

AULA 2

Volume I do Livro Texto

CONTEÚDO:

- *Capítulo 3*

Meios de Ligação de Tubos.

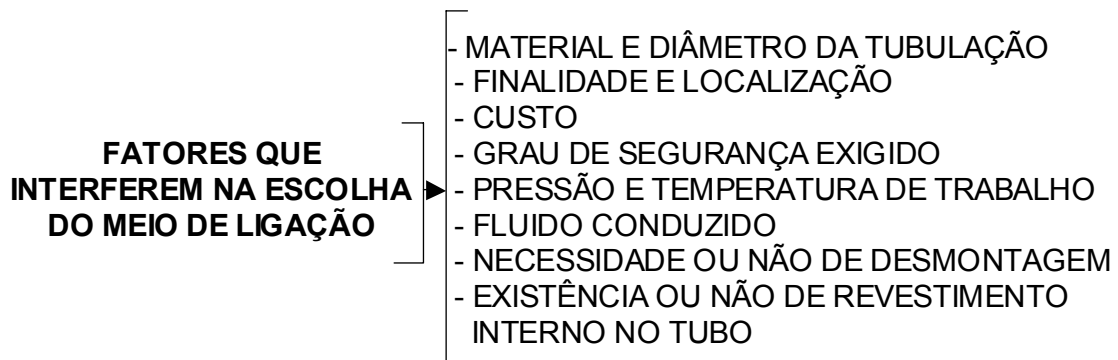
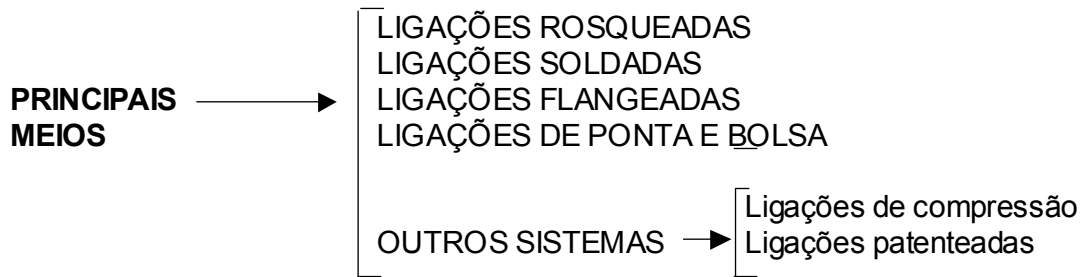
- *Capítulo 5*

Conexões de Tubulação.

- *Capítulo 6*

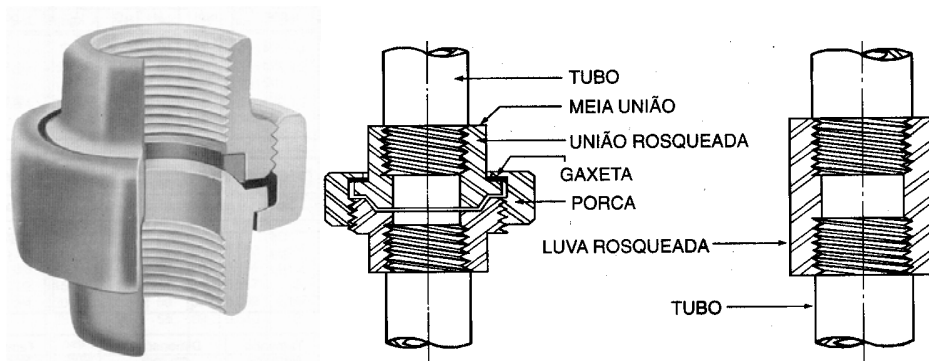
Juntas de Expansão

MEIOS DE LIGAÇÃO DE TUBOS



LIGAÇÕES ROSQUEADAS

SÃO LIGAÇÕES DE BAIXO CUSTO E DE FÁCIL EXECUÇÃO UTILIZADAS EM PEQUENOS DIÂMETROS (Até 2")



LIGAÇÕES SOLDADAS

PRINCIPAIS VANTAGENS

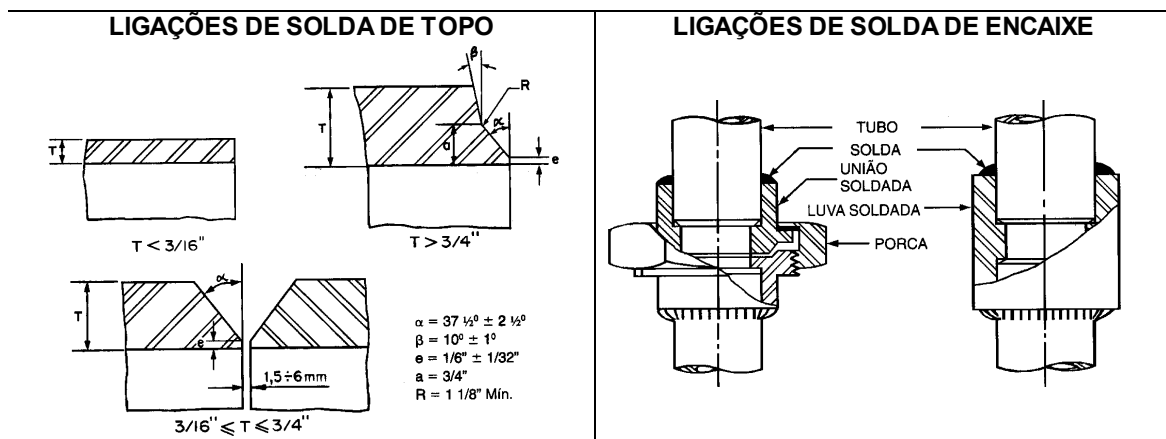
- BOA RESISTÊNCIA MECÂNICA
- ESTANQUEIDADE PERFEITA E PERMANENTE
- BOA APARÊNCIA
- FACILIDADE PARA APLICAÇÃO DE ISOLAMENTO TÉRMICO E DE PINTURA
- NENHUMA NECESSIDADE DE MANUTENÇÃO

PRINCIPAIS DESVANTAGENS

- DIFICULDADE DE DESMONTAGEM
- EXIGE MÃO DE OBRA ESPECIALIZADA

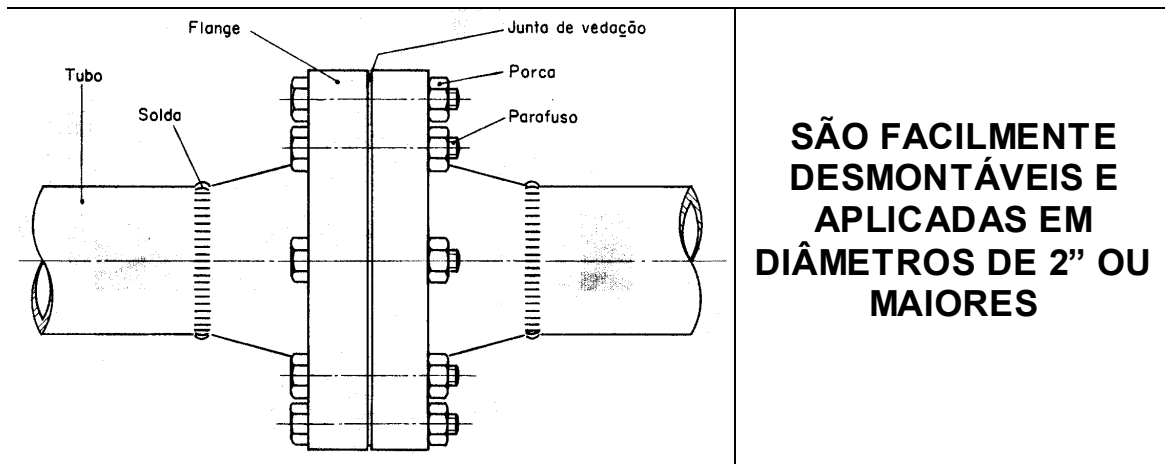
SOLDA DE TOPO – PARA DIÂMETROS DE 2" OU MAIORES

SOLDA DE ENCAIXE (soquete) – PARA DIÂMETROS DE ATÉ 1 1/2"



A NORMA ANSI/ASME B 31.3 CONTÉM INUMERAS RECOMENDAÇÕES SOBRE SOLDAGEM DOS TUBOS, INCLUINDO SEQUÊNCIA DE SOLDAGEM, TRATAMENTOS TÉRMICOS, QUALIFICAÇÃO DE SOLDADORES, TESTES DE INSPEÇÃO E ACEITAÇÃO ETC..

LIGAÇÕES FLANGEADAS

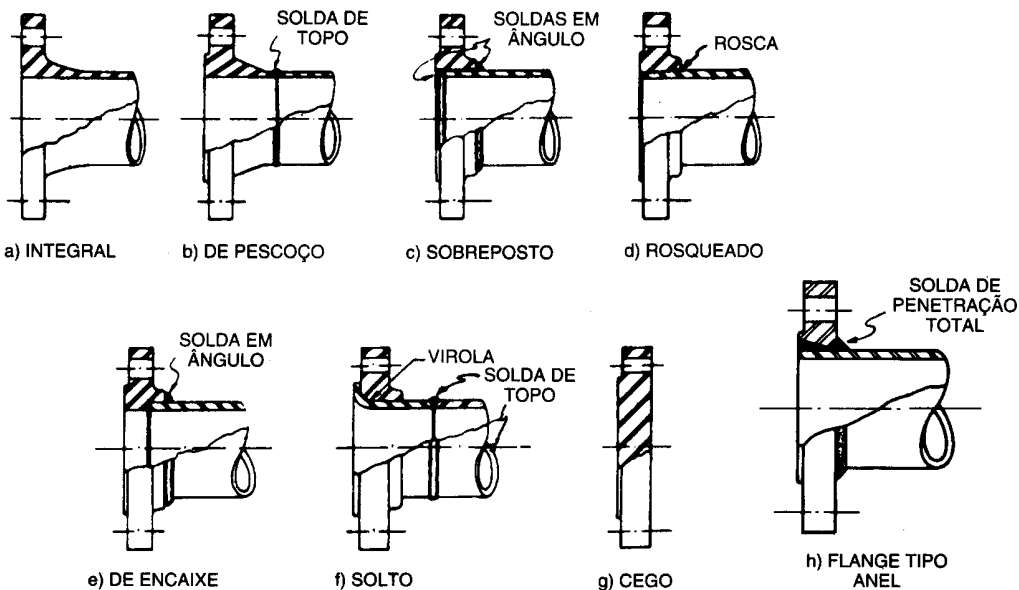


UTILIZAÇÃO

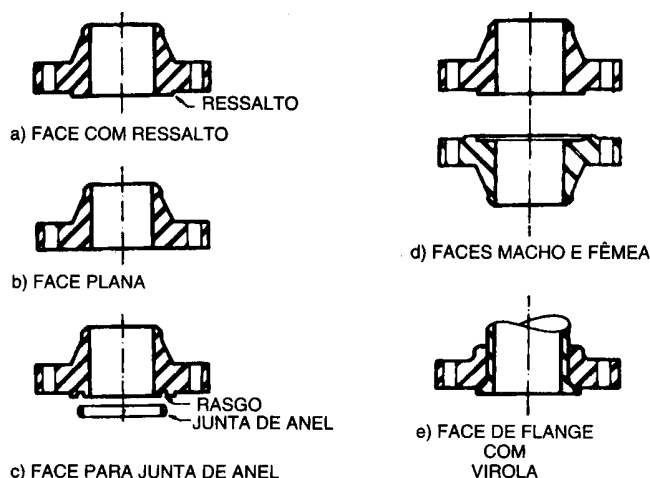
1. Ligação de tubos com válvulas e equipamentos e também nos pontos da tubulação que for necessário desmontagem;
2. Ligações correntes em tubulações de aço que possuam revestimento interno anticorrosivo.

DEVEM SER USADAS NO MENOR NÚMERO POSSÍVEL, PORQUE SÃO PONTOS PASSÍVEIS DE VAZAMENTO E TAMBÉM PORQUE SÃO PEÇAS CARAS, PESADAS E VOLUMOSAS.

TIPOS DE FLANGES PARA TUBOS



FACEAMENTO DOS FLANGES



DIMENSIONAMENTO DOS FLANGES

O DIÂMETRO NOMINAL DO TUDO ASSOCIADO À CLASSE DE PRESSÃO NOMINAL DEFINEM TODAS AS DIMENSÕES DOS DIVERSOS TIPOS DE FLANGES

