4.11 Os tubos devem ser fornecidos conforme a norma API SPEC 5CT e os SRs aplicáveis de acordo com o grau de aço fornecido, dispostos na Tabela 3 ;


6.4.12 O teste de impacto Charpy deve ser realizado à temperatura máxima de -10°C;

6.4.13 Deverá ser apresentado teste de dureza por lote conforme item 10.6 da API 5CT;

6.4.14 O tubo deve ser fornecido com os seguintes requisitos suplementares da API 5CT:

- SR11.5.6 com limite máximo de imperfeição de 5%;
- SR11.2.1, SR11.3, SR11.4, SR11.5, SR40 no caso de tubos EW;

Requisitos para tubos da Tabela 5 fabricados de acordo com a API 5L:

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 27 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO
			POCOS/EP/ITC/ETP

6.4.15 O tubo deve ser produzido conforme API 5L Anexo J (PSL2) e Anexo K. Deve ser aplicado item K.5.4.

6.4.16 Teste Charpy e CTOD devem ser realizados à -10°C;

6.4.17 Dureza: O valor máximo para tubos PSL-2, grau X65, deve ser limitado em 25 HRC ou 270 HV10;

6.5 TUBOS DE REVESTIMENTO DE PEQUENO DIÂMETRO EM AÇO CARBONO- CARACTERÍSTICAS BÁSICAS:


Tabela 6 - Características básicas de tubos de revestimento – pequeno diâmetro

OD (pol)	Peso linear de referência (lb/pé)	Drift (pol)	Grau do aço	Tração/Compressão (klbs)	Pressão interna (psi)	Colapso (psi)	Tubo High Collapse	Tipo de conexão	OD Máximo Conexão (pol)
14	115	12,250	C-125	4200	12600	11300	Sim	Integral	14,35
14	114	12,250	C-125	4100	12500	11000	Sim	Tubo x Luva Fator SC80 ou Superior	15,10
14	115	12,250	C-110	3640	10900	10000	Sim	Tubo x Luva Fator SC80 ou Superior	15,10
13½	88,2	12,250	C-110/ P-110	2800	8800	6300	Sim	Tubo x Luva	14,75
13½	88,2	12,250	C-110	2800	8800	6300	Sim	Integral	13,90
13½	72	12,250	P-110	2200	7400	2800	Não	Tubo x Luva	14,50
11½	90	10,200	C-110	2800	12100	11700	Sim	Tubo x Luva	13,20
11½	71,8	10,625	C-125	2500	10700	7300	Sim	Integral	11,875
10¾	109	8,500	C-110	3400	18500	19100	Não	Integral	11,20
10¾	85,3	9,000	C-110	2700	14200	14800	Sim	Integral	11,20
10¾	85,3	9,000	C-110	2700	14200	14800	Sim	Tubo x Luva Fator SC70 ou Superior	11,50
10¾	73,2	9,250	C-110	2300	12000	11500	Sim	Tubo x Luva	11,90
10¾	73,2	9,250	C-110	2300	12000	11500	Sim	Tubo x Luva Fator SC82 ou Superior	11,70
10¾	65,7	9,500	C-110	2050	10600	9500	Sim	Integral	11,10
10¾	65,7	9,500	C-110	2050	10600	9500	Sim	Tubo x Luva	11,80
10¾	65,7	9,500	L-80 Cr13	1500	7700	6300	Não	Tubo x Luva	11,80
9½	66,9	8,500	C-125	2400	14800	13300	Sim	Tubo x Luva	11,10
9½	66,9	8,500	C-125	2400	14800	13300	Sim	Integral	10,20
9½	66,9	8,500	C-110	2100	13000	11800	Não	Tubo x Luva	11,10
7½	55,3	6,000	C-110	1700	18900	20000	Sim	Integral	8,00
7	32	6,000	Q-125	1100	14100	13900	Sim	Tubo x Luva	7,80

Nota: Conexão Integral refere-se a conexões *flush* e *semiflush*. O fornecimento de conexão *flush* ou *semiflush* será definido na ET-RBS. As resistências informadas na tabela anterior são referentes ao corpo do tubo. As conexões do tipo *special clearance* devem possuir no mínimo o fator SC característico apresentado na tabela acima.

6.5.1 Os tubos devem ser fornecidos conforme a norma API 5CTe os SRs aplicáveis de acordo com o grau de aço fornecido, dispostos na Tabela 3;

6.5.2 Os tubos deverão ser submetidos a teste de dureza conforme item 10.6 da API 5CT.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 29 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

6.5.3 Os tubos devem atender ao seguinte requisito suplementar:


- SR11.5.6 com limite máximo de imperfeição de 5%.

6.5.4 O teste de impacto *Charpy* deve ser realizado à temperatura de -10°C . Os resultados mínimos esperados são: $U = [(YS)]_{min} \times ((0,00118 \times t) + 0,01259)$ ou 27J, o que for maior: U (Joules), YS (MPa), t (mm);

6.5.5 Para tubos de revestimento 7 pol a 14 pol, o dobramento com selabilidade mínimo requerido é de $15^{\circ}/100$ pés, exceto para as conexões integrais, em que o dobramento mínimo com selabilidade requerido é de $7^{\circ}/100$ pés;

6.5.6 O torque de “*Make-Up*” ótimo das conexões deve ser limitado à 80.000 lb.pé;

6.5.7 O torque de “*Break-Out*” das conexões deve ser limitado à 120.000 lb.pé;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 30 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO		PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

6.6 TUBOS DE REVESTIMENTO DE PEQUENO DIÂMETRO EM METALURGIAS COM ATÉ 13%CR–CARACTERÍSTICAS BÁSICAS:

Tabela 7 - Características básicas de tubos revestimento API 5CRA

OD (pol)	Peso linear de referência (lb/pé)	Drift (pol)	Grau do aço	Tração/ Compressão (klbs)	Pressão interna (psi)	Colapso (psi)	Tubo High Collapse?	Tipo de conexão	OD Máximo Conexão (pol)
10¾	109	8,500	SMSS 110ksi	3400	18500	19100	Não	Integral	11,20
10¾	85,3	9,000	SMSS 110ksi	2700	14200	14000	Não	Tubo x Luva Fator SC70 ou Superior	11,50
10¾	65,7	9,500	SMSS 110ksi	2000	10600	7500	Não	Tubo x Luva	11,80
10¾	65,7	9,500	SMSS 95ksi	1800	9200	6900	Não	Tubo x Luva	11,80
9¾	66,9	8,500	SMSS 110ksi	2100	13000	11800	Não	Tubo x Luva	11,10
9¾	66,9	8,500	SMSS 110ksi	2100	13000	11800	Não	Integral	10,20
9¾	66,9	8,500	SMSS 95ksi	1800	11200	10600	Não	Tubo x Luva	11,10
7¾	55,3	6,000	SMSS 110ksi	1700	18900	19500	Não	Integral	8,00
7	32	6,000	SMSS 110ksi	1000	12400	10700	Não	Tubo x Luva	7,80
7	32	6,000	SMSS 95ksi	880	10700	9700	Não	Tubo x Luva	7,80

Nota: Conexão Integral refere-se a conexões *flush* e *semiflush*. O fornecimento de conexão *flush* ou *semiflush* será definido na ET-RBS. As resistências informadas na tabela anterior são referentes ao corpo do tubo. As conexões do tipo *special clearance* devem possuir no mínimo o fator SC característico apresentado na tabela acima.

6.6.1 O acabamento superficial interno deve ser por jateamento abrasivo cumprindo os requisitos técnicos dispostos na API 5CRA;

6.6.2 Os tubos SMSS 95 ksi devem ser fornecidos com nível de especificação PSL-2 segundo a norma API 5CRA;

6.6.3 Não é permitido deformação a frio maior que 3% sem tratamento térmico de alívio de tensões;

6.6.4 Para tubos de revestimento 7 pol a 14 pol, o dobramento com selabilidade mínimo requerido é de 15°/100 pés, exceto para as conexões integrais, em que o dobramento mínimo com selabilidade requerido é de 7°/100 pés;

6.6.5 O torque de “*Make-Up*” ótimo das conexões deve ser limitado à 80.000 lb.pé;

6.6.6 O torque de “*Break-Out*” das conexões deve ser limitado à 120.000 lb.pé.

6.7 TUBOS DE REVESTIMENTO DE PEQUENO DIÂMETRO EM METALURGIA SUPER DUPLEX–CARACTERÍSTICAS BÁSICAS

Tabela 8 - Características básicas de tubos de revestimento em super duplex


OD (pol)	Peso linear de referência (lb/pé)	Drift (pol)	Grau do aço	Tração (klbs)	Compressão (klb)	Pressão interna (psi)	Colapso (psi)	Tipo de conexão	OD Máximo Conexão (pol)
10¾	109	8,500	SDSS 125 ksi	3900	3120	21000	21600	Integral	11,20
10 ¾	65,7	9,500	SDSS 125 ksi	2300	1840	12100	7900	Tubo x Luva	11,80
9%	66,9	8,500	SDSS 125 ksi	1900	1520	14800	12800	Tubo x Luva Fator SC 80 ou Superior	11,10
9%	53,5	8,500	SDSS 125 ksi	1900	1520	12000	8400	Tubo x Luva	10,90
7¾	55,3	6,000	SDSS 125 ksi	2000	1600	21400	22000	Integral	8,00
7	32	6,000	SDSS 125 ksi	1160	928	14000	11700	Tubo x Luva	7,80

Nota: Conexão Integral refere-se a conexões *Flush* e *Semiflush*. O fornecimento de conexão *flush* ou *semiflush* será definido na ET-RBS. Se forem ofertadas conexões do tipo *Special Clearance*, elas devem possuir no mínimo as resistências apresentadas na Tabela 8.

