

## Requisitos Técnicos de Mangueiras, Mangotes e Tubos Metálicos Flexíveis

### 1. Introdução

São apresentadas as especificações técnicas para seleção, fabricação e testes de qualificação de mangueiras, mangotes e tubos flexíveis metálicos sanfonizados, utilizados para condução e transferência de fluidos em instalações de óleo&gás.

As principais aplicações de mangueiras são:

- a. Ar comprimido, água quente, vapor d'água e condensado;
- b. Gás liquefeito de petróleo, gás natural e gás de nafta;
- c. Líquidos perigosos como: nafta, gasolina, gasolina de aviação, querosene, querosene de aviação, diesel, óleo lubrificante, óleo combustível, biocombustíveis; álcoois, produtos petroquímicos e aditivos;
- d. Produtos que requerem cuidados especiais, tais como: ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fluorídrico, gás de cloro e soluções de hidróxido de sódio, acetona, dentre outros;
- e. Para combate a incêndio.

Os tubos metálicos flexíveis são indicados para:

- a. Fluidos em temperaturas na faixa de -200°C até +600°C e pressões elevadas, em instalações sujeitas a movimentos, vibrações e que requerem estanqueidade absoluta;
- b. Absorver dilatação térmica, vibração e corrigir pequenos desalinhamentos;
- c. Facilitar a interligação de tubulações em locais compactos e congestionados;
- d. Em equipamentos que requerem baixo esforço nos bocais, forças e momentos;
- e. Sistemas de atomização e desobstrução de dispersores de entrada de carga em Unidade de processamento;
- f. Na interligação dos queimadores ou maçaricos de fornos e caldeiras;
- g. Em tubulações ou dutos de produtos perigosos ou tóxicos com o sistema *Smart-Hose®*;
- h. Em drenos de teto flutuante, sucção flutuante e injeção de espuma de combate a incêndio de tanques de armazenamento de petróleo e combustíveis;
- i. Para aplicações de descoqueamento de Tambor de Coque com o sistema *Coflexip® decoking hose*;
- j. Para transmissão de óleo hidráulico de alta pressão de atuação de válvulas de controle e de equipamentos de segurança.

### 2. Definições

#### 2.1. Mangueira industrial

É um tubo flexível que pode ser fabricado de diversos materiais, dentre eles, as borrachas sintéticas e os plásticos, utilizado, em aplicações de sucção, descarga e condução de fluidos líquidos ou gasosos.

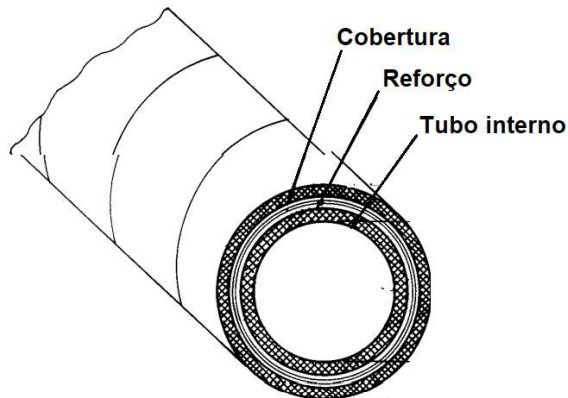
A borracha sintética é um tipo de elastômero fabricado a partir de subprodutos do petróleo, que possui propriedades elásticas, pode resistir a impactos sem se romper e apresenta maior resistência térmica e a abrasão do que a borracha natural.

A borracha sintética pode ser dos seguintes tipos principais: borrachas SBR, BR, EPDM, FKM e NBR,, cada um com características e propriedades, que determinam a utilização na indústria e aplicação da mangueira industrial de borracha mais apropriada, para cada tipo de fluido ou necessidade específica.

Há também as mangueiras industriais confeccionadas de materiais plásticos, como PVC, Poliuretano, PTFE, Polipropileno, Silicone, Nylon e Polietileno.

Essas mangueiras devem ser de extremidades com terminais dos tipos engate rápido, macho, fêmea fixa; ponta roscada e flangeado, eletricamente conectadas aos terminais, garantindo plena continuidade elétrica.

A mangueira industrial é constituída de tubo interno, reforço e cobertura.



## 2.2. Tubo ou mangote metálico flexível *stainless steel corrugated flexible hoses*

Os tubos metálicos flexíveis são meios condutores de líquidos, gases ou até mesmo sólidos, conformados através de fitas de aço inoxidável, o que permite aos tubos grande flexibilidade e resistência a altas temperaturas e pressões.

É um tubo metálico sanfonizado ou sanfonado ou corrugado (construção por fole), com ou sem revestimento interno, revestido externamente (“*external braid*”) de capa de malha metálica de fio trançado.

É projetado para alto desempenho em pressões e temperaturas elevadas e podem ser fabricados, além de em aço inoxidável série 300, também em Monel, Hastelloy ou Inconel.

Os mais utilizados são fabricados por um tubo corrugado de aço inoxidável com capa externa trançada de fio de aço inoxidável de alta resistência.

Os tubos metálicos flexíveis corrugados são estanques, oferecem flexibilidade, resistência à pressão e temperatura elevadas, durabilidade e são usados para transportar líquidos ou gases sob pressão ou em linhas de vácuo.

Eles absorvem a expansão e contração térmica, eliminam desalinhamentos de tubos e reduzem a vibração.

Esses tubos metálicos flexíveis devem ser de extremidades com terminais dos tipos macho fixo, fêmea fixa; fêmea giratória, ponta roscada e flangeado, eletricamente conectados aos terminais, garantindo plena continuidade elétrica.

## 3. Mangueiras industriais

Nas instalações de óleo&gás as mangueiras industriais são utilizadas em:

- a. Serviços leves não perigosos como água, vapor e condensado de baixa pressão;
- b. Manuseio de petróleo e seus derivados líquidos e gasosos;
- c. Combate a incêndios.

### 3.1. Normalização

ABNT NBR-15347 - Mangueiras de borracha para vapor

ABNT NBR 13419 - Mangueira de borracha para condução de gases GLP GN GNF

ABNT NBR 11861 - Mangueira de incêndio – Requisitos e métodos de ensaio

ABNT NBR 12779 - Mangueiras de incêndio – Inspeção, manutenção e cuidados

ISO 1402 - Rubber and Plastics Hoses and Hose Assemblies - Hydrostatic Testing

### 3.2. Aplicação das mangueiras industriais de borracha sintética

**3.2.1.** Para a condução de ar comprimido, água quente, vapor d’água e condensado se aplicam às mangueiras de borracha sintética, conforme a Norma NBR 15347, que fixa os requisitos exigíveis para a fabricação e testes.

São mangueiras industriais de borracha geralmente utilizadas em estações de utilidades ou de serviço para limpeza e manutenção, onde se requer boa resistência ao calor (até 100°C), pressão baixa (até 15 kgf/cm<sup>2</sup>), à abrasão, às intempéries e ao envelhecimento pelos raios ultravioletas.

A construção mais comum é com tubo de borracha sintética EPDM, revestido com reforço de fios de aço e cobertura de borracha também EPDM na cor preta.

Há também as mangueiras industriais de construção especial utilizadas em serviços especiais, como: mangueira para jato de areia de peças fundidas ou de preparação de superfícies para pintura; mangueira para aplicação de tintas e solventes; mangueira auto-flutuante indicada para trabalho no mar, rios ou lagos.

Essas mangueiras devem ser eletricamente conectadas aos terminais, dando plena continuidade elétrica.

Referência: Inaflex-Mangueiras de borracha

<https://inaflex.com.br/mangueiras-para/mangueira-de-borracha/>

**3.2.2.** Para a condução de Gás liquefeito de petróleo, Gás natural e Gás de nafta são aplicadas as mangueiras de borracha sintética, conforme a Norma NBR 13419, que fixa os requisitos exigíveis para a fabricação e testes.

O tubo interno deve ser construído de composto de borracha sintética apropriada a resistir aos gases GLP/GN/GNF. A parte interna do tubo deve ser lisa, consistente, sem irregularidades, emendas, porosidade e encruamento, e não deve ocorrer desprendimento de partículas que possam ser arrastadas pelo fluxo dos gases.

O reforço deve ser constituído de fibras sintéticas, ou fibras naturais, ou fios metálicos ou mescla destes materiais, uniformemente aplicados sobre o tubo, conforme sua pressão de trabalho e aplicação.

A cobertura pode ser confeccionada de composto de borracha sintética adequada, ou fio metálico, ou borracha impregnada sobre o reforço.

As mangueiras devem operar em condições normais na faixa de: - 20°C até + 120°C

As mangueiras são dos seguintes tipos:

Tipo 1 - baixa pressão: Mangueira com pressão máxima de trabalho de 1,4 MPa.

Tipo 2 - média pressão: Mangueira com pressão máxima de trabalho de 2,0 MPa.

Tipo 3 - alta pressão: Mangueira com pressão máxima de trabalho de 2,4 MPa.

Essas mangueiras devem ser eletricamente conectadas aos terminais, dando plena continuidade elétrica.

Referência; Mangueiras de borracha Gates

<https://www.gatesbrasil.com.br/mangueiras-para-industria.php>

**3.2.3.** Para derivados de petróleo líquidos (nafta, gasolina, gasolina de aviação, querosene, querosene de aviação, diesel, óleo lubrificante, óleo combustível etc.), biocombustíveis; álcoois, produtos petroquímicos e aditivos, há a Norma ABNT NBR 15690 que estabelece as condições de fabricação e testes para mangueiras de abastecimento, transferência, carga e descarga de petróleo e seus derivados.

Esta Norma fixa padrões para a fabricação, ensaio e inspeção de mangueiras de abastecimento, transferência, carga e descarga. Não é aplicável em mangueira de abastecimento de aeronaves.

- NBR15690-Parte1 - Mangueiras para transferência de líquidos - Parte 1: Termoplástica composta para petróleo e derivados - Requisitos
- NBR15690-Parte 2 - Mangueiras para transferência de líquidos - Parte 2: Borracha e elastômero termoplástico para bomba de abastecimento de combustíveis — Requisitos

Essas mangueiras devem ser eletricamente conectadas aos terminais, dando plena continuidade elétrica.

### **3.3. Aplicação das mangueiras industriais de plásticos**

Utilizadas para transferência segura (sucção e recalque) de produtos que requerem cuidados especiais, tais como: ácido clorídrico, ácido sulfúrico, ácido nítrico, ácido fluorídrico, gás de cloro e soluções de hidróxido de sódio a altas temperaturas; acetona, dentre outros.

