

Projeto, Fabricação e Montagem de Tanques de Armazenamento de Baixa Pressão

Especificação

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. A Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma é a responsável pela adoção e aplicação das suas seções, subseções e enumerações.

Requisito Técnico: Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pela Unidade da PETROBRAS usuária desta Norma. É caracterizada por verbos de caráter impositivo.

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

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

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

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

Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GT (formados por Técnicos Colaboradores especialistas da Companhia e de suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e por suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SC (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a Norma Técnica PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

CONTEC

Comissão de Normalização
Técnica

SC - 02

Caldeiraria

Prefácio

Esta Norma tem como base a API [STD 620](#).

1 Escopo

1.1 Esta Norma estabelece as condições a serem atendidas no projeto, na fabricação e na montagem de tanques de armazenamento cilíndricos verticais, soldados, de baixa pressão, construídos de acordo com a API [STD 620](#).

1.2 Esta Norma contém requisitos técnicos e práticas recomendadas.

2 Referências Normativas

CONMETRO - [Resolução nº 12, de 12 de outubro de 1988](#) - Adoção do quadro geral de unidades de medida e emprego de unidades do Sistema Internacional de Unidades (SI);

Norma Regulamentadora nº 12 - [NR-12](#) - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos;

[Manual de Sinalização](#) da PETROBRAS;

PETROBRAS [N-13](#) - Requisitos Técnicos para Serviços de Pintura;

PETROBRAS [N-75](#) - Abreviaturas para os Projetos Industriais;

PETROBRAS [N-133](#) - Soldagem;

PETROBRAS [N-279](#) - Projeto de Estruturas Metálicas Industriais;

PETROBRAS [N-293](#) - Fabricação e Montagem de Estruturas Metálicas;

PETROBRAS [N-300](#) - Detalhes de Aterramento Empregando-se Conectores Mecânicos;

PETROBRAS [N-381](#) - Execução de Desenhos e Outros Documentos Técnicos em Geral;

PETROBRAS [N-894](#) - Projeto de Isolamento Térmico a Baixa Temperatura;

PETROBRAS [N-896](#) - Montagem de Isolamento Térmico a Baixa Temperatura;

PETROBRAS [N-1219](#) - Cores;

PETROBRAS [N-1438](#) - Terminologia Soldagem;

PETROBRAS [N-1550](#) - Pintura de Estrutura Metálica;

PETROBRAS [N-1591](#) - Ligas Metálicas e Metais - Identificação Através de Testes pelo Imã e por Pontos;

PETROBRAS [N-1593](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Estanqueidade;

PETROBRAS [N-1594](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Ultrassom em Solda;

PETROBRAS [N-1595](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Radiografia;

PETROBRAS [N-1596](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Líquido Penetrante;

PETROBRAS [N-1597](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Visual;

PETROBRAS [N-1598](#) - Ensaio Não-Destrutivo - Partículas Magnéticas;

PETROBRAS [N-1618](#) - Material para Isolamento Térmico;

PETROBRAS [N-1710](#) - Codificação de Documentos Técnicos de Engenharia;

PETROBRAS [N-1807](#) - Medição de Recalque de Fundações no Teste Hidrostático de Equipamentos;

PETROBRAS [N-1822](#) - Tratamento de Superfície de Base de Tanque;

PETROBRAS [N-1859](#) - Qualificação de Consumíveis de Soldagem;

PETROBRAS [N-2064](#) - Emissão e Revisão de Documentos de Projeto;

PETROBRAS [N-2301](#) - Elaboração de Documentação Técnica de Soldagem;

PETROBRAS [N-2315](#) - Execução de Ensaio Não Destrutivo - Ultrassom em Forjado;

PETROBRAS [N-2913](#) - Revestimentos Anticorrosivos para Tanque, Esfera e Cilindro de Armazenamento;

ABNT [NBR 5419-3](#) - Proteção contra descargas atmosféricas - Parte 3: Danos físicos a estruturas e perigos a vida;

ABNT [NBR 6123](#) - Forças Devidas ao Vento em Edificações;

ABNT [NBR 8402](#) - Execução de caracter para escrita em desenho técnico - Procedimento;

ABNT [NBR 14842](#) - Soldagem - Critérios para a qualificação e certificação de inspetores para o setor de petróleo e gás, petroquímica, fertilizantes naval e termogeração (exceto nuclear);