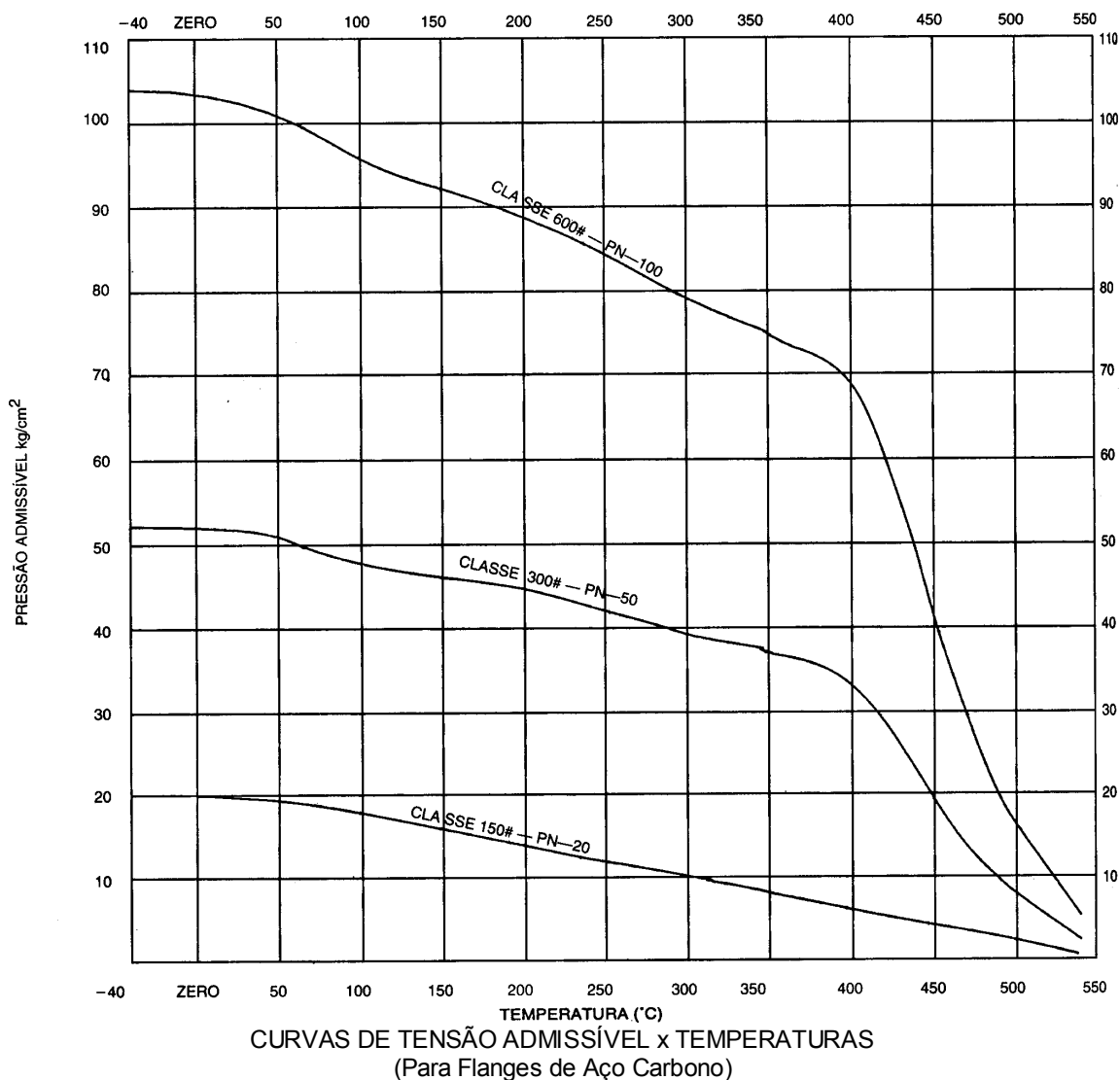
A norma dimensional de uso mais generalizado no Brasil é a ANSI B. 16.5 que abrange flanges de aço forjado de todos os tipos, nos diâmetros nominais de até 24”.

Essa norma define 7 séries de flanges denominadas de “**classe de pressão**” e designadas pelos números adimensionais 150#, 300#, 400#, 600#, 900#, 1500# e 2500#.

A partir da edição de 1981, a norma ANSI/ASME B.16.5 inclui também as tabelas de dimensões e pressões admissíveis em unidades SI, definindo as classes: PN20, PN50, PN68, PN100, PN150, PN250 e PN420.

Para cada uma dessas classes de pressão tem-se uma curva de interdependência entre a pressão admissível e a temperatura de cada material

TABELA DE DIMENSÕES DE FLANGES – ANEXO 1/AULA2



PRESSÃO ADMISSÍVEL PARA FLANGES DE AÇO – ANEXO 2/AULA2

ESPECIFICAÇÃO DE FLANGES

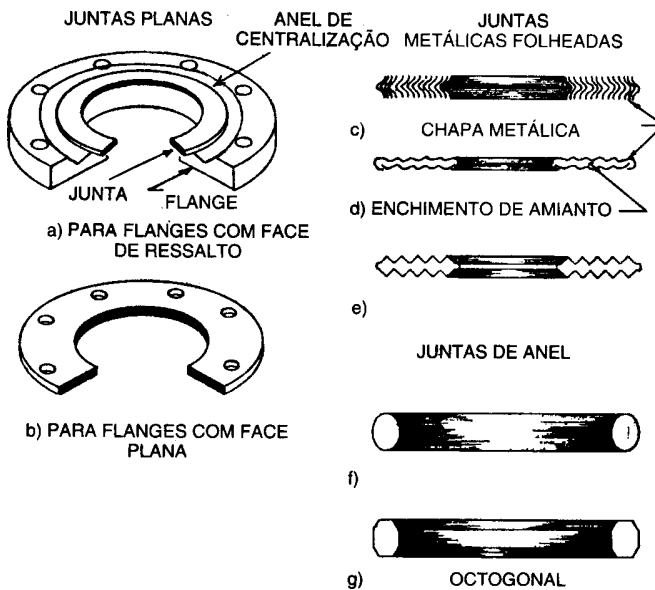
PARA ENCOMENDA OU REQUISIÇÃO DE FLANGES SÃO NECESSÁRIAS AS SEGUINTE INFORMAÇÕES:

- **QUANTIDADE** (Número de peças)
- **TIPO DE FLANGE**
- **DIÂMETRO NOMINAL** (do Tubo)
- **TIPO DE FACE**
- **ESPECIFICAÇÃO DO MATERIAL DO FLANGE**

Obs.: Para os flanges de pescoço e flanges de encaixe é necessário especificar a espessura de parede do tubo a ser soldado.

Para os flanges rosqueados é necessário especificar o tipo de rosca.

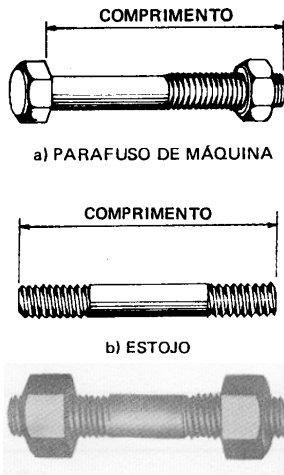
JUNTAS PARA FLANGE



JUNTAS NÃO METÁLICAS:

- **Borracha Natural** – Usada para água, ar e condensado até 60 °C.
- **Borracha Sintética** – Usada para óleos até 80 °C.
- **Materiais Plásticos** – Usados para fluidos corrosivos em baixas pressão e temperatura ambiente.
- **Papelão Hidráulico (juntas de amianto comprimido, grafitado e com aglutinante)** Existem vários tipos normalizados que podem trabalhar em temperaturas de até 500 °C e resistem a ácidos, álcalis e hidrocarbonetos

PARAFUSOS E ESTOJOS PARA FLANGES



APERTO INICIAL – Tem a finalidade de adaptar as juntas às faces do flange, amoldando-a às imperfeições.

Valores do Aperto Inicial:

- Juntas de Borracha de 2,5 a 4 MPa
- Juntas de Papelão Hidráulico de 8 a 12 MPa
- Juntas Metálicas de 20 a 40 MPa

APERTO RESIDUAL – Tem o objetivo de combater o efeito da pressão interna (P_i) na tubulação tendendo a separar os flanges.

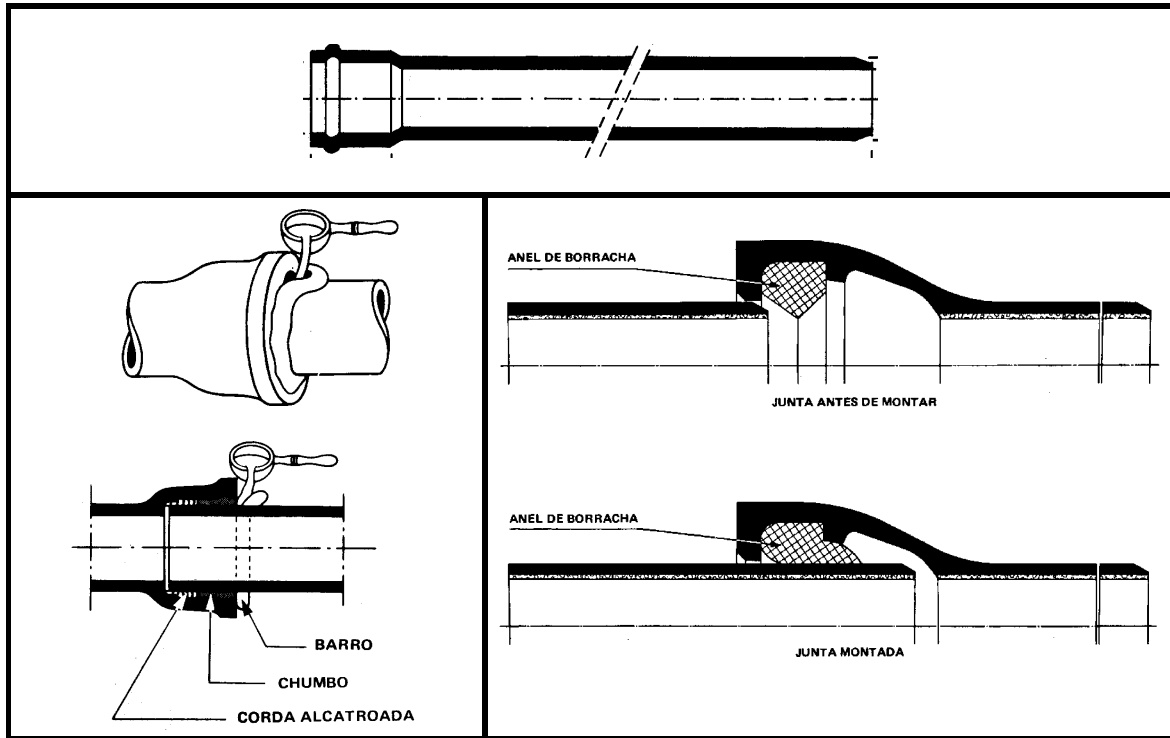
Valor do Aperto Residual → 1,5 a 2 vezes P_i

APERTO FINAL – Para compensar os efeitos de dilatações devido a variações de temperatura

LIGAÇÕES DE PONTA E BOLSA

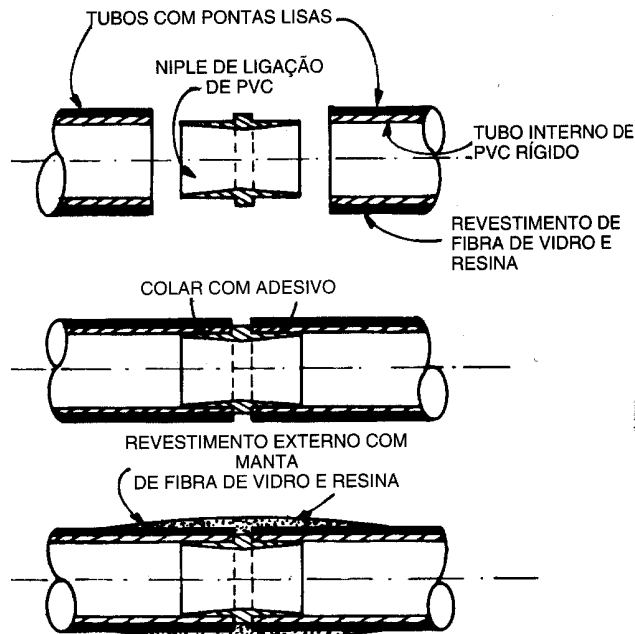
UTILIZADAS EM

→ Tubulações de Ferro Fundido
 Tubulações de Barro Vidrado e Cimento Amianto
 Tubulações de Concreto
 Tubulações de Materiais Plásticos

