

PROJETO MECÂNICO DE TUBULAÇÃO INDUSTRIAL

Especificação

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Toda esta Norma foi alterada em relação à revisão anterior.

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

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

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

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

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

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

CONTEC

Comissão de Normas
Técnicas

SC - 17

Tubulação

Apresentação

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

1 OBJETIVO

1.1 Esta Norma fixa as condições mínimas exigíveis para a execução do projeto mecânico de tubulações industriais em unidades industriais, compreendendo facilidades de perfuração e de produção em instalações marítimas e terrestres, áreas de utilidades e de processo, parques de armazenamento, bases de armazenamento e terminais (incluindo estações de bombeamento, compressão e medição, estações de tratamento de efluentes, etc...) em áreas fora de refinarias.

1.2 Esta Norma não se aplica a tubulações que pertençam a sistemas de instrumentação e controle, sistemas de despejos sanitários, sistemas de drenagem industrial, tubulações pertencentes a equipamentos fornecidos pelo sistema de pacote (compactos), exceto se definido de forma diferentes pela PETROBRAS, oleodutos e gasodutos.

2 DEFINIÇÕES

2.1 Projeto Mecânico

Para fins de aplicação desta Norma entende-se como projeto mecânico de tubulação o conjunto de informações fornecidos pelos documentos listados na norma PETROBRAS [N-1692](#) - Apresentação de Projetos de Tubulação.

Nota: Projeto mecânico e Projeto de Detalhamento de Tubulações devem ser considerados sinônimos para fins desta Norma.

2.2 Terminologia

Para fins de aplicação desta Norma são também aplicáveis todos os termos relativos a Plantas de Arranjo definidos na Norma PETROBRAS [N-1674](#) - Arranjo de Refinarias de Petróleo.

3 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- PETROBRAS [N-42](#) - Projeto de Sistema de Aquecimento Externo de Tubulações, Equipamentos e Instrumentos, com Vapor;
- PETROBRAS [N-46](#) - Vão Máximo entre Suportes;
- PETROBRAS [N-58](#) - Símbolos Gráficos para Fluxogramas em Sistemas Industriais;
- PETROBRAS [N-59](#) - Símbolos Gráficos para Desenho de Tubulações Industriais;
- PETROBRAS [N-75](#) - Abreviaturas para Projetos Industriais;
- PETROBRAS [N-76](#) - Materiais de Tubulações

PETROBRAS N-105	- Espaçamento de Tubulação;
PETROBRAS N-108	- Suspiros e Drenos para Tubulação;
PETROBRAS N-115	- Fabricação e Montagem de Tubulações Industriais;
PETROBRAS N-116	- Instalação de Purgadores e Acumuladores de Condensado;
PETROBRAS N-118	- Filtros Temporários para Tubulação;
PETROBRAS N-120	- Peças de Inserção entre Flanges;
PETROBRAS N-250	- Isolamento Térmico de Tubulações e Equipamentos Operando a alta, Temperatura (procedimento de construção e montagem);
PETROBRAS N-464	- Construção, Montagem e Condicionamento de Duto Terrestre;
PETROBRAS N-550	- Isolamento Térmico de Tubulações e Equipamentos Operando a Alta Temperatura (procedimento de projeto);
PETROBRAS N-894	- Isolamento Térmico de Tubulações e Equipamentos Operando à Baixa Temperatura (procedimento de projeto);
PETROBRAS N-896	- Isolamento Térmico de Tubulações e Equipamentos Operando à Baixa Temperatura (procedimento de construção e montagem);
PETROBRAS N-1213	- Símbolos Gráficos para Desenho de Tubulações de Ponta e Bolsa;
PETROBRAS N-1522	- Identificação de Linhas de Tubulação;
PETROBRAS N-1542	- Tubulação - Folha de Dados;
PETROBRAS N-1645	- Segurança no Armazenamento de GLP;
PETROBRAS N-1647	- Formulário para Padronização de Material de Tubulação;
PETROBRAS N-1673	- Critérios Mecânicos de Cálculo de Tubulações;
PETROBRAS N-1674	- Arranjo de Refinarias de Petróleo;
PETROBRAS N-1692	- Apresentação de Projetos de Tubulação;
PETROBRAS N-1693	- Critérios para Padronização de Material de Tubulação;
PETROBRAS N-1758	- Suportes, Apoios e Restrições de Tubulação;
PETROBRAS N-1857	- Projeto de Sistemas de Aquecimentos Elétrico de Tubulação e Equipamentos;
PETROBRAS N-2444	- Material de Tubulação para Dutos, Bases e Terminais;
ANSI/ASME B 31.3	- American National Standard Code for Pressure Piping;
ANSI/ASME B 31.4	- Liquid Transportation Systems for Hydrocarbons, Liquid Petroleum Gas, Anhydrous Ammonia and Alcohols;
ANSI/ASME B 31.8	- Gas Transmission and Distribution Piping Systems;
ANSI/ASME B 36.10	- Welded and Seamless Wrought Steel Pipe;
ANSI/ASME B 31.19	- Stainless Steel Pipe;
API RP 14E	- Recommended Practice for Design and Installation of Offshore Production Platform Piping System;
API STD 520	- Design and Installation of Pressure-Relieving Systems in Refineries;
API STD 550	- Manual on Installation of Refinery Instruments and Control Systems;
API STD 610	- Centrifugal Pumps for General Refinery Services;
API STD 611	- General Purpose Steam Turbines for Refinery Services;
API STD 612	- Special-Purpose Steam Turbines for Refinery Services;
API STD 617	- Centrifugal Compressors for General Refinery Services;
ASME	- Boiler and Pressure Vessel Code-Section I-Power Boilers;
NEMA SM 21	- Multistage Steam Turbines for Mechanical Drive Service.