ABNT [NBR 15218](#) - Critérios para Qualificação e Certificação de Inspetores de Pintura Industrial;

ABNT [NBR 15523](#) - Qualificação e Certificação de Inspetor de Controle Dimensional;

ABNT [NBR 16137](#) - Ensaios Não Destrutivos - Identificação de Materiais por Teste por Pontos, Espectrometria por Fluorescência de Raios X e Espectrometria por Emissão Óptica;

ABNT [NBR NM ISO 9712](#) - Ensaio Não Destrutivo - Qualificação e Certificação de Pessoal em Ensaios Não Destrutivos;

AISI [Steel Plate Engineering Data, Volume 2, Part 5, "Anchor Bolt Chairs"](#);

API [STD 620](#) - Design and Construction of Large, Welded, Low-Pressure Storage Tanks;

API [STD 625](#) - Tank Systems for Refrigerated Liquefied Gas Storage;

API [STD 2000](#) - Venting Atmospheric and Low-Pressure Storage Tanks;

ASME [B1.1](#) - Unified Inch Screw Threads (UN and UNR Thread Form)

ASME [B18.2.1](#) - Square, Hex, Heavy Hex, and Askew Head Bolts and Hex, Heavy Hex, Hex Flange, Lobed Head, and Lag Screws;

ASME [B18.2.2](#) - Nuts for General Applications: Machine Screw Nuts, Hex, Square, Hex Flange, and Coupling Nuts;

ASME [BPVC Section VIII, Division 1](#) - Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII, Division 1 - Rules for Construction of Pressure Vessels;

ASME [BPVC Section VIII, Division 2](#) - Boiler and Pressure Vessel Code - Section VIII, Division 2 - Rules for Construction of Pressure Vessels - Alternative Rules;

ASTM [A6/A6M](#) - Standard Specification for General Requirements for Rolled Structural Steel Bars, Plates, Shapes, and Sheet Piling;

ISO [8501-1](#) - Preparation of Steel Substrates before Application of Paints and Related Products - Visual Assessment of Surface Cleanliness - Part 1: Rust Grades and Preparation Grades of Uncoated Steel Substrates and of Steel Substrates after Overall Removal of Previous Coatings.

3 Termos e Definições

Para os efeitos desta Norma, aplicam-se os termos e definições da API [STD 620](#) e os seguintes.

3.1

pressão de projeto

A máxima pressão manométrica de operação possível de ocorrer no espaço de vapor/gás, conforme indicado no Projeto Básico e especificado no item 4.3.1 desta Norma.

3.2

vácuo de projeto

O máximo vácuo parcial possível de ser desenvolvido no espaço vapor/gás em qualquer condição de operação e em qualquer nível do líquido armazenado, conforme indicado no Projeto Básico e especificado no item 4.3.2 desta Norma.

3.3

temperatura mínima de projeto

Temperatura de projeto de metal, conforme indicado no Projeto Básico e especificado no item 4.3.3.1 desta Norma.

3.4

temperatura máxima de projeto

Temperatura máxima de operação do produto armazenado, conforme indicado no Projeto Básico e especificado no item 4.3.3.2 desta Norma.

3.5

fabricação

Todas as atividades desenvolvidas em fábrica referentes à construção do tanque.

3.6

montagem

Todas as atividades realizadas em campo referentes à complementação da construção (quando aplicável) e o posicionamento do tanque em seu local de operação.

3.7

Especificação de Procedimento de Soldagem - EPS ("Welding Procedure Specification" - WPS)

Documento escrito emitido pela executante dos serviços, com base nas especificações do projetista, dos consumíveis, dos metais de base, provendo as variáveis de soldagem necessárias para produção de juntas soldadas com as mesmas propriedades e características da junta ensaiada na qualificação. Ver PETROBRAS [N-2301](#)

3.8

Registro de Qualificação de Procedimento de Soldagem - RQPS ("Welding Procedure Qualification Record" - PQR)

Documento, emitido pela executante dos serviços, onde são registrados os valores reais dos parâmetros de operação de soldagem da peça de teste e os resultados de ensaios de qualificação, devendo ainda conter os certificados requeridos na PETROBRAS [N-2301](#) e demais certificados de ensaios complementares exigidos nas especificações técnicas.

4 Critérios de Projeto

Além dos requisitos previstos nas Normas e documentos aplicáveis, deverão ser observados os itens apresentados a seguir.

