

## Calculando e acomodando a expansão térmica da tubulação

Todos os materiais, incluindo tubos, máquinas, estruturas e edificações sofrem modificações em suas dimensões em decorrência de variações na temperatura. Este relatório engloba considerações para acomodar a expansão e contração térmicas. O movimento decorrente de outros fatores (sísmicos, por exemplo) deve ser adicionado à expansão térmica da tubulação. O tubo sujeito a variações de temperatura será submetido a condições de tensão, exercendo forças e momentos reativos potencialmente danosos sobre componentes ou equipamentos.

Existem três métodos comuns de acomodar esse movimento dos tubos: 1) providenciar uma junta de expansão; 2) permitir que o sistema "flutue livremente"; nesse caso, o tubo poderia se mover em uma direção desejada através do uso de ancoragem e/ou guias, se necessário, levando-se em conta a capacidade de ramificação ou mudança de direção que pode acarretar momentos de curvatura prejudiciais; ou 3) utilizar os recursos de deflexão/movimento linear dos acoplamentos ranhurados flexíveis.

A seleção de um desses métodos depende do tipo de sistema de tubulação e da preferência do projetista. Como é impossível prever todos os projetos de sistemas, nossa intenção aqui é chamar a atenção para as vantagens mecânicas do método de tubulação ranhurada e como o projetista do sistema de tubulação pode se beneficiar dele. Estes exemplos são apresentados para estimular as ideias e não devem ser considerados como recomendações para um sistema específico.

A primeira etapa para acomodar o movimento térmico é computar a alteração exata no comprimento linear do sistema de tubulação em relação à distância de interesse, junto com um fator de segurança adequado. A expansão real de comprimentos de tubo de 100 pés foi computada a temperaturas diferentes para os materiais de tubos mais comuns (aço carbono, aço inoxidável e cobre) e os resultados são apresentados na tabela 1. Esses valores não devem ser aplicados a tubos de outros materiais, pois haverá variação. Os coeficientes de expansão podem variar 5% ou mais quando obtidos de fontes diferentes e isso deve ser levado em consideração. Veja a seguir um exemplo que ilustra o uso da tabela 1:

Dados: Tubo de aço carbono com 240 pés de comprimento  
 Temperatura operacional máxima = 220°F/104°C  
 Temperatura operacional mínima = 40°F/4°C  
 Temperatura no momento da instalação = 80°F/26°C

Nota: Para assegurar a máxima duração do serviço pretendido, a seleção do anel de vedação adequado é essencial. Consulte sempre o mais novo Guia de Seleção de Anéis de Vedação da Victaulic para obter recomendações.

Cálculo: Da Tabela 1, expansão do tubo de aço carbono  
 220°F/104°C 1,680" por 100 pés de tubo de aço carbono  
 40°F/4°C 0,300" por 100 pés de tubo de aço carbono  
 Diferença: 1,380" por 100 pés de tubo de aço carbono para temperaturas de 40°F a 220°F

Portanto, 240' de tubo =  $\frac{240}{100} \times 1,380 = 3,312''$

Deve-se aplicar um fator de segurança adequado a esse movimento de 3,312", variando conforme determinação do projetista do sistema, para incluir eventuais erros na previsão de extremos operacionais, etc. Estes exemplos foram calculados sem a aplicação de fatores de segurança.

Para determinar o posicionamento da junta de expansão no momento da instalação:

Instalação em condição fria (80°F a 40°F)

80°F/26°C 0,580" por 100 pés

40°F/4°C 0,300" por 100 pés

Diferença: 0,280" por 100 pés ou 0,672" por 240 pés

Instalação em condição quente (80°F a 220°F)

220°F/104°C 1,680" por 100 pés

80°F/26°C 0,580" por 100 pés

Diferença: 1,100" por 100 pés ou 2,640" por 240 pés

Portanto, a junta de expansão deve ser ajustada pelo menos com a capacidade de permitir 0,672" de contração de tubo e pelo menos 2,640" de expansão de tubo quando instalada a 80°F/26°C.

TABELA 1

Temp.	Expansão térmica do tubo Pol. por 100 pés. mm por 100 metros			Temp.	Expansão térmica do tubo Pol. por 100 pés. mm por 100 metros		
	Aço carbono	Cobre	Aço Inox		Aço carbono	Cobre	Aço Inox
-40	-0,288	-0,421	-0,461	180	1,360	2,051	2,074
-40	-24,0	-35,1	-38,4	82	113,2	170,9	172,9
-20	-0,145	-0,210	-0,230	200	1,520	2,296	2,304
-28	-12,1	-17,4	-19,0	93	126,6	191,3	191,9
0	0	0	0	212	1,610	2,428	2,442
-17	0	0	0	100	134,2	202,4	203,4
20	0,148	0,238	0,230	220	1,680	2,516	2,534
-6	12,5	19,7	19,0	104	140,1	209,7	211,3
32	0,230	0,366	0,369	230	1,760	2,636	2,650
0	19,0	30,5	30,8	110	146,7	219,8	220,8
40	0,300	0,451	0,461	260	2,020	—	—
4	24,9	37,7	38,4	126	168,3	—	—
60	0,448	0,684	0,691	280	2,180	—	—
15	37,4	57,1	57,7	137	181,8	—	—
80	0,580	0,896	0,922	300	2,350	—	—
26	48,2	74,8	76,8	148	195,9	—	—
100	0,753	1,134	1,152	320	2,530	—	—
37	62,7	94,5	96,1	160	211,0	—	—
120	0,910	1,366	1,382	340	2,700	—	—
48	75,8	113,9	115,2	171	225,1	—	—
140	1,064	1,590	1,613	350	2,790	—	—
60	88,6	132,6	134,5	176	232,6	—	—
160	1,200	1,804	1,843				
71	100,1	150,3	153,6				

OBRA/PROPRIETÁRIO

Nº. Sistema \_\_\_\_\_

Local \_\_\_\_\_

EMPREITEIRA

Enviado por \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

ENGENHEIRO

Seção Espec. \_\_\_\_\_ Parágr. \_\_\_\_\_

Aprovado \_\_\_\_\_

Data \_\_\_\_\_

## Calculando e acomodando a expansão térmica da tubulação

### ACOMODANDO A EXPANSÃO TÉRMICA DO TUBO

A Victaulic oferece ao projetista métodos básicos de acomodar o movimento do tubo decorrente de contração e/ou expansão.