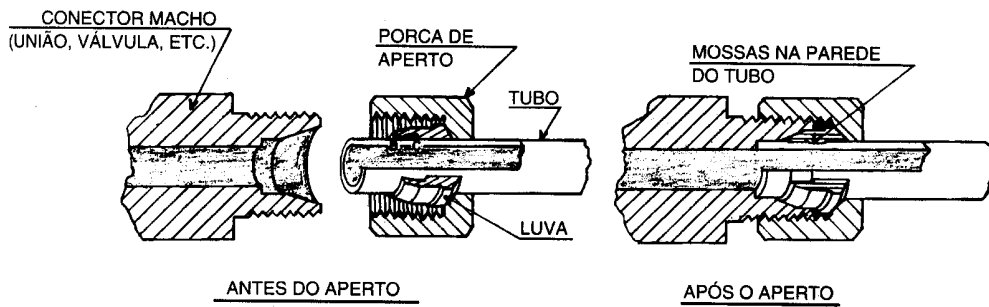


OUTROS MEIOS DE LIGAÇÕES DE TUBOS

LIGAÇÕES PARA TUBO DE PLÁSTICO REFORÇADO COM FIBRA DE VIDRO



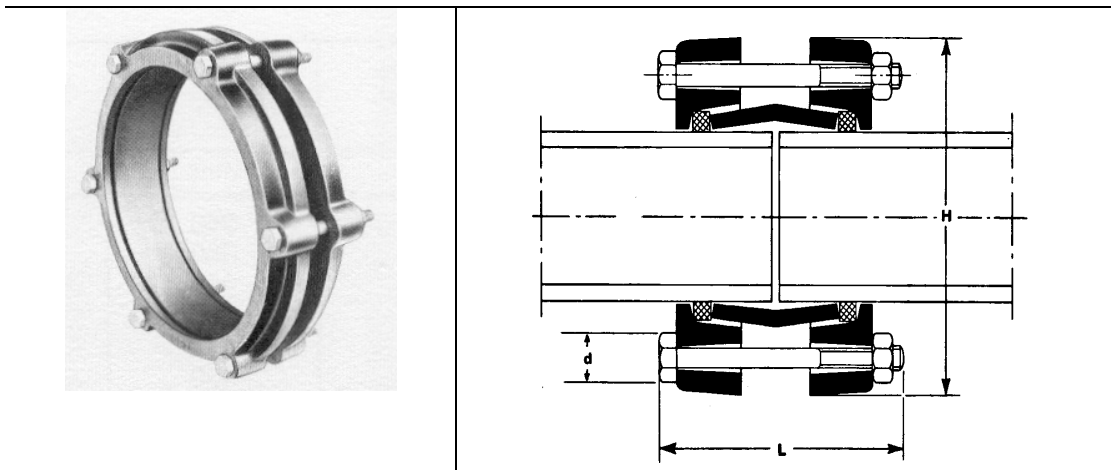
LIGAÇÕES DE COMPRESSÃO



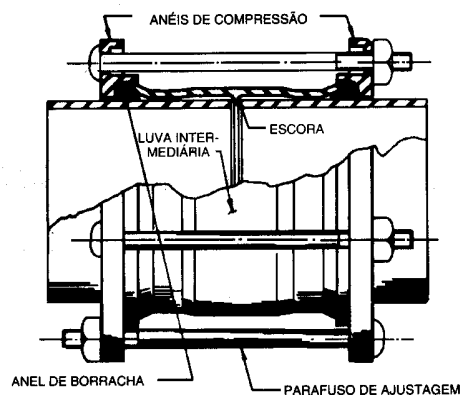
LIGAÇÕES PATENTEADAS DIVERSAS

SÃO LIGAÇÕES DE MONTAGEM E DESMONTAGEM FÁCIL E PERMITEM MOVIMENTOS ANGULARES E PEQUENOS MOVIMENTOS AXIAIS

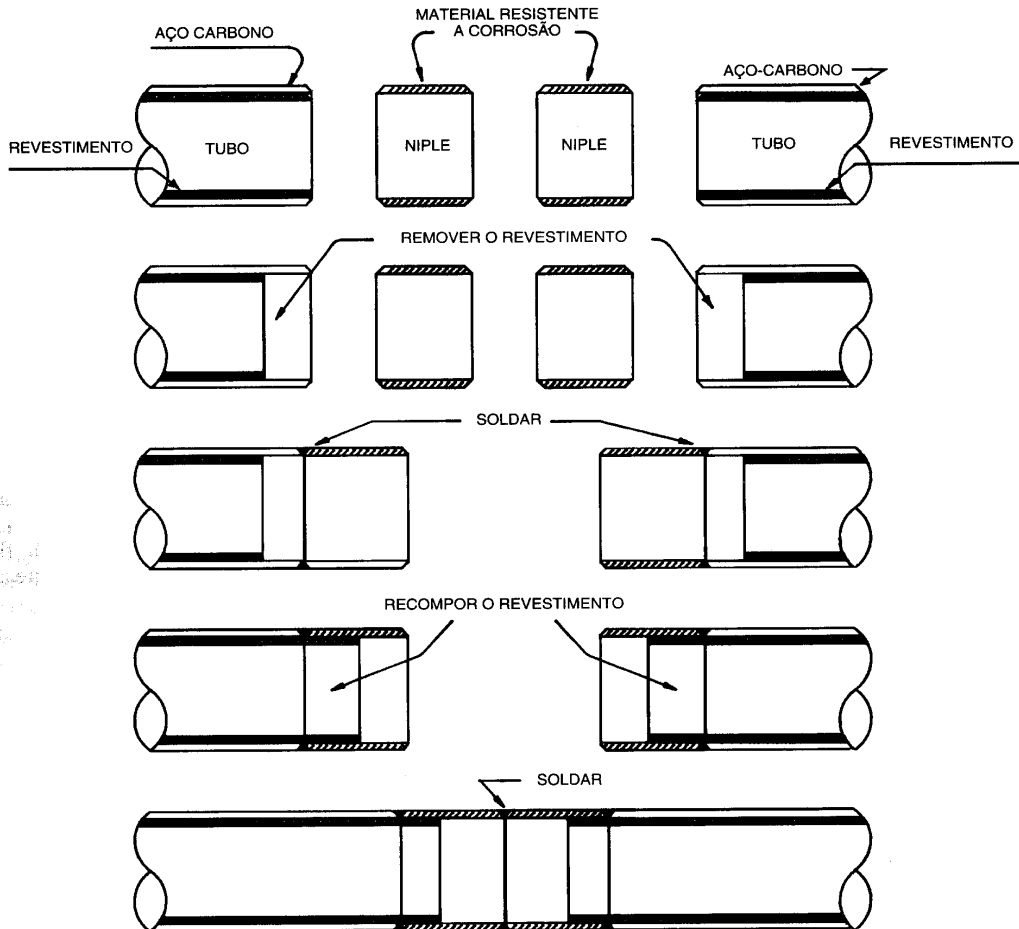
1- JUNTA “GIBAULT”



2 – JUNTA “DRESSER”



LIGAÇÕES EM TUBOS COM REVESTIMENTOS INTERNOS ANTICORROSIVOS

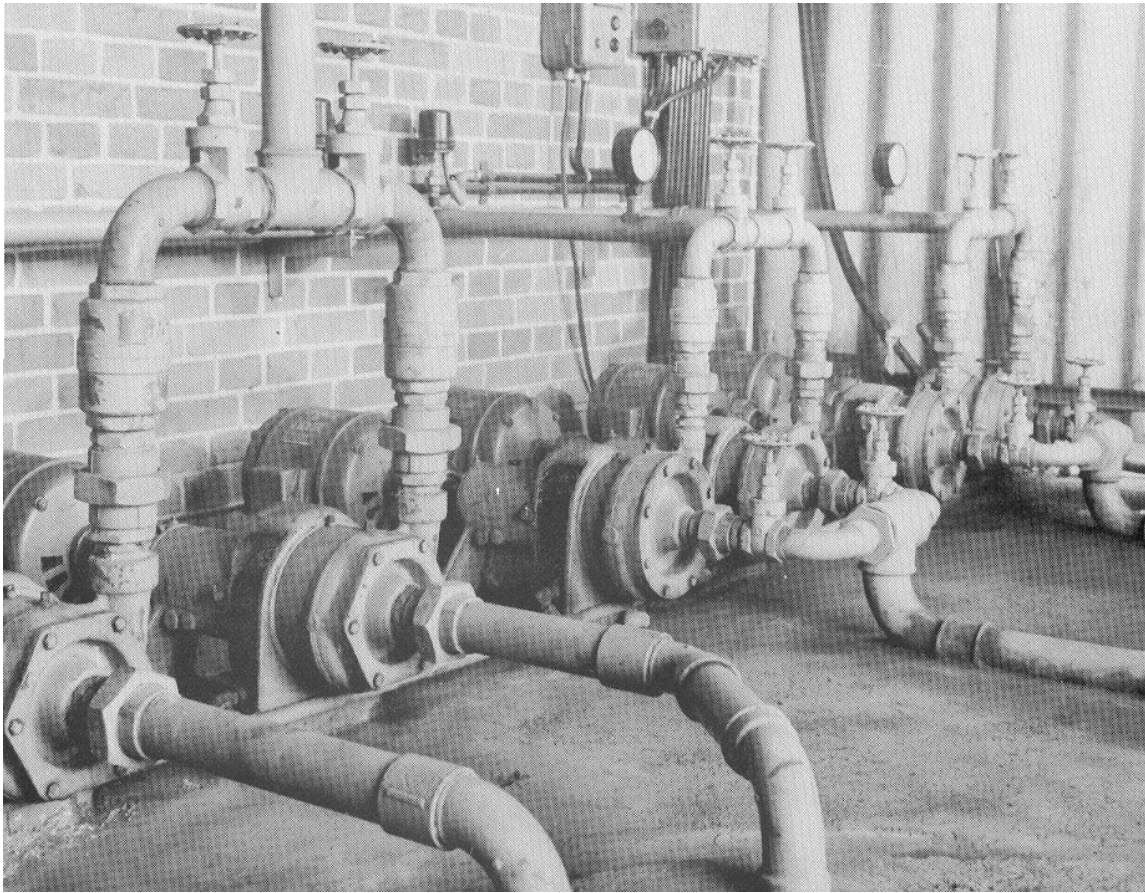


SISTEMAS DE LIGAÇÕES PARA TUBULAÇÕES DE AÇO

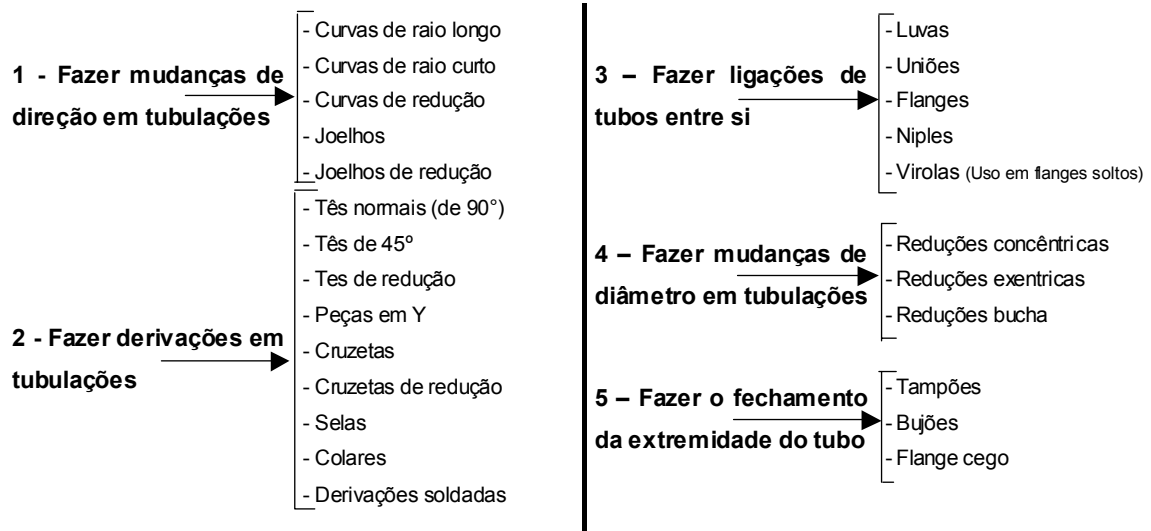
Ligações corrente ao longo da tubulação	Serviços de baixa responsabilidade, ou não-severos	Diâmetros até 4"	Ligações rosqueadas com luvas
		Diâmetros de 6" ou maiores	Solda de topo
	Serviços severos	Diâmetros até 1 1/2"	Ligações de solda de encaixe com luvas
		Diâmetros de 2" ou maiores	Solda de topo
Ligações nos extremos da tubulação, ou onde for exigido facilidade de desmontagem	Serviços de baixa responsabilidade, ou não-severos	Diâmetros até 4"	Ligações rosqueadas com uniões
		Diâmetros de 6" ou maiores	Ligações flangeadas (flanges rosqueados ou sobrepostos)
	Serviços severos	Diâmetros até 1 1/2"	Ligações de solda de encaixe com uniões
		Diâmetros de 2" ou maiores	Ligações flangeadas (flanges de pescoço ou do tipo anel)

Serviço não-severo → Fluido não perigoso, pressão de até 0,7 MPa e temperatura de até 100°C