A construção é com tubo interno corrugado ou liso em PTFE revestido externamente com 1 ou 2 trançados de malha com fios de aço inoxidável AISI 304.

A mangueira deve ser eletricamente conectada aos terminais, dando plena continuidade elétrica.

Referência: Inaflex Chemiflex Mangueiras de PTFE  
[https://inaflex.com.br/?utm\\_source=solucoes\\_industriais](https://inaflex.com.br/?utm_source=solucoes_industriais)

### 3.4. Aplicação de mangueiras industriais de combate a incêndio

As mangueiras de incêndio são um dos equipamentos mais importantes no combate ao fogo e devem ter certificação conforme Norma ABNT NBR 11861.

As mangueiras de incêndio são constituídas essencialmente por um duto flexível, composto de fios sintéticos e borracha natural.

Essas mangueiras devem ser eletricamente conectadas aos terminais, dando plena continuidade elétrica.

Referência: Mangueiras de incêndio Bucka  
<https://www.bucka.com.br/mangueiras-de-incendio/>

## 4. Tubo ou mangote flexível metálico sanfonizado

### 4.1. Geral

Os tubos metálicos flexíveis são tubos sanfonizados ou sanfonados, de corrugação ou fole anular, fabricados em aço inoxidável, normalmente nas bitolas de 1/2" a 6", podendo chegar até 12", revestidos externamente com uma ou duas capas de malhas trançadas com fios de aço inoxidável. Nos tubos flexíveis corrugados de aço inoxidável, o corpo anular corrugado provê a flexibilidade e a resistência a altas pressões e temperaturas do conjunto.

E as malhas trançadas externas de fios de aço inoxidável servem para impedir o alongamento axial dos foles, por efeito da pressão interna.

Sanfonizado INOFLEX	
Bitola - 1/4" a 6"	Para a condução de Líquidos, Vapores, Gases Corrosivos, Combustíveis e Lubrificantes para a Indústria em geral, Oxigênio Líquido, Nitrogênio, Gás GLP, Natural e Nafta; Amônia, Produtos Alimentícios, Químicos, Farmacêuticos, Vácuo, etc.
	Tubo Sanfonizado em aço inoxidável, ligas AISI 304, 321, 316, 316L de 1/4" a 10" e revestido externamente com capa trançada de fios de aço inoxidável liga AISI 304/304L. Extremamente flexível podendo ser usado em temperaturas de -196°C até +600°C. Bitolas acima de 6" sob consulta.
	Nota: Este tubo está testado e aprovado pelo laboratório CEPTEL baseado na Norma NBR IEC 60079-0 até 2" com terminais Macho/Macho, Macho/Fêmea e Fêmea/Fêmea para líquidos, gases e vapores.

### SPTF – Tubos metálicos flexíveis

<https://www.helenge.com.br/eng/uploads/8699da8ca292c1677b05b37f4eeb31bd.pdf>

São indicados para a condução de fluidos em temperaturas na faixa de -200°C até +600°C, dependendo da pressão de trabalho, em instalações sujeitas a movimentos, vibrações e que requerem estanqueidade absoluta.

Os tubos metálicos flexíveis devem ser fornecidos com terminais normalizados soldados, de aço inoxidável, podendo ser: ponta roscada, macho fixo, fêmea giratória, flanges fixos ou soltos, eletricamente conectados aos terminais, garantindo plena continuidade elétrica.

Pode ser revestido externamente com polietileno, polipropileno, de fibra de vidro com silicone ou aramida, para isolamento térmico ou proteção contra abrasão.

O tubo flexível também pode ser fornecido com tubo ou camisa interna lisa de aço inoxidável, que proporciona rugosidade praticamente nula, evitando assim, perdas de cargas significativas e a ocorrência de ressonância, reduzindo ainda o ruído produzido pela passagem do fluido através do tubo.

Elasticidade, estanqueidade, incombustibilidade e resistência química a um número elevado de substâncias orgânicas e inorgânicas, são características específicas dos tubos metálicos flexíveis. Ao manter a flexibilidade a temperaturas muito baixas (-200°C) permite o uso em serviços criogênicos.

Para seleção correta de tubos flexíveis é necessário conhecer as seguintes informações:

- Fluido a ser transportado;
- Temperatura de trabalho;
- Pressão de trabalho;
- Tipo de movimento (estático ou dinâmico).

A descrição técnica completa do tubo flexível deve constar de:

- a. Material do tubo e das capas ou mantas externas;
- b. Tipo de tubo e quantidade de capas externas;
- c. Material da camisa interna;
- d. Diâmetros nominal e interno;
- e. Comprimento total com os terminais;
- f. Tipo de terminais;
- g. Material dos terminais;
- h. Complemento: isolamento térmico, proteção contra abrasão etc.

#### 4.2. Normalização

ISO 10380 - Pipework — Corrugated Metal Hoses and Hose Assemblies

BS 6501 - Metal Hose Assemblies Part 1: Guidance on the Construction and Use of Corrugated Hose Assemblies

BS 6501 - Flexible Metallic Hose Assemblies Part 2: Specification for Strip Wound Hoses and Hose Assemblies

#### 4.3. Especificações técnicas de tubos metálicos flexíveis

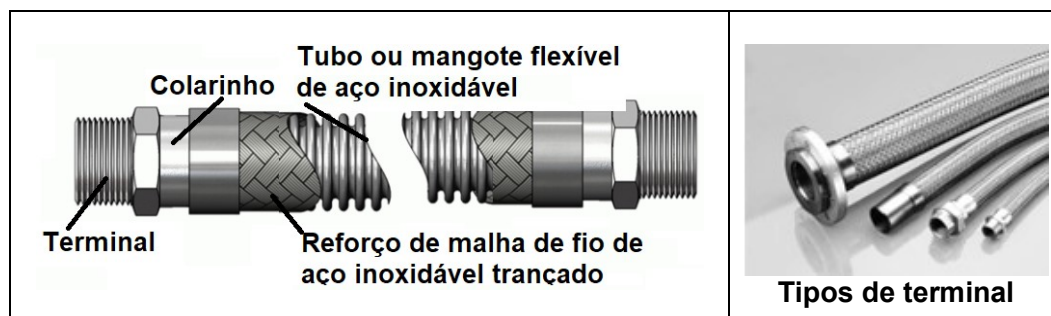
##### 4.3.1. Requisitos mínimos

- a. Tubos metálicos flexíveis são componentes que requerem qualificação técnica.
- b. Tubo metálico flexível deve ser sanfonizado fabricado em material aço inoxidável AISI 304 ou 316L ou 321, faixa de diâmetros de 1" a 12" e classes de pressão ASME de 150, 300 e 600.
- c. Tubo metálico flexível deve ter revestimento externo de, no mínimo, duas capas ou mantas trançadas com fios de aço inoxidável AISI 304 e cobertura protetora de polipropileno.

##### Notas:

Caso seja requerido rugosidade interna praticamente nula, o tubo flexível deve ter um tubo ou camisa liso interno

Nos tubos flexíveis há o risco de armazenar eletricidade estática e ocorrer o centelhamento, levando ao risco de explosão, por isso o tubo deve ser eletricamente conectado aos terminais, dando plena continuidade elétrica.

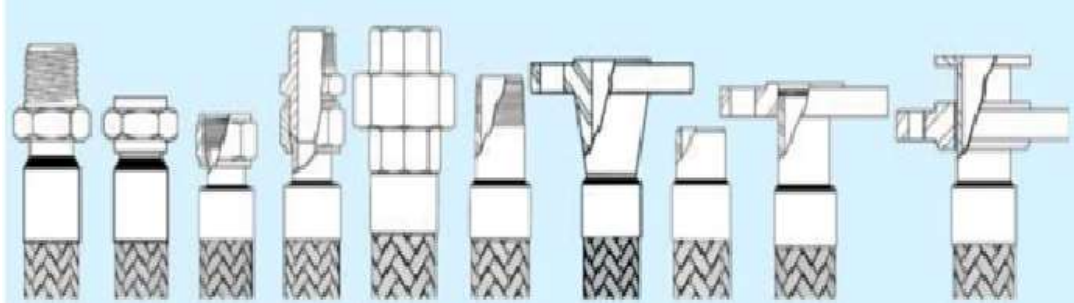


##### 4.3.2. Terminais, terminações ou conectores

Os terminais ou conectores devem ser do tipo macho fixo, fêmea giratória ou flangeado fabricados de aço inoxidável austenítico AISI 304 ou 316L ou 321.

- macho fixo soldado;
- fêmea fixa soldada;
- fêmea giratória soldada com assento plano ou cônico;
- fêmea giratória soldada com acoplador macho;
- fêmea giratória soldada com adaptador fêmea;

- ponta roscada soldada;
- ponta roscada soldada com flange roscado;
- macho fixo soldado com flange roscado;
- flange soldado tipo de pescoço;
- flange soldado tipo solto com virola.



<https://www.helenge.com.br/eng/uploads/8699da8ca292c1677b05b37f4eeb31bd.pdf>

Na área industrial normalmente são usados os seguintes terminais:

a. Para tubos flexíveis de DN ≤ 2”

Conectores dos tipos macho fixo e fêmea giratória fabricados de aço inoxidável AISI 304 ou 316L ou 321.

b. Para tubos flexíveis de DN > 2”

Conectores com terminação em flange metálico de pescoço soldado ou flange solto com virola soldada, de material aço inoxidável AISI 304 ou 316L ou 321 e classe de pressão conforme código ASME.

**Notas:**

1. Não são permitidos tubos flexíveis de terminações por união ou com rosca, pelas experiências ruins com a solda de fixação da união.

Os conectores tipo juntas giratórias *swivel joints* “chicksan joints” são permitidos.

2. As juntas giratórias *swivel joints* tipo chicksan® são conexões metálicas para tubos, que giram em rolamentos de esferas integrais, usinados com precisão, provendo uma conexão resistente e fornecidas em tamanhos de 3/8 a 12 pol e pressões de trabalho a frio de até 20.000 psi.

São utilizadas para conectar e evitar dobras em mangueiras e tubos flexíveis, prevenindo falhas como rasgamentos, que podem romper e liberar produtos químicos nocivos na atmosfera.

Também são utilizadas em aplicações que requerem vários planos de rotação e baixa tensão, para tubulações de produtos, com braço de carregamento, tubo ou mangueira.