4 CONDIÇÕES GERAIS

4.1 Responsabilidades do Projetista

4.1.1 O projetista deve sempre assumir a total responsabilidade sobre o projeto e elaborar desenhos detalhados, cálculos e todos os demais documentos que constituem o projeto. É de exclusiva responsabilidade da projetista a estrita observância de todas as prescrições desta Norma, bem como de todas as disposições legais que possam afetar o projeto mecânico de tubulações Industriais. Devem também ser seguidas pela projetista todas as exigências das normas específicas para cada uma das unidades industriais citadas no subitem 1.1.

4.1.2 Para instalações em plataformas marítimas de produção, além das recomendações das normas ANSI/ASME B 31, devem ser seguidas as do API RP 14E.

4.1.3 A liberação ou aceitação, total ou parcial, do projeto por parte da PETROBRAS em nada diminui a responsabilidade da projetista pelo projeto.

4.2 Apresentação do Projeto

4.2.1 O projeto deve ser apresentado como determinado pela norma PETROBRAS [N-1692](#) - Apresentação de Projetos de Tubulação.

4.3 Materiais

4.3.1 Devem ser adotadas no projeto as “Padronizações de Material de Tubulação”, das normas PETROBRAS [N-76](#) e [N-2444](#), cuja abrangência está definida na norma PETROBRAS [N-1673](#).

4.3.2 Para os serviços não cobertos por nenhuma das “Padronizações de Material de Tubulação”, citadas no Item 4.3.1, a projetista deve preparar padronizações de Material utilizando o formulário padronizado pela norma PETROBRAS [N-1647](#) - Formulário para Padronização de Material de Tubulação, devendo ser preenchidos todos os espaços que forem aplicáveis. Para elaboração destas Padronizações devem-se seguir as recomendações da norma PETROBRAS [N-1693](#) - Critérios para Padronização de Material de Tubulação.

4.3.3 Os materiais das padronizações preparadas pela projetista devem ser os que constam nas normas ABNT, ASTM, ANSI/ASME e API. Só podem ser utilizados materiais de acordo com outras normas com autorização da PETROBRAS.

4.3.4 Para temperaturas de operação superiores a 15 °C devem ser consideradas as recomendações constantes da TABELA 1. Em serviços corrosivos, os limites de temperatura devem ser estabelecidos para cada caso.

4.3.5 Para temperaturas de operação inferiores a 15 °C usar a TABELA 4 da norma PETROBRAS [N-1693](#).

4.3.6 Para qualquer tubulação de fluidos de processo, o menor diâmetro nominal sugerido é de 3/4". Permitem-se tubulações com diâmetro de 1/2", ou menores, para utilidades.

4.3.7 Deve ser evitado o uso de tubulações com os seguintes diâmetros nominais: 1/4", 3/8", 1 1/4, 3 1/2" e 5". Permitem-se pequenos trechos de tubo ou acessórios de tubulação com esses diâmetros nominais apenas quando necessário, para conectar diretamente em equipamentos. O diâmetro nominal de 2 1/2" deve ser usado somente para sistemas de água de incêndio.