- 1 Junta de expansão Victaulic Modelo 150 Mover®
- 2 Sistema de flutuação livre
- 3 Acoplamentos ranhurados flexíveis Victaulic utilizando sua capacidade de deflexão e movimento linear.
- 4 Loops de expansão utilizando acoplamentos e conexões flexíveis Victaulic.

Estes dispositivos oferecem soluções econômicas e atraentes para problemas de movimentos térmicos. As seções a seguir fornecem informações dos produtos e sugestões que mostram as vantagens mecânicas do método de tubulação ranhurada. **Como é impossível prever todos os projetos de sistemas, essas sugestões não devem ser consideradas recomendações de um sistema específico.**

#### 1 Junta de expansão Victaulic Modelo 150 Mover®

A junta de expansão Victaulic Modelo 150 Mover é uma junta de expansão tipo deslizante que pode oferecer um movimento axial de até 3"/76 mm, acomodando expansão e/ou contração dos tubos. (Consulte O9.04)

Como em qualquer tipo de junta de expansão, o projetista deve se precaver para o caso de condições prejudiciais que não possam ser acomodadas por esses dispositivos, como temperaturas ou pressões fora da faixa recomendada para o produto ou movimentos que ultrapassem a capacidade do produto.

Para uma operação apropriada da junta de expansão, o sistema de tubulação deve ser dividido em seções de expansão/contração separadas com suportes, guias e ancoragens adequados para direcionar o movimento axial dos tubos.

As ancoragens podem ser classificadas como principais ou intermediárias para a finalidade de análise de forças. As ancoragens principais são instaladas nos pontos terminais, principais ramificações ou alterações de direção da tubulação. As forças que atuam sobre uma ancoragem principal são provenientes do impulso de pressão, do fluxo de velocidade e da fricção de guias de alinhamento e dispositivos de suporte do peso.

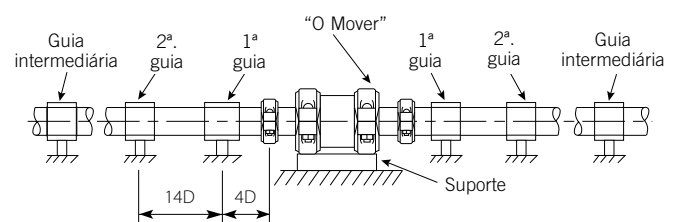
As ancoragens intermediárias são instaladas em trechos longos para dividi-los em seções de expansão menores que facilitam o uso de juntas de expansão menos complexas. A força atuando na ancoragem intermediária é proveniente da fricção nas guias, do peso de suportes e suspensores e da força de ativação necessária para comprimir ou expandir uma junta de expansão.

As guias de alinhamento dos tubos são essenciais para garantir o movimento axial da junta de expansão. Sempre que possível, a junta de expansão deve ser instalada ao lado de uma ancoragem, em até quatro (4) diâmetros de tubo. A primeira e a segunda guias de alinhamento no lado oposto da junta de expansão devem ser instaladas a uma distância máxima de quatro (4) e quatorze (14) diâmetros de tubo, respectivamente. Podem ser necessárias guias intermediárias adicionais em todo o sistema para alinhamento dos tubos. Se a junta de expansão não puder ser instalada próxima da ancoragem, instale guias em ambos os lados da unidade, conforme mencionado.

OS DADOS FORNECIDOS SERVEM DE DADOS AUXILIARES PARA PROJETISTAS QUALIFICADOS QUANDO OS PRODUTOS SÃO INSTALADOS DE ACORDO COM AS ÚLTIMAS INFORMAÇÕES DISPONÍVEIS PARA OS PRODUTOS VICTAULIC.

TABELA 2

ESPAÇAMENTO RECOMENDADO PARA GUIAS DE ALINHAMENTO DOS TUBOS			
Tamanho do tubo		Distância máxima até a 1ª guia ou ancoragem Polegadas/mm	Distância aproximada entre 1ª e 2ª guia Polegadas/mm
Tamanho nominal Polegadas/mm	Diâmetro externo real Polegadas/mm		
1	1,315	4"	1' – 4"
25	33,7	101,6	406,4
1 ¼	1,660	5"	1' – 5"
32	42,4	127,0	431,8
1 ½	1,900	6"	1' – 9"
40	48,3	152,4	533,4
2	2,375	8"	2' – 4"
50	60,3	203,2	711,2
2 ½	2,875	10"	2' – 11"
65	73,0	254,0	889,0
3	3,500	1' – 0"	3' – 6"
80	88,9	304,8	1066,8
3 ½	4,000	1' – 2"	4' – 1"
90	101,6	355,6	1244,6
4	4,500	1' – 4"	4' – 8"
100	114,3	406,4	1422,4
5	5,563	1' – 8"	5' – 8"
125	141,3	508,0	1727,2
6	6,625	2' – 0"	7' – 0"
150	168,3	609,6	2133,6
8	8,625	2' – 8"	9' – 4"
200	219,1	812,8	2844,8
10	10,750	3' – 4"	11' – 8"
250	273,0	1016,0	3556,0
12	12,750	4' – 0"	14' – 0"
300	323,9	1219,2	4267,2
14	14,000	4' – 8"	16' – 4"
350	355,6	1422,4	4978,4
16	16,000	5' – 4"	18' – 8"
400	406,4	1625,6	5689,6
18	18,000	6' – 0"	21' – 0"
450	457,0	1828,8	6400,8
20	20,000	6' – 8"	23' – 4"
500	508,0	2032,0	7112,0
24	24,000	8' – 0"	28' – 0"
600	610,0	2438,4	8534,4



Além disso, quando aplicações de grande comprimento e baixa pressão exigirem poucas guias de alinhamento intermediárias, o peso do tubo, incluindo seu conteúdo líquido, deve ser devidamente suportado. Os espaçamentos recomendados são mostrados no Manual de Bolso Victaulic I-100 e na Seção 26.01 de dados de projeto do Catálogo Geral.