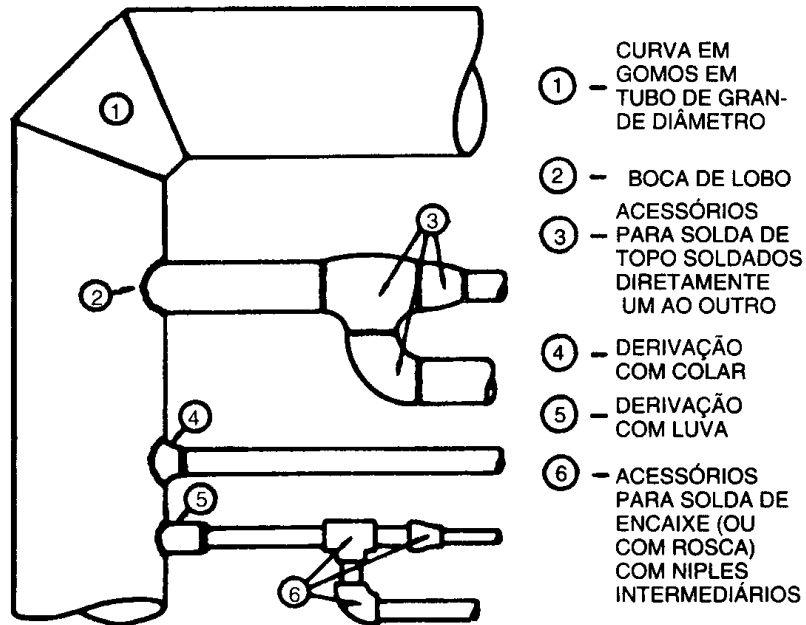
CONEXÕES DE TUBULAÇÃO



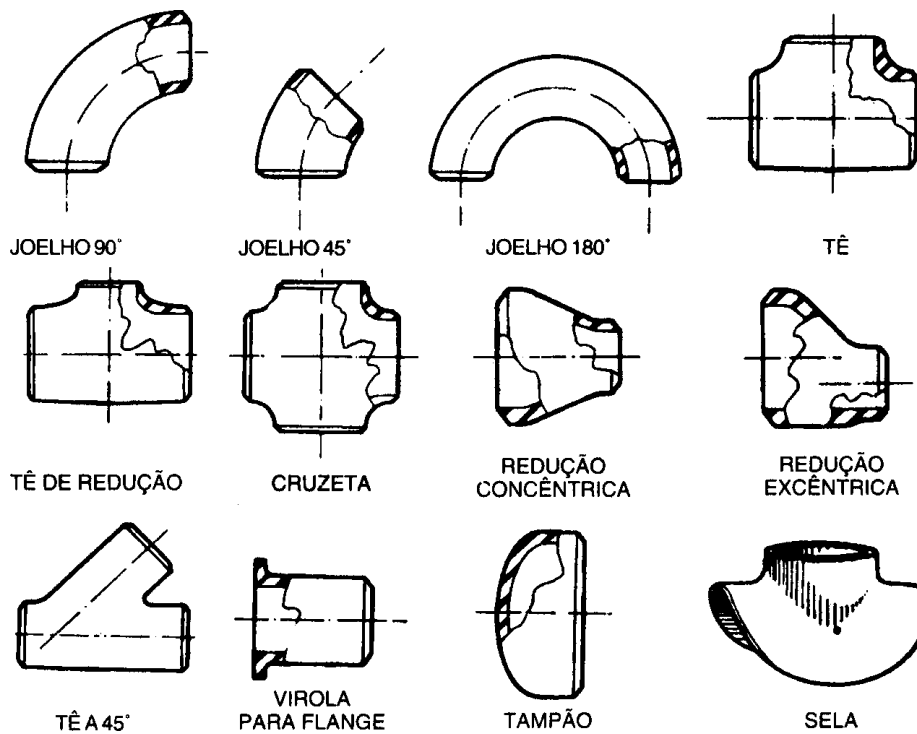
CLASSIFICAÇÃO DAS CONEXÕES DE TUBULAÇÃO



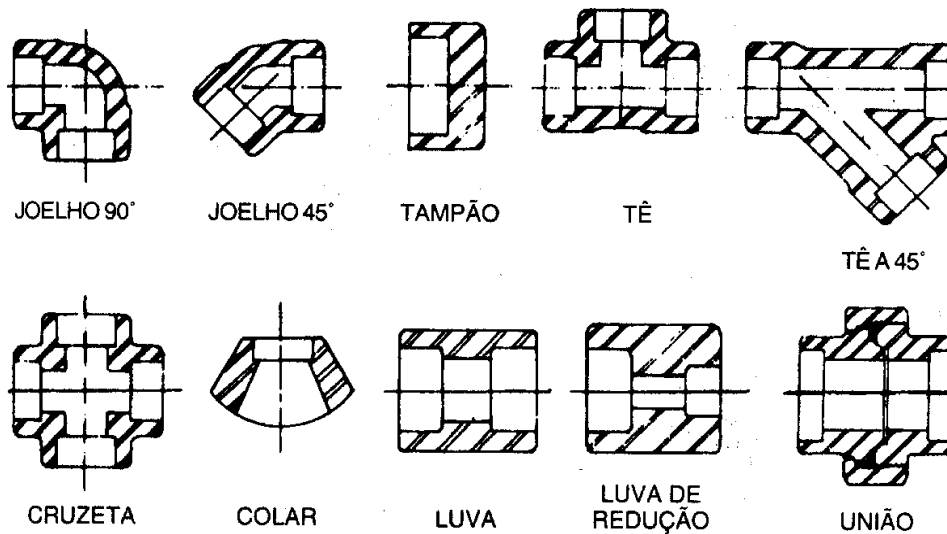
EXEMPLOS DE EMPREGO



CONEXÕES PARA SOLDA DE TOPO



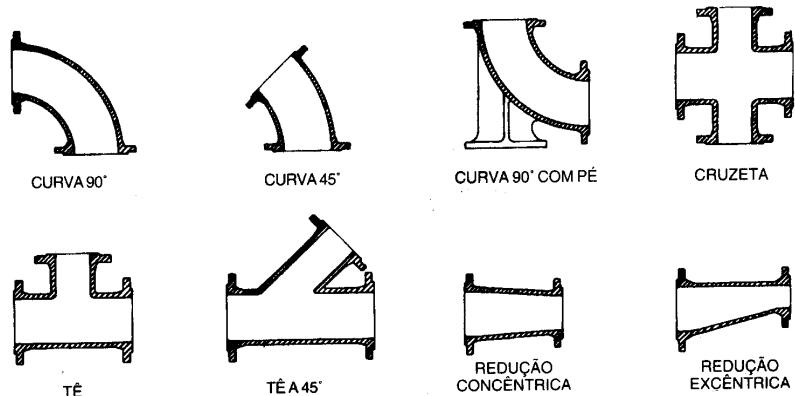
CONEXÕES PARA SOLDA DE ENCAIXE



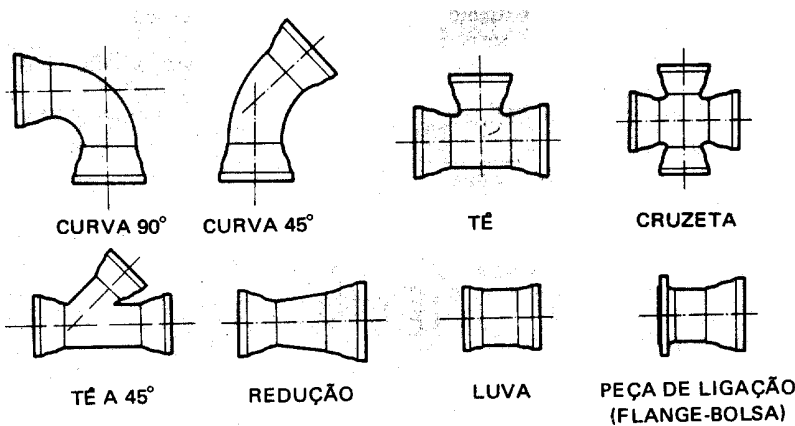
CONEXÕES ROSQUEADAS



CONEXÕES PARA FLANGEADAS



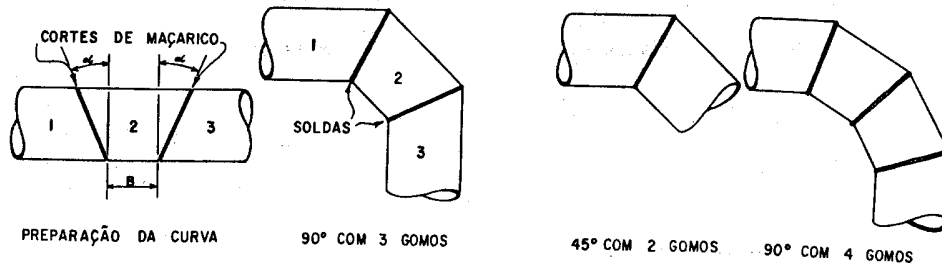
CONEXÕES DE PONTA E BOLSA



CONEXÕES DE LIGAÇÃO – NIPLES

<p>NIPLES PARALELOS</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ambos os extremos rosqueados Ambos os extremos lisos Um extremo rosqueado e outro liso 	<p>O COMPRIMENTO DOS NIPLES VARIA DE 50 a 150 mm</p>
<p>NIPLES DE REDUÇÃO</p>	<ul style="list-style-type: none"> Ambos os extremos rosqueados Ambos os extremos lisos Extremo maior rosqueado e menor liso Extremo maior liso e menor rosqueado 	

CURVA EM GOMOS



UTILIZAÇÃO →

Em diâmetros acima de 20", devido ao alto custo e dificuldade de obtenção de outros tipos de curvas.
 Em diâmetros acima de 8", em tubulações com pressão e temperatura moderadas (Classes de pressão 150# a 400#), por motivo econômico

A PRESSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL EM UMA CURVA EM GOMOS É SEMPRE MENOR QUE A PRESSÃO MÁXIMA ADMISSÍVEL EM TUBO DE MESMO DIÂMETRO, ESPESSURA E MATERIAL

CÁLCULO DA ESPESSURA DE PAREDE DA CURVA EM GOMOS

A espessura mínima (*T*) de uma curva em gomos deve ser tal que a pressão máxima admissível (*P_m*) seja igual ou maior que a pressão de projeto da tubulação.

Para ângulo α até 22,5° e com uma única solda;

$$P_m = \frac{SE(T - C)}{r_2} \left(\frac{T - C}{(T - C) + 0,643 \operatorname{tg} \alpha \sqrt{r_2(T - C)}} \right)$$

Para ângulo α maior que 22,5° e com uma única solda;

$$P_m = \frac{SE(T - C)}{r_2} \left(\frac{T - C}{(T - C) + 1,25 \operatorname{tg} \alpha \sqrt{r_2(T - C)}} \right)$$

Para ângulo α até 22,5° e com mais de uma solda;

$$P_m = \frac{SE(T - C)}{r_2} \left(\frac{R_1 - r_2}{R_1 - 0,5r_2} \right)$$

Onde:

P_m: pressão interna máxima admissível (MPa)

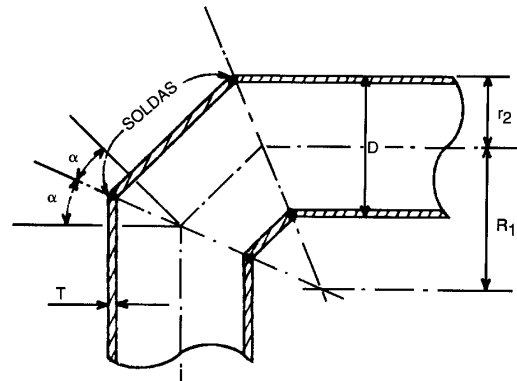
S: tensão admissível do material (MPa)

E: coeficiente de eficiência de solda

E=1 para tubos sem costura e tubos com costura totalmente radiografada

E=0,9 para tubos com costura parcialmente radiografada

E=0,8 para tubos com costura sem radiografia



T, C: espessura mínima e sobreespesura para corrosão (mm)

R₁, R₂, α, D: dimensões da figura acima

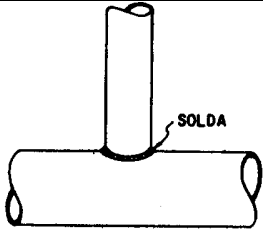
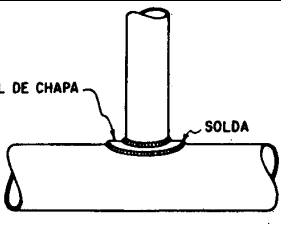
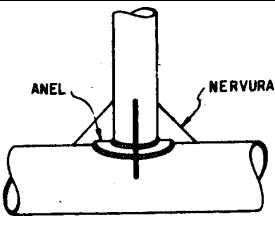
Em qualquer caso deve-se ter $R_1 < \frac{A}{\operatorname{tg} \alpha} + \frac{D}{2}$,

onde o coeficiente empírico *A* tem os seguintes valores, para *T* e *C* em polegadas:

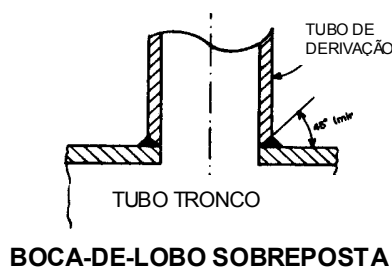
<i>T-C</i> (pol.)	<i>A</i>
até 0,5	1,0
0,5 < (<i>T-C</i>) < 0,88	2(<i>T-C</i>)
maior que 0,88	2{(<i>T-C</i>)/3} + 1,17

DERIVAÇÕES SOLDADAS (Boca-de-Lobo)

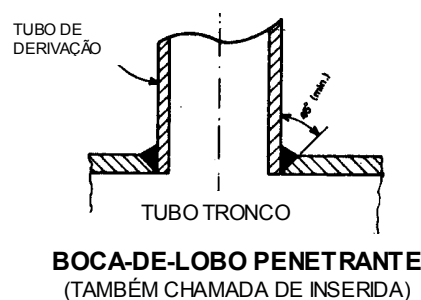
Para ramais de 2" ou mais, desde que o diâmetro do tubo tronco seja maior que o do ramal, o sistema mais usado em tubulações industriais é a solda direta de um tubo no outro (Boca-de-Lobo)

 <p>DERIVAÇÃO DE TUBO CONTRA TUBO</p>	 <p>DERIVAÇÃO COM ANEL DE REFORÇO</p>	 <p>DERIVAÇÃO COM ANEL DE REFORÇO E NERVURAS</p>
<p>BOCAS-DE-LOBO SIMPLES</p> <p>VANTAGENS →</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baixo Custo - Fácil de executar - Não requer peças especiais <p>DESVANTAGENS →</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baixa resistência - Concentração de tensões - Perda de carga elevada - Difícil radiografar 	<p>BOCAS-DE-LOBO COM ANEL DE REFORÇO</p> <p>VANTAGENS →</p> <ul style="list-style-type: none"> - Baixo Custo - Fácil de executar - Não requer peças especiais - Resistência mecânica melhor - Concentração de tensões mais atenuadas <p>DESVANTAGENS →</p> <ul style="list-style-type: none"> - Perda de carga elevada - Difícil radiografar 	

TIPOS DE BOCA-DE-LOBO



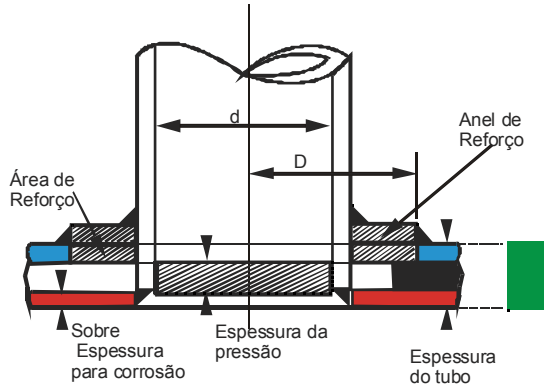
Embora tenham menor resistência mecânica, são empregadas na maioria dos casos porque são mais baratas, mais fácil de executar e dão menores tensões residuais de soldagem.



Tem maior resistência, porem, resultando em maiores tensões residuais de soldagem. São utilizadas em tubulações de parede espessa, para pressões altas.

NOMOGRAMA (Necessidade de Anel de Reforço) – ANEXO 3/AULA2

CÁLCULO DO ANEL DE REFORÇO

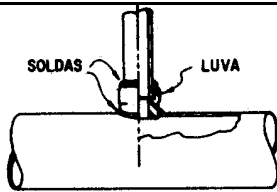


D = Raio do Anel de reforço
 d = diâmetro interno da derivação
D = d

- Sobre espessura p/ corrosão (Cp)
- Sobre
- Espessura da pressão (t)
- Espessura nominal (En)

$$t_1 = \frac{PD}{2S_h}; \text{ Onde } \left\{ \begin{array}{l} t_1 = \text{Espessura da parede} \\ P = \text{Pressão interna} \\ D = \text{Diâmetro externo} \\ S_h = \text{Tensão admissível do material na temperatura de projeto} \end{array} \right.$$

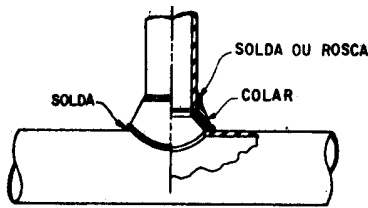
DERIVAÇÕES COM LUVA, COLAR E SELA



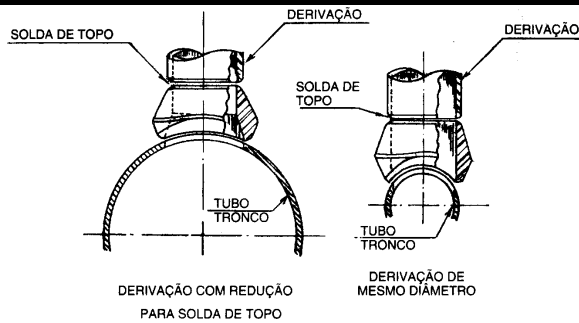
DERIVAÇÃO COM LUVA

- Utilizada para ramais de até 1 1/2", sem limite de pressão e temperatura, desde que a relação entre os diâmetros nominais do tubo-tronco e da derivação seja igual ou superior a 4.