6.7.1 Para tubos de revestimento 7 pol a 14 pol, o dobramento mínimo requerido (com selabilidade) é de 15°/100 pés, exceto para as conexões integrais, em que o dobramento mínimo com selabilidade requerido é de 5°/100 pés;

6.7.2 O torque de “*Make-Up*” ótimo das conexões deve ser limitado à 80.000 lb.pé;

6.7.3 O torque de “*Break-Out*” das conexões deve ser limitado à 120.000 lb.pé;

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 32 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

6.8 REQUISITOS ADICIONAIS PARA TUBOS *HIGH COLLAPSE*:

6.8.1 Os tubos HC (*High Collapse*), com resistência ao colapso acima da obtida conforme API TR 5C3, devem apresentar carta afirmativa por produto indicando o colapso garantido pelo fornecedor, bem como parâmetros de limite de ovalização, excentricidade e tensão residual;

6.8.2 Poderá ser solicitada durante a execução contratual, a critério da Petrobras, a realização de testes físicos que comprovem a condição *high collapse*, devendo o mesmo ser atendido em até 30 dias;

6.8.3 Para tubos *high collapse* deverá ser efetuado um teste de colapso (API TR 5C3 Anexo I) por lote de produção, *setup* de laminação ou 100 tubos produzidos, o que for menor. O tubo a ser testado deve ser aquele com a maior susceptibilidade em relação aos seguintes parâmetros: OD, espessura de parede, ovalização e excentricidade do ID;

6.8.3.1 Para tubos *high collapse* deverá ser utilizado um segundo método de inspeção não destrutiva para detecção de imperfeições na superfície externa, em adição ao método de ultrassom.

6.8.4 Devem permanecer disponíveis para consulta o relatório de todos os testes de colapso realizados nos tubos fornecidos. O formato de apresentação de dados deverá seguir o definido na norma API TR 5C3 Anexo I – *Collapse Test Procedure*;

6.8.5 Após a assinatura do contrato, deverão ser disponibilizados os dados de produção, conforme tabela I.1 do anexo I da API TR 5C3 para tubos *high collapse*. Adicionalmente, deve ser fornecida a incerteza do modelo (API TR 5C3 Anexo H.2.2.2) e os fatores $k_{e\ des}$ - downrating factor for design elastic collapse, $k_{e\ uls}$ - calibration factor for ultimate elastic collapse, $k_{y\ des}$ - downrating factor for design yield collapse e $k_{y\ uls}$ - calibration factor for ultimate yield collapse (API TR 5C3 Anexo F).

6.9 TUBOS DE PRODUÇÃO SEGUNDO A API 5CT

Tabela 9- Características básicas de tubos de produção- API 5CT

Diâmetro Nominal (pol)	Peso Linear (lb/pé)	Drift (pol)	Grau do Aço	Tração (klbs)	Compressão (klbs)	Pressão Interna (psi)	Pressão Colapso (psi)
3½	9,3	2,867	L-80 (1%Cr / 13Cr)	207	207	10.160	10.540
3½	9,2	2,867	L-80 (1%Cr / 13Cr)	207	207	10.160	10.530
4½	12,75	3,833	L-80 (1%Cr / 13Cr)	288	288	8.430	7.500
4½	12,6	3,833	L-80 (1%Cr / 13Cr)	288	288	8.430	7.500
5½	17	4,767	L-80 (1%Cr / 13Cr)	396	396	7.740	6.290
6⅝	24	5,796	L-80 (1%Cr / 13Cr)	554	554	7.440	5.760
6⅝	28	5,666	C-110	894	894	12.120	10.160


Valores mínimos de resistência baseados na API 5C3.

6.10 TUBOS DE PRODUÇÃO SEGUNDO A API 5CRA

Tabela 10- Características básicas de tubos de produção- API 5CRA

Diâmetro Nominal (pol)	Peso Linear (lb/pé)	Drift (pol)	Grau do Aço (ksi)	Tração (klbs)	Compressão (klbs)	Pressão Interna (psi)	Pressão de Colapso (psi)
3½	9,2	2,867	SMSS95	246	246	12.060	12.070
4½	12,6	3,833	SMSS 95	342	342	10.010	8.410
4½	13,5	3,795	SMSS 95	364	364	10.710	9.660
4 ½	13,5	3,795	SMSS 110	421	421	12.410	10.690
4½	13,5	3,795	SDSS 125	479	383	14.100	11.600
5½	17	4,767	SMSS 95	471	471	9.190	6.940
5½	23	4,545	SMSS 95	629	629	12.540	12.930
5½	23	4,545	SMSS 110	729	729	14.530	14.540
5½	23	4,545	SDSS 125	828	662	16.510	16.060
6⅝	24	5,796	SMSS 95	659	659	8.830	6.310
6⅝	28	5,666	SMSS 95	772	772	10.460	9.210
6⅝	28	5,666	SMSS 110	894	894	12.120	10.160
6⅝	28	5,666	SDSS 125	1.016	813	13.770	10.990
7⅝	39	6,500	SMSS 95	1.063	1.063	10.900	10.000
7⅝	39	6,500	SMSS 110	1.231	1.231	12.620	11.080
7⅝	39	6,500	SDSS 125	1.398	1.119	14.340	12.060

Valores mínimos de resistência baseados na API 5C3

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 35 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

7 METALURGIA

7.1 AÇOS CARBONO E AÇOS BAIXA LIGA

7.1.1 CRITÉRIOS PARA A METALURGIA *SOUR SERVICE* – C-110:

7.1.1.1 Teste de qualificação em no mínimo três lotes conforme NACE TM0177 método A (*full size*), na solução A e aplicando 85%AYS, ou 80%AYS se o limite de escoamento das amostras for ≥ 117 ksi;

7.1.1.2 Teste de liberação de lote: seguir as diretrizes API 5CT;

7.1.2 CRITÉRIOS PARA A METALURGIA *SOUR SERVICE* – C-125 (0,03 BAR DE H₂S):

7.1.2.1 A dureza máxima deve ser 36 HRC e limite de escoamento máximo de 140 ksi;

7.1.2.2 Teste de qualificação em no mínimo três lotes conforme NACE TM0177 método A (*full size*), na solução B modificada com 3%H₂S e 97%CO₂ e aplicando 90%AYS;

7.1.2.3 Teste de liberação de lote: seguir as diretrizes API 5CT seção 7.14, para grau C-110, utilizando os seguintes requerimentos mínimos de SSC:

- NACE TM 0177 Método A (*full size*) - solução B modificada com 3%H₂S e 97%CO₂ e 85% SMYS ou YS_{min};

Nota: Entende-se por lote de produção, o grupo de tubos produzidos do mesmo lote de matéria prima, o mesmo grupo dimensional sem alteração de *setup* da linha de laminação e tratamento térmico, conforme ISO 11960. A aprovação destas amostras é mandatória para liberação de fornecimento.


7.1.3 CRITÉRIOS PARA A METALURGIA *EXTRA SOUR SERVICE* – C-125ES (0,1 BAR DE H₂S): A dureza máxima deve ser 36 HRC e limite de escoamento máximo de 140 ksi;

7.1.3.1 Teste de qualificação em, no mínimo, três lotes conforme NACE TM0177 método A (*full size*), na solução B modificada com 10%H₂S e 90%CO₂ e aplicando 90%AYS. Testar uma amostra por lote.