# Calculando e acomodando a expansão térmica da tubulação

A Figura 1 ilustra uma aplicação típica de juntas de expansão, ancoragens e guias.

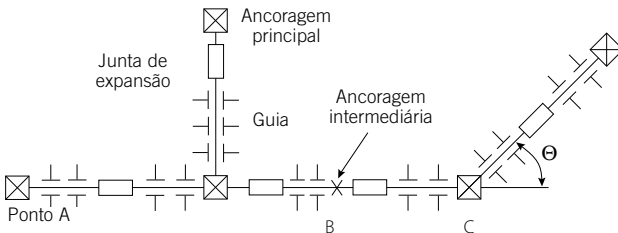


FIGURA 1

Quando instalado, o “Mover” pode oferecer compensação para 3”/76 mm de movimento axial do tubo. Esse movimento pode ser ajustado para compensar a expansão/contração do tubo ou alguma combinação, conforme as necessidades do sistema. Além disso, o movimento causado pela instalação a uma temperatura diferente da temperatura operacional mínima ou máxima deve ser considerado ajustando-se o comprimento instalado da junta de expansão.

As forças de ativação necessárias para comprimir inteiramente as juntas de expansão Victaulic são equivalentes às forças necessárias para superar uma pressão interna de aproximadamente 15 psi/103 kPa. As forças necessárias serão semelhantes tanto para a junta de expansão Modelo 150 Mover quanto para a junta de expansão Modelo 155 e encontram-se registradas por tamanho na Tabela 3.

Em tamanhos de tubos em que o Mover não está disponível, a Victaulic oferece as juntas de expansão Modelo 155. Essas juntas de expansão são uma combinação de acoplamentos e niples curtos, unidos em tandem para oferecer maior expansão. Os niples são ranhurados com precisão para oferecer o máximo de tolerância linear a cada junta. As unidades padrão são preparadas com acoplamentos Modelo 77 ou Modelo 75 e são montadas com niples na posição totalmente aberta para total expansão. Além disso, as unidades padrão oferecem até 1,88”/47,752 mm (tamanhos de ¾ – 3”/20 – 80 mm) ou 1,75”/44,45 mm (tamanhos de 4 – 24”/100 – 600 mm) de movimento axial. Para obter juntas de expansão Modelo 155 com mais ou menos capacidade de movimento axial, basta adicionar ou remover unidades de acoplamento ou niple. Para serviços de contração, as unidades são totalmente comprimidas. Quando são necessárias tolerâncias de expansão e contração, o espaçamento será ajustado proporcionalmente à temperatura da instalação e aos extremos de temperatura (de acordo com as especificações do cliente).

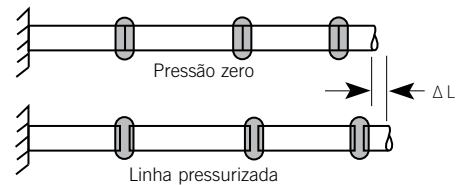
As juntas de expansão Victaulic Modelo 155 podem ser usadas como conectores flexíveis; **no entanto**, não fornecerão simultaneamente expansão total e deflexão total. As juntas de expansão instaladas horizontalmente exigem suporte independente para evitar deflexão, o que reduzirá a expansão disponível.

TABELA 3

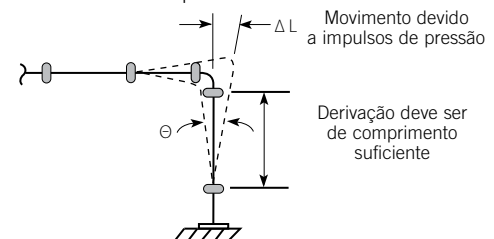
Tamanho do tubo		Força de ativação	Tamanho do tubo		Força de ativação
Tamanho nominal Polegadas/mm	Diâmetro externo real Polegadas/mm	Lbs. N	Tamanho nominal Polegadas/mm	Diâmetro externo real Polegadas/mm	Lbs. N
1	1,315	20	10	10,750	1365
25	33,7	89	250	273,0	6074
1 ½	1,900	45	12	12,750	1915
40	48,3	200	300	323,9	8522
2	2,375	70	14	14,000	2310
50	60,3	312	350	355,6	10280
3	3,500	145	16	16,000	3015
80	88,9	645	400	406,4	13417
4	4,500	240	18	18,000	3820
100	114,3	1068	450	457,0	16999
6	6,625	520	20	20,000	4715
150	168,3	2314	500	508,0	20982
8	8,625	880	24	24,000	6785
200	219,1	3916	600	610,0	30193

## 2 Sistema de flutuação livre

Os sistemas de flutuação livre são sistemas de tubulação que podem se expandir/contrair termicamente sem o uso de juntas de expansão, desde que esse movimento não cause tensões de momento de curvatura nas conexões de ramificação nem seja prejudicial para juntas e mudanças de direção nem para peças das estruturas ou outros equipamentos. Isso pode ser obtido com a instalação aleatória de juntas ou, se desejável, a instalação de guias para controlar a direção do movimento. Os efeitos dos impulsos de pressão devem ser considerados quando forem utilizados acoplamentos ranhurados flexíveis, pois o tubo será movimentado por toda a extensão dos vãos disponíveis nas extremidades dos tubos quando puder flutuar.