4.1 Geral

O tanque de armazenamento deverá ser projetado, fabricado, montado e testado, de acordo com a última edição da API [STD 620](#) e seus Anexos, e com os requisitos complementares constantes nos documentos de referência, relacionados nesta Norma.

4.2 Norma de Projeto

4.2.1 A definição das condições de pressão interna e de vácuo, bem como a densidade do líquido e as cargas usadas no projeto, devem seguir a API [STD 620](#), Corpo de Norma e Anexos, conforme discriminado na Folha de Dados.

4.2.2 Para tanques de baixa pressão, em temperaturas de 5 °C até -51 °C (Armazenamento de Produtos Refrigerados), deve-se usar o Anexo R da API [STD 620](#).

4.2.3 Para tanques de baixa pressão, em temperaturas não inferiores a -198 °C (Armazenamento de Gases Liquefeitos), deve-se usar o Anexo Q da API [STD 620](#).

4.3 Condições de Projeto

4.3.1 Pressão de Projeto

Devem ser observados os limites de pressão de projeto especificados na API [STD 620](#), Corpo de Norma ou Anexo Q ou R, conforme abaixo:

- Corpo de Norma: $P_{proj} \leq 15 \text{ psig (1,055 kgf/cm}^2 \text{ - man)}$;
- Anexo Q ou R: $P_{proj} \leq 7 \text{ psig (0,492 kgf/cm}^2 \text{ - man)}$.

4.3.2 Vácuo de Projeto

Devem ser observados os limites de vácuo de projeto especificados na API [STD 620](#), Corpo de Norma ou Anexo Q ou R, conforme abaixo:

- Corpo de Norma: $-1 \text{ oz/in}^2 \text{ (-44 mm H}_2\text{O - man)} \leq P_{vácuo}$;
- Anexo Q ou R: $-0,25 \text{ psig (-175,8 mm H}_2\text{O - man)} \leq P_{vácuo}$.

4.3.3 Temperatura de Projeto

4.3.3.1 A temperatura mínima de projeto deve ser igual ao menor dos seguintes valores:

- a) A mais baixa temperatura média diária da localidade acrescida de 8 °C;
- b) Temperatura mínima do produto armazenado.

4.3.3.2 A temperatura máxima de projeto é a temperatura máxima de operação do produto armazenado, limitado a 121 °C, para tanques projetados pela API [STD 620](#), Corpo de Norma.

4.4 Dimensões

4.4.1 A capacidade nominal do tanque deve prever um volume mínimo de vapor/gás, acima do nível de líquido máximo de projeto, de 2% da capacidade total de armazenamento de líquido, conforme definido na API [STD 620](#).

4.4.2 O diâmetro nominal do tanque deve atender à economia de material, prevendo-se, sempre que possível, o aproveitamento de chapas inteiras, meias chapas ou perfis inteiros.

4.4.3 A altura da parte cilíndrica do tanque deve ser, sempre que possível, um múltiplo da largura comercial de chapas.

4.4.4 Devem ser usadas sempre que possível as seguintes dimensões comerciais para chapas de aço:

- a) Espessura até 5,00 mm (chapas finas laminadas a quente): 1.500 mm (ou 1.800 mm) x 6.000 mm - bordas aparadas;
- b) Espessura de 6,30 mm e acima (chapas grossas laminadas a quente): 2.440 mm x 12.000 mm - bordas aparadas.

4.5 Materiais

4.5.1 Os materiais para chapas, perfis estruturais, tubos, flanges, estojos, porcas a luvas, devem ser selecionados conforme as exigências da API [STD 620](#) Corpo de Norma ou Anexo Q ou R, conforme o caso, usando a temperatura de projeto como definida no item 4.3.3 desta Norma.

4.5.2 Os consumíveis de soldagem e a definição da EPS e da RQPS devem estar em conformidade com as exigências da API [STD 620](#) e da PETROBRAS [N-133](#).

4.5.3 Para tanques fabricados pelos Anexos Q e R da API [STD 620](#), devem ser previstos testes de produção, conforme itens Q.4.6 e Q.4.7 ou R.4.3 e R.4.4, respectivamente. Estes testes de produção devem ser executados no início da montagem do costado para cada EPS qualificada.