- A resistência da luva tem que ser compatível com a pressão de trabalho



DERIVAÇÃO COM COLAR

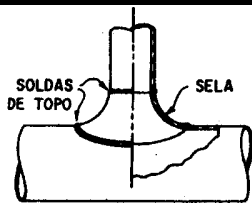


DERIVAÇÃO COM REDUÇÃO PARA SOLDA DE TOPO

DERIVAÇÃO DE MESMO DIÂMETRO

VANTAGENS: Boa resistência mecânica, melhor distribuição de tensões, não há limitações de serviço ou de pressão e temp..

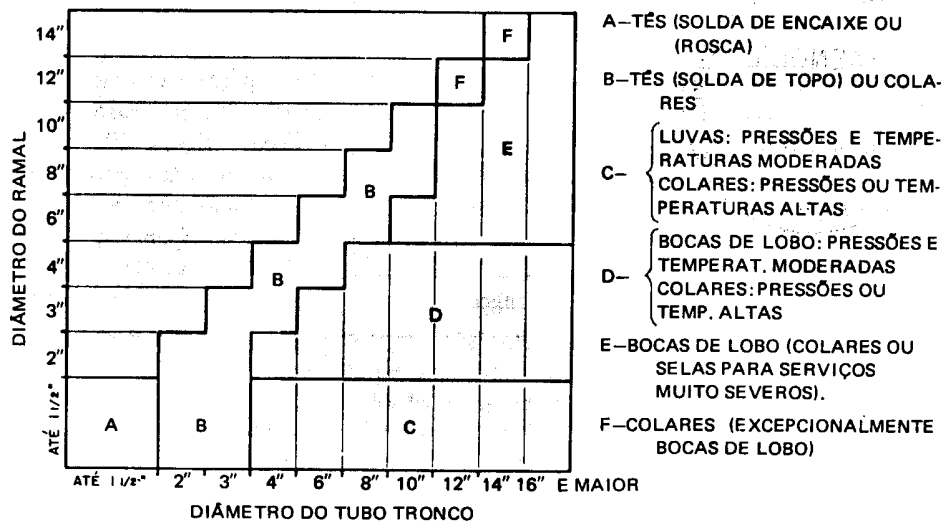
DESVANTAGENS: Custo alto e necessidade de estoque de uma grande quantidade de peças



VANTAGENS: Excelente resistência mecânica, baixa perda de carga, melhor distribuição de tensões, não há limitações de serviço ou de pressão e temperatura.

DESVANTAGENS: Custo elevado (peças importadas), montagem difícil.

RESUMO DAS RECOMENDAÇÕES PARA DERIVAÇÕES



OUTROS ACESSÓRIOS DE TUBULAÇÃO

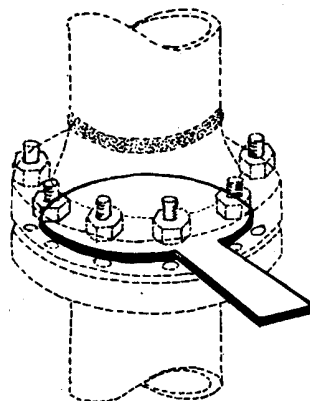
PEÇAS "Figura 8"

RAQUETAS

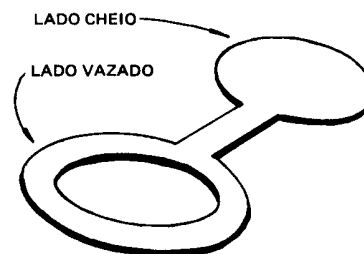
DISCOS DE RUPTURA

São empregadas quando se deseja um bloqueio rigoroso e absoluto na tubulação.

São empregados para proteger a tubulação contra sobrepressões internas

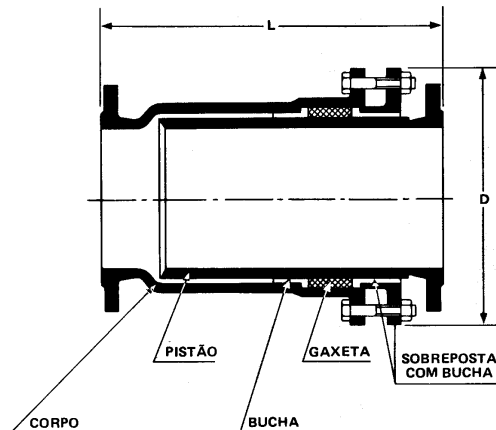
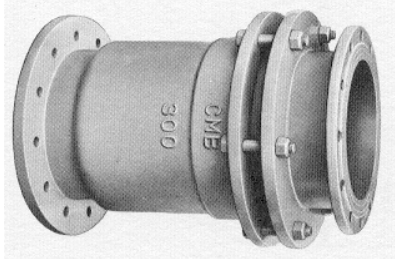


RAQUETA



PEÇA "FIGURA 8"

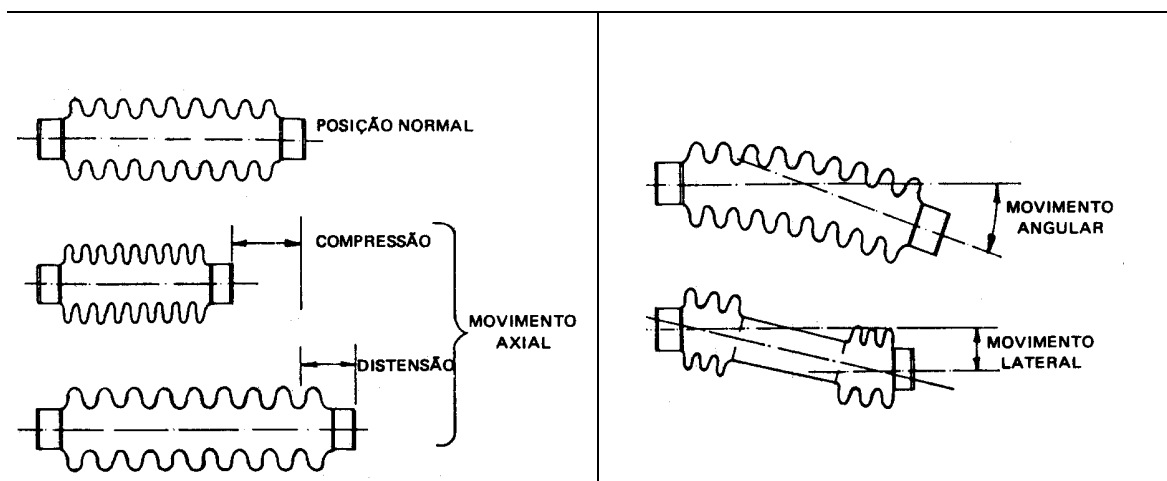
JUNTAS DE EXPANSÃO



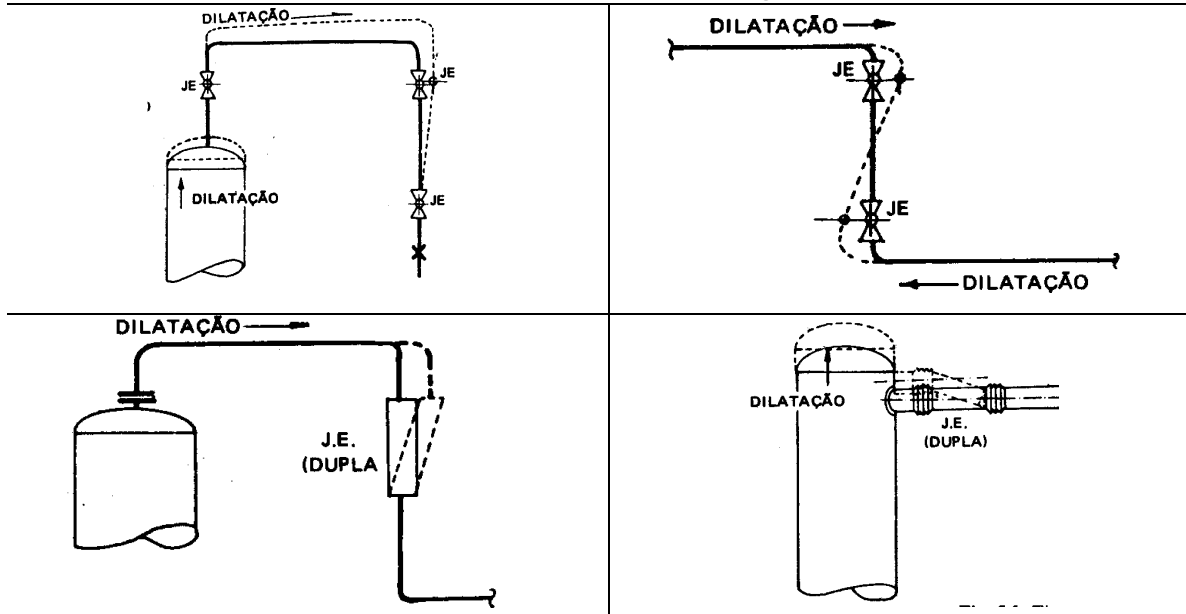
CASOS EM QUE SE JUSTIFICA O EMPREGO DE JUNTAS DE EXPANSÃO

- 1- Quando o espaço disponível for insuficiente para se ter um traçado da tubulação com flexibilidade.
- 2- Em serviços de baixa responsabilidade (CONDENSADO, VAPOR DE BAIXA PRESSÃO, ÁGUA QUENTE ETC.), quando a junta representar uma alternativa mais econômica, em relação ao traçado não retilíneo da tubulação.
- 3- Em tubulações de diâmetro grande (ACIMA DE 20") ou de material caro, onde haja interesse econômico de se ter um trajeto mais curto
- 4- Em tubulações que por exigência de serviço precisam ter trajetos retilíneos.
- 5- Em tubulações sujeitas a vibrações de grande amplitude, ou ligadas a equipamentos que não possam sofrer esforços transmitidos pela tubulação.

MOVIMENTOS DAS JUNTAS DE EXPANSÃO



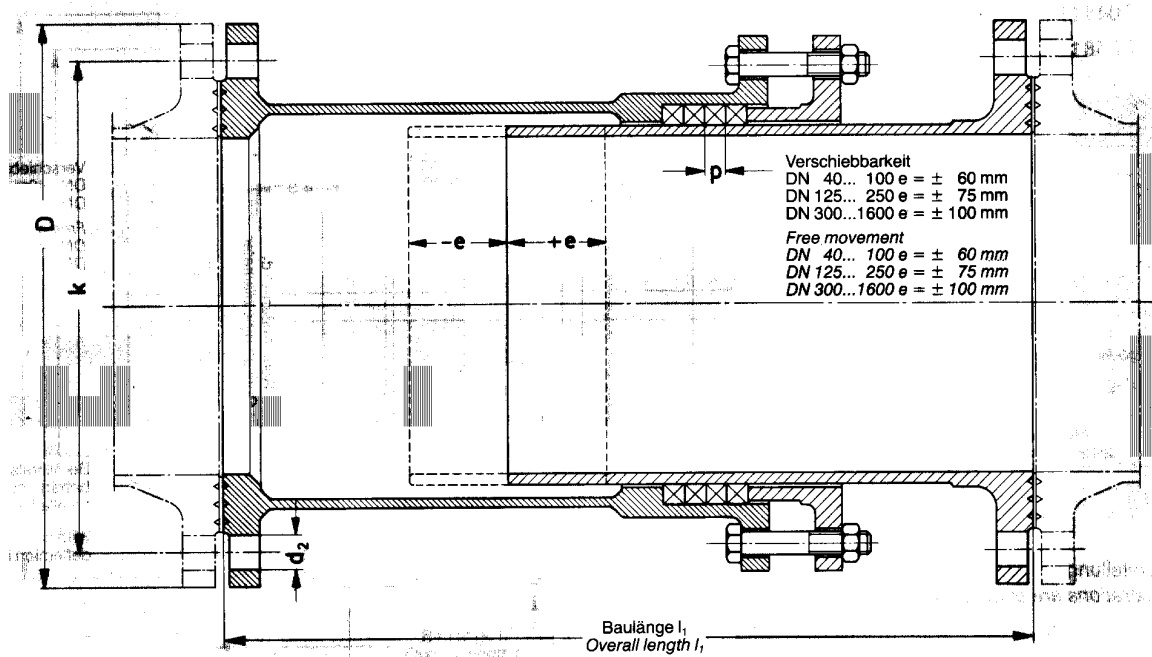
EXEMPLOS DE APLICAÇÃO



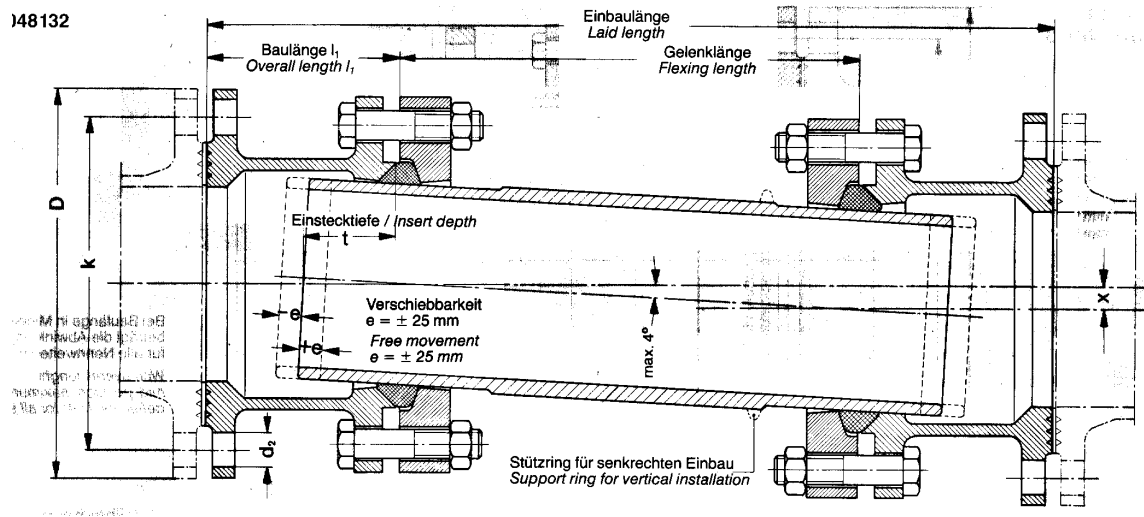
JUNTAS DE TELESCÓPIO

DEVEM SER EMPREGADAS EM SERVIÇOS NÃO SEVEROS E ONDE OS MOVIMENTOS NÃO SEJAM FREQUENTES

NÃO DEVEM SER UTILIZADAS COM FLUIDOS PERIGOSOS



JUNTA TELESCÓPICA DUPLA (Movimento Axial e Lateral)