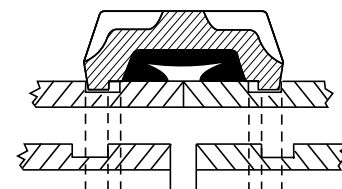
Certifique-se de que as conexões de ramificação e derivações sejam longas o bastante de modo que a deflexão angular máxima do acoplamento (apresentada em Dados de Desempenho para cada modelo de acoplamento) nunca seja ultrapassada e que possa acomodar o movimento total previsto dos tubos. Caso contrário, ancore o sistema e direcione os movimentos. Assegure-se também de que os tubos adjacentes possam se movimentar livremente, permitindo os movimentos previstos.



## 3 Acoplamentos ranhurados flexíveis Victaulic utilizando sua capacidade de deflexão e movimento linear

Ao projetar tubulações unidas com acoplamentos mecânicos flexíveis do tipo ranhurado, é necessário considerar-se certas características desses acoplamentos. Essas características distinguem acoplamentos flexíveis ranhurados de outros tipos e métodos de união de tubos. Quando isso é entendido, o projetista pode utilizar as diversas vantagens oferecidas por esses acoplamentos.

O movimento linear disponível em juntas ranhuradas flexíveis é publicado nos dados de desempenho para cada estilo de acoplamento Victaulic. Esses valores são MÁXIMOS. Para fins ilustrativos e de projeto, esses valores devem ser reduzidos utilizando-se os fatores a seguir, que levam em conta as tolerâncias das ranhuras dos tubos.



TOLERÂNCIA DE MOVIMENTO LINEAR

¾ – 3 ½”/20 – 90 mm – Reduzir os valores publicados em 50%

4”/100 mm e maior – Reduzir os valores publicados em 25%

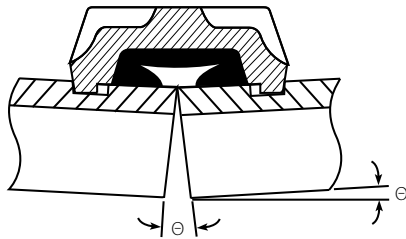
O tubo padrão ranhurado por laminação fornecerá metade da capacidade de expansão/contração ou deflexão do tubo padrão ranhurado por corte de mesmo tamanho.

## Calculando e acomodando a expansão térmica da tubulação

Quando se exige movimento linear completo, a junta de expansão Victaulic Modelo 155 pode ser utilizada com niples especiais ranhurados com precisão. Consulte a Seção 09.05 para obter informações adicionais.

A deflexão angular disponível em juntas ranhuradas flexíveis é publicada nos Dados de Desempenho de cada modelo de acoplamento Victaulic. Esses valores são MÁXIMOS. Para fins ilustrativos e de projeto, esses valores devem ser reduzidos utilizando-se os fatores a seguir, que levam em conta as tolerâncias das ranhuras dos tubos.

$\Theta$  = Deflexão angular máxima entre linhas de centro, conforme mostram os Dados de Desempenho.



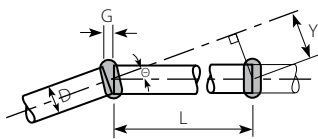
### TOLERÂNCIA DO MOVIMENTO ANGULAR

¾ – 3 ½"/20 – 90 mm – Reduzir os valores publicados em 50%

4"/100 mm e maior – Reduzir os valores publicados em 25%

O tubo padrão ranhurado por corte fornecerá o dobro da capacidade de expansão/contração ou deflexão do tubo padrão ranhurado por laminação de mesmo tamanho.

A deflexão angular disponível em uma junta ranhurada flexível Victaulic é útil para simplificar e acelerar a instalação.



$$Y = L \sin \Theta$$

$$\Theta = \sin^{-1} \frac{G}{D}$$

$$Y = \frac{G \times L}{D}$$

Y = Desalinhamento (pol.)

G = Movimento de extremidade do tubo máximo permitido (pol.) mostrado nos dados de desempenho (valor publicado a ser reduzido aplicando-se a Tolerância do Projeto)

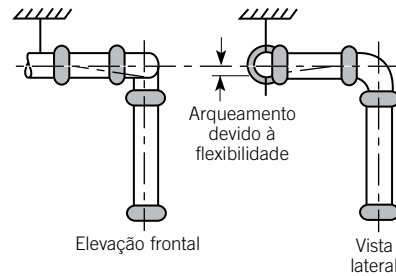
$\Theta$  = Deflexão máxima (graus) a partir da linha de centro mostrada nos dados de desempenho (valor publicado a ser reduzido aplicando-se a Tolerância do Projeto)

D = Diâmetro externo do tubo (pol.)

L = Comprimento do tubo (pol.)

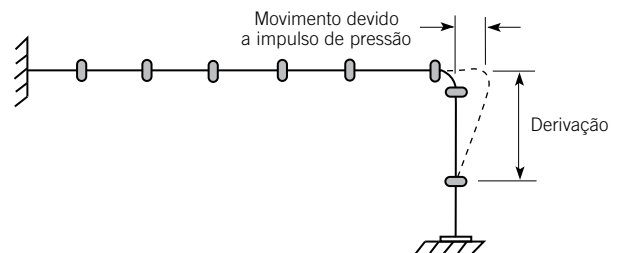
**NOTA:** Juntas totalmente flexionadas não podem mais oferecer movimento linear. Juntas parcialmente flexionadas fornecerão algum movimento linear.

Os acoplamentos ranhurados flexíveis permitem maior flexibilidade angular e movimento giratório nas juntas. Essas características oferecem vantagens na instalação e no desenvolvimento de sistemas de tubulação, mas devem ser consideradas na hora de determinar o espaçamento dos suportes e suspensores.