**Juntas giratórias *swivel joints* “chicksan joints”**

**4.3.3. Documentação a ser apresentada em cada fornecimento:**

- Folha de dados e desenhos construtivos certificados;
- Certificados de análise química e de ensaio mecânico dos materiais construtivos;
- Especificação de procedimentos de soldagem, qualificação de procedimentos de soldagem, de soldadores e operadores de soldagem;
- Matéria prima para fabricação e consumíveis para soldagem;
- Especificação de procedimentos de exames não destrutivos, qualificação de procedimentos, de inspetores e operadores de exame não destrutivo;

- f. Certificados de execução da inspeção por exames não destrutivos;
- g. Certificado de execução do teste hidrostático, informando pressão interna, fluido, temperatura e alongamento no teste;
- h. Embalagem e preservação contra intempéries e danos no manuseio e transporte.

#### 4.3.4. Marcação

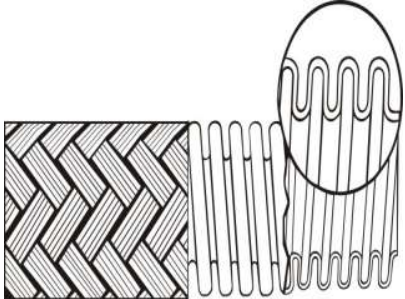
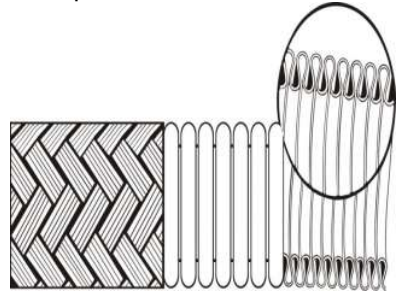
Cada tubo metálico flexível deve ser marcado com punção de forma indelével no colarinho com: nome do fabricante, diâmetro nominal, classe de pressão e data de fabricação.

#### 4.3.5. Fabricantes de tubos metálicos flexíveis

- a. **Inoflex da SPTF -Sociedade Paulista de Tubos Flexíveis Ltda**  
**[www.sptf.com.br](http://www.sptf.com.br)**

Tubos metálicos flexíveis de aço inoxidável sanfonizados com passo normal ou passo fechado e 2 capas ou mantas trançadas externas.

- Diâmetro nominal de 1" a 10";
- Terminais de aço inoxidável com: flange ASME, ponta roscada, macho fixo com rosca NPT ou GSP; fêmea giratória com rosca
- Faixa de trabalho de -196°C a +600°C

<p><b>Tubo Flexível de Aço Inoxidável Inoflex Passo Normal</b></p> <p>Tubo flexível sanfonizado em aço inoxidável, liga AISI 304, 321, 316 e 316L de diâmetro nominal até 2", e liga AISI 304, de diâmetro nominal de 2.1/2" a 10", com passo normal.</p> <p>Revestido externamente com capa trançada de fios de aço inoxidável, liga AISI 304/304 L, podendo ser usado em temperaturas de -196°C até +600°C.</p> <p>IS - Inox Sanfonizado normal sem trançado externo. IS 1 - Inox Sanfonizado normal com trançado externo. IS 2 - Inox Sanfonizado normal com dois trançados externos.</p>	<p><b>Aplicações</b></p> <p>Para a condução de líquidos, vapores, gases corrosivos, combustíveis e lubrificantes de indústria em geral ou de aviação; oxigênio líquido, nitrogênio, argônio, GLP, amônia, produtos alimentícios, químicos, farmacêuticos, vácuo, etc.</p> 
<p><b>Tubo Flexível de Aço Inoxidável Inoflex Passo Fechado</b></p> <p>Tubo flexível sanfonizado em aço inoxidável, liga AISI 304, 321, 316 e 316L, de diâmetro nominal até 2", e liga AISI 304, de diâmetro nominal de 2.1/2" a 10", com passo mais fechado do que o normal, o que aumenta a flexibilidade e melhor comportamento do tubo sob tensões internas e dinâmicas.</p> <p>Revestido externamente com capa trançada de fios de aço inoxidável, liga AISI 304/304 L, podendo ser usado em temperaturas de -196°C até + 600°C.</p> <p>ISF - Inox Sanfonizado Fechado sem trançado externo. ISF 1 - Inox Sanfonizado Fechado com trançado externo. ISF 2 - Inox Sanfonizado Fechado com dois trançados externos.</p>	<p><b>Aplicações</b></p> <p>Para a condução de líquidos, vapores, gases corrosivos, combustíveis e lubrificantes de indústria em geral ou de aviação; oxigênio líquido, nitrogênio, argônio, GLP, amônia, produtos alimentícios, químicos, farmacêuticos, vácuo, etc.</p> 

- b. **Dinatecnica tubos metálicos flexíveis de aço inoxidável e Teflon PTFE**



**<http://dinatecnica.com.br/wp-content/uploads/2015/11/catalogo40.pdf>**

Tubos metálicos flexíveis tipos Standard ou Super, recobertos com duas malhas de aço inoxidável, podendo ainda ser revestidos externamente com uma envoltura de polipropileno para manuseio.

- Diâmetro nominal de 2" até 12";
- Sem limitação de comprimento;
- Terminais de aço inoxidável com flanges ASME 150 e 300;
- Temperatura de serviço -200°C até + 600°C.

Os tubos metálicos flexíveis Dinatecnica modelos Standard e Super de corrugação anular, fabricados de aço inoxidável austenítico, são indicados para a condução de fluidos em altas temperatura e pressão, de instalações sujeitas a movimentos, vibrações e que requerem hermeticidade absoluta. A diferença básica entre os dois modelos consiste em maior flexibilidade do Super que admite raios mínimos de flexão inferiores ao tipo Standard.

O modelo Standard é recomendado para uso geral, enquanto o Super tem aplicação principal em sistemas que requerem grande flexibilidade, conservando suas propriedades mecânicas, sob condições de operação mais severas.

<p><b>Tubo flexível Standard (ST) de Aço Inoxidável</b>  Material do fole: AISI 304 ou 316  Material da malha AISI 304  Temperatura de serviço: -200°C até 600°C.</p>	
<p><b>Tubo flexível Super (SU) de Aço Inoxidável</b>  Material do fole: AISI 304 ou 316  Material da malha AISI 304  Temperatura de serviço: -200°C até 600°C.</p>	

Os tubos flexíveis Dinatecnica são fornecidos com terminais normalizados soldados, podendo ser:

- Macho fixo em aço inoxidável com roscas NPT e BSPT (roscas cônicas);
- Fêmea giratória em aço inoxidável com roscas NPS e BPS (roscas paralelas);
- Flanges fixos ou soltos com virola em aço carbono e aço inoxidável (normas ASME e DIN);
- Pontas para solda ou pontas lisas em aço carbono ou aço inoxidável;
- Engates rápidos;

Podem ser fornecidos com isolante térmico externo de fibra de vidro, silicone ou aramida, além de proteção com malha de polipropileno ou polietileno para manuseio.

#### 4.3.6. Aplicações

Em geral os tubos metálicos flexíveis são utilizados para:

- Absorver dilatação ou contração térmica

Para absorver a dilatação ou contração térmica em tubulações de diâmetros até NPS ≤ 6, os tubos flexíveis constituem uma solução prática.

- Absorver vibração

Para absorver a vibração mecânica gerada por máquinas rotativas como bombas, compressores, turbinas, motores de combustão interna, etc..

- Corrigir pequenos desalinhamentos entre tubos de tubulações;
- Facilitar a interligação de tubulações em locais compactos e congestionados.

Em todas as utilizações é fundamental respeitar o raio mínimo de flexão do tubo flexível e demais recomendações dos fabricantes.

As principais aplicações que requerem o uso de tubo metálico flexível são como amortecedor de vibrações e compensador de dilatação térmica, substituindo com vantagens as mangueiras de elastômeros ou resinas sintéticas, pois resistem às altas temperaturas e pressões elevadas.

Assim, são aplicados em equipamentos em serviços com hidrocarbonetos, gases (gás natural, GLP, gás combustível) e vapores inflamáveis, vapor d'água e condensado de alta pressão, produtos tóxicos, nas seguintes condições:



- a- Bocais de equipamentos que requerem baixo esforço;
- b- Interligação de maçaricos de fornos e caldeiras;
- c- Vapor d'água de dispersão de óleos combustíveis;
- d- Vapor d'água de desobstrução de sistemas de entrada/saída de produtos em equipamentos;
- e- Estação de descarregamento e de carregamento de petróleo e derivados;
- f- Drenos de teto flutuante e sucção flutuante de tanques de armazenamento;
- g- Transmissão de fluido hidráulico para acionamento de válvulas e equipamentos de segurança.

#### 5. Falhas mais comuns em tubos metálicos flexíveis

- a. Erosão do fole por alta velocidade do fluxo interno e/ou presença de sedimentos ou gotículas de vapor;
- b. Curvas e mudanças de direção não respeitando os raios mínimos de curvatura, informados pelos fabricantes;
- c. Sobrecarga, pressão e/ou temperatura, acima do informado pelo fabricante;
- d. Falha da solda de fixação entre o tubo e o terminal.

#### 6. Detalhamento de utilizações específicas

A seguir são detalhadas as condições de uso específico de mangueiras e tubos flexíveis em instalações de refinarias de petróleo e petroquímicas.

##### 6.1. Mangueiras de combate a incêndio

As mangueiras de Incêndio são fabricadas segundo a Norma ABNT NBR 11861 e se destinam a conduzir a água, para extinção de um incêndio, bombeada de um reservatório ou de um hidrante até ao local onde ocorre o sinistro.

As mangueiras de incêndio são um dos equipamentos mais importantes no combate ao fogo.

De acordo com a Norma ABNT NBR 11861, as mangueiras são classificadas como "equipamentos de combate a incêndio", constituídas essencialmente por um duto flexível, composto de tecidos de fios sintéticos e borracha sintética e se classificam nos seguintes tipos.

<b>Tipos ABNT NBR 11861</b>	<b>Utilização</b>	<b>Fabricação</b>	<b>Pressão máxima de trabalho (kgf/cm<sup>2</sup>)</b>
Mangueira de incêndio tipo 1	Destinada a edifícios residenciais.	Tecida em fio de poliéster e tubo interno de borracha sintética. É resistente à deterioração por fungo e bolor, leve e compacta.	10
Mangueira de incêndio tipo 2	Utilizada em edifícios industriais, comerciais e Corpo de Bombeiros	Tecida com reforço têxtil em fio poliéster de alta tenacidade e internamente com tubo de borracha sintética na cor preta.	14
Mangueira de incêndio tipo 3	Utilizada em áreas navais, industriais e Corpo de Bombeiros	Tecida com duplo reforço têxtil confeccionado em fio poliéster de alta tenacidade.	15
Mangueira de incêndio tipo 4	Utilizada em área industrial, onde seja necessária uma maior resistência à abrasão.	Tecida com reforço têxtil singelo confeccionado com fio de poliéster de alta tenacidade, em diagonal (tipo sarja).	14
Mangueira de incêndio tipo 5	Utilizada em área industrial, onde seja necessária maior resistência à abrasão e à superfícies quentes.	Tecida com reforço têxtil, em fio sintético de poliéster de alta tenacidade e com revestimento externo. O tubo interno é feito de borracha nitrílica. É uma mangueira que possui maior resistência a perfurações, cortes e produtos químicos.	14

As mangueiras de incêndio são disponíveis nos diâmetros internos de 1.1/2" (38,1 mm) e 2.1/2" (63,5 mm), que correspondem aos diâmetros nominais de 40 mm e 65 mm, e comprimentos de 15, 20, 25 e 30 metros.