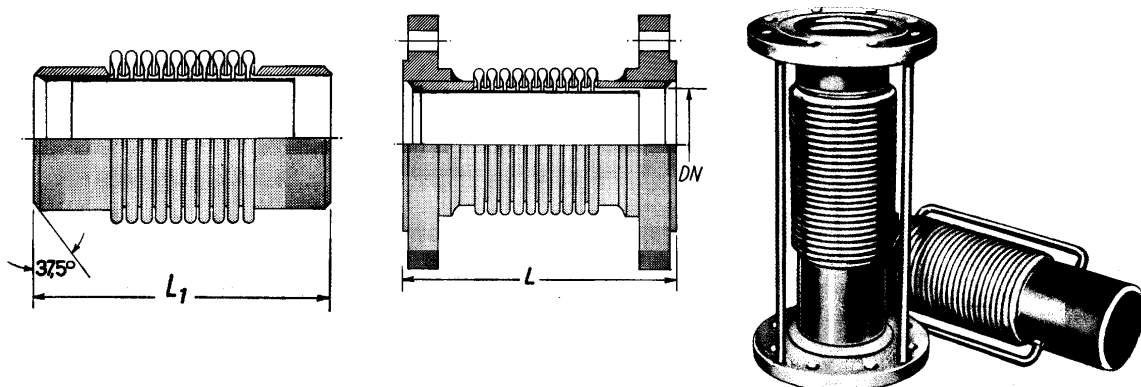


JUNTAS DE FOLE

COMO NÃO POSSUEM GAXETAS, NÃO HÁ RISCO DE VAZAMENTOS, E A MANUTENÇÃO É MENOR COMPARADA COM AS JUNTAS TELESCÓPICAS

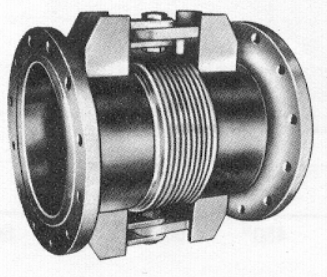
PODEM SER USADAS EM SERVIÇOS SEVEROS E COM FLUIDOS PERIGOSOS (Inflamáveis, tóxicos etc.)

O RISCO DE ACIDENTES NESSAS JUNTAS É A RUPTURA SÚBITA DO FOLE.



TIPOS DE JUNTAS DE FOLE

COM DOBRADIÇAS
(movimento angular no plano)



CARDAM
(movimento angular em qualquer plano)

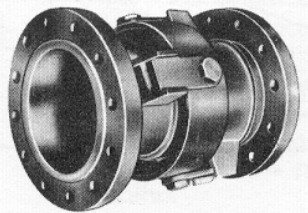
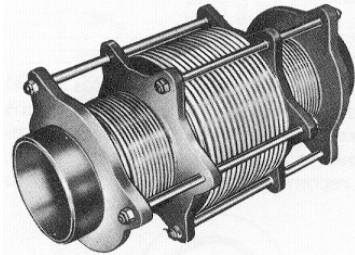
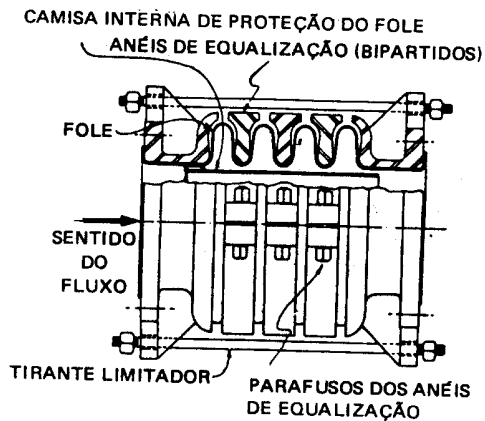


FIG. 647

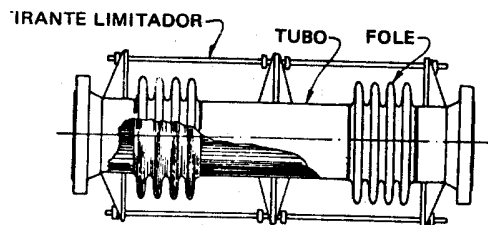
AXIAIS AUTOCOMPENSADAS
(cria forças de igual módulo e direção, porém em sentido oposto aos esforços axiais)



COM ANÉIS DE EQUALIZAÇÃO

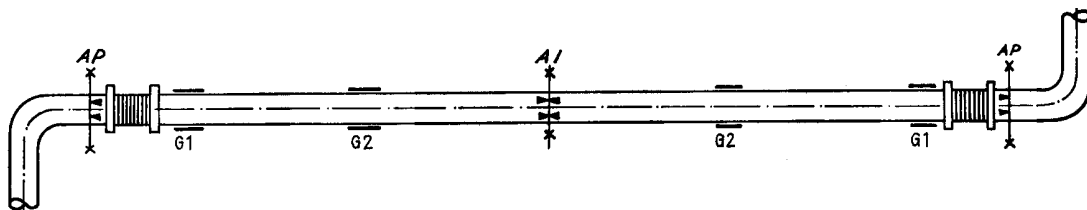


JUNTA DUPLA



INSTALAÇÃO DE UMA JUNTA DE EXPANSÃO

AS JUNTAS DE EXPANSÃO SEMPRE DEVEM SER INSTALADAS ENTRE DOIS PONTOS FIXOS (Ancoragens)



A1 e AP —————> ANCORAGENS (Pontos fixos)

G1 e G2 —————> GUIAS (Garantem somente movimento axial)

DADOS PARA ENCOMENDA DAS JUNTAS DE EXPANSÃO

- 1- Natureza e propriedades do fluido conduzido
- 2- Pressão e temperatura de operação e de projeto
- 3- Variações possíveis da pressão e da temperatura, com indicação dos valores máximos e mínimos e da duração destas variações
- 4- Diâmetro nominal do tubo
- 5- Tipo de ligação da junta à tubulação
- 6- Material da tubulação
- 7- Condições especiais de corrosão, de abrasão ou de erosão
- 8- Valores dos movimentos axiais
- 9- Cargas que estejam agindo sobre a junta

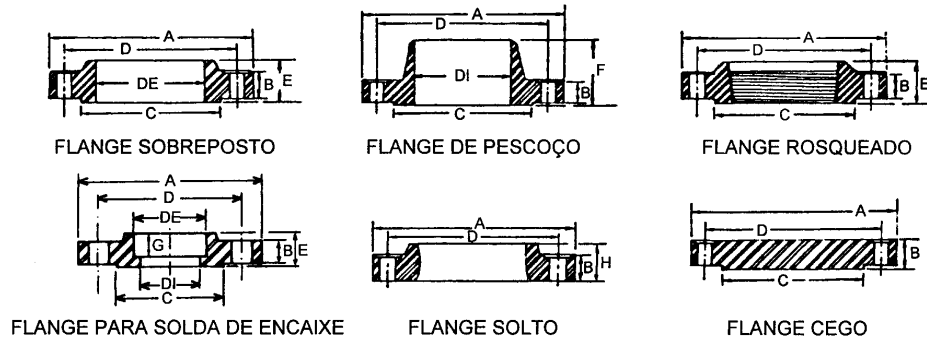
FOLHA DE CATÁLOGO DE JUNTAS – ANEXO 4/AULA2

AULA 2

Referente aos Capítulos 3,5 e 6 do Livro Texto

38. FLANGES DE AÇO FORJADO

38.1. Dimensões de Acordo com a Norma ANSI/ASME B.16.5



- Notas:
1. Para os flanges de face com ressalto, as dimensões E, F, H são a altura total do flange, incluindo a altura do ressalto (2,0 mm para as classes 150# e 300#, e 7,0 mm para as demais classes).
Para as flanges de face plana, a altura do ressalto deve ser descontada das dimensões E, F, H.
Para os flanges de face para junta de anel, o ressalto tem sempre a altura de 7,0 mm; desta forma, para os flanges das classes 150# e 300# devem ser acrescentados 5,0 mm às dimensões E, F, H. Veja Tabela 42.
As dimensões DE e DI são respectivamente os diâmetros externo e interno do tubo conectado ao flange (Veja Tabela 5).
 2. Para materiais e pressões admissíveis veja Gráficos 39.
 3. Para os diâmetros nominais de 3", ou menores, não existem flanges da classe 400#, devendo-se usar a classe 300#. Para os diâmetros nominais de 2 1/2", ou menores não existem flanges da classe 900#, devendo-se usar a classe 1.500#.
 4. Para os pesos dos flanges veja Tabela 41.
 5. Para os diâmetros e comprimentos dos parafusos e estojos veja Tabela 43.
 6. Para dimensões das juntas e afastamento entre os flanges veja Tabela 44.
 7. A partir da edição de 1981, a norma ANSI/ ASME B.16.5 inclui tabelas em unidades métricas. Nessas tabelas as sete classes de pressão são denominadas respectivamente de PN 20, PN 50, PN 68, PN 100, PN 250 e PN 420.

Classe de Pressão	Diâmetro nominal (pol.)	Dimensões (mm)								Furos	
		A	B	C	D	E	F	G	H	Quantid.	Diâmetro
150# (PN 20)	1/2	90	9,5	35	60,5	16	48	10	16	4	16
	3/4	100	11,0	43	70	16	52	11	16	4	16
	1	110	12,5	51	79,5	17	56	13	17	4	16
	1 1/4	120	14,0	63	89	21	57	14	21	4	16
	1 1/2	130	15,5	73	98,5	22	62	16	22	4	16
	2	150	17,5	92	120,5	25	64	17	25	4	20
	2 1/2	180	20,5	105	139,5	29	70	19	29	4	20
	3	190	22,0	127	152,5	30	70	21	30	4	20
	4	230	22,0	157	190,5	33	76		33	8	20
	6	280	23,5	216	241,5	40	89		40	8	22
	8	345	27,0	270	298,5	44	102		44	8	22
	10	405	28,5	324	362	49	102		49	12	26
	12	485	30,0	381	432	56	114		56	12	26
	14	535	33,0	413	476	57	127		79	12	30
	16	600	35,0	470	540	64	127		87	16	30
	18	635	38,0	533	578	68	140		97	16	33
20	700	41,0	584	635	73	145		103	20	33	
24	815	46,0	692	749,5	83	152		111	20	36	
300# (PN 50)	1/2	95	12,5	35	66,5	22	52	10	22	4	16
	3/4	120	14,0	43	82,5	25	57	11	25	4	20
	1	125	15,5	51	89	27	62	13	27	4	20
	1 1/4	135	17,5	63	98,5	27	65	14	27	4	20
	1 1/2	155	19,0	73	114,5	30	68	16	30	4	22
	2	165	20,5	92	127	33	70	17	33	8	20
	2 1/2	190	23,5	05	149	38	76	19	38	8	22
	3	210	27,0	127	168,5	43	79	21	43	8	22
	4	255	30,0	157	200	48	86		48	8	22
	6	320	35,0	216	270	52	98		52	12	22
	8	380	39,5	270	330	62	111		62	12	23
	10	445	46,0	324	387,5	67	117		95	16	30
	12	520	49,0	381	451	73	130		102	16	33
	14	585	52,0	413	514,5	76	143		111	20	33
	16	650	55,5	470	571,5	83	146		121	20	36
	18	710	58,5	533	682,5	89	159		130	24	36
20	775	61,5	584	686	95	162		140	24	36	
24	915	68,0	692	813	106	168		152	24	42	