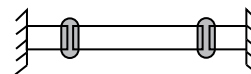
Conforme ilustrado acima, é óbvio que este sistema exigiria mais suspensores (ou o uso de acoplamentos rígidos Zero-Flex®) para eliminar o decaimento dos tubos. A posição dos suspensores deve ser considerada em relação ao movimento angular e rotacional que ocorrerá nas juntas.

Os acoplamentos flexíveis permitem movimento linear, portanto, deve-se levar em conta os impulsos de pressão que permitiriam que as extremidades dos tubos se movessem até a extensão máxima permitida pelo acoplamento, o que se acumularia na extremidade do sistema, caso as juntas tivessem sido instaladas unidas ou apenas parcialmente abertas quando pressurizadas.

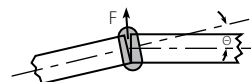


As derivações precisam ser capazes de se flexionar o bastante para evitar momentos de curvatura prejudiciais, que seriam induzidos nas juntas da derivação. Observe que, se os tubos se expandissem devido a variações térmicas, também ocorreria maior expansão dos tubos nas extremidades.

A deflexão angular em juntas unidas ou totalmente espaçadas não é possível, a menos que as extremidades dos tubos possam encurtar e expandir conforme a necessidade.

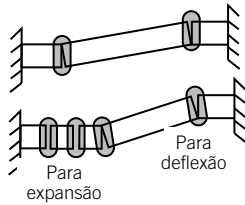


Juntas flexionadas e sem restrições serão retificadas sob a ação de impulsos de pressão axiais ou outras forças que atuem para afastar os tubos. Se as juntas devem ser mantidas flexionadas, as linhas precisam ser ancoradas para restringir impulsos de pressão e forças de tração das extremidades, caso contrário, deverá ser exercida uma força lateral suficiente para manter a junta flexionada.



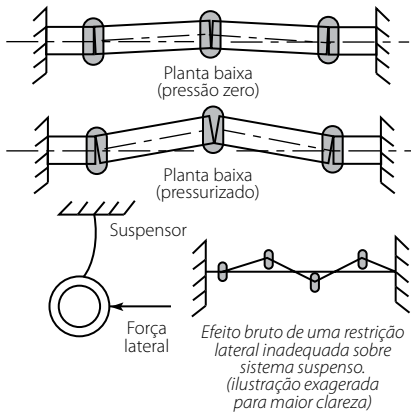
As forças laterais (F) sempre atuarão sobre juntas flexionadas devido à pressão interna. Uma junta totalmente flexionada não poderá mais fornecer o movimento linear completo normalmente disponível na junta.

# Calculando e acomodando a expansão térmica da tubulação

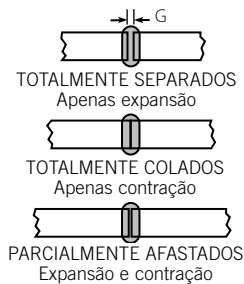


O método de tubulação ranhurada não permitirá movimento linear máximo e movimento angular máximo simultaneamente na mesma junta. Se ambos são esperados simultaneamente, os sistemas devem ser projetados com juntas suficientes para acomodar ambos, incluindo previsão para as tolerâncias recomendadas.

No caso de sistemas ancorados, em que os impulsos de pressão não atuam para manter as juntas sob tensão, ou em sistemas em que as juntas foram intencionalmente flexionadas (por exemplo, curvas), forneça restrição lateral para evitar o movimento dos tubos devido a impulsos de pressão atuando em deflexões. Suspensores leves não são adequados para evitar o movimento lateral dos tubos. Deve-se prever que ocorrerão pequenas deflexões em todas as linhas retas e serão exercidos impulsos laterais sobre as juntas.

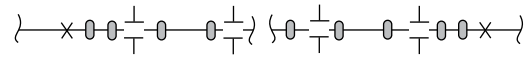


Os acoplamentos flexíveis não levam em conta automaticamente a expansão ou contração da tubulação. Sempre considere o melhor ajuste para tubos e vãos. Em sistemas ancorados, os vãos devem ser ajustados para incluir combinações de expansão e contração. Em sistemas de flutuação livre, deve-se usar derivações de comprimento suficiente para acomodar o movimento sem deflexão excessiva das juntas.



Certifique-se de que a ancoragem e o suporte sejam adequados. Use ancoragens para proteger o sistema de modificações críticas na direção, nas conexões de ramificação e na estrutura. O espaçamento e os tipos de suporte devem ser considerados para acomodar os movimentos previstos para os tubos. (Consulte Manual de Bolso Victaulic I-100 – ou a Seção 26.01 do Catálogo Geral para obter o espaçamento sugerido para os suspensores.)

O movimento em sistemas de tubulação devido a modificações térmicas pode ser acomodado com o método de tubulação ranhurada. Será preciso disponibilizar juntas flexíveis suficientes para acomodar o movimento previsto, incluindo a tolerância do movimento. Se o movimento previsto for maior do que o fornecido pelo número total de juntas no sistema, deve-se usar uma expansão adicional na forma de junta de expansão Victaulic Modelo 150 Mover ou Modelo 155 (Consulte a Seção 09.04 ou 09.05).



**EXEMPLO:** Sistema de tubulação reta com 400"/122 m de compr.; comprimentos aleatórios de 20"/6 m; 6"/150 mm; instalado a 60°F/16°C (também temperatura operacional mais baixa); temperatura operacional máxima de 180°F/82°C. Tabelas de expansão padrão mostram que este sistema fornecerá um movimento previsto total de 3,7"/94 mm. (Consulte a Seção 26.02).

20	Juntas entre pontos de ancoragem
X ¼"	Movimento por acoplamento (Dados de desempenho do Modelo 77 ranhurado por corte)
5"	Movimento disponível
- 25%	Tolerância do movimento
3,75"	

No exemplo acima, seria possível usar os acoplamentos rígidos Modelo 07 Zero-Flex e o requisito de expansão e/ou contração poderia ser atendido com acoplamentos flexíveis adicionais e/ou juntas de expansão Modelo 150, 155, conforme a necessidade.