TABELA 1 - TEMPERATURA LIMITE DO MATERIAL

Material	Temperaturas Limites (°C)	
	Resistência Mecânica (1)	Oxidação Superficial (2)
- Aços-Carbono de Qualidade Estrutural (A-120)	100	530
- Aços-Carbono Não Acalmados (Materiais Qualificados) (A-53, API 5L)	400	530
- Aços-Carbono Acalmados, com Si (A-106)	430	530
- Aços-Liga 1/2 Mo	500	530
- Aços-Liga 1 1/4 Cr - 1/2 Mo	530	530
- Aços-Liga 2 1/4 Cr - 1 Mo	530	570
- Aços-Liga 5 Cr - 1/2 Mo	480	600
- Aços Inoxidáveis 405, 410	470	700
- Aços Inoxidáveis 304, 316(3)	600	800
- Aços Inoxidáveis 304L, 316L	430	800
- Aços Inoxidáveis 310	600	800

Notas:

- 1) Os limites de resistência mecânica ocorrem nas temperaturas máximas até onde o material tem uma resistência aceitável para a aplicação.

- 2) Os limites de oxidação superficial ocorrem nas temperaturas acima das quais o material começa a sofrer uma oxidação superficial muito intensa; esses limites não podem ser ultrapassados para serviço contínuo em nenhum caso.
- 3) Para temperaturas de projeto superiores a 550 °C, recomenda-se o uso de aços inoxidáveis tipo “H”.

4.3.8 As espessuras de paredes dos tubos de aço devem ter os valores padronizados pelas normas ANSI/ASME B 36.10 e ANSI/ASME B 36.19, constantes das normas PETROBRAS [N-76](#) e [N-2444](#).

4.3.9 Para evitar dificuldades na aquisição de válvulas e/ou conexões, as tubulações de grande diâmetro devem ter os seguintes diâmetros normais: 20”, 24”, 30”, 36”, 42”, 48”, 54”, e 60”.

4.4 Critérios de Cálculo

Os cálculos mecânicos do projeto de tubulações devem obedecer aos critérios da norma PETROBRAS [N-1673](#) - Critérios Mecânicos de Cálculo de Tubulações.

4.5 Identificação de Tubulações

Todas as tubulações devem receber uma sigla de identificação de acordo com a norma PETROBRAS [N-1522](#), exceto se definido de forma diferente pela PETROBRAS. A identificação de cada tubulação deve figurar obrigatoriamente, em destaque, em todos os desenhos (fluxogramas, plantas, isométricos, etc.), listas, folhas de dados e demais documentos do projeto onde a referida tubulação aparecer ou estiver citada.

4.6 Coordenadas e Elevações

4.6.1 Todas as construções, equipamentos e tubulações, bem como arruamentos, limites de terreno, limites de área, etc., devem ser locados nos desenhos por coordenadas referidas a um sistema de dois eixos ortogonais denominados “Norte-Sul de Projeto” e “Leste-Oeste de Projeto”. Nos projetos de ampliação de unidades existentes deve ser utilizado o mesmo sistema de coordenadas do projeto inicial.

4.6.2 Salvo indicação em contrário, as elevações básicas de pisos, bases de equipamentos e estruturas devem estar de acordo com a norma PETROBRAS [N-1674](#) - Arranjo de Refinarias de Petróleo.

4.7 Isolamento Térmico

4.7.1 O projeto e instalação do isolamento térmico de tubulação devem obedecer às normas PETROBRAS [N-250](#) - Isolamento Térmico de Tubulações e Equipamentos Operando a Alta Temperatura (procedimento de construção e montagem), [N-550](#) - Isolamento Térmico de Tubulações e Equipamentos Operando a Alta Temperatura (procedimento de projeto), [N-894](#) - Isolamento Térmico de Tubulações e Equipamentos Operando à Baixa Temperatura (procedimento de projeto) e [N-896](#) - Isolamento Térmico de Tubulações e Equipamentos Operando à Baixa Temperatura (procedimento de construção e montagem).

4.7.2 As tubulações com isolamento térmico devem ser indicadas conforme a norma PETROBRAS [N-58](#) - Símbolos Gráficos para Fluxogramas em Sistemas Industriais e a norma PETROBRAS [N-59](#) - Símbolos Gráficos para Desenho de Tubulações Industriais na folha de dados de tubulação e nos documentos de projeto necessários.

