

1. OBJETIVO

Colocar à disposição dos candidatos, às provas teóricas em controle dimensional; um conjunto de formulas matemáticas, relações trigonométricas, desenhos, convenções de representações, e unidades de medidas; para consulta.

2. TERMINOLOGIA

- VIM – Vocabulário Internacional de Metrologia (Portaria INMETRO 029 De 10/03/1995).

3. ESTRUTURAS OCEÂNICAS

São estruturas tubulares de aço utilizados para a produção de petróleo e gás.

Possuem diversos componentes que, após montagem, formam subconjuntos conforme mostrados nas figuras 1, 2 e 3.

Componentes Tubulares de uma Estrutura Oceânica (Junta Tubular Típica)

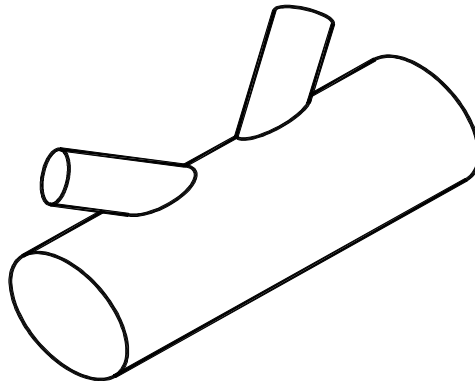


Figura 1

Componentes Tubulares de Estrutura Oceânica

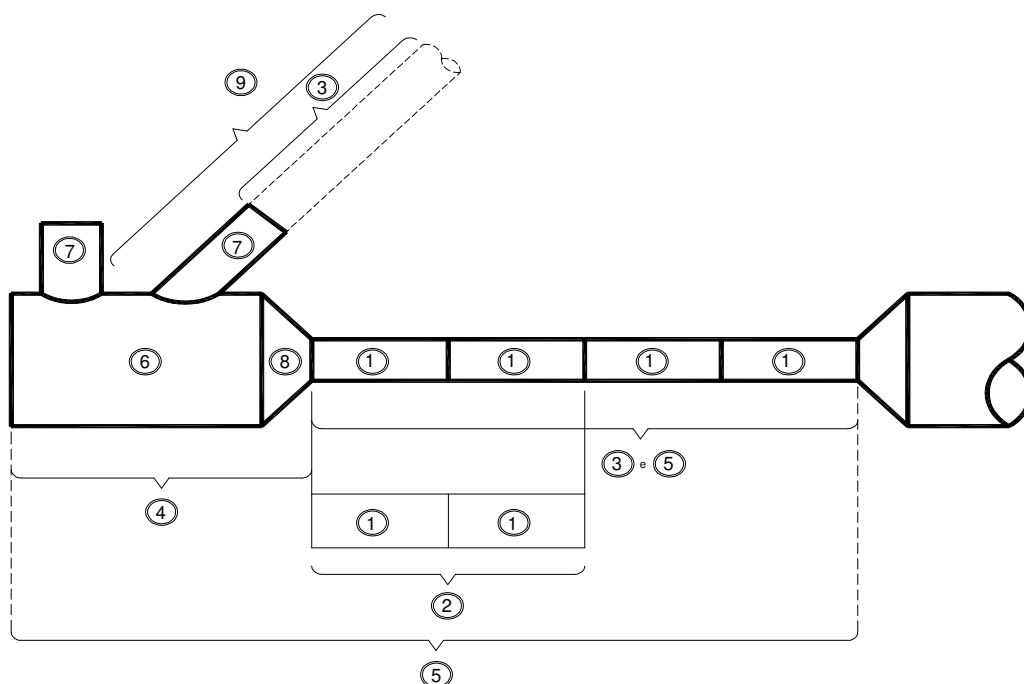


Figura 2

Tipos de Juntas Soldadas

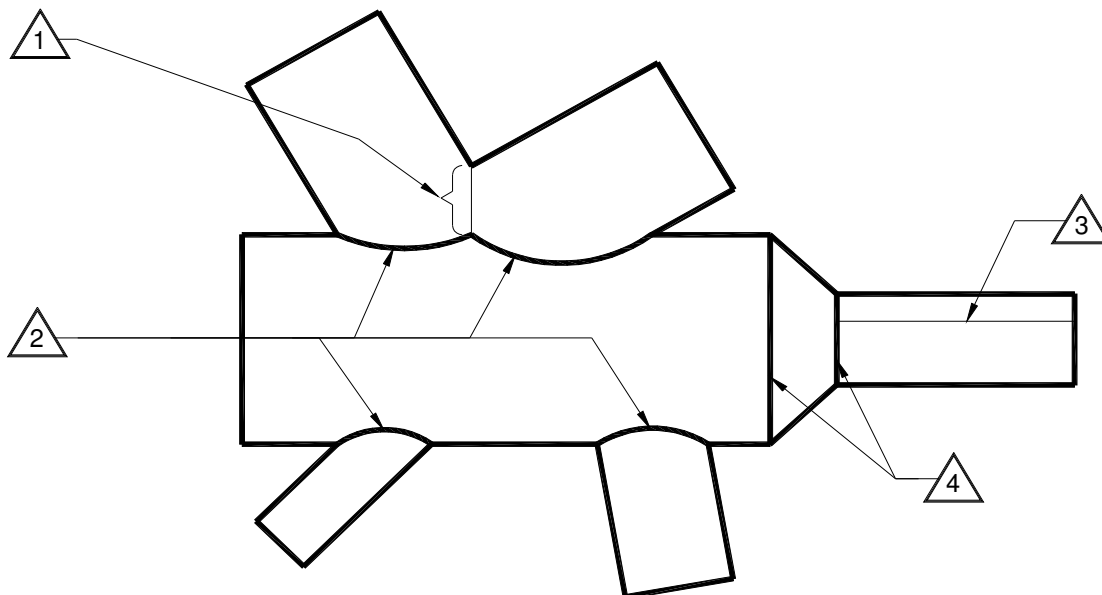


Figura 3

4. DESENHOS ISOMÉTRICOS

Os isométricos são desenhos feitos em perspectiva isométrica, para representar uma tubulação individual ou para duas ou três tubulações próximas que sejam interligadas.

É por meio dos desenhos isométricos que se faz o levantamento de materiais necessários para a construção de tubulações. Por essa razão, todo componente de tubulação deve ser mostrado individualmente.

4.1 Convenções Isométricas