7.1.3.2 Teste de liberação de lote: seguir as diretrizes API 5CT seção 7.14, para grau C-110, utilizando os seguintes requerimentos mínimos de SSC:

7.1.3.3 NACE TM 0177 Método A (*full size*) - solução B modificada com 10%H₂S e 90%CO₂ e 85% SMYS ou YS_{min};

Nota: Entende-se por lote de produção, o grupo de tubos produzidos do mesmo lote de matéria prima, o mesmo grupo dimensional sem alteração de *setup* da linha de

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 36 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

laminação e tratamento térmico. A aprovação destas amostras é mandatória para liberação de fornecimento.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 37 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	
			PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

7.2 API 5 CRA

7.2.1 REQUISITOS PARA SMSS- 110KSI (CATEGORIA 13-5-2):

Deve atender aos testes de corrosão sob tensão, por lote, conforme as condições descritas a seguir:

7.2.1.1 Solução de ensaio:

- 120.000 ppm Cl⁻
- 4 g/L CH₃COONa
- pH 4,5 ajuste com HCl ou ácido acético
- Gás: 10%H₂S/90%CO₂
- Tensão aplicada: 90% SYMS

7.2.1.2 Três amostras (teste método A - NACE TM0177) por lote; reteste é permitido se apenas uma amostra falhar, neste caso mais duas amostras deverão ser testadas e aprovadas do mesmo tubo;

7.2.2 REQUISITOS PARA SMSS - 95KSI (CATEGORIA 13-5-2) – PSL-1;

7.2.2.1 Deve atender aos testes de corrosão sob tensão, por lote, conforme as condições descritas a seguir:

Solução de ensaio:

- 120.000 ppm Cl⁻
- 4 g/L CH₃COONa
- pH: 4,5 ajuste com HCl ou ácido acético
- Gás: 10%H₂S/90%CO₂
- Tensão aplicada: 90% SYMS

7.2.3 REQUISITOS PARA SMSS - 95KSI (CATEGORIA 13-5-2) – PSL-2

7.2.3.1 Aço Inoxidável supermartensítico (SCr13%), grau 95 ksi. Tipo: UNS S41426 com dureza máxima de 27HRC, limite de escoamento máximo de 105 ksi e composição química conforme a Norma ISO 15156. Seguir as condições técnicas das Normas ISO 13680 ou API 5CRA PSL-2;

7.2.4 REQUISITOS PARA SDSS – 125 KSI:

7.2.4.1 Aço Inoxidável superduplex, 125 ksi. Seguir as condições técnicas da Norma API 5CRA PSL-2, Grupo 2, categoria 25-7-4. $40 < \text{PREN} \leq 45$;

7.2.4.1.1 O material a ser oferecido poderá ter o limite de escoamento máx de até 150 ksi, desde que respeitados os requisitos do Anexo G da Norma ISO 13.680 / API 5 CRA.

7.2.4.2 O material oferecido deve obedecer aos requisitos dimensionais, de amostragem e inspeção conforme API 5CRA;

Nota: Entende-se por lote de produção o grupo de tubos produzidos do mesmo lote de matéria prima, o mesmo grupo dimensional sem alteração de *set-up* da linha de laminação e tratamento térmico. A aprovação destas amostras é mandatória para liberação de fornecimento.

7.2.5 REQUISITOS PARA AÇOS INOXIDÁVEIS COM $24 < \text{PREN} < 38$ NÃO ESTÃO DESCRITOS NA NORMA API 5CRA:


7.2.5.1 O valor do PREN (*Pitting Resistance Equivalent Number*) deverá ser maior que 24 e inferior a 38, e deverá ser calculado de acordo com a fórmula abaixo:

$$\text{PREN} = \% \text{Cr} + 3,3 (\% \text{Mo} + 0,5 \% \text{W}) + 16 \% \text{N}$$

7.2.5.2 A composição química deverá seguir os requisitos da Tabela 11:

Tabela 11 – Composição mínima para aços inoxidáveis que não estão na API 5CRA

Aço com $24 < \text{PREN} < 38$	
Elementos Químicos	Composição (%)
Carbono (C)	0,04 max
Manganês (Mn)	0,60 max
Silício (Si)	0,50 max
Fósforo (P)	0,020 max
Enxofre (S)	0,005 max
Cromo (Cr)	18,00 max
Molibdênio (Mo)	2,00 a 4,0
Cobre (Cu)	3,0 max
Níquel (Ni)	3,50 a 6,0

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 39 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

7.2.5.3 O material deverá apresentar os requisitos mecânicos conforme especificado na tabela abaixo:

Tabela 12 - Requisitos mecânicos para aços fora da API 5CRA

Limite de escoamento (ksi)	Resistência à tração UTS (min)(ksi)	Elongação (%)	Dureza (HRC) max	Requisitos para ensaio de impacto - Charpy V Notch (Transversal e Longitudinal)	
				Temperatura	Energia mínima (J)
110 a 140	115	De acordo com a Norma ISO 13680 - Grupo I	36	-10°C	70 J Transversal 90 J Longitudinal

7.2.5.4 As amostras para ENSAIO CHARPY-V NOTCH (CVN), deverão ser retiradas da metade da espessura de parede, quando for possível, conforme Figura 1 abaixo:

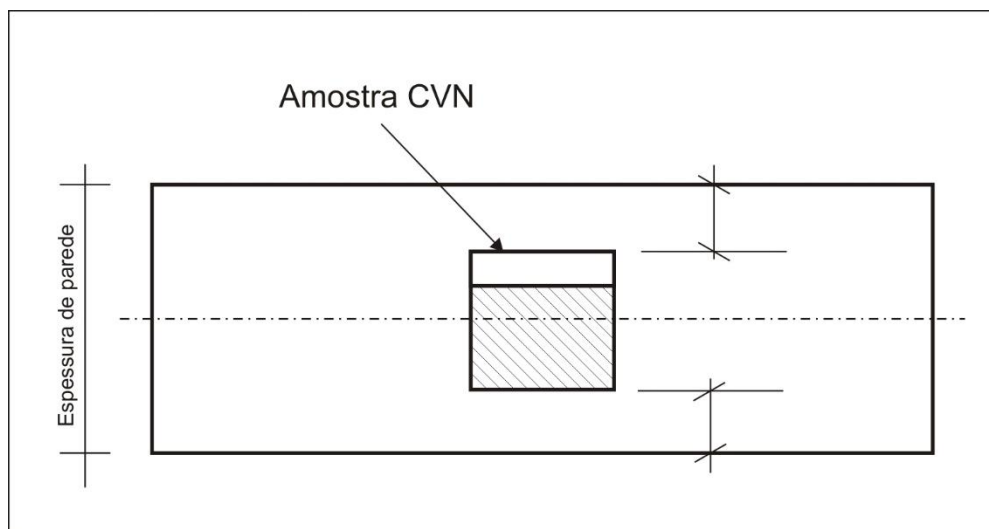


Figura 1 - Amostra CVN

7.2.6 TESTES DE CORROSÃO SOB TENSÃO POR SULFETOS PARA O ITEM 7.2.5:

7.2.6.1 O fabricante deverá demonstrar a resistência à corrosão sob tensão por sulfetos para cada lote fabricado, de acordo com a seguinte regra:

a) Tubos com limite de escoamento menores ou iguais a 130 ksi, utilizar pelo menos 80% da tensão de escoamento mínima (SMYS), usando o método A, de acordo com a Norma NACE TM0177-2016.

b) Tubos com limite de escoamento na faixa de 130 a 140 ksi, utilizar pelo menos 90% da tensão de escoamento mínimo (SMYS), em relação ao grau 125 ksi (tensão aplicada de no mínimo 112,5 ksi), usando o método A, de acordo com a Norma NACE TM0177-2016.

7.2.6.2 A solução de teste deverá ter 20% de NaCl, pH = 4,3 na temperatura e pressão ambiente com 100 mbar de pressão parcial de H₂S. A mistura a ser utilizada no teste deverá ser de 90%CO₂/ 10%H₂S.

7.2.6.3 O pH deverá ser ajustado com 0,4g/L de acetato de sódio e deverá ser adicionado HCl ou ácido acético à solução para atingir o pH requerido (item 7.2.6.2), considerando que a solução estará saturada com os gases ácidos (CO₂ + H₂S).

OBS: Caso seja constatada a presença de pites com profundidade igual ou inferior a 25 micra após o ensaio no aumento de 10x, o corpo de prova deverá ser seccionado longitudinalmente ao seu eixo no local do pite mais profundo, conforme Figura 2, de forma a verificar a presença ou não de trincas nucleadas a partir do mesmo, conforme a Figura 3.

7.2.6.4 Existindo trincas ou pite maior que 25 micra, o lote deverá ser considerado reprovado, retestes são aceitos de acordo os requisitos da norma ISO 15156-2.