## 4 Loops de expansão utilizando acoplamentos e conexões flexíveis Victaulic

A Victaulic oferece ao projetista a vantagem de utilizar acoplamentos e conexões flexíveis Victaulic em loops de expansão sem gerar tensão nos tubos, cotovelos ou juntas. A capacidade de deflexão dos acoplamentos flexíveis permite que a expansão/contração térmica seja absorvida dentro dos acoplamentos nos cotovelos enquanto as forças térmicas causam deflexão. Além disso, é importante que não se utilize acoplamentos rígidos (Victaulic Modelo 07, HP-70) nos loops de expansão, já que esses acoplamentos não são projetados para acomodar deflexão angular.

Um total de oito (8) acoplamentos flexíveis Victaulic, quatro (4) cotovelos de 90° ranhurados e três (3) luvas são necessários para realizar cada loop de expansão. A orientação é mostrada na Figura A. À medida que as temperaturas do sistema abaixam e a extensão de tubo se contrai (ver Figura B), o loop se expande e a capacidade de deflexão dos acoplamentos acomoda esse movimento. Com o aumento das temperaturas do sistema (ver Figura C), ocorre o efeito oposto, já que a extensão de tubo se expande e o loop se contrai com os acoplamentos acomodando a deflexão na direção oposta.

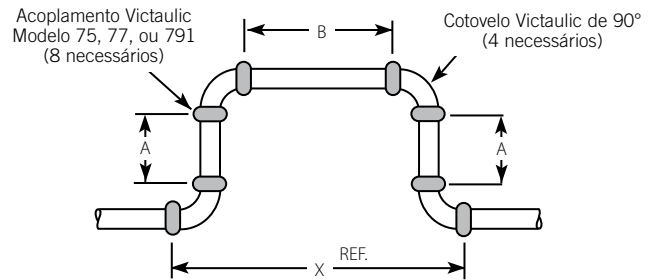


FIGURA A  
Loop de expansão

## Calculando e acomodando a expansão térmica da tubulação

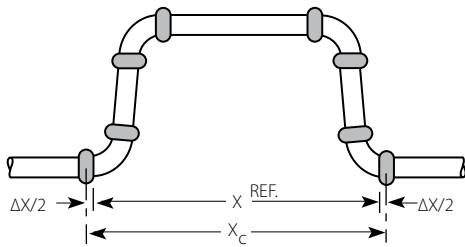


FIGURA B

Contração térmica

Tubulação encolhe – Loop expande

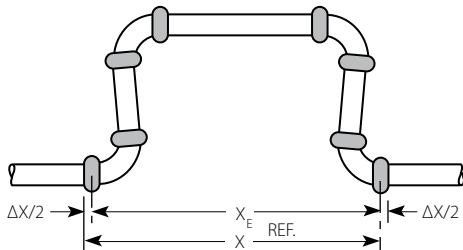


FIGURA C

Expansão térmica

Tubulação cresce para dentro do loop – Loop se contrai

A quantidade de expansão/contração térmica,  $\Delta X$ , deve ser determinada pelo projetista do sistema com base na extensão do tubo entre ancoragens e nas variações de temperatura previstas a partir da temperatura de instalação (ver detalhes na tabela 1). A deflexão angular disponível em cada acoplamento é uma característica de projeto inerente ao tamanho e modelo do acoplamento e ao tipo de ranhura (por corte ou laminação). O comprimento das ramificações perpendiculares do loop (Dimensão A) é determinado pela quantidade de expansão/ contração de tubulação esperada ( $\Delta X$ ) e pela deflexão disponível por junta. A Dimensão A deve ser a mesma em ambos os lados do loop. O comprimento da ramificação paralela do loop de expansão (Dimensão B) é determinado por  $\Delta X$  e deve ser longo o bastante para evitar que os cotovelos na extensão do tubo se toquem durante a expansão térmica. É recomendável que a Dimensão B seja pelo menos 2"/50,8 mm maior do que  $\Delta X$ .

O projetista pode utilizar as Figuras D e E intituladas “Projeto de loop de expansão utilizando acoplamentos flexíveis e conexões Victaulic” para auxiliar no projeto da expansão. Esses loops incorporam todas as informações de projeto para cada tamanho de acoplamento flexível Victaulic, incluindo a tolerância de movimento angular como mostra a Seção 3. O tamanho nominal do tubo e a expansão térmica ( $\Delta X$ ) do projeto ou o comprimento das ramificações perpendiculares (A) devem ser conhecidos e o outro pode ser determinado.

É essencial para um loop de expansão de funcionamento adequado que ele seja instalado sem qualquer deflexão de acoplamento e que a tubulação seja ancorada e guiada corretamente. Sempre que possível, o loop de expansão deve ser instalado ao lado de uma ancoragem, em até quatro (4) diâmetros de tubo. A primeira e a segunda guias de alinhamento no lado oposto do loop de expansão devem ser instaladas a uma distância máxima de quatro (4) e quatorze (14) diâmetros de tubo, respectivamente. Podem ser necessárias guias intermediárias adicionais em todo o sistema para alinhamento dos tubos. Se o loop de expansão não puder ser instalado próximo da ancoragem, instale guias em ambos os lados da unidade, conforme mencionado.

**Exemplo:** Utilizando os parâmetros estabelecidos no exemplo da seção anterior, tubo com tamanho nominal de 6"/150 mm e 3,75"/95,2 mm de movimento total previsto, consulte as Figuras D e E para determinar o comprimento de ramificações de loop perpendicular para tubos ranhurados por corte e laminação.