As extremidades devem ser com adaptador de engate rápido, tipo *storz*, fabricado em latão.



**Nota:**

O adaptador *storz* é utilizado para conectar a mangueira de incêndio à válvula do hidrante.

Também é conhecido como engate rápido ou acoplamento *storz* e são os recomendados devido à rapidez e facilidade de uso.

São fabricados em latão fundido, com acabamento usinado com jateamento, conforme as Normas ABNT NBR 14349-União para mangueira de incêndio - Requisitos e métodos de ensaio e ABNT NBR 16021-Válvulas e acessórios para hidrante, com saídas de 1.1/2", 2.1/2" ou 4"..

O adaptador com rosca externa ou macho é utilizado a ser instalado na saída da válvula com rosca interna para conectar as mangueiras de incêndio.

O adaptador trabalha em conjunto com o tampão *storz*, para proteção das suas partes internas.

Além da característica da instalação predial ou industrial, se deve levar em conta o nível de abrasão, classe de pressão, raio de ação, comprimento e vazão necessários.

As mangueiras de incêndio devem ter certificação da Norma ABNT NBR 11861.

## **6.2. Tubos metálicos flexíveis**

### **6.2.1. Uso em bocais de equipamentos**

Tubos metálicos flexíveis são empregados em equipamentos que requerem baixo esforço nos bocais, forças e momentos, como bombas, turbinas e compressores, para prevenir desalinhamento do eixo e/ou perda do acoplamento com o acionador.

A análise completa das condições de operação do equipamento e do sistema de tubulação conectado são necessários, para a seleção correta do tubo metálico flexível adequado para uma determinada aplicação.

Os principais objetivos do tubo metálico corrugado ou flexível são evitar a transmissão de vibração em sistemas de tubulação conectados a máquinas, como bombas, compressores e equipamentos pulsantes semelhantes; absorver dilatações térmicas; compensar os movimentos laterais, torcionais e angulares; reduzir o ruído; eliminar os esforços sobre as máquinas; corrigir desalinhamentos, sendo, por isso, amplamente utilizados nas indústrias.

No entanto, os tubos metálicos flexíveis não são adequados para aplicações envolvendo compressão ou extensão axial.

Para controlar adequadamente a vibração, o tubo flexível deve ser acoplado diretamente ao bocal do equipamento, e com a outra extremidade conectada rigidamente à tubulação.

O tubo flexível deve ser aliviado do peso da tubulação, suportada e guiada, por meio de suportes adequados.

O tubo metálico flexível para essa aplicação deve ser especificado conforme a seguir:

- a- Tubo sanfonizado de passo fechado, em aço inoxidável austenítico AISI 304, 316 ou 321 de comprimento e diâmetro nominal conforme projeto;
- b- Revestimento interno com tubo flexível de fluorplástico corrugado (Teflon PTFE), conformado em formato helicoidal, com virolas nas extremidades após inserção, a ser usado quando há contaminação por cloretos ou sulfetos no fluido interno, de modo a proteger o tubo flexível de aço inoxidável do ataque corrosivo, porém esse revestimento limita a temperatura de emprego para até 150°C;

- c- Revestimento externo com duas camadas de capa trançada de fios em aço inoxidável AISI 304;
- d- Extremidades de conectores flangeados, com flange solto e virola soldada (*lap joints*), de aço inoxidável AISI 304, padrão ASME B16.5, e flange em aço Carbono ASTM A105, classe de pressão conforme padrão ASME;
- e- Usar isolamento térmico em função da temperatura do fluido interno;
- f- Fabricante: SPTF - Sociedade Paulista de Tubos Flexíveis Inoflex [www.sptf.com.br](http://www.sptf.com.br) .

Para se conseguir a vida útil máxima para o tubo metálico flexível, as seguintes regras devem ser seguidas:

- a. Impedir a torção do tubo com a instalação de terminal tipo flange solto com virola soldada;
- b. Evitar curvas fechadas;
- c. Instalar em seu comprimento normal, evitando comprimir;
- d. Instalar o mais próximo possível do equipamento ou fonte de vibração;
- e. Instalar o tubo flexível a uma distância de pelo menos 2,5 vezes o diâmetro da tubulação distante de acessórios tipos tê, curva, joelho ou cotovelo;
- f. Suportar adequadamente, pois, o peso da tubulação não deve ser transferido para o tubo flexível;
- g. Respeitar as recomendações dos fabricantes.

### 6.2.2. Uso em queimadores de fornos e caldeiras

Usar tubos metálicos flexíveis na interligação dos queimadores ou maçaricos de fornos e caldeiras, com as tubulações dos coletores *headers* de:

- a- combustível (óleo e gás) com cada queimador e o com os pilotos;
- b- vapor de atomização do combustível de cada queimador.

O tubo flexível deve ser construído da seguinte forma:

- a. Tubo sanfonizado de passo fechado, em aço inoxidável austenítico AISI 304, 316 ou 321 de comprimento mínimo total (incluindo terminais) de 1500 mm, diâmetro nominal conforme projeto;
- b. Revestimento interno com tubo flexível de fluorplástico corrugado (Teflon PTFE), conformado em formato helicoidal, com virolas nas extremidades após inserção;

#### Nota:

A ser usado apenas em fornos em que há contaminação por cloretos ou sulfetos, presentes no combustível, de modo a proteger o tubo flexível em aço inoxidável do ataque corrosivo, porém esse revestimento limita a temperatura de emprego para até 150°C.

- c. Revestimento externo com duas camadas de capa trançada de fios em aço inoxidável AISI 304;
- d. Extremidades de conectores flangeados, com flange solto e virola soldada (*lap joints*), de aço inoxidável AISI 304, padrão ASME B16.5, e flange fabricados em aço Carbono ASTM A105, classe de pressão 150;
- e. Usar isolamento térmico em função da temperatura do fluido interno;
- f. Fabricante: SPTF - Sociedade Paulista de Tubos Flexíveis Inoflex [www.sptf.com.br](http://www.sptf.com.br) .



### 6.2.3. Uso em dispersores de carga de Riser de UFCC

Usar tubos metálicos flexíveis em sistemas de vapor d'água de média pressão para atomização e desobstrução de dispersores de carga (gasóleo ou resíduo de vácuo), à entrada de Riser de UFCC- Unidade de Craqueamento Fluido Catalítico, de refinaria de petróleo.

Nos dispersores da carga, o produto (gasóleo ou resíduo de vácuo) escoam no espaço anular, entre dois tubos, até alcançar os bicos atomizadores, em que é atomizado pelo fluxo de vapor que passa por dentro do tubo interno.

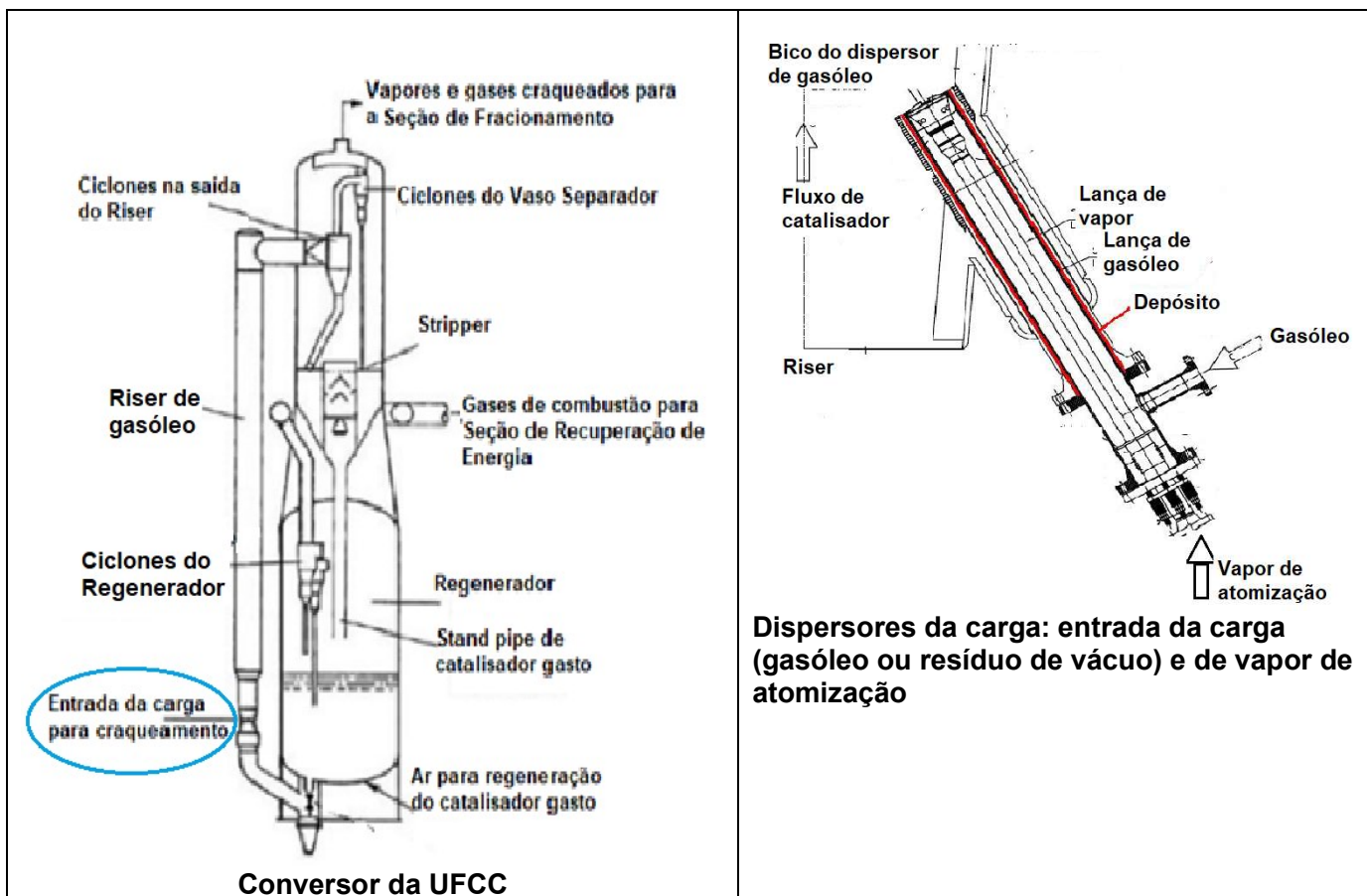
Nestes dispersores também existe um alinhamento de vapor d'água de limpeza da seção anular (lado do produto), que deve entrar automaticamente, no caso do corte de carga, para impedir a aglomeração de catalisador, e mesmo para desobstruir quando ocorre a obstrução.