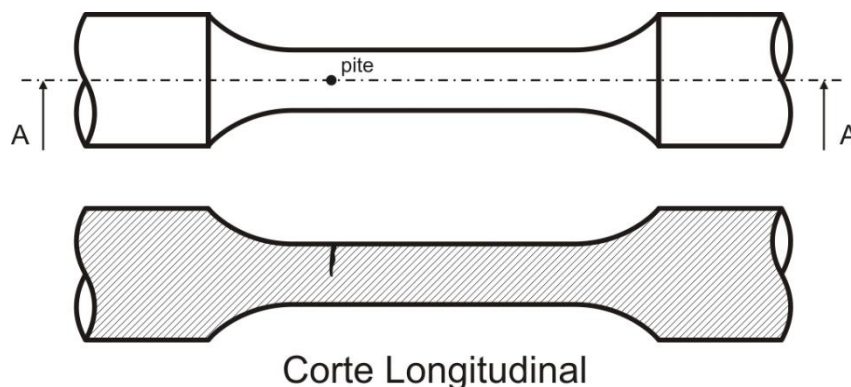



Figura 2 – Exemplo de como seccionar o corpo de prova



Figura 3 – Exemplo de trinca nucleada

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 41 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

8 CONEXÕES

8.1 O enroscamento das luvas deve ser feito com registro *torque x volta* e deve ser possível evidenciar o torque do ombro de carga quando a conexão possuir. A Petrobras poderá solicitar essa informação, caso julgue necessário.

8.2 O range de torque ao qual a conexão pode estar submetida (mínimo - máximo) apresentado para o produto deverá estar dentro da janela de torque utilizada na realização dos testes de selabilidade e make & break;

8.3 As extremidades devem ser fornecidas com protetores de rosca poliméricos;

8.4 Deve se utilizar componentes de preservação que possua aditivos anticorrosivos que permita o armazenamento ao tempo em atmosfera marítima;

8.5 Os fabricantes deverão fornecer: o envelope operacional da conexão no diâmetro solicitado, valores mínimos e máximos de torque de aperto e desaperto e número de ciclos de make & break suportados pela conexão;

8.6 O desempenho ao serviço de uma determinada conexão deverá ser atestado por qualificação ou validação por interpolação mediante critérios que serão expostos em 8.10 e 8.11;

8.7 As conexões que atendam ao protocolo de teste físico segundo 8.10 são consideradas como qualificadas;

8.8 As conexões que atendam ao critério de interpolação segundo 8.11 são consideradas como validadas;

8.9 As conexões que atenderem aos itens 8.7 ou 8.8 serão consideradas como aptas tecnicamente no momento do PATEC;

8.10 QUALIFICAÇÃO DE CONEXÕES:

8.10.1 As conexões dos tubos de revestimento listados na Tabela 1 deverão ser qualificadas conforme requisitos da Tabela 13, atendendo aos respectivos protocolos de teste na mesma configuração de tubo ofertada. No que diz respeito aos revestimentos, as conexões poderão ser qualificadas a partir de uma das duas formas a seguir:

- Protocolos completos (*Full Scale*) da API 5C5:2017;
- Protocolo reduzido que atenda aos critérios definidos no item 8.10.1.1.

Tabela 13 - Testes de conexão para tubos de revestimentos

Revestimento		
Diâmetro(pol)	Peso linear (lb/pé) e tipo de conexão	Protocolo igual ou superior em severidade
22	Conforme listados em 6.4	API 5C5:2017 (gás)- CAL I
20	Conforme listados em 6.4	API 5C5:2017 (gás)- CAL I
18	Conforme listados em 6.4	API 5C5:2017 (gás)- CAL I
16	Conforme listados em 6.4	API 5C5:2017 (gás)- CAL I
14	114 lb/pé, Tubo x Luva	API 5C5:2017 CAL IV
14	114 lb/pé, Integral	API 5C5:2017 CAL II
13 5/8	Conforme listados em 6.5	API 5C5:2017 CAL IV
13 3/8	Conforme listados em 6.5	API 5C5:2017 CAL II
11 7/8	71,8 lb/pé, Integral	API 5C5:2017 CAL II
11 7/8	90 lb/pé, Tubo x Luva	API 5C5:2017 CAL IV
10 3/4	Conforme listados em 6.5, 6.6 e 6.7.	API 5C5:2017 CAL IV
9 7/8	Conforme listados em 6.5, 6.6 e 6.7.	API 5C5:2017 CAL IV
9 5/8	Conforme listados em 6.5, 6.6 e 6.7.	API 5C5:2017 CAL IV
7 5/8	Conforme listados em 6.5, 6.6 e 6.7.	API 5C5:2017 CAL IV
7	Conforme listados em 6.5, 6.6 e 6.7.	API 5C5:2017 CAL IV

Nota: Não é requerida qualificação API 5C5 ou ISO13679 para os conectores dos tubos de 30 pol e de 36 pol.

8.10.1.1 Critérios mínimos para aceitação de um teste de qualificação de conexão *full scale*:

Quando exigido CAL I:


Testes de selabilidade:

- Testes série A;
- Testes série B;
- Uma configuração de baixa interferência de selo (XHXL) deve ser testada.
- *Make & Break*: Mínimo de 3 *make* & 2 *break* em uma mesma conexão com alta interferência na região do selo (HH);

Quando exigido CAL II:

Testes de selabilidade:

- Testes série A;
- Testes série B;
- Testes série C;
- No mínimo 2 configurações de interferência de rosca-selo devem ser testadas (XHXL,LL), podendo ser utilizadas as duas configurações em um mesmo corpo de prova;
- *Make & Break*: Mínimo de 3 *make* & 2 *break* em uma mesma conexão com alta interferência na região do selo (HH, LH);

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 43 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

Quando exigido CAL IV:

Testes de selabilidade:

- Testes série A- Incluindo os ciclos Q1 - Q3;
- Testes série B;
- Testes série C;
- No mínimo 2 configurações de interferência de rosca-selo devem ser testadas (XHXL, LL), podendo ser utilizada as duas configurações em um mesmo corpo de prova.
- Uma das amostras de baixa interferência de selo (XHXL ou LL) deve passar seguidamente pelos testes série A, B e C;
- *Make & Break*: Mínimo de 3 *make* & 2 *break* em uma mesma conexão com alta interferência na região do selo (LH, HH);

Nota I: Os testes de conexões, realizados a partir da data de publicação da revisão G, devem ser realizados com a presença de uma auditoria de terceira parte. Podem ser realizados em laboratórios terceirizados ou em laboratório próprio com uma empresa de auditoria escolhida pela CONTRATADA que seja reconhecida pelo IAF/ILAC.

8.10.1.2 ENVOLTÓRIAS

O nível de qualificação para conexões de revestimento deve atender as envoltórias mínimas especificadas nos itens 8.10.1.3.1 a 8.10.1.3.4. Para conexões de colunas de produção, deve ser considerada a envoltória completa.

8.10.1.3 CAMINHO DE CARREGAMENTO

Recomenda-se que o caminho de carregamento a ser utilizado durante o teste físico da conexão deve percorrer a elipse em seu limite conforme descrito na norma ISO 13679:2002. (Especificado nos itens 7.3.3, 7.3.4 e no Anexo A) e Figura 4).

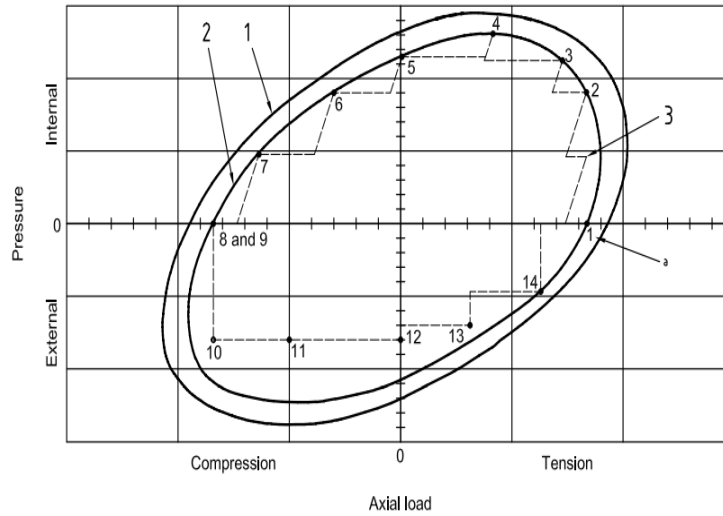


Figura 4- Exemplo de caminho de carregamento a ser utilizado


8.10.1.3.1 Conexão para tubos 20 pol, 22 pol e 18 pol com luva ou conector

No caso da conexão ou conector para tubos 20 pol e 22 pol, seguir o mesmo critério definido em 8.10.1.3.2, porém impondo a envoltória mínima de 60% dos valores de tração e compressão informados na Tabela 5. No caso de Tubos de 18 pol, a envoltória mínima deverá ser de 80% dos valores de tração e compressão informados na Tabela 5.