38. FLANGES DE AÇO FORJADO

38.1. Dimensões de Acordo com a Norma ANSI/ASME B.16.5 (continuação)

Classe de pressão	Diâmetro nominal (pol.)	Dimensões (mm)								Furos	
		A	B	C	D	E	F	G	H	Quantid.	Diâmetro
400# (PN 68) (Para diâmetros menores usar a classe 600#)	4	255	35,0	157	200	51	89		51	8	26
	6	320	41,5	216	270	57	103		57	12	26
	8	380	48,0	270	330	68	118		68	12	30
	10	445	54,0	334	387,5	73	124		102	16	33
	12	520	57,5	381	451	79	136		108	16	36
	14	585	60,5	413	514,5	84	149		117	20	36
	16	650	63,5	470	571,5	94	152		127	20	39
	18	710	67,0	533	628,5	98	165		137	24	39
600# (PN 100)	20	775	70,0	584	686	102	168		146	24	42
	24	915	76,5	692	813	114	175		159	24	48
	1/2	95	14,5	35	66,5	22	52	10	22	4	16
	3/4	120	16,0	43	82,5	25	57	11	25	4	20
	1	125	17,5	51	89	27	62	13	27	4	20
	1 1/4	135	21,0	63	98,5	29	67	14	29	4	20
	1 1/2	155	22,5	73	114,5	32	70	16	32	4	22
	2	165	25,5	92	127	37	73	17	37	8	20
	2 1/2	190	29,0	105	149	41	79	19	41	8	22
	3	210	32,0	127	168,5	46	83	21	46	8	22
	4	275	38,5	157	216	54	102		54	8	26
	6	356	48,0	216	292	67	117		67	12	30
	8	420	55,5	270	349	76	133		76	12	33
	10	510	63,5	324	432	86	152		111	16	36
	12	560	66,5	381	489	92	156		117	20	36
	14	605	70,0	413	527	94	165		127	20	39
16	685	76,5	470	603	106	178		140	20	42	
18	745	83,0	533	654	117	184		152	20	45	
20	815	89,0	584	724	127	190		165	24	45	
24	940	102,0	692	838	140	203		184	24	52	
900# (PN 150) (Para diâmetros menores usar a classe 1500#)	3	240	38,5	127	190,5	54	102		54	8	26
	4	295	44,5	157	235	70	114		70	8	32
	6	380	56,0	216	317,5	86	140		86	12	32
	8	470	63,5	270	393,5	102	162		112	12	39
	10	545	70,0	324	470	108	184		127	16	39
	12	610	79,5	381	533,5	117	200		143	20	39
	14	640	86,0	413	559	130	213		156	20	42
	16	705	89,0	470	616	133	216		165	20	45
	18	785	102,0	533	686	152	229		191	20	52
	20	855	108,0	584	749,5	159	248		210	20	54
24	1.040	140,0	692	901,5	203	292		287	20	68	
1500# (PN 250)	1/2	120	22,5	35	82,5	32	60	10	32	4	22
	3/4	130	25,5	43	89	35	70	11	35	4	22
	1	150	29,0	51	101,5	41	73	13	41	4	26
	1 1/4	160	29,0	63	111	41	73	14	41	4	26
	1 1/2	180	32,0	73	124	44	83	16	44	4	30
	2	215	38,5	92	165	57	102	17	57	8	26
	2 1/2	245	41,5	105	190,5	64	105	19	64	8	30
	3	270	48,0	127	203	73	118		73	8	33
	4	310	54,0	157	241,5	90	124		90	8	36
	6	395	83,0	216	317,5	119	171		119	12	39
	8	465	92,0	270	393,5	143	213		143	12	45
	10	585	108,0	324	482,5	159	254		178	12	52
	12	675	124,0	381	571,5	181	283		219	16	56
	14	750	133,5	413	635		298		241	16	60
	16	825	146,5	470	705		311		260	16	68
	18	915	162,0	533	774,5		327		276	16	76
20	985	178,0	584	832		356		292	16	80	
24	1.170	203,5	692	990,5		406		330	16	94	
2500# (PN 420)	1/2	135	30,5	35	89	40	73		40	4	22
	3/4	140	32,0	43	95	43	79		43	4	22
	1	160	35,0	51	108	48	89		48	4	26
	1 1/4	185	38,5	63	130	52	95		52	4	30
	1 1/2	205	44,5	73	146	60	111		60	4	33
	2	235	51,0	92	171,5	70	127		70	8	30
	2 1/2	270	57,5	105	197	79	143		79	8	33
	3	305	67,0	127	228,5	92	168		92	8	36
	4	355	76,5	157	273	108	190		108	8	42
	6	485	108,0	216	368,5	152	273		152	8	58
	8	550	127,0	270	438	178	318		178	12	56
	10	675	165,5	324	539,5	229	419		229	12	68
12	760	184,5	381	619	254	464		254	12	76	

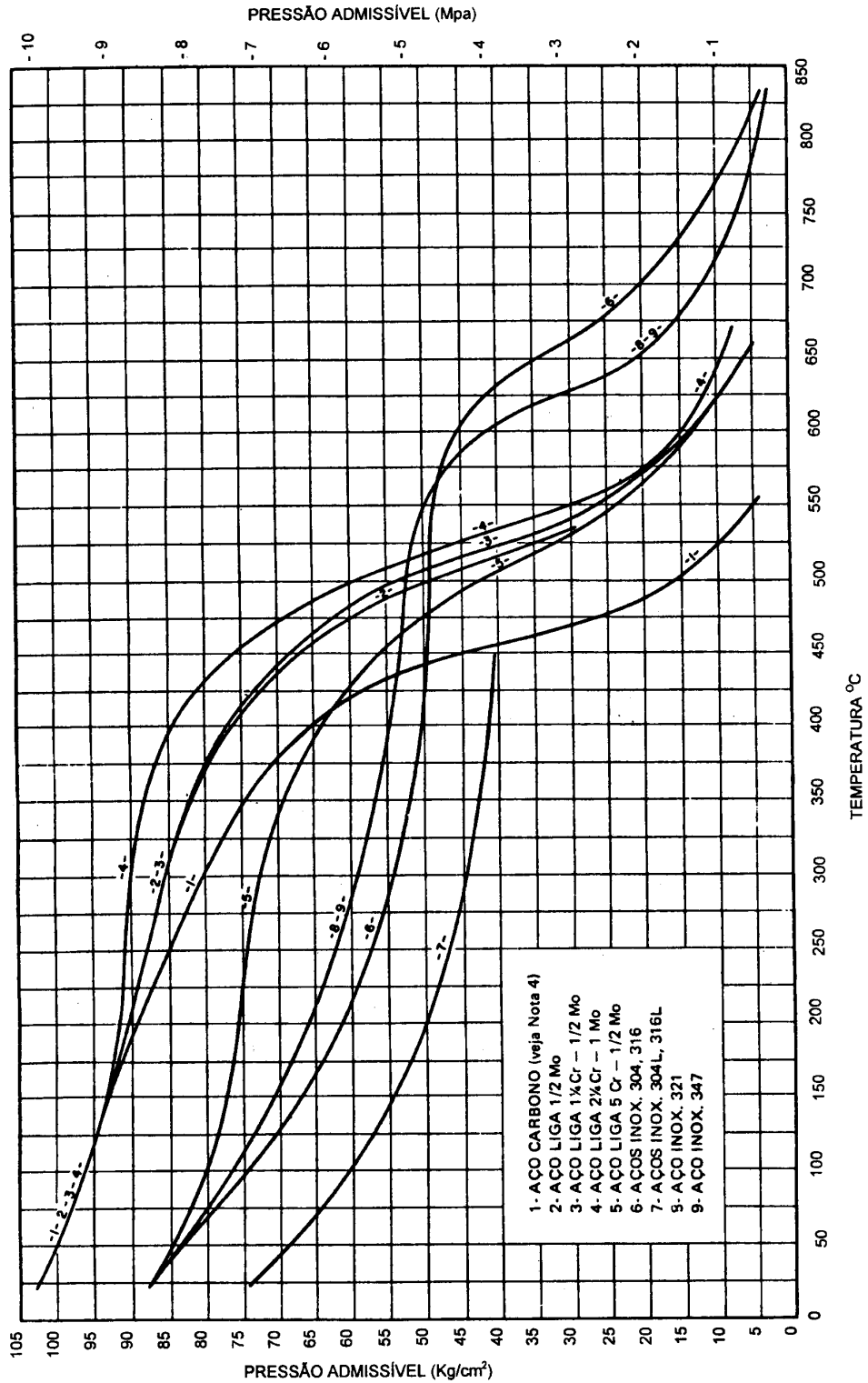
ANEXO 1 – Livro de Tabelas (pág. 119)

Folha 2 de 2

39. PRESSÕES ADMISSÍVEIS PARA FLANGES DE AÇO FORJADO

Curvas de pressões admissíveis/temperaturas, para diversos materiais, de acordo com a norma ANSI/ASME B. 16.5 (1977) (Veja Notas na pág. 121).

c) Curvas para a classe de pressão 600# (PN 100)

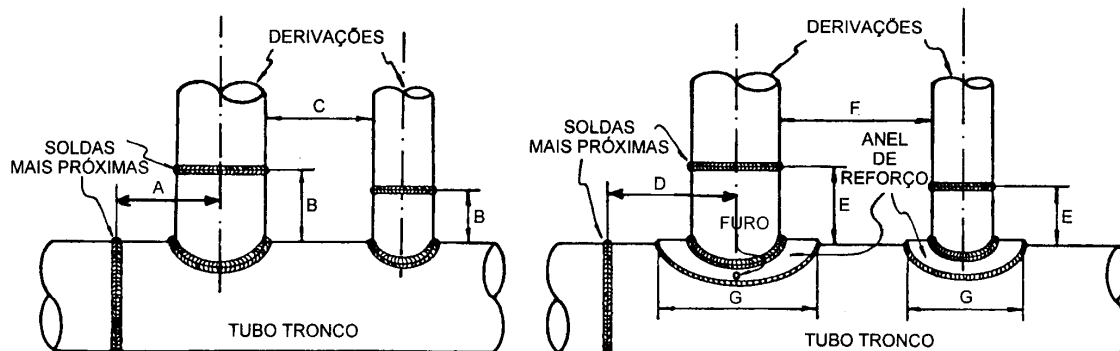


ANEXO 2 – Livro de Tabelas (pág. 123)

Folha 1 de 1

DERIVAÇÕES SOLDADAS (BOCAS DE LOBO)

a) Distâncias mínimas recomendadas

Derivações sem anel de reforço
Fig. 1Derivações com anel de reforço
Fig. 2

Diâmetro nominal da derivação (pol.)	Distâncias mínimas recomendadas (mm)						Diâmetro do anel de reforço G (mm)
	Fig. 1			Fig. 2			
	A	B	C	D	E	F	
4 e menor	152	102	102	203	140	203	225
6	203	127	127	279	165	279	330
8	254	152	152	356	203	356	435
10	305	178	178	432	241	432	540
12	356	203	203	508	279	508	640
14	381	216	216	559	305	559	700
16	432	229	229	635	330	635	800
18	483	254	254	711	356	711	900
20	533	279	279	787	381	787	1.050
24	610	305	305	914	406	914	1.205

- Notas:
1. Para determinar a necessidade ou não do anel de reforço veja o nomograma da pág. 157.
 2. Para derivações adjacentes de diâmetros diferentes considerar o maior diâmetro.
 3. Quando houver isolamento térmico as distâncias "C" devem ser aumentadas para manter a folga mínima livre.
 4. As distâncias mínimas da tabela foram determinadas visando principalmente diminuir as distorções devido a soldas muito próximas. Não foi levado em conta o efeito da concentração de tensões, que deverá ser considerado quando exigido pelas normas.
 5. As distâncias A, B, D e E valem também para as extremidades das peças pré-fabricadas.
 6. As derivações com colares forjados (Tabela 50) não necessitam anel de reforço.
 7. Os anéis de reforço para derivações até 10" de diâmetro devem ter um furo passante, com rosca 1/4" NPT. Para derivações de diâmetros maiores o anel deve ter dois furos espaçados de 180°.

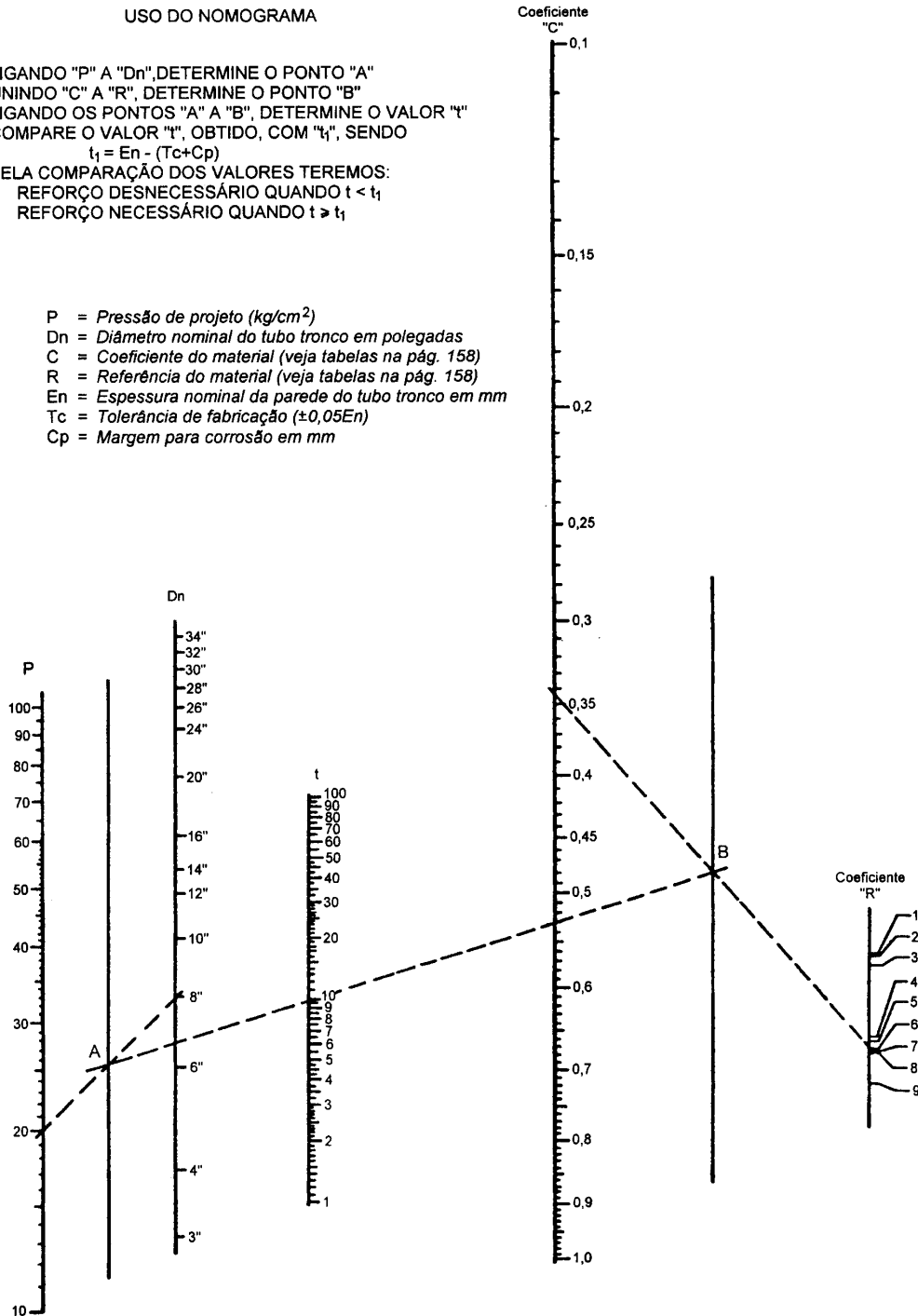
DERIVAÇÕES SOLDADAS (BOCAS DE LOBO) – Continuação

b) Nomograma para a determinação da necessidade de Anel de Reforço

USO DO NOMOGRAMA

- 1) LIGANDO "P" A "Dn", DETERMINE O PONTO "A"
- 2) UNINDO "C" A "R", DETERMINE O PONTO "B"
- 3) LIGANDO OS PONTOS "A" A "B", DETERMINE O VALOR "t"
- 4) COMPARE O VALOR "t", OBTIDO, COM "t₁", SENDO
 $t_1 = En - (Tc + Cp)$
- 5) PELA COMPARAÇÃO DOS VALORES TEREMOS:
 REFORÇO DESNECESSÁRIO QUANDO $t < t_1$
 REFORÇO NECESSÁRIO QUANDO $t \geq t_1$