Como há uma linha desta, para cada bocal de dispersão do produto (gasóleo ou resíduo de vácuo), e normalmente são 4 a 6 bocais, a região em volta do Riser fica congestionada.

Para evitar este congestionamento, usar tubo metálico flexível, para interligar a tubulação do coletor *header* de vapor d'água com cada bocal do dispersor, em lugar de tubos rígidos.

Cada tubo metálico flexível deve ser construído da seguinte forma:

- Tubo sanfonizado de passo fechado, em aço inoxidável austenítico AISI 304, 316 ou 321 e comprimento mínimo de 5 metros, diâmetro nominal conforme projeto;
- Revestimento externo com duas capas trançadas de fio de aço inoxidável AISI 304 e sobre as capas um reforço em mola helicoidal de polipropileno;
- Extremidades de conectores flangeados, com flange solto e virola soldada (*lap joints*), de aço inoxidável AISI 304, padrão ASME B16.5, e flange em aço Carbono ASTM A105, classe de pressão conforme padrão ASME;
- Usar isolamento térmico em função da temperatura do vapor d'água.
- Fabricante: SPTF - Sociedade Paulista de Tubos Flexíveis Inoflex [www.sptf.com.br](http://www.sptf.com.br).



#### **6.2.4. Uso em dutos e tubulações de transferência de produtos perigosos**

Em tubulações ou dutos de produtos perigosos ou tóxicos é utilizado o sistema Smart-Hose®, que consta de um tubo metálico flexível, com dispositivo interno de bloqueio, contra vazamentos de líquidos, gases e vapores.

Referência: Integrated Safety Devices and Break-Away Systems  
<https://smarthose.com/>

O Smart-Hose® é um sistema de segurança que resulta em uma camada adicional de proteção à instalação, utilizado em dutos de transferência de petróleo e gás, atuando no tubo metálico flexível, que é considerado o elo fraco em uma operação de transferência e pode representar sério risco à segurança operacional.

Em cada extremidade do tubo metálico flexível há uma válvula de bloqueio, atuada por um cabo metálico posicionado dentro do tubo, que funciona como uma mola projetada para manter as válvulas abertas, durante condições normais de operação.

Em situações de rompimento, furo ou falha catastrófica do tubo, o cabo metálico atua, instantaneamente, fechando as válvulas e impedindo o fluxo do produto, sem qualquer intervenção humana, evitando um grande vazamento ou derramamento.

#### **Tecnologia Smart-Hose®**

São sistemas de segurança instalados em planta de processamento, em tubulação de caminhão-tanque e de vagão ferroviário, em braços de estações de carregamento de combustíveis, próprios para proteger os operadores, as instalações e o meio ambiente, das consequências catastróficas de um incidente com vazamento de uma liberação descontrolada de produtos perigosos ou tóxicos. Atua como proteção em qualquer evento crítico, que possa colocar em risco a força de trabalho, causar paralisação da produção, exigir limpeza com destinação segura do produto vazado, e possíveis danos ao meio ambiente.

O sistema de segurança de tubos flexíveis Smart-Hose® é projetado também para aplicações industriais de alta pressão e criogênicas.

O sistema é integrado a conjuntos de tubos flexíveis de transferência de fluidos perigosos de diâmetros nominais de 1/4" a 8". em pressões até 650 psig.

Referência: Smart-Hose® Engineering data hose assemblies  
<https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=https://smarthose.com/wp-content/uploads/2021/06/English-Edition-Catalog-FALL2022.pdf>

Construção tubo metálico flexível Smart-Hose®

- Tubo metálico flexível corrugado ou sanfonado de aço Inoxidável austenítico 316L;
- Cabo interno metálico de aço Inoxidável com efeito de mola;
- Malha externa trançada com fios de de aço Inoxidável 304 – simples ou dupla;
- Cobertura de proteção de aço inoxidável.

#### **Nota:**

O sistema de segurança de tubos metálicos flexíveis Smart-Hose® também é fabricado nas versões de tubo de borracha sintética nitrílica e de tubo de Teflon PTFE; para produtos químicos especiais.

O sistema de segurança Smart-Hose®, nas versões LL1 e LL3, fornece proteção contra falha do tubo flexível durante a operação, evitando vazamentos e liberação descontrolada do produto perigoso. nas seguintes situações críticas.

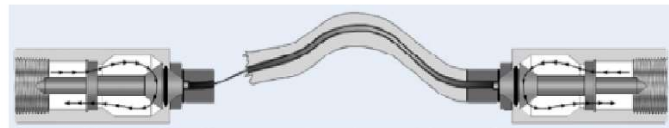
- Rompimento ou ruptura da ligação do tubo flexível com os terminais;
- Ruptura do próprio tubo flexível;
- Furo ou rasgo no tubo flexível,

Para isso, o Sistema Smart-Hose® - Versão LL1 incorpora um cabo interno conectado a válvulas de bloqueio, tipo êmbolo, instaladas em cada extremidade do cabo.

As válvulas integradas bloqueiam instantaneamente o fluxo do produto, se ocorrer uma falha do tubo metálico flexível, por ação do cabo interno, sem qualquer intervenção humana.



Válvulas abertas - fluxo normal

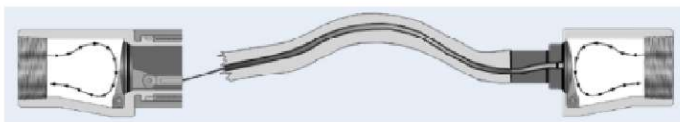


Válvulas fechadas - fluxo interrompido  
Sistema Smart-Hose® - Versão LL1

Já o Sistema Smart-Hose® - Versão LL3, que também incorpora um cabo interno, é conectado a válvulas de bloqueio, tipo portinhola *flapper*, localizadas em cada extremidade do cabo. Essas válvulas integradas interrompem instantaneamente o fluxo do produto, se ocorrer uma falha do tubo flexível, por ação do cabo interno, sem intervenção humana.



Válvulas abertas - fluxo normal



Válvulas fechadas - fluxo interrompido  
Sistema Smart-Hose® - Versão LL3

### 6.2.5. Uso em tanques de armazenamento

Os tubos metálicos flexíveis Coflexip® têm muita utilização em tanques de armazenamento, como dreno de teto flutuante externo, sucção flutuante e em sistema de injeção de espuma de combate a incêndio em tanque de teto flutuante.

Nessas aplicações o tubo metálico flexível do fabricante Coflexip® percorre o interior do tanque, mergulhado no produto armazenado, e é constituído de um tubo fabricado por uma estrutura em espiral de aço inoxidável austenítico AISI 304, revestido por uma camada termoplástica de proteção externa contra corrosão, extrudada de resina de Rilsan Nylon - PA11..

#### Notas:

1. Carcaça tubular de aço inoxidável austenítico AISI 304, em espiral intertravada (anti colapso).
2. Revestimento externo com Rilsan® Nylon 11
3. Rilsan® Nylon 11 ou Poliamida 11 (PA 11) é uma resina poliamida da família de polímeros do Nylon, produzida para atender a uma excelente combinação de propriedades, particularmente anticorrosivas. O Nylon 11 é aplicado nas áreas de petróleo e gás, aeroespacial, automotiva, têxtil, eletrônica e equipamentos médicos e esportivos, frequentemente em tubos metálicos flexíveis.

Referência: Coflexip® Flexible Steel Pipe Systems for the Petrochemical and Refining Industry  
<http://www.pancalima.co.id/images/Refining-Broc.pdf>

#### 6.2.5.1. Tubo flexível para drenagem do teto de tanques de teto flutuante externo

Em tanque de teto flutuante externo, há uma caixa de drenagem para esgotar as águas pluviais coletadas na superfície do teto. A partir dessa caixa há um tubo, internamente, para conduzir essa água para o exterior, através de um bocal no costado.

O uso de sistemas Coflexip® de dreno flexível confere confiabilidade em relação aos tubos de drenagem dos tipos com tubos rígidos e juntas articuladas ou sanfonadas, mangueiras de borracha ou de náilon.

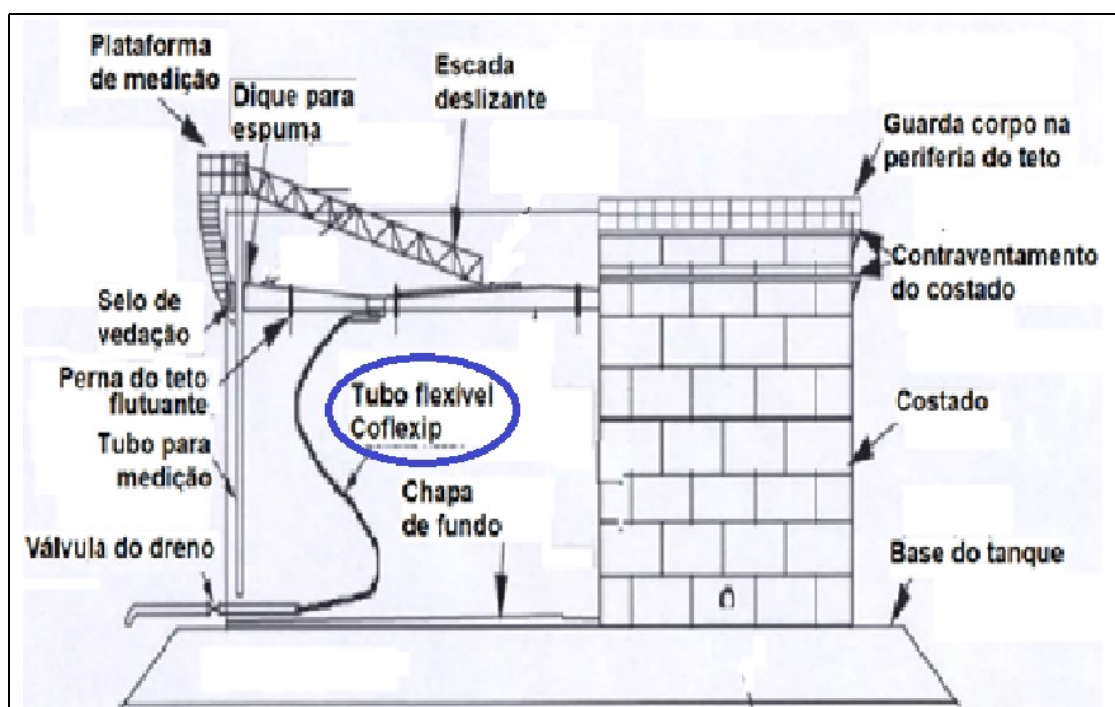
Os sistemas de drenagem com tubos rígidos e juntas articuladas ou sanfonadas têm o risco de agarramento do teto flutuante no costado, pois, empurra o teto de um lado para o outro, e com isso altera a sua distância em relação ao costado, interferindo também diretamente na performance do selo de vedação periférico.