8.10.1.3.2 Conexão Tubo x Luva para demais diâmetros nominais

Envelope equivalente a pelo menos a região compreendida pela intersecção de 100% da VME do corpo do tubo e os valores de resistências informados nas Tabela 5, Tabela 6, Tabela 7 e Tabela 8.

Nota: os valores resistência ao colapso informados nas tabelas citadas acima, podem ser reduzidos, quando combinados com tração, para compor envoltória testada.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 45 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

8.10.1.3.3 Conexão Tubo x Luva com Fator SC

No caso da conexão Tubo x Luva com Fator SC, seguir o mesmo critério definido em 8.10.1.3.2, porém impondo a envoltória mínima em tração e compressão, conforme fator SC característico da conexão especificada.

Ex.: SC80 – Os limites de tração e compressão da envoltória da conexão devem ser no mínimo 80% do valor da conexão regular equivalente.

8.10.1.3.4 Conexão Integral

O Envelope deve conter polígono definido pelos pontos descritos na tabela abaixo. Todas as resistências referem-se a uma percentagem das resistências uniaxiais do corpo do tubo, definidas nas tabelas dos itens 6.4, 6.5, 6.6 e 6.7.

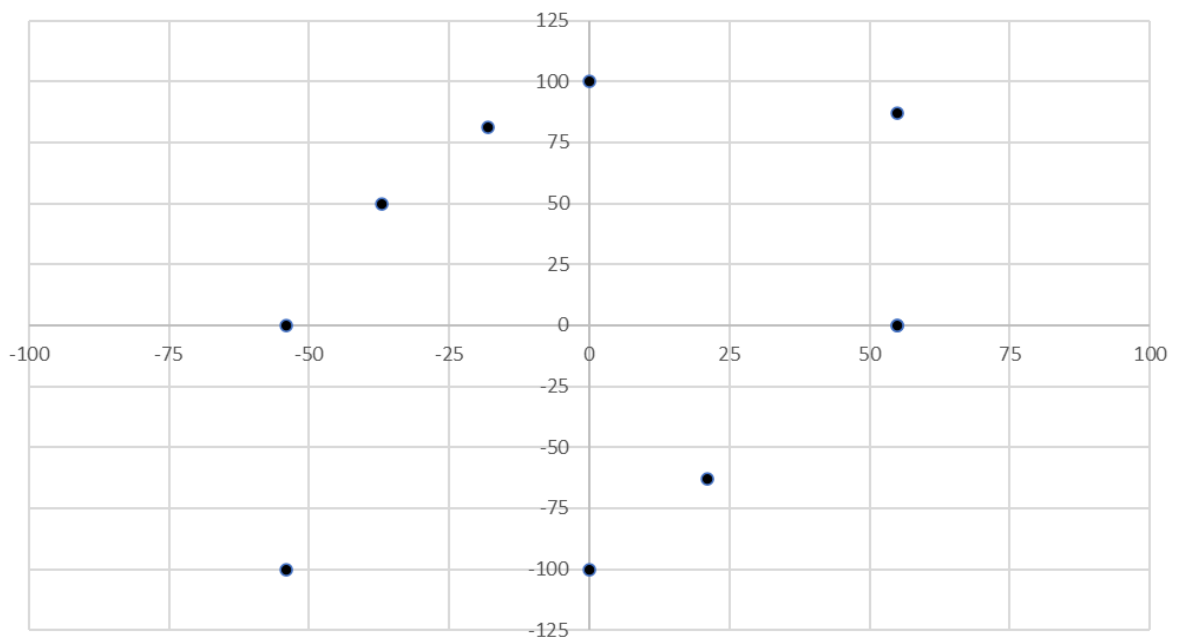
Os valores de força axial de tração são positivos, e os de compressão são negativos. Os valores de pressão interna são positivos, e os de colapso são negativos.

O fornecimento de conexão flush ou semiflush será especificado na ET-RBS. Caso não esteja definido, deve-se considerar o envelope indicado para conexão flush.

a) Conexões Flush para tubos 16 pol e 18 pol em 110ksi.

Força Axial	Pressão
55%	0%
55%	87%
0%	100%
-18%	81%
-37%	50%
-54%	0%
-54%	-100%
0%	-100%
21%	-63%

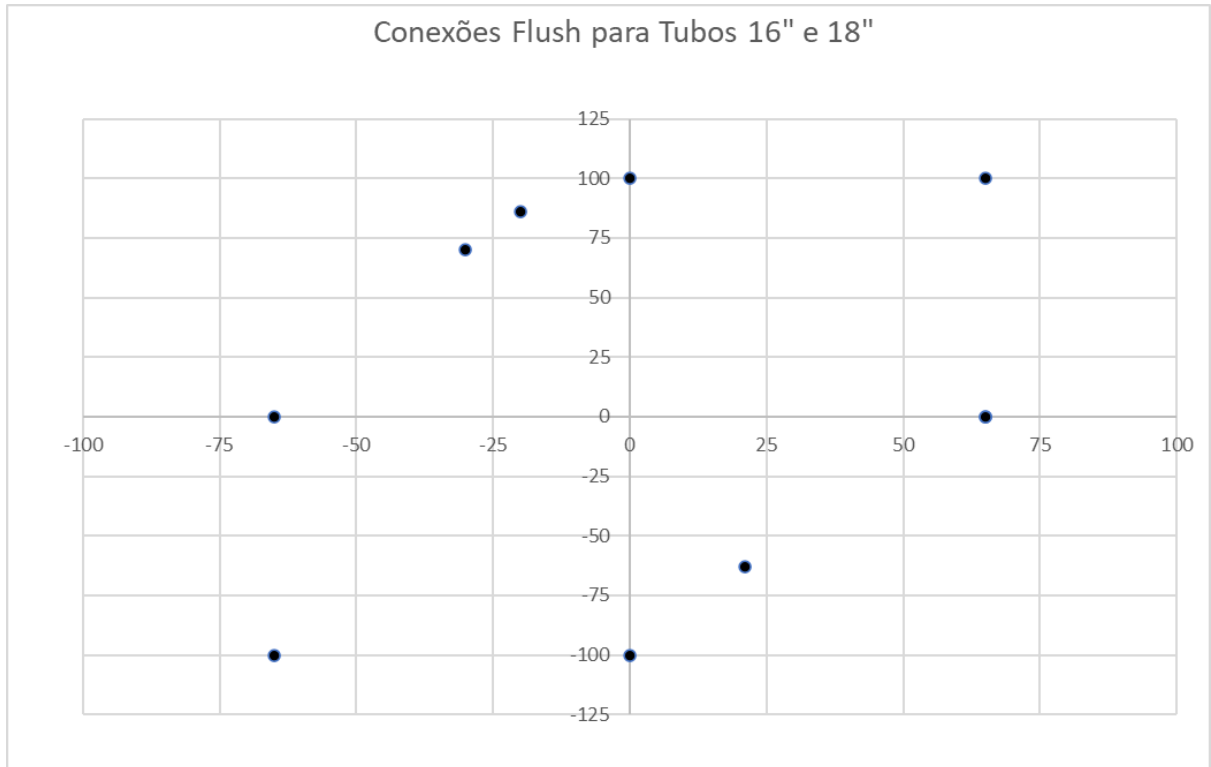
Conexões Flush para Tubos 16" e 18"



b) Conexões Flush para tubos 16 pol e 18 pol com limite de escoamento abaixo de 110ksi.