P = Pressão de projeto (kg/cm²)
 Dn = Diâmetro nominal do tubo tronco em polegadas
 C = Coeficiente do material (veja tabelas na pág. 158)
 R = Referência do material (veja tabelas na pág. 158)
 En = Espessura nominal da parede do tubo tronco em mm
 Tc = Tolerância de fabricação ($\pm 0,05En$)
 Cp = Margem para corrosão em mm



ANEXO 3 – Livro de Tabelas (pág. 157)
 Folha 2 de 3

DERIVAÇÕES SOLDADAS (BOCAS DE LOBO) – Continuação

c) Coeficientes "R" e "C" do nomograma (ANEXO 3 – Folha 2 de 3)

MATERIAIS	Coef. "R"
ASTM A-312 Gr TP 304L	1
ASTM A-312 Gr TP 316L	2
ASTM A-53 GrA, A-106 GrA, API-5L GrA	3
ASTM A-335 Gr P1	4
ASTM A-312 Gr TP 304	5
ASTM A-335 Gr P5, Gr P-9	6
ASTM A-335 Gr P11, Gr P12, Gr P22	7
ASTM A-312 Gr TP 310, 316, 321, 347	8
ASTM A-53 Gr B, A-106 Gr B, API-5L Gr B	9

VALORES DO COEFICIENTE "C"														
TEMP °C	AÇO CARBONO		AÇOS-LIGA FERRÍTICOS						AÇOS AUSTENÍTICOS					
	ASTM A-53 Gr A A-106 Gr A API-5L Gr A	ASTM A-53 Gr B A-106 Gr B API-5L Gr B	ASTM A 335						ASTM A 312					
			P1	P5	P9	P11	P12	P22	TP310	TP321 & 347	TP304	TP 304L	TP316	TP 316L
50	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
100	0,959	0,959	0,965	0,958	0,959	0,975	0,975	0,975	0,998	0,988	0,899	0,967	0,995	0,991
150	0,913	0,916	0,931	0,917	0,920	0,946	0,943	0,946	0,986	0,905	0,818	0,840	0,954	0,926
200	0,874	0,875	0,899	0,877	0,879	0,922	0,917	0,922	0,972	0,848	0,751	0,718	0,935	0,782
250	0,834	0,834	0,865	0,835	0,840	0,896	0,888	0,895	0,949	0,816	0,694	0,639	0,920	0,716
300	0,793	0,794	0,829	0,794	0,799	0,889	0,861	0,869	0,925	0,799	0,647	0,592	0,913	0,665
350	0,752	0,750	0,795	0,754	0,759	0,844	0,836	0,846	0,897	0,791	0,607	0,559	0,909	0,623
400	0,675	0,654	0,761	0,713	0,718	0,821	0,807	0,821	0,866	0,784	0,567	0,533	0,901	0,582
450			0,725	0,671	0,677	0,778	0,766	0,778	0,802	0,764	0,532		0,882	
500			0,599	0,588	0,605	0,630	0,630	0,630	0,692	0,743	0,503		0,822	
550			0,343	0,343	0,387	0,364	0,343	0,371	0,495	0,711	0,473		0,705	
600				0,163	0,163	0,195	0,134	0,210	0,240	0,609	0,387		0,530	

ANEXO 3 – Livro de Tabelas (pág. 158)

Folha 3 de 3

JUNTAS DE EXPANSÃO COM FOLE E CANO GUIA DE AÇO INOXIDÁVEL

DESCRIÇÃO

A junta de expansão consiste de um fole metálico com terminais soldados pelo método Argonar. Todo o conjunto é guiado, internamente, por um cano rígido, soldado num dos terminais.

O fole e o cano guia fabricam-se, normalmente, de aço inoxidável AISI 321 (18% Ni 10% Cr), em uma só peça, podendo-se fornecê-los de aço inoxidável AISI-316 ou outras ligas. Foi escolhido o tipo 321 pela sua estabilidade a altas temperaturas (liga estabilizada com titânio).

Os terminais são com pontas para solda (stub-ends) de cano de aço sem costura, ou com flanges soldados, padrão ANSI-B 16, classe 150 e 300, ou DIN-ND 10, 16, 25 ou 40.

Para casos especiais, os terminais podem ser inteiramente de aço inoxidável e também segundo outro padrão.

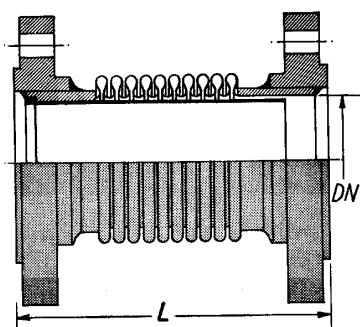
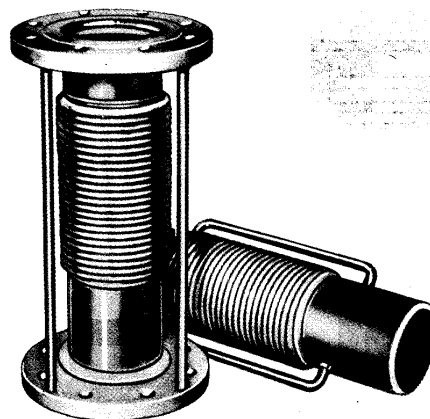


FIG. 643

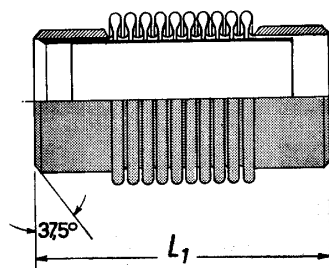


FIG. 642

DIÂMETRO NOMINAL		COMPRIMENTO TOTAL L EM mm PARA ABSORVER DILATAÇÕES DE mm						
Polegadas	mm	25	38	50	63	75	89	100
1/2"	13	185	235	380	430	485	535	585
3/4"	19	190	240	385	435	490	540	590
1"	25	200	250	395	445	500	550	600
1 1/4"	32	205	255	400	450	505	555	605
1 1/2"	38	210	260	405	455	510	560	610
2"	50	220	270	410	460	515	565	615
2 1/2"	63	230	285	415	470	520	575	625
3"	75	235	285	415	470	525	575	625
4"	100	250	305	435	495	550	605	655
5"	125	280	340	460	520	580	635	695
6"	150	285	350	475	535	600	660	720
8"	200	310	365	485	550	615	670	735
10"	250	320	380	495	560	620	685	745
12"	300	340	405	510	570	640	705	770
14"	350	370	425	525	590	660	720	790
16"	400	375	435	535	595	665	730	805
18"	450	385	450	545	595	670	735	815
20"	500	400	470	565	610	700	770	855

DIÂMETRO NOMINAL		COMPRIMENTO TOTAL L ₁ EM mm PARA ABSORVER DILATAÇÕES DE mm						
Polegadas	mm	25	38	50	63	75	89	100
1/2"	13	175	225	370	420	475	525	575
3/4"	19	180	230	375	425	480	530	580
1"	25	185	235	380	430	485	535	585
1 1/4"	32	190	240	385	435	490	540	590
1 1/2"	38	195	245	390	440	495	545	595
2"	50	205	255	395	445	500	555	600
2 1/2"	63	215	270	400	455	505	560	610
3"	75	215	270	400	455	510	560	610
4"	100	230	285	415	475	530	585	635
5"	125	255	315	435	500	555	610	670
6"	150	265	325	450	515	575	635	695
8"	200	285	340	465	525	590	650	710
10"	250	295	360	470	535	600	660	720
12"	300	315	380	490	550	615	680	745
14"	350	345	400	505	565	640	695	770
16"	400	350	410	510	570	645	705	780
18"	450	360	425	520	570	650	715	795
20"	500	375	445	540	590	675	745	830

JUNTAS DE EXPANSÃO

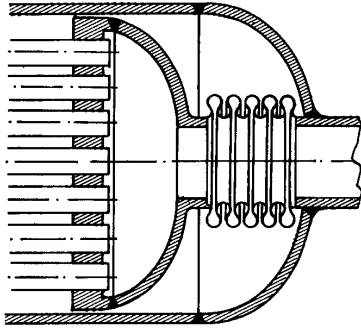


FIG. I

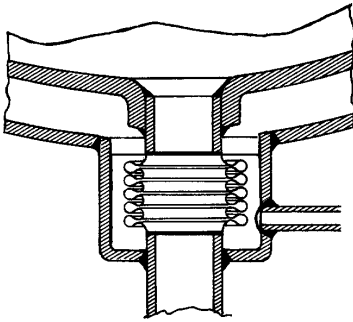


FIG. II

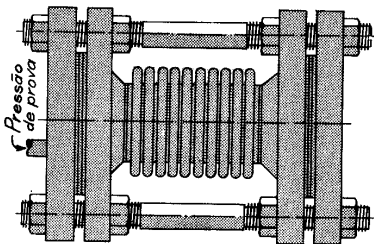


FIG. III

PRESSÃO DE SERVIÇO	
21 kgf/cm ² (300 lbf/pol ²)	(Nota 1)
TEMPERATURA DE SERVIÇO	
De - 40 a + 500° C (- 40 a + 932° F)	(Nota 2)

Notas:

- 1) Pressão de prova, hidrostática: 42 kgf/cm² (600 lbf/pol²). A pressão de serviço varia em função do diâmetro nominal, da temperatura do fluido e do tipo de conexões, podendo chegar até 66 kgf/cm², em certos casos.
- 2) Para temperaturas além dos limites acima, sob consulta.

INSTRUÇÕES PARA A INSTALAÇÃO

APLICAÇÃO

As juntas de expansão são elementos desenhados para absorver dilatações axiais em tubulações ou equipamentos, provocadas por variações de temperatura e/ou movimentos periódicos devidos a outras causas. Por sua estanqueidade e reduzido tamanho, substituem, com vantagem, as juntas telescópicas e as liras.

Também são de grande utilidade na construção de permutadores de calor, resfriadores, alambiques, aquecedores etc. Nesses casos, aconselhamos consultar o nosso departamento técnico, para instruções especiais de instalação.

INSTALAÇÃO

Recomendamos observar as seguintes instruções, para obter o máximo rendimento:

As juntas de expansão são entregues pré-estiradas, cerca de 50% do curso total, mediante 2 varetas que se devem retirar uma vez instalado o elemento. O valor "L", mencionado na tabela de dimensões, é o comprimento certo para cortar o encanamento, à temperatura normal (20° C). Quando destinadas a instalações de refrigeração as juntas vêm pré-comprimidas. Deve ser mencionada essa condição nas encomendas.

Se, na ocasião do recebimento, for efetuada prova hidráulica, deve-se colocar duas varetas roscadas (Fig. III) para anular a ação axial. Estas varetas devem ser mantidas também durante a prova do encanamento ou os pontos fixos (ancoragem) devem ser reforçados, prevendo o esforço resultante da pressão de prova.

NUNCA TORCER AS JUNTAS!

Ao soldar os contra-flanges, deve-se ter a certeza de que as suas faces fiquem perpendiculares ao eixo do encanamento.

Não danificar a junta de expansão durante a montagem, como consequência de golpes acidentais ou pingos de solda. Aconselhamos executar a montagem com "carretéis", substituindo-os pelas juntas apenas na etapa final do trabalho.

JUNTAS DE EXPANSÃO

Os golpes de ariete são prejudiciais às juntas de expansão. Devem ser eliminados ou, pelo menos, atenuados.

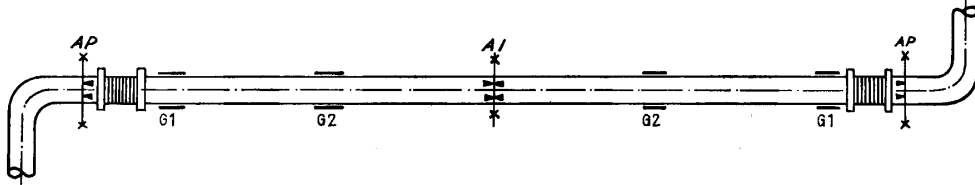


FIG. IV

Para cada junta de expansão o trecho de encaimento deverá ter ancoragens AP (pontos fixos) em seus extremos (Fig. IV). Como a reação axial deve equilibrar a ação axial do fole, as ancoragens principais deverão ser projetadas de tal forma que resistam à força resultante do produto entre a seção do encaimento e a pressão de trabalho ou de prova, respectivamente. Ver gráfico à página 226. Quando os valores obtidos superam as possibilidades de ancoragem, recomendamos utilizar as nossas juntas de expansão com tensores ou sistemas articulados especiais.

Como as juntas de expansão não devem suportar mais que o seu próprio peso, é indispensável a colocação de guias G (Fig. IV) a espaços regulares.

A distância da primeira guia à junta de expansão não deverá ser maior que 4 vezes o diâmetro do encaimento; a seguinte 14 vezes e as restantes 50 vezes.

As guias devem permitir o livre deslocamento axial do encaimento, porém evitar todo o jogo transversal (Fig. V).

As juntas de expansão podem ser isoladas externamente, tomando-se precauções para não impedir o livre movimento longitudinal.

O sentido de fluxo está indicado, nas juntas de expansão, por setas estampadas nos terminais.

Para calcular o valor da dilatação térmica axial, aplica-se a seguinte fórmula:

$$X = L \cdot \Delta T \cdot K$$

Sendo:

- X — Dilatação térmica axial em mm.
- L — Comprimento total do trecho de encaimento, em metros.
- ΔT — Máxima diferença de temperaturas, em °C.
- K — Constante de dilatação térmica.

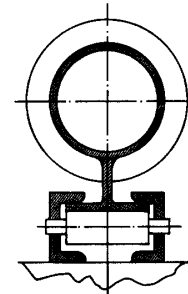


FIG. V

MATERIAL	CONSTANTE K					
	0-100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C
Aço carbono	0,0120	0,0126	0,0131	0,0136	0,0141	0,0147
Aço inoxidável - 18 Cr. 8 Ni.	0,0168	0,0175	0,0180	0,0184	0,0188	0,0191
Alumínio	0,0238					
Cobre	0,0165					
Ferro fundido	0,0110					