$\Delta X = 3,75"/95,2$  mm

Tamanho nominal do tubo = 6"/150 mm

Para tubo ranhurado por corte (Figura D)

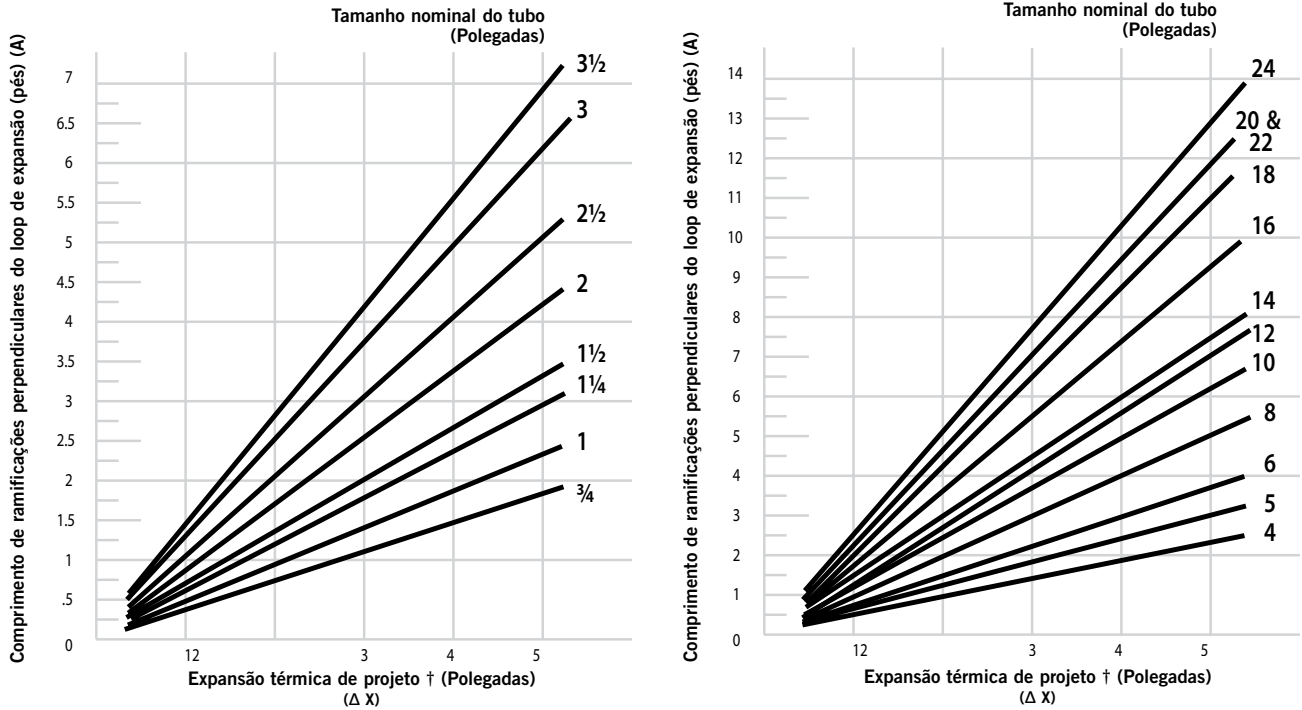
A = 2,7"/0,82 m mínimo

Para tubo ranhurado por laminação (Figura E)

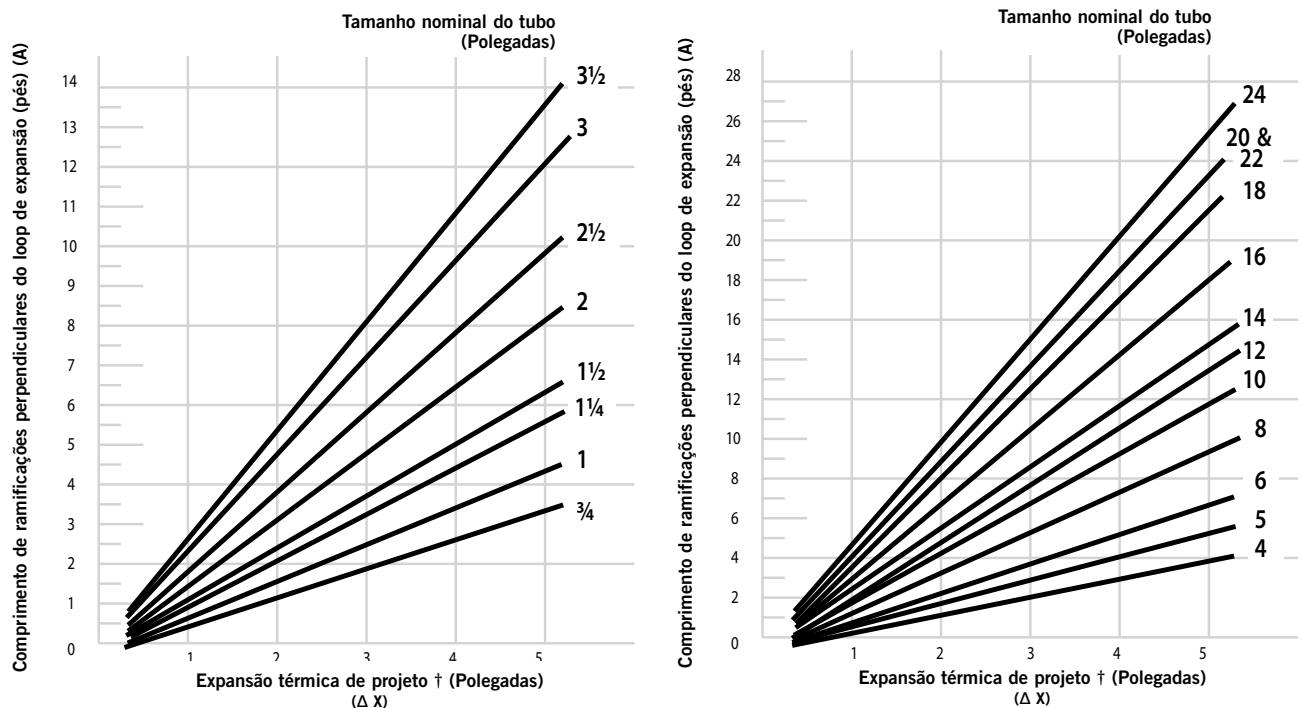
A = 5,4"/1,65 m mínimo

# Calculando e acomodando a expansão térmica da tubulação

**FIGURA D**  
**PROJETO DE LOOP DE EXPANSÃO UTILIZANDO ACOPLAMENTOS FLEXÍVEIS E CONEXÕES VICTAULIC\***  
**TUBO VICTAULIC RANHURADO POR CORTE**



**FIGURA E**  
**PROJETO DE LOOP DE EXPANSÃO UTILIZANDO ACOPLAMENTOS FLEXÍVEIS E CONEXÕES VICTAULIC\***  
**TUBO VICTAULIC RANHURADO POR LAMINAÇÃO**



\* Baseado em tubo ranhurado de acordo com especificações Victaulic.