4.8 Aquecimento Térmico

O projeto para aquecimento térmico de tubulações deve ser conforme a norma PETROBRAS [N-42](#) - Projeto de Sistemas de Aquecimento Externo de tubulações, Equipamentos e Instrumentos, com Vapor.

4.9 Fabricação e Montagem

A Fabricação e montagem de tubulações devem estar de acordo com as normas PETROBRAS [N-115](#) ou [N-464](#).

5 DISPOSIÇÃO GERAL DAS TUBULACÕES

5.1 O arranjo das tubulações deve ser o mais econômico, levando-se em conta as necessidades de processo, montagem, operação, segurança e facilidades de manutenção. Deve ser prevista a possibilidade de ampliação futura nos arranjos de tubulação, reservando-se espaço para esse fim.

5.2 Como regra geral as tubulações devem ser instaladas acima do nível do solo.

5.2.1 Em terminais, parques de armazenamento e bases de provimento, permitem-se tubulações enterradas quando essa solução for sensivelmente mais econômica do que as tubulações acima do solo e sempre com a aprovação da PETROBRAS.

5.2.2 Em refinarias, unidades de processamento em geral e em indústrias petroquímicas, permitem-se tubulações enterradas somente para drenagem e para linhas de incêndio dentro de unidades de processo.

5.2.3 Tubulações com isolamento térmico ou com aquecimento, a princípio não devem ser enterradas. Caso seja imprescindível, devem ser tomados cuidados quanto à preservação do aquecimento, garantindo a integridade do isolamento e orientando o trabalho mecânico das tubulações.

5.3 As tubulações dentro de canaletas devem ser evitadas sempre que possível. Permite-se esse tipo de construção para linhas de drenagem, de água de resfriamento e de despejos, dentro de unidades de processo, ou para linhas de sucção de máquinas, quando não houver outra alternativa viável.

5.4 As tubulações devem formar grupos paralelos, com a mesma elevação de geratriz externa inferior dos tubos (elevação de fundo). Esses grupos paralelos devem, sempre que possível, ter uma direção ortogonal de projetos (Norte-Sul, Leste-Oeste), ou a direção vertical. As tubulações que trabalham em temperatura elevada devem ficar externamente no grupo de tubos paralelos e na maior elevação da tubovia para facilitar a colocação das curvas de expansão. Os tubos mais pesados devem ficar na menor elevação da ponte de tubulação e mais próximos das colunas da mesa. Grupos de tubulações horizontais paralelos devem ter elevações diferentes para direções diferentes. As tubulações que tenham derivações para diversas Unidades e/ou equipamentos de um lado ou de outro de uma tubovia central devem, preferencialmente, ficar no centro da mesma. Por razões econômicas, tubos de grande diâmetros e/ou com materiais especiais podem ter tratamento diferente do anteriormente descrito.

5.5 Dentro de áreas de processo, a maior parte possível das tubulações deve ser instalada sobre tubovias elevadas (pontes de tubulação), como mostra a FIGURA 1, do ANEXO. Quando previsto tráfego de veículos, essas tubovias devem ter uma altura tal que permita um arranjo de tubulação com espaços livres mínimos de 4,00 m de altura por 3,00 m de largura. Quando for previsto tráfego somente de pessoas, a altura pode ser reduzida para 3,00 m e a largura 1,50 m. Quando estiver previsto o trânsito de equipamentos de movimentação ou elevação de cargas os espaços sob as tubovias devem ser adequados a esses equipamentos. Permitem-se trechos de tubulação a pequena altura do piso, desde que não obstruam as vias de tráfego de veículos e pessoas. Por razões de processo ou econômicas, permitem-se tubulações instaladas a grandes alturas convenientemente suportadas, ligando diretamente equipamentos entre si.

5.6 As tubulações de interligação, fora de áreas de processo, devem ser instaladas, sempre que possível, sobre suportes a pequena altura do piso. Havendo cruzamento com ruas ou avenidas, as tubulações devem ser instaladas em trincheiras (tubovias) permitindo a passagem de veículos em pontilhões, por cima das tubulações conforme mostra a FIGURA 2, do ANEXO. Em casos especiais pode ser analisada a não colocação de trincheira (travessias de linhas de incêndio ou linhas solitárias). A profundidade de trincheira deve ser a mínima possível, suficiente para:

- a) permitir a construção dos pontilhões;
- b) permitir que uma derivação do tubo de maior diâmetro possa passar por baixo da rua;
- c) deixar uma folga suficiente para permitir a entrada de pessoas por baixo dos pontilhões, para a inspeção e pintura das tubulações.