4.5.4 Para tanques fabricados pelos Anexos Q e R o material do isolamento a ser adotado sob as chapas anulares deve ser selecionado pelo fabricante, com base nas Normas PETROBRAS [N-894](#), [N-896](#) e [N-1618](#) e na Seção 9 da API [STD 625](#), e submetido à aprovação prévia da PETROBRAS.

4.6 Sobresspessura de Corrosão

4.6.1 Devem-se usar os valores de sobre-espessura de corrosão para o fundo, costado e teto, discriminados na Folha de Dados.

4.6.2 Quando não especificado na Folha de Dados, a sobre-espessura de corrosão deve atender ao requerido no Anexo G da API [STD 620](#).

4.6.3 Para tanques com revestimento interno, deve-se usar sobre-espessura de corrosão igual a 1 mm nas regiões revestidas.

4.6.4 Para estruturas internas ao tanque e para todos os acessórios e bocais do fundo, costado e teto, em contato com o produto, deve ser prevista a mesma sobre-espessura especificada para a região em que estão localizados.

4.6.5 Em todas as soldas de ângulo, de fabricação e de montagem, de bocais e acessórios, deve ser considerada a mesma sobre-espessura prevista para a região.

4.7 Fundação e Base dos Tanques

4.7.1 A fundação e base dos tanques devem seguir as recomendações da API [STD 620](#) descritas no Corpo de Norma e Anexos específicos e, no que for aplicável, as especificações da PETROBRAS [N-1822](#).

4.7.2 Os valores de recalques máximos admissíveis devem atender aos seguintes requisitos:

- O recalque diferencial entre dois pontos quaisquer da periferia da base (sob o costado do tanque), diametralmente opostos, não deve exceder a $D/300$, onde D é o diâmetro nominal do tanque.
- O recalque diferencial entre dois pontos quaisquer da periferia da base (sob o costado do tanque), espaçados de 10 m ou menos, medido em arco, não deve exceder a 40 mm.
- O recalque diferencial entre o centro e qualquer ponto da periferia da base (sob o costado do tanque) não deve exceder a $R/240$, onde R é o raio nominal do tanque.

4.7.3 Para tanque projetado conforme os Anexos R ou Q da API [STD 620](#), as fundações devem atender, também, os requisitos da API [STD 625](#).

4.7.4 O procedimento para medição de recalque da fundação deve seguir o especificado na PETROBRAS [N-1807](#).

4.8 Projeto do Fundo

4.8.1 O fundo deve ser plano para diâmetros até 6,0 m e com declividade 1:120 do centro para a periferia em diâmetros maiores, exceto quando estabelecido de outro modo na Folha de Dados.

4.8.2 O diâmetro do fundo do tanque deve ser tal que: a distância entre o contorno do fundo até a borda da solda do fundo ao costado, ou da solda de qualquer chapa de reforço, seja no mínimo igual a 50 mm.

4.8.3 Nos tanques dimensionados pela API [STD 620](#), Corpo de Norma ou Anexos Q ou R, o contorno do fundo deve ser sempre fechado com um anel de chapas anulares, com largura calculada pelo Anexo Q ou R, e de no mínimo 750 mm. A espessura das chapas deve ser definida conforme Anexo Q ou R, considerando-se os valores mínimos da Tabela 1.

Tabela 1: espessura mínima das chapas anulares

Espessura (t) das Chapas do Primeiro Anel do Costado (mm)	Espessura Mínima das Chapas Anulares (mm)
$t \leq 12,5$	6,3
$12,5 < t \leq 22,4$	8,0
$22,4 < t \leq 31,5$	9,5
$t > 31,5$	12,5

4.8.4 A especificação do material das chapas anulares deve ser igual à das chapas do primeiro anel do costado. A utilização de outros materiais é permitida, quando especificado pelo Projeto Básico validado pela PETROBRAS.

4.8.5 As juntas soldadas entre as chapas anulares devem ser de topo, soldadas pelos dois lados.

4.8.6 As chapas centrais devem ter espessura mínima de 6,3 mm.

4.8.7 As juntas soldadas das chapas centrais entre si devem ser por junta sobreposta, com um cordão de solda (interno ao tanque) com transpasse mínimo de cinco vezes a espessura nominal da chapa.

4.8.8 As juntas soldadas entre as chapas centrais e as chapas anulares devem ser sobrepostas com um cordão de solda (interno ao tanque), com transpasse mínimo de 60 mm.