† As válvulas incluem tolerâncias de projeto: 50% de redução para tamanhos abaixo de 4"/25% de redução para tamanhos de 4" ou maiores.

## Calculando e acomodando a expansão térmica da tubulação

Para fornecer um loop de expansão para o sistema descrito, as duas ramificações devem ter um mínimo de 2,7"/0,82 m e 5,4"/1,65 m de comprimento para tubo ranhurado por corte e laminação, respectivamente. A ramificação paralela do loop de expansão deve ser pelo menos 2"/50,8 mm maior que  $\Delta X$ .

$$B = \Delta X + 2$$

$$B = 3,75" + 2" = 5,75" \text{ mínimo } (95 \text{ mm} + 54 = 4845 \text{ mm})$$

Nesse caso, um niple adaptador padrão Victaulic N°. 43 ranhurado x ranhurado com uma dimensão de 6"/152,4 mm ponta a ponta pode ser utilizado como ramificação paralela para tubo ranhurado por corte ou por laminação.

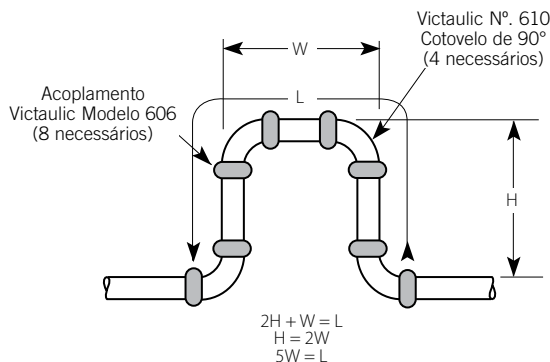
### 5 Loops de expansão para unir tubos de cobre com produtos de conexão de cobre da Victaulic

Os loops de expansão ou curvas em "U" são usados com frequência para acomodar a expansão e/ou a contração de linhas de tubos devido a variações térmicas. Os tubos de cobre, como ocorre com todos os materiais de tubulação, se expandem e se contraem com essas mudanças de temperatura. A Tabela 1 na Seção 26.02 mostra a expansão real de comprimentos de tubo de 100'/30,5 m para uma tubulação de cobre. Os cálculos da expansão/contração esperada podem ser obtidos a partir do exemplo mostrado em 26.02.

O comprimento necessário do loop de expansão da tubulação de cobre pode ser calculado a partir das seguintes fórmulas (1) (2):

$$L = \sqrt{\frac{3 E D e}{S}}$$

L = Comprimento do loop, em pol., como mostra a figura abaixo:



E = módulo de elasticidade de cobre em psi = 15.600.000 psi / 107 546 400 kPa

S = tensão permissível do material em flexão, em psi = 6000 psi / 41 364 kPa

D = diâmetro externo da tubulação de cobre em polegadas

e = quantidade de expansão a ser absorvida, em polegadas

Simplificando a fórmula:

$$L = 88.32 \sqrt{De}$$

Comprimentos de loop calculados para várias expansões são mostrados na tabela abaixo:

TABELA 4

Comprimento de loop "L," Pol./mm para tamanhos de tubo mostrados					
Expansion Polegadas/mm	2 ½ 63.5	3 76.2	4 101.6	5 127.0	6 152.4
½ 12,7	102 2590,8	111 2819,4	127 3225,8	142 3606,8	155 3937,0
1 25,4	144 3657,6	157 3987,8	180 4572,0	200 5080,0	219 5562,6
1 ½ 38,1	176 4470,4	192 4876,8	220 5588,0	245 6223,0	268 6807,2
2 50,8	203 5156,2	221 5613,4	254 6451,6	283 7188,2	310 7874,0
2 ½ 63,5	227 5765,8	247 6273,8	284 7213,6	317 8051,8	346 8788,4
3 76,2	248 6299,2	271 6883,4	311 7899,4	347 8813,8	379 9626,6

**NOTA:** O loop de expansão deve estar localizado entre duas ancoragens e o tubo deve ser guiado de modo a direcionar o movimento para dentro do loop.

#### Referências:

- (1) Copper/Brass/Bronze Product Handbook, Copper Development
- (2) Livro de referência sobre cobre e ligas de cobre da American Society for Metals.

#### GARANTIA

Consulte a seção Garantia da Lista de Preços atual ou contate a Victaulic para obter detalhes.

#### NOTA

Este produto deve ser fabricado pela Victaulic ou segundo especificações da mesma. Todos os produtos devem ser instalados de acordo com as instruções de instalação/montagem atuais da Victaulic. A Victaulic se reserva o direito de alterar especificações, projetos e equipamentos padrão do produto sem aviso prévio e sem incorrer em obrigações.

Para informações de contato completas, visite [www.victaulic.com](http://www.victaulic.com)

26.02-PORB 1554 REV C ATUALIZADO 7/1998

VICTAULIC É UMA MARCA REGISTRADA DA VICTAULIC COMPANY. © 2013 VICTAULIC COMPANY. TODOS OS DIREITOS RESERVADOS.

26.02-PORB