5.7 A altura mínima, acima do solo ou de um piso, para qualquer tubulação não subterrânea, dentro ou fora de áreas de processo, deve ser de 300 mm, medidos a partir de geratriz inferior externa dos tubos. Essa altura deve ser sempre aumentada, quando necessário, para a instalação de acessórios na parte inferior dos tubos, como, por exemplo, botas para recolhimento de condensado, drenos com válvulas, etc.

5.8 As tubulações sobre tubovias elevadas devem ser dispostas de tal forma, que as linhas de pequeno diâmetro fiquem entre duas linhas de grandes diâmetro, permitindo que as primeiras se apoiem nas últimas (suportes “caronas”) e reduzindo assim a necessidade de suportes intermediários.

5.9 Todas as tubulações elevadas devem ser projetadas de forma que não obstruam o acesso para pessoas. As tubulações não devem ser apoiadas sobre plataformas ou passadiços.

5.10 Devem ser sempre reservados espaços nos suportes elevados de tubulação (pontes de tubulação ou tubovias), para a passagem de dutos de instrumentação e cabos e elétricos. Esses espaços, em princípio, são os seguintes (Ver FIGURA 3, referência 8, do ANEXO):

- 800 x 300 mm - espaço total para dutos de instrumentação elétrica;
- 1000 x 300 mm - interligações aéreas elétricas para iluminação e alimentação de cargas.

5.10.1 Devem ser previstos, nas tubovias em geral, espaço de 25% da sua largura para ampliação futura.

5.10.2 Para cada projeto e para cada caso essas dimensões devem ser confirmadas.

5.11 O espaçamento entre tubulações paralelas deve ter no mínimo os valores dados na norma PETROBRAS [N-105](#) - Espaçamento entre Tubos, devendo-se levar em conta os deslocamentos que as tubulações possam ter em consequência das dilatações térmicas.

5.12 No caminhamento das tubulações deve ser prestada especial atenção aos casos em que haja alguma exigência de processo, tais como, por exemplo, declividade constante, ausência de pontos altos, mínimo de perda de carga, etc.

5.13 O arranjo de toda tubulação deve ser feito prevendo-se acesso rápido e seguro aos equipamentos, válvulas e instrumentos, tanto para a manutenção como para operação (Ver FIGURA 3, referência 13, do ANEXO). As tubulações e suportes devem ser locados de forma a permitirem a fácil desmontagem e retirada de todas as peças que forem desmontáveis.

5.14 Sempre que possível todos os bocais de descarga de grupos de bombas devem estar no mesmo alinhamento.

5.15 As curvas de expansão devem, de preferência, ser colocadas em elevação superior à tubulação, exceto quando não for permitido por motivo de processo (linhas com declive constante, fluxo em duas fases, algumas linhas de sucção de bombas, etc.). Devem ser evitadas as curvas de expansão no plano vertical.

5.16 Todas as tomadas de ar, vapor e gases devem ser feitas pelo topo da linha-tronco; tomadas de água de serviço pelo fundo e descargas de válvulas de segurança devem entrar pelo topo da linha-tronco.

5.17 Mudança de Direção

5.17.1 As mudanças de direção das tubulações devem ser feitas com o uso de curvas, joelhos, ou podem ser feitas por curvamento do próprio tubo. O uso de têes flangeados devem ser evitados.

5.17.2 O curvamento dos tubos deve ser feito segundo os registros da norma PETROBRAS [N-115](#) - Fabricação e Montagem de Tubulações Industriais.

5.17.3 Em qualquer caso em que seja feito o curvamento de tubos, o raio de curvatura médio deve ser no mínimo cinco vezes o diâmetro nominal do tubo.

5.17.4 As curvaturas em gomos devem ser projetadas segundo a norma ANSI B 31.

5.17.5 Em todos os casos acima, quando a curva não for a de raio longo, deve ser indicado nos desenhos qual foi a curva usada.

5.18 O emprego de flanges deve ser evitado sempre que possível, permitindo-se normalmente apenas para ligações a válvulas, vasos, tanques, bombas ou outros equipamentos. Podem ser flangeadas as tubulações que necessitem de desmontagem freqüente para limpeza ou inspeção e as tubulações com revestimento interno.