E os drenos do tipo com mangueira necessitam de correntes e contrapesos, para manter o posicionamento correto, no interior do tanque e não interferir ou prender-se nos suportes do teto, no interior do tanque.

O sistema Coflexip® apresenta uma memória mecânica repetitiva, que permite que o tubo flexível mantenha sua posição na descida do teto, e diferentemente dos tubos articulados não requer correntes, para evitar a interferência do tubo com os suporte internos do teto flutuante.

Além disso, não sofre ataque químico, deformação ou desgaste mecânico, e não induz forças laterais sobre o teto flutuante. Outra vantagem é que permite que o teto flutuante atinja um rebaixamento maior, aumentando o volume útil do tanque.

O sistema patenteado de tubos metálicos flexíveis com memória não necessita de estruturas adicionais para manter o teto flutuante na mesma posição no interior do tanque, eliminando qualquer risco de movimentos laterais descontrolados e aleatórios sobre o produto armazenado.



#### 6.2.5.2. Tubo flexível para sucção flutuante em tanques de teto fixo ou flutuante

Muitos tanques de armazenamento usados nas indústrias de petróleo e petroquímica são equipados com um sistema de sucção flutuante, para extrair o produto do nível superior do líquido e reduzir a transferência de partículas, água ou qualquer outro contaminante presente no produto armazenado. Como a parte do fundo do tanque de armazenamento está contaminada por lodo, sedimento ou água, é necessário que ao se retirar o produto do tanque de armazenamento, a qualidade do produto seja preservada.



A sucção flutuante garante um produto mais limpo, succionando o líquido mais próximo da superfície. Esta aplicação é muito utilizada em produtos com qualidade rigorosamente controlada, para abastecimento de motores, óleos de aquecimento e produtos petroquímicos, sendo obrigatório em tanques de querosene para aviação (QAV).

A resistência do tubo flexível ao ataque químico, o padrão de configuração repetível, conferido pela característica de memória do tubo Coflexip®, e a ausência de conexões intermediárias são características que permitem que a instalação seja em espaço limitado no interior do tanque.

Para tanque de armazenamento de teto flutuante, interno ou externo, a linha de sucção pode ser acoplada à face inferior do teto, escoando apenas os níveis superiores do produto armazenado.



**Esquema de instalação da sucção flutuante em tanque de teto flutuante**

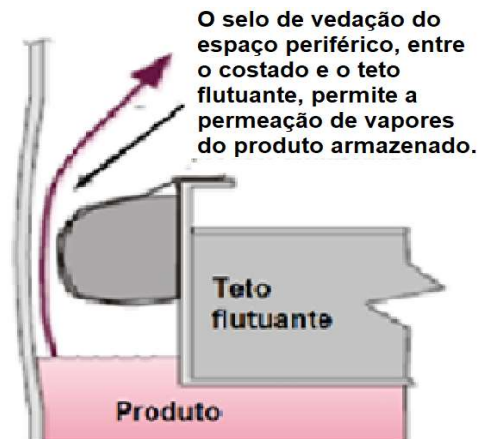
Tanque de teto flutuante	Tanque de teto fixo
 <p data-bbox="355 1570 818 1624"><b>Sucção flutuante fixada na superfície inferior do teto</b></p>	 <p data-bbox="890 1570 1337 1624"><b>Sucção flutuante conectada a bóias para flutuação</b></p>

Já para o caso de tanque de teto fixo com coluna central, o arranjo de flutuação consta de um bocal, conectado a bóias de metal, que flutua constantemente na superfície do produto para a sucção requerida. Na maioria dos casos, a coluna central de sustentação do teto serve como guia para a montagem e operação apropriadas do sistema de flutuação.

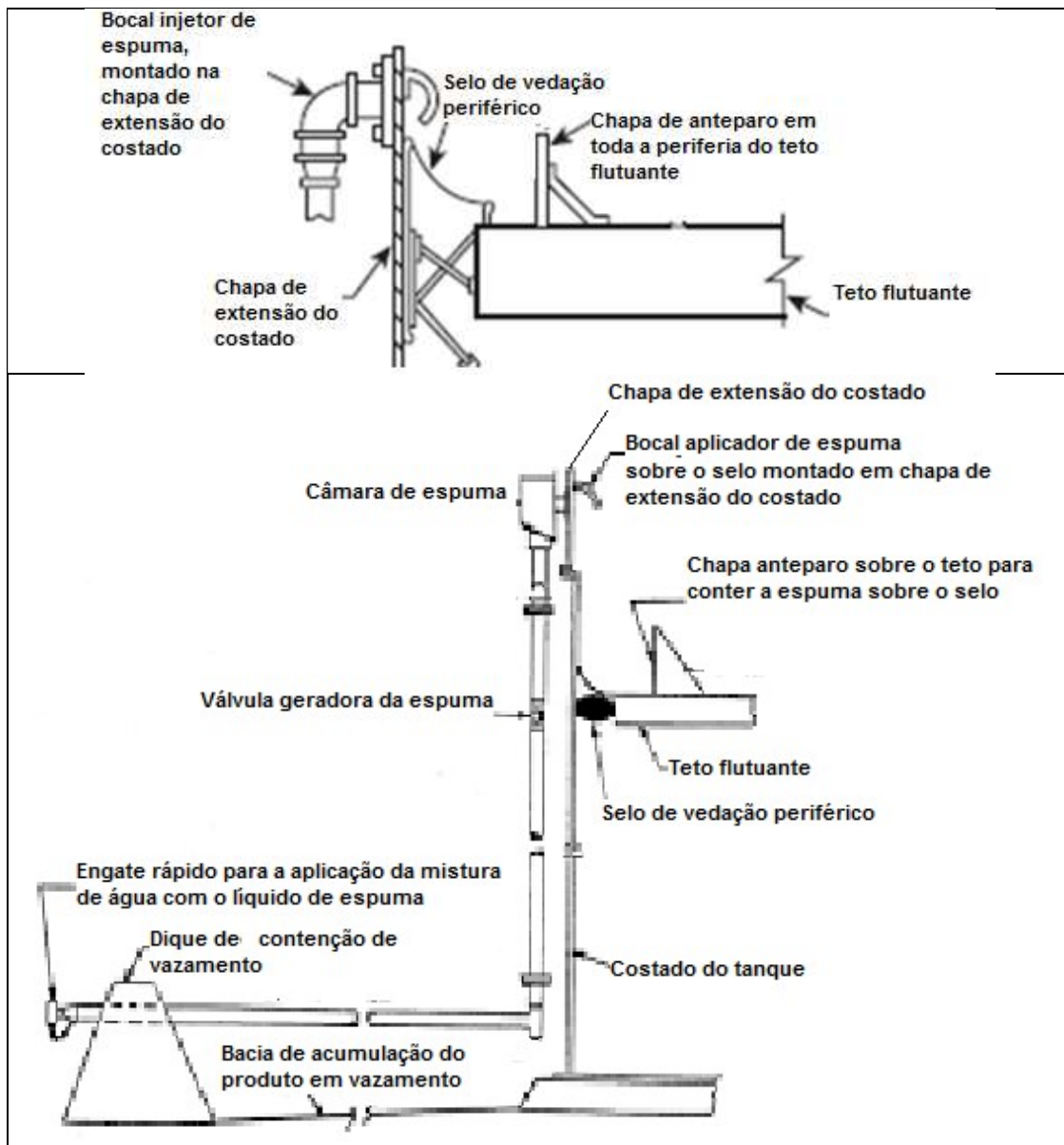
**6.2.5.3. Tubo flexível para sistema de injeção de espuma em teto flutuante para combate a incêndio**

A região do anel de vedação, entre o teto flutuante e o costado do tanque, é suscetível à ignição dos vapores combustíveis do produto, que passam pelo selo de vedação periférico.





Os sistemas de lançamento da espuma de combate ao fogo, por um tubo externo junto ao costado do tanque, não são eficazes, pois, devem fornecer um volume grande de espuma, até que o anel periférico, foco do incêndio, seja coberto, especialmente quando o teto está em uma posição média ou baixa.



Esquema de injeção de espuma no teto flutuante externamente ao tanque

Por outro lado, o sistema Coflexip® permite a aplicação da solução de espuma diretamente sobre o fogo no selo periférico de vedação.

É um sistema que entrega a espuma, muitas vezes produzida em geradores locais, através de uma linha de tubo flexível até ao teto flutuante, pelo interior do tanque, e aplica sobre o anel periférico de vedação, localizado dentro do dique de espuma.



A solução de espuma é bombeada para o topo do teto flutuante através do tubo flexível Coflexip®.



A espuma é transportada para um *manifold* no teto flutuante, que pelos tubos radiais faz a injeção da espuma sobre o fogo, no anel periférico, independentemente da posição do teto.

**Sistema Coflexip® de aplicação da solução de espuma diretamente sobre o fogo no selo periférico de vedação.**

A tubulação que conduz a solução de espuma é conectada a um bocal na base do costado do tanque, que internamente, é interligado ao tubo flexível Coflexip®, conduzindo a espuma expandida para cima do teto flutuante.

No topo do teto, um coletor de distribuição direciona a espuma através de tubos radiais sobre o selo de vedação, onde o incêndio está localizado, inundando rapidamente a área da borda de vedação e extinguindo as chamas.

O sistema é capaz de descarregar a espuma diretamente sobre o selo primário e sob o selo secundário

O sistema de proteção contra incêndio Coflexip® também é adaptável a tanques com teto flutuante interno.