Força Axial	Pressão
65%	0%
65%	100%
0%	100%
-20%	86%
-30%	70%
-65%	0%
-65%	-100%
0%	-100%
21%	-63%

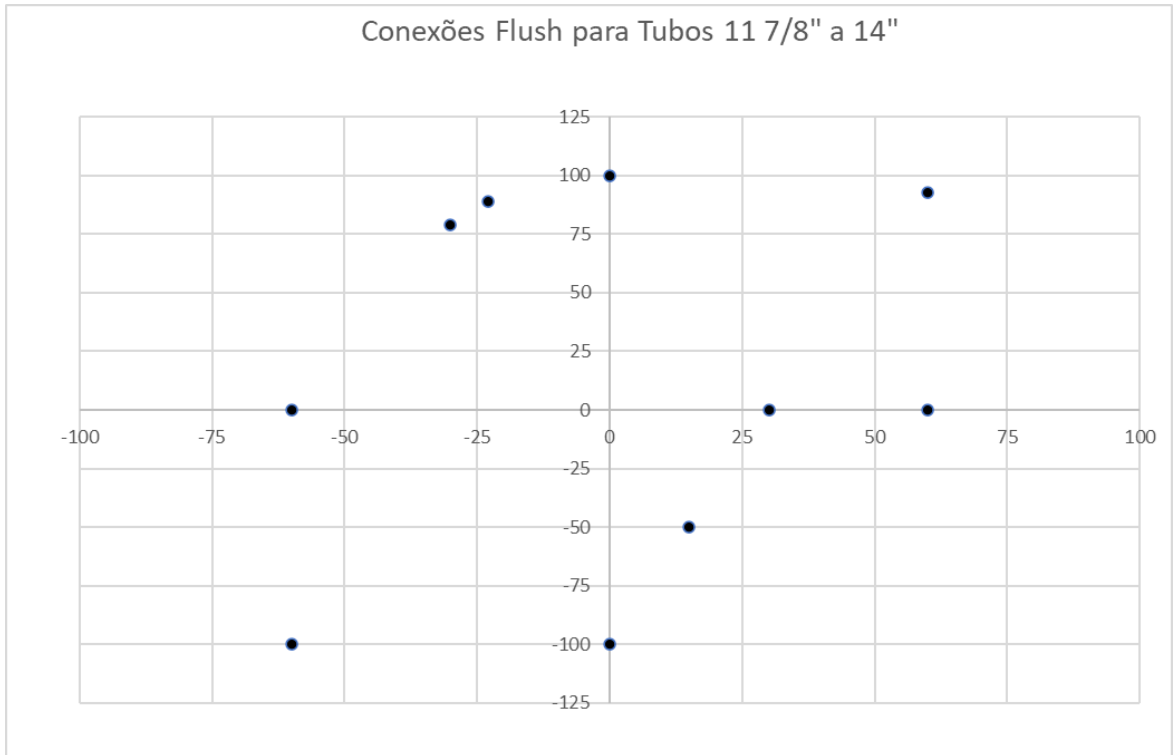
Conexões Flush para Tubos 16" e 18"



c) Conexões Flush para tubos 11⅞ pol a 14 pol.

Força Axial	Pressão
60%	0%
60%	93%
0%	100%
-23%	89%
-30%	79%
-60%	0%
-60%	-100%
0%	-100%
15%	-50%
30%	0%

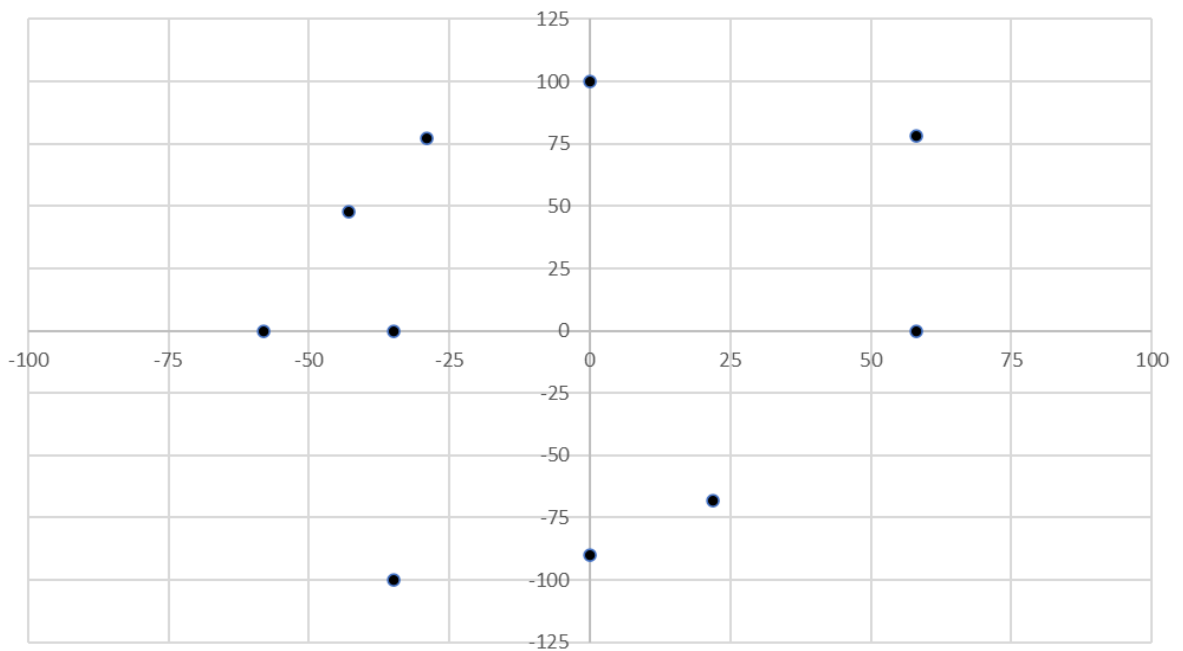
Conexões Flush para Tubos 11 7/8" a 14"



d) Conexões Flush para tubos 7⁵/₈ pol a 10³/₄ pol (exceto 10³/₄ pol 109 lb/pé).

Força Axial	Pressão
58%	0%
58%	78%
0%	100%
-29%	77%
-43%	48%
-58%	0%
-35%	0%
-35%	-100%
0%	-90%
22%	-68%
22%	0%

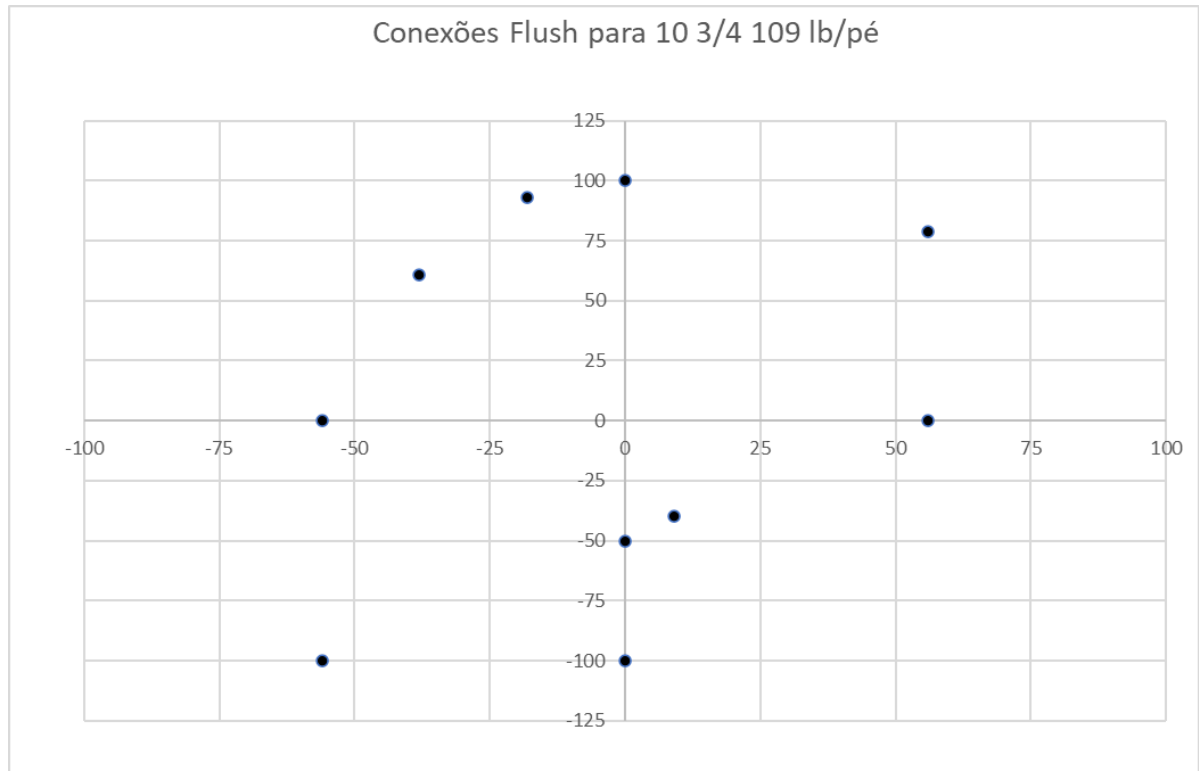
Conexões Flush para Tubos 7 5/8" a 10 3/4" (exceto 10 3/4 109 lb/pé)



e) Conexão Flush para tubo 10¾ pol 109 lb/pé.