5.19 As tubulações com isolamento térmico devem obrigatoriamente ser providas de patins ou berços (Ver Item 10), para a proteção do isolamento térmico, qualquer que seja o material, o diâmetro ou o serviço da tubulação.

5.20 Todos os flanges devem ser colocados de forma que a vertical ou as linhas Norte-Sul de projeto passem pelo meio do intervalo entre dois furos (Ver FIGURA 4, do ANEXO).

5.21 Tubulações com diâmetro de 4" e maiores, podem, a critério do órgão usuário ter "patins" ou "selas", para evitar corrosão ou desgaste e facilitar o trabalho de inspeção e manutenção na região de apoio das mesas.

5.22 Para tubulações de alto risco, procurar norma específica da subcomissão de segurança.

6 TUBULAÇÕES GERAIS

6.1 Considerações Gerais

6.1.1 Nas tubulações de entrada de qualquer máquina (bombas, turbinas, compressores, etc.) deve ser previsto um filtro temporário, de acordo com a norma PETROBRAS [N-118](#) - Filtros Temporários para Tubulação, exceto quando houver um filtro permanente na tubulação. A instalação do filtro temporário deve ser de forma que permita a sua fácil colocação e retirada.

6.1.2 As forças e momentos causados pela tubulação sobre os bocais de qualquer máquina (devido à dilatação térmica, peso próprio etc.), devem ficar abaixo dos limites admissíveis fornecidos pelos fabricantes dessas máquinas. Os valores dados nas normas API STD 610, API STD 611, API STD 612 e API STD 617, podem ser tomados com uma indicação preliminar, devendo-se observar entretanto que a utilização dessas normas só é possível para as máquinas projetadas e construídas de acordo com todas as exigências dessas mesmas normas.

6.1.3 O projeto das tubulações deve ser feito de forma que as ligações aos vasos e equipamentos em geral possam ser bloqueadas para manutenção, com facilidades e sem risco. O bloqueio desses pontos de ligação podem ser feitos com o uso de peças “FIGURA 8”, para os diâmetros até 14” inclusive, e raquete com anel espaçador para 16” e maiores, localizadas em pontos estratégicos da tubulação e com fácil acesso do solo, de alguma plataforma ou piso de operação. Estes pontos devem ser analisados com a PETROBRAS durante o detalhamento.

6.1.3.1 Em tubulações suportadas ligadas a bocais inferiores de equipamentos, devem ser previstos suportes reguláveis, de forma a permitir a introdução de raquetes.

6.1.3.2 Quando essas peças de bloqueio não forem previstas, o arranjo de tubulações deve permitir a remoção de válvulas ou de outros componentes, para a colocação de flanges cegos, tampões ou bujões.

6.4 Quando a válvula de controle ou de regulação for operada manualmente e em conjunto com um instrumento indicador (de vazão, pressão, etc.), os dois devem ser instalados próximos, de forma que o operador de válvula possa observar o instrumento.

6.2 Tubulações Ligadas a Bombas

6.2.1 O arranjo das tubulações deve ser tal que permita o fácil e livre acesso para a operação e manutenção da bomba e retirada da mesma e de seu acionador, com o mínimo possível de desmontagem na tubulação (recomenda-se um espaço mínimo de 1500 mm de lado do acionador da bomba (ver FIGURA 3, referência 19, do ANEXO). Nas FIGURAS 3, 5 e 5a do ANEXO, estão apresentados alguns arranjos típicos.

6.2.2 As válvulas para a operação das bombas devem ser facilmente acessíveis, devendo-se evitar o emprego de acionamento por corrente ou hastes de extensão.

6.2.3 Devem ser previstos drenos a montante das válvulas de sucção no ponto mais baixo da tubulação e a jusante das válvulas de retenção na descarga, de modo que se possam efetuar operações de drenagem total e limpeza de linhas com as bombas bloqueadas (Ver FIGURA 6, do ANEXO).

6.2.3.1 Quando for possível drenar a tubulação de sucção através da bomba, pode-se dispensar o dreno a montante da válvula de sucção.

6.2.4 O traçado das tubulações de sucção deve ser o mais curto e direto possível, sem pontos altos ou baixos, levando-se em conta a necessária flexibilidade térmica para as linhas.