**6.2.6. Uso em descoqueamento de Tambor de Coque *Coke Drum* de UCR-Unidade de Coqueamento Retardado**

As UCR-Unidade de Coqueamento Retardado, de refinarias de petróleo, são consideradas unidades de “fundo de barril”, pois, otimizam o aproveitamento do petróleo, processando as frações mais pesadas provenientes das unidades de destilação atmosférica e a vácuo.

A carga da unidade são os resíduos de fundo da destilação que se transformam em coque mineral nos Tambores de Coqueamento.

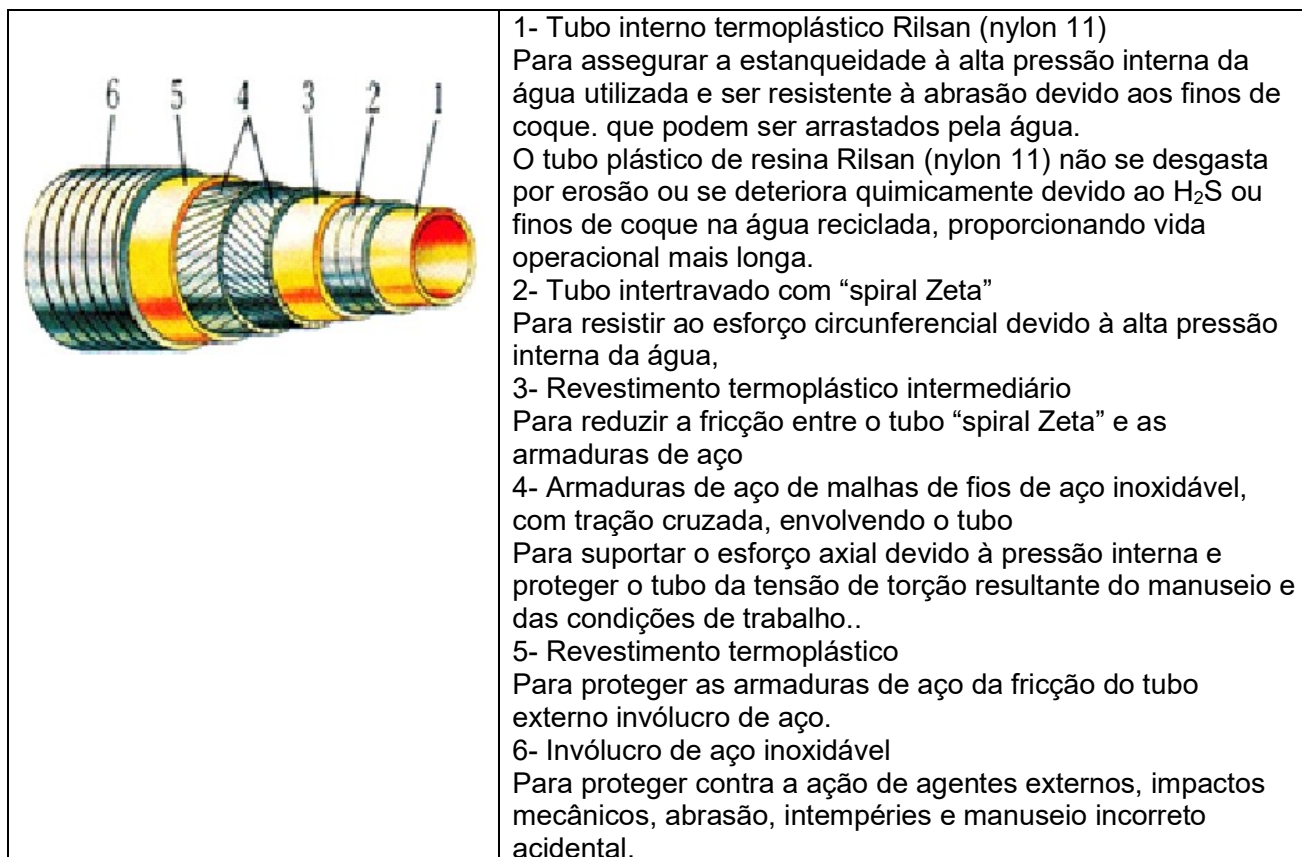
O processamento é por ciclos ou bateladas e, normalmente, são unidades com quatro Tambores, que operam aos pares, de modo que enquanto dois deles estão na fase de coqueamento, os outros dois estão sendo preparados para entrar em operação.

Ao final da operação de coqueamento, acontece a fase do descoqueamento do tambor, que consiste na quebra da camada sólida de coque produzido, com jatos de água de altíssima pressão.

Em seguida, há a abertura do bocal de fundo, para remoção do coque produzido e preparação do tambor para um novo ciclo de produção.

É uma aplicação em que são necessárias alta resistência à abrasão e à alta pressão de trabalho, indicando o uso de tubo metálico flexível.

O tubo flexível, também chamado de mangote flexível, utilizado nas aplicações de descoqueamento de Tambor de Coque *decoking hose*, do fabricante Coflexip®, conhecido como *Coflexip® 5000 psi*, é constituído basicamente por:

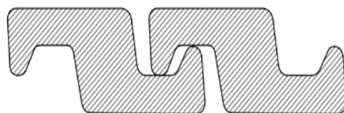


**Configuração de tubo metálico flexível Coflexip® para descoqueamento**

**Nota:**

A principal função da armadura de pressão “spiral Zeta” é prover resistência contra a tensão circunferencial *hoop stress* causada pela pressão interna e também contra esforços externos, como esmagamento durante o manuseio. .

A armadura de pressão é confeccionada com um perfil intertravado “spiral Zeta” de aço inoxidável laminado, que assegura elevada resistência à tração de até 900 Mpa..



**Perfil de intertravamento Zeta usado como armadura de pressão**

Os tubos de aço flexíveis de pressão de trabalho Coflexip® 5000 psi, para sistemas de descoqueamento, proporcionam vida útil mais longa, durabilidade e flexibilidade não encontrados em mangueiras de borracha.

Esta tubulação flexível apresenta muitos benefícios, que permitem um funcionamento com pouca manutenção, dentre eles: nenhum movimento de torção sob pressão; invólucro externo de aço inoxidável resistente à abrasão; e sem alterações dimensionais sob pressão.



**Ilustração de Tambores de Coqueamento Retardado e da tubulação flexível de descoqueamento**

### **6.2.7. Uso em linhas de fluido hidráulico de alta pressão para acionamento e controle remotos de válvulas e equipamentos de segurança**

Tubos ou mangotes metálicos flexíveis são empregados para a atuação de válvulas de controle e equipamentos de segurança, resistentes a altas pressões e às chamas, para transmissão hidráulica em ambientes inflamáveis.

A seguir alguns casos emblemáticos de uso dos tubos metálicos flexíveis.

**a.** As válvulas de controle de processo especiais para unidades UFCCs tipos *slide*, *diverter*, *expander valves* são acionadas e controladas remotamente.

Para isso são instaladas unidades de pressurização de óleo hidráulico - HPCU - Hydraulic Power and Control Unit – e distribuição até aos atuadores hidráulicos montados no eixo ou haste das válvulas, para o controle durante a operação.

A UFCC é a Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado existente nas refinarias de petróleo, para produção de gasolina de alta octanagem e óleo diesel.

Referência: Tubo Flexível de Aço Inoxidável Inoflex da SPTF -Sociedade Paulista de Tubos Flexíveis Ltda [www.sptf.com.br](http://www.sptf.com.br)

**b.** Nas plataformas de produção de petróleo offshore há o sistema de atuação hidráulica remota de um equipamento de segurança denominado BOP *Blowout Preventer*, responsável por controlar a pressão no interior do poço, durante a operação de perfuração, e evitar que ocorra uma erupção incontrolável, quando o poço de petróleo alcança uma formação de pressão anormalmente alta, . A conexão entre o BOP e o poço de petróleo é através de tubos metálicos flexíveis.

Referência: Norma API SPEC 16D Control Systems for Drilling Well Control Equipment and Control Systems for Diverter Equipment

## **ANEXO**

### **1. Recomendações para instalação de Tubos Metálicos Flexíveis**

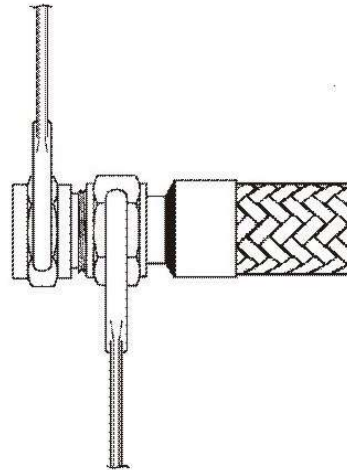
<https://www.sptf.com.br/recomendacoes-para-instalacao-de-tubos-metalicos/>  
<https://www.sptf.com.br/instalacao-de-tubo-metalico-flexivel-sanfonizado/>

Durante a instalação é absolutamente essencial assegurar que o tubo flexível seja instalado sem torção.

Para se obter uma melhor vida útil do flexível, se deve observar as seguintes recomendações.

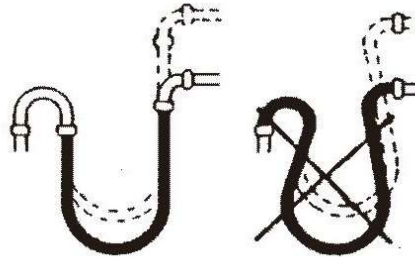
### Recomendação 1

Montar os flexíveis sem torção, para isso, fixar os terminais com duas chaves para evitar a rotação do flexível.



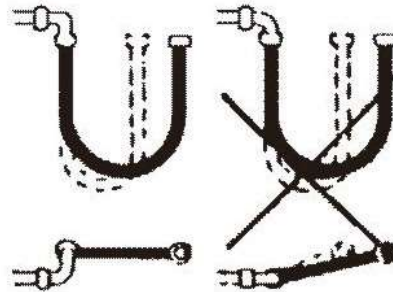
### Recomendação 2

Evitar as curvas após os terminais e respeitar o raio mínimo de curvatura para a instalação do tubo.



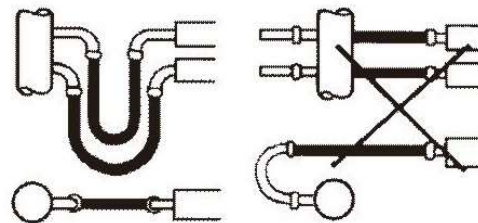
### Recomendação 3

A direção do movimento e o eixo do flexível devem estar no mesmo plano, para se evitar a torção que danifica o flexível.