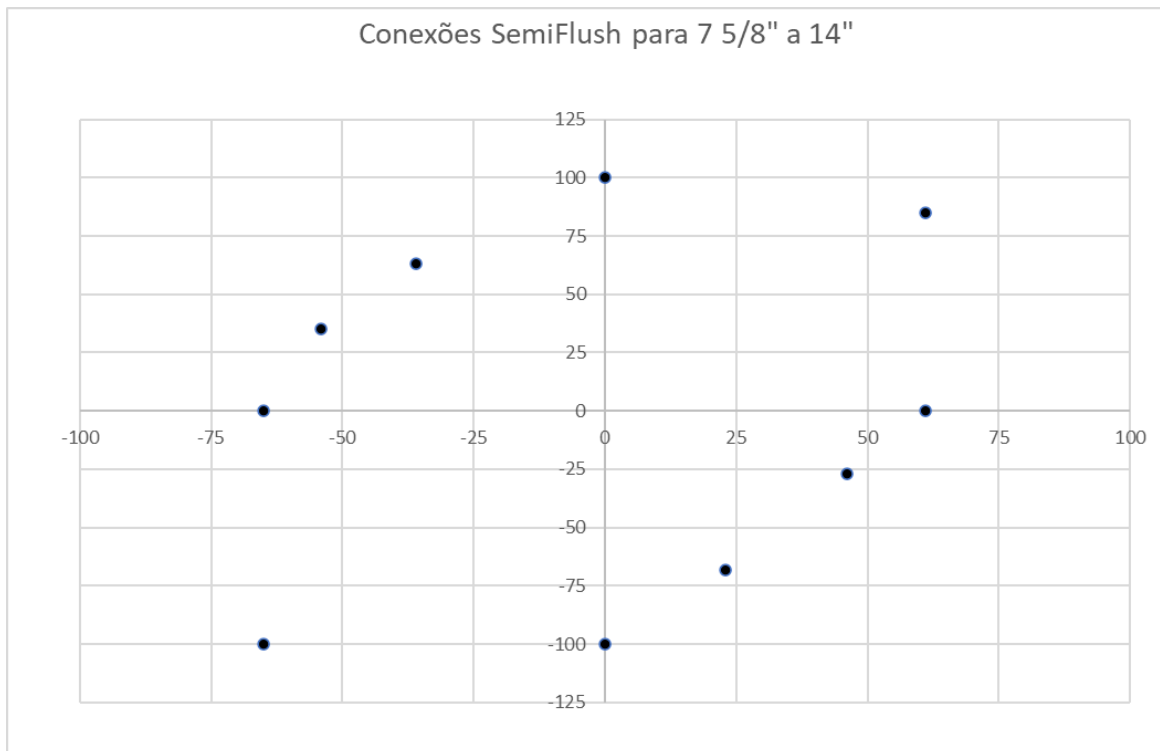
Força Axial	Pressão
56%	0%
56%	79%
0%	100%
-18%	93%
-38%	61%
-56%	0%
-56%	-100%
0%	-100%
0%	-50%
9%	-40%
19%	-24%
28%	0%

Conexões Flush para 10 3/4 109 lb/pé




f) Conexões *Semiflush* para tubos 7⁵/₈ pol a 14 pol

Força Axial	Pressão
61%	0%
61%	85%
0%	100%
-36%	63%
-54%	35%
-65%	0%
-65%	-100%
0%	-100%
23%	-68%
46%	-27%



8.10.2 As conexões *premium* dos tubos de produção listados na Tabela 2, devem ser qualificadas em *Full Scale*, segundo o protocolo CAL IV da ISO 13679 (2002) ou, no mínimo, CAL III da API 5C5 (2017). Além disso, o envelope da conexão deverá apresentar 100% de resistência em relação ao corpo do tubo para todas as metalurgias requisitadas.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 52 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

No que diz respeito à resistência compressiva, em virtude da anisotropia dos tubos em SDSS, devem ser atendidas, no mínimo, as performances prescritas na Tabela 10;

8.10.2.1 O diâmetro de 3½ pol pode ser considerado aprovado desde que sejam realizados os testes de *make & break* no espécime 3 (H-H) e o ciclo determinado pelo item 8.10.2, no espécime 2 (L-L);

8.11 CRITÉRIOS PARA VALIDAÇÃO DE CONEXÕES


8.11.1 Esta seção tem o objetivo de definir os critérios de validação de uma determinada conexão a ser ofertada. A validação poderá ser feita por testes físicos, critério “field proved” ou interpolação.

8.11.2 Serão aceitos testes físicos em conexões de tubos *high collapse* para validar conexões de tubos com resistência ao colapso padrão (resistência API), desde que sejam tubos de mesma configuração, exceto a condição HC. O inverso não é aceito. Exemplo: Uma conexão qualificada em tubo de 9 5/8 pol, 53.5 lb/pé, Q-125HC, Conexão X pode ser usada para validar a mesma conexão constituinte de um tubo de 9 5/8 pol, 53.5 lb/pé, Q-125, Conexão X;

8.11.3 **Validação por critério *field proved*:** Conexões que já foram utilizadas pela Petrobras em poços iniciados a partir de 2018 na mesma configuração de tubo ofertada e que atenderam aos critérios de qualificação/validação de conexões dispostos na revisão F, serão aceitas alternativamente aos critérios dispostos nesta revisão.

8.11.4 Será permitida validação por interpolação, ou seja, em que não sejam realizados os protocolos na configuração de tubo ofertada, desde que os critérios próprios definidos nesta seção, quando aplicáveis, sejam atendidos integralmente. Apesar de óbvio, o termo integralmente não quer dizer que todos os itens devem ser cumpridos conjuntamente, porque há itens que são naturalmente excludentes. Portanto, o termo integralmente diz respeito ao cumprimento do item que for aplicável. Com isso, devem ser consideradas as seguintes definições para compreensão dos critérios:

- Linha de produto: conjunto de produtos que foram desenhados com critérios de desenho em comum, tais como: formato de rosca, conicidade, altura de rosca, conicidade do selo, ângulo do *shoulder*, etc. conforme descrito na ISO 13679, item G.2;
- Teste *full scale*: teste que atenda os critérios definidos em 8.10.1.1 ou o protocolo completo da API 5C5:2017, nos níveis mínimos de qualificação (CAL) definidos na Tabela 13;
- Teste base: teste *full-scale* em uma determinada configuração de tubo de referência que serve para qualificação de uma configuração de tubo solicitada;
- Configuração de tubo: Definida por diâmetro nominal, peso linear, linha de produto, limite de escoamento, metalurgia, condições *special clearance* de conexões, condição *high collapse* dos tubos.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 53 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

8.11.5 A interpolação só pode ser considerada para uma mesma linha de produto;

8.11.6 Para toda validação por interpolação, deverá ser realizado um estudo de FEA na configuração de tubo ofertada. Este deve considerar a utilização de pelo menos um parâmetro de calibração, que deve ser uma função de características dimensionais (diâmetro, peso linear) e limite de escoamento do material (por exemplo, energia de contato do selo);

8.11.7 Para validar um tubo de peso linear distinto, devem ser usados dois testes base, além da validação por FEA (8.11.6). Para tanto, o tubo a ser validado deve estar compreendido entre os pesos lineares dos tubos de referência mantendo observância ao item 8.11.5;

8.11.8 Para validar um tubo de diâmetro nominal distinto, além da validação por FEA (8.11.6), devem ser usados dois testes base, mantendo a observância ao item 8.11.5. Para tanto, o diâmetro nominal do tubo a ser validado deve estar compreendido entre os diâmetros nominais dos tubos de referência. Os tubos de referência e o tubo a ser validado devem estar em um mesmo intervalo dimensional entre os listados a seguir:


REVESTIMENTOS

- 5½ pol a 7⅝ pol;
- 7⅝ pol a 9⅞ pol;
- 9⅞ pol a 11⅞ pol;
- 11¾ pol a 14 pol;
- 16 pol a 18 pol;
- 18 pol a 22 pol.