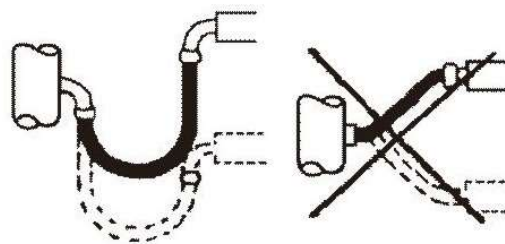
### Recomendação 4

O uso de tubos rígidos, junto aos terminais, elimina a torção e melhora o desempenho do flexível.

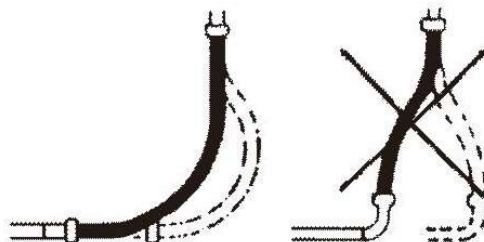


**Recomendação 5**

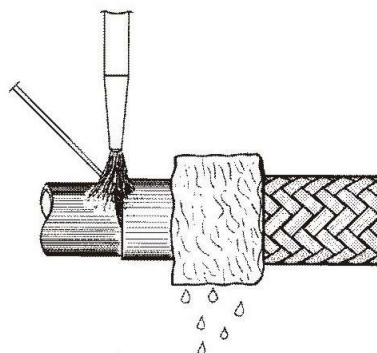
Com o uso de tubos rígidos se consegue evitar flexões alternadas, junto aos terminais do flexível.

**Recomendação 6**

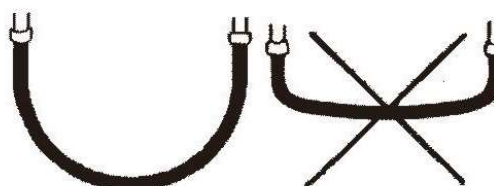
Instalar o flexível com maior comprimento e em curva, para absorver expansões térmicas.

**Recomendação 7**

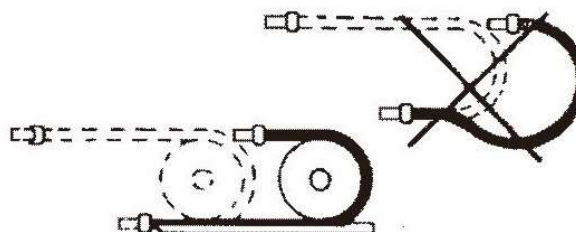
Em caso de instalação de terminais soldados, proteger o flexível com estopa bem úmida, pano molhado ou pasta isolante, para evitar que o calor danifique a solda existente do tubo flexível com o terminal. Não exponha o flexível diretamente à chama da soldagem e remova os resíduos do fundente (fluxo da solda) com muito cuidado.

**Recomendação 8**

Instalar as curvas de 180° de tal maneira que não se tensione o flexível perto dos terminais. O comprimento do flexível deve ser determinado como recomendado pelo fabricante do flexível.

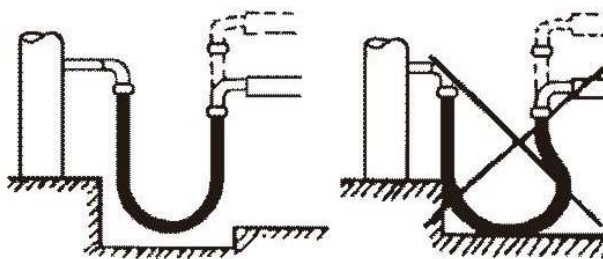
**Recomendação 9**

Suportar o flexível para evitar flexões e dobras do flexível perto dos terminais. Se necessário usar aparador ou roletes que acompanhem o movimento.

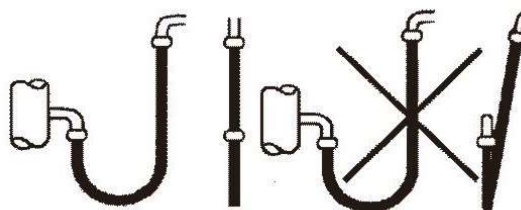


**Recomendação 10**

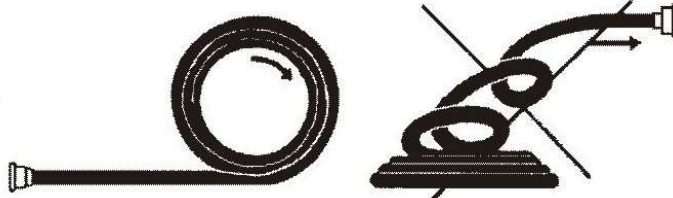
Instalar o flexível livre de encostar em parede, piso, equipamento ou tubulação.

**Recomendação 11**

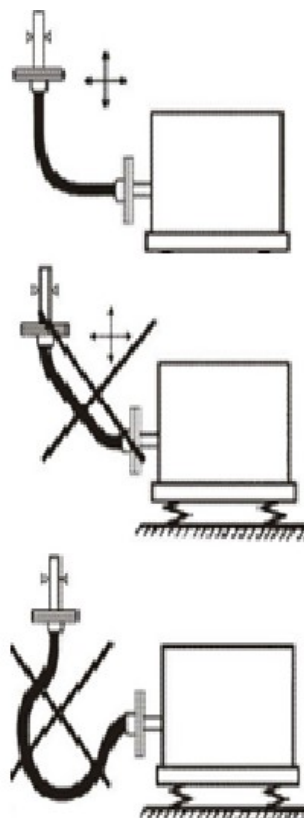
Para evitar esforços de torção, a direção do movimento e a flexão do flexível devem estar em um mesmo plano.

**Recomendação 12**

Sempre desenrolar o tubo, nunca puxar fazendo nós.

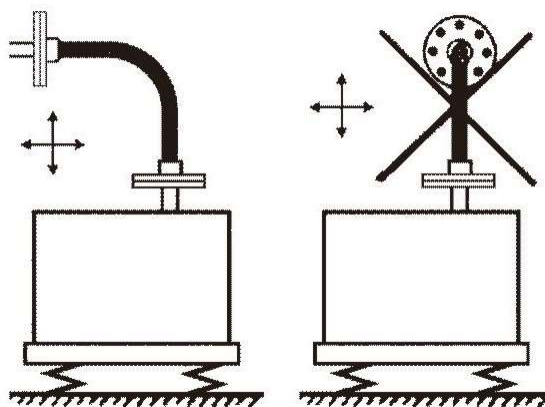
**Recomendação 13**

Instalar a curva de 90°, de modo que ela não seja menor que o raio mínimo de flexão e não forçar o flexível nos terminais.  
O comprimento nominal e partes retas do tubo, devem ser determinados conforme recomendações do fabricante do flexível.



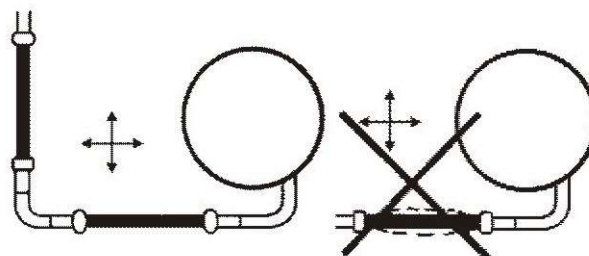
#### Recomendação 14

Para eliminar os danos causados pela torção, instalar o flexível de modo que a direção principal da vibração e do movimento da curva estejam em um mesmo plano,.



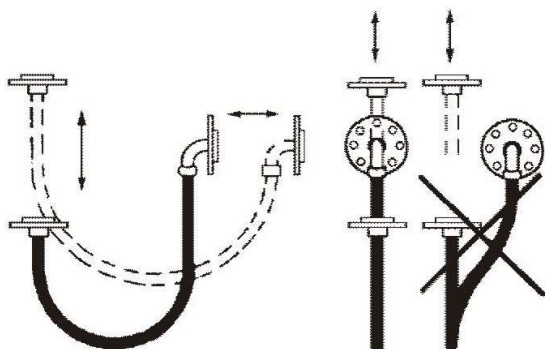
#### Recomendação 15

Para absorver vibração em duas ou três direções, instalar os flexíveis na disposição de 90°. As vibrações axiais não são absorvidas pelo flexível.



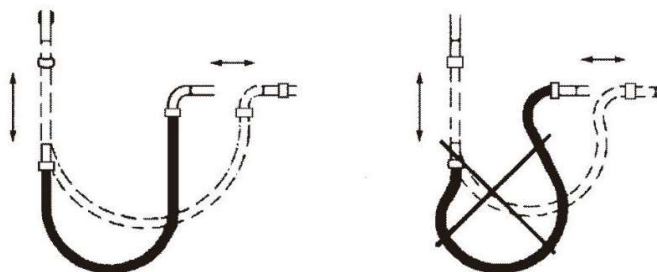
#### Recomendação 16

A direção da expansão térmica e o flexível devem estar num mesmo plano. Devem ser evitadas as flexões laterais por meio de centragem adequada.



#### Recomendação 17

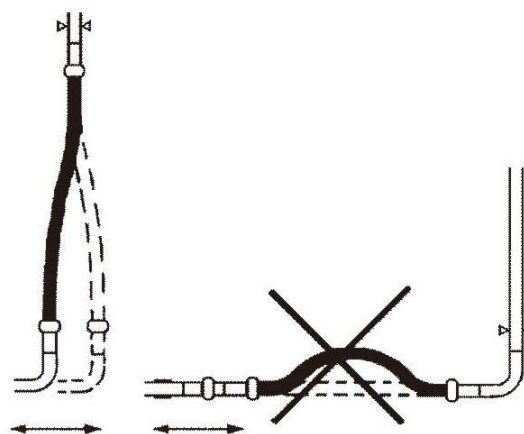
Determinar a distância necessária de instalação e o comprimento total do flexível, para movimentos de 180° e para absorver expansão em duas direções, conforme recomendado pelo fabricante do flexível. Evite os esforços perto dos terminais, usando tubos rígidos.



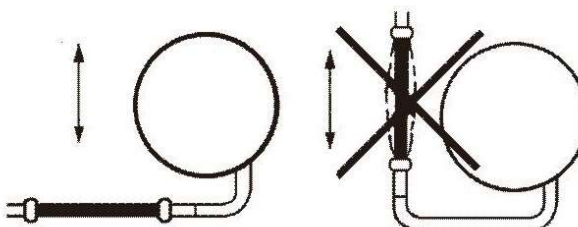


**Recomendação 18**

Instalação lateral para absorver dilatação de até 100mm.

**Recomendação 19**

Instalar o flexível em ângulo reto à direção do movimento.

**Recomendação 20**

Para absorver a expansão da curva de 90°, perpendicular à direção da expansão, adotar um comprimento vertical adequado.