COLUNAS DE PRODUÇÃO

- 4½ pol a 6⅝ pol;
- 5½ pol a 7⅝ pol;
- 6⅝ pol a 8⅝ pol;

8.11.9 O tubo a ser validado deve ter envelope com resistências (colapso, tração, compressão e pressão interna) entre os valores de resistência dos tubos de referência.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 54 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

8.11.10 Testes base em MSS, SMSS e SDSS poderão ser utilizados para validar tubos em aço carbono;

8.11.11 Testes base em SDSS poderão ser utilizados para validar aços MSS, SMSS e aços carbono;

8.11.12 Tubos HC demandam testes *full scale* na configuração ofertada, ou seja, não é permitida a interpolação para validação de tubo HC, exceto para efeito de patec (item 8.12.1);

8.12 CONDIÇÕES PARA EFEITO DE PATEC E ENTREGA

8.12.1 Caso o fornecedor não possua uma conexão aceita pelos critérios de qualificação (8.10) e validação por interpolação (8.11.4 a 8.11.12), no ato do PATEC, será permitido apresentar uma análise por FEA baseada em um tubo de referência qualificado. Neste caso, o tubo a ser analisado e o tubo de referência deve estar compreendido no intervalo dimensional adequado (8.11.8). Por exemplo: Tendo-se uma conexão qualificada de um tubo de 9 5/8 pol, será permitido realizar uma análise de elementos finitos para um tubo de 9 7/8 pol a fim de suportar o PATEC. Neste caso, até a data da primeira entrega do produto ofertado, deverá ser atendida uma das opções abaixo:


- Entrega de relatório de teste *full scale* do tubo ofertado;
- Entrega de relatório de teste base *full scale* do segundo tubo de referência do respectivo intervalo dimensional (item 8.11.8, atendendo também as demais condições de interpolação (8.11.4 a 8.11.12) Para a linha de revestimentos, testes base em aço carbono poderão ser utilizados para validar aço MSS ou SMSS, desde que sejam realizados testes de make & break adicionais, conforme 8.10.1.1, na mesma configuração de tubo ofertada até a data da primeira entrega. Entretanto, esta consideração não é permitida para os tubos de produção;

8.12.2 A conexão da configuração de tubo ofertada em SDSS deverá passar por teste *full scale*. Caso o fornecedor não possua esta qualificação ou validação em SDSS no momento do PATEC o resultado do teste full scale deverá ser apresentado até a data da primeira entrega;

8.12.2.1 Será permitido, para efeito de PATEC, a apresentação de testes físicos na mesma configuração de tubo ofertada em aço carbono, MSS ou SMSS, mantendo observância ao item 8.11.5.


8.12.2.2 Alternativamente, poderá ser apresentada uma análise FEA na configuração de tubo ofertada. Neste caso, o tubo a ser analisado através do FEA e o tubo de referência, com um teste base em qualquer metalurgia, devem estar compreendidos no intervalo dimensional adequado (8.11.8) e serem da mesma linha de produto. .

8.12.3 Nos casos em que o fornecedor não possua uma conexão com Fator SC qualificada ou validada, para efeito de PATEC poderão ser apresentados testes físicos

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 55 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

da conexão regular validada ou qualificada, desde que os tubos tenham mesma configuração e que as conexões pertençam à mesma linha de produto. O inverso também é aceito para efeito de PATEC. Para ambos os casos, até a data da primeira entrega do produto ofertado, deverá ser realizada a entrega do relatório de teste *full scale*;

8.12.4 Caso o fornecedor não possua um teste full scale na configuração de tubo HC ofertada até a data do PATEC, poderão ser apresentados testes conforme regramento definido nos itens referentes aos critérios de interpolação (8.11.4 a 8.11.12)). Neste caso, deverá ser apresentado teste *full scale* até a data da primeira entrega.

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 56 de 58
	TÍTULO: TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP	

9 REDUÇÕES E CROSSOVERS

9.1 Tubos 16 pol a 22 pol

9.1.1 Reduções e XO devem utilizar peça de transição forjada ou elemento metálico único e inteiriço.

9.1.2 No mínimo devem atender aos requisitos de resistência do tubo de especificação mais branda.

9.1.3 Os requisitos de solda aplicados a tubos caixa e pino também são aplicáveis aos XO e reduções.

9.1.4 As reduções e XO deverão ser fornecidos com as conexões ou conectores iguais aos dos tubos fornecidos nos diâmetros solicitados para os mesmos.

9.1.5 As reduções e XO devem ser fornecidas no formato caixa x pino, pino x caixa ou pino x pino. No caso de extremidade caixa, uma das pontas deve ser roscada com luva, soldada com conector tipo caixa ou possuir conexão integral tipo caixa.

9.1.6 As extremidades devem ser fornecidas com protetores de rosca poliméricos. Deve se utilizar graxa de preservação que possua aditivos anticorrosivos que permita o armazenamento ao tempo em atmosfera marítima.

9.1.7 Nas variações de diâmetro interno e externo da redução e XO, o ângulo máximo admitido será de 30 graus em relação ao eixo longitudinal da peça. Exceção é feita aos ombros de carga.

9.2 Tubos de revestimento 7 pol a 14 pol

9.2.1 O corpo das reduções e XO deve ser fabricado a partir de elemento metálico único e inteiriço, sem qualquer tipo de emenda ou solda.

9.2.2 As reduções devem atender, no mínimo, aos requisitos de resistência do tubo de especificação mais branda.

9.2.3 As reduções e XO deverão ser fornecidas com as conexões iguais às dos tubos fornecidos nos diâmetros solicitados para as mesmas.

9.2.4 As reduções e XO devem ser fornecidas no formato caixa x pino, pino x caixa ou pino x pino. No caso de extremidade caixa, uma das pontas deve ser roscada com luva, ou possuir conexão integral tipo caixa.

9.2.5 As extremidades devem ser fornecidas com protetores de rosca poliméricos. Deve

se utilizar graxa de preservação que possua aditivos anticorrosivos que permita o armazenamento ao tempo em atmosfera marítima.

9.2.6 Nas variações de diâmetro interno e externo da redução e XO, o ângulo máximo admitido será de 15 graus em relação ao eixo longitudinal da peça.

9.3 Tubos de produção de 3½ pol a 7⅝ pol

9.3.1 As reduções deverão ter fabricação a partir de elemento metálico único e inteiriço, sem qualquer tipo de emenda ou solda. Inserir uma luva torçada na extremidade caixa da redução, de forma a permitir a instalação de *clamps*;

9.3.2 O comprimento total da redução deve ser:

9.3.3 Máximo: 1,5 m;

9.3.4 Mínimo: 0,76 m;

9.3.5 Nas variações de diâmetro interno ou externo da redução o ângulo máximo admitido será de 30 graus em relação ao eixo longitudinal da peça.

9.3.6 Deverá ser entregue um desenho técnico contendo os dimensionais da redução, ângulos das peças e as conexões, com as devidas cotas, bem como o comprimento total a ser ofertado, conforme modelo da Figura 5 .

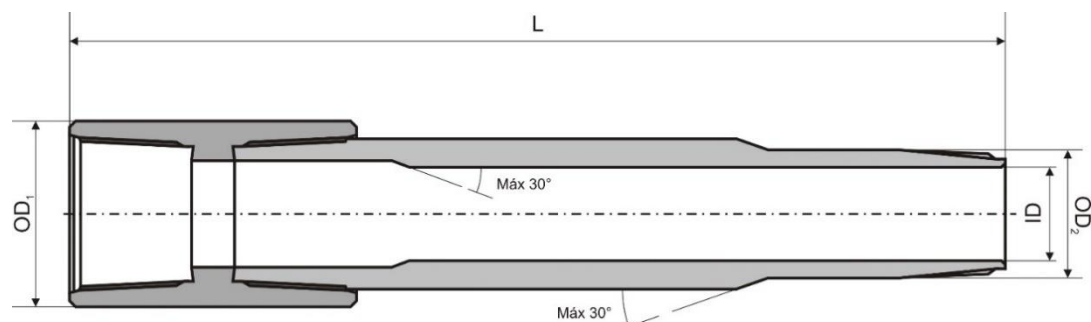



Figura 5 – Modelo de uma redução caixa x pino com luva acoplada

	ESPECIFICAÇÃO TÉCNICA	Nº ET-3000.00-1210-210-PPQ-001	REV. G
	ESTRUTURA DE POÇO E COMPLETAÇÃO		Folha 58 de 58
	TÍTULO:	TUBOS, CONEXÕES E REDUÇÕES PARA REVESTIMENTOS E COLUNAS DE PRODUÇÃO	PÚBLICO POCOS/EP/ITC/ETP

10 REQUISITOS DE INSPEÇÃO

10.1 A inspeção deve ser realizada de acordo com os parâmetros determinados nas normas específicas de fabricação dos tubos cobertos nesta ET. Toda documentação deve ser apresentada conforme item 5.5.

10.2 Deverá ser apresentado relatório de inspeção feito por empresa de terceira parte, a ser contratado pela empresa fornecedora do bem, para que seja certificado que as exigências desta ET estão sendo cumpridas durante a fabricação do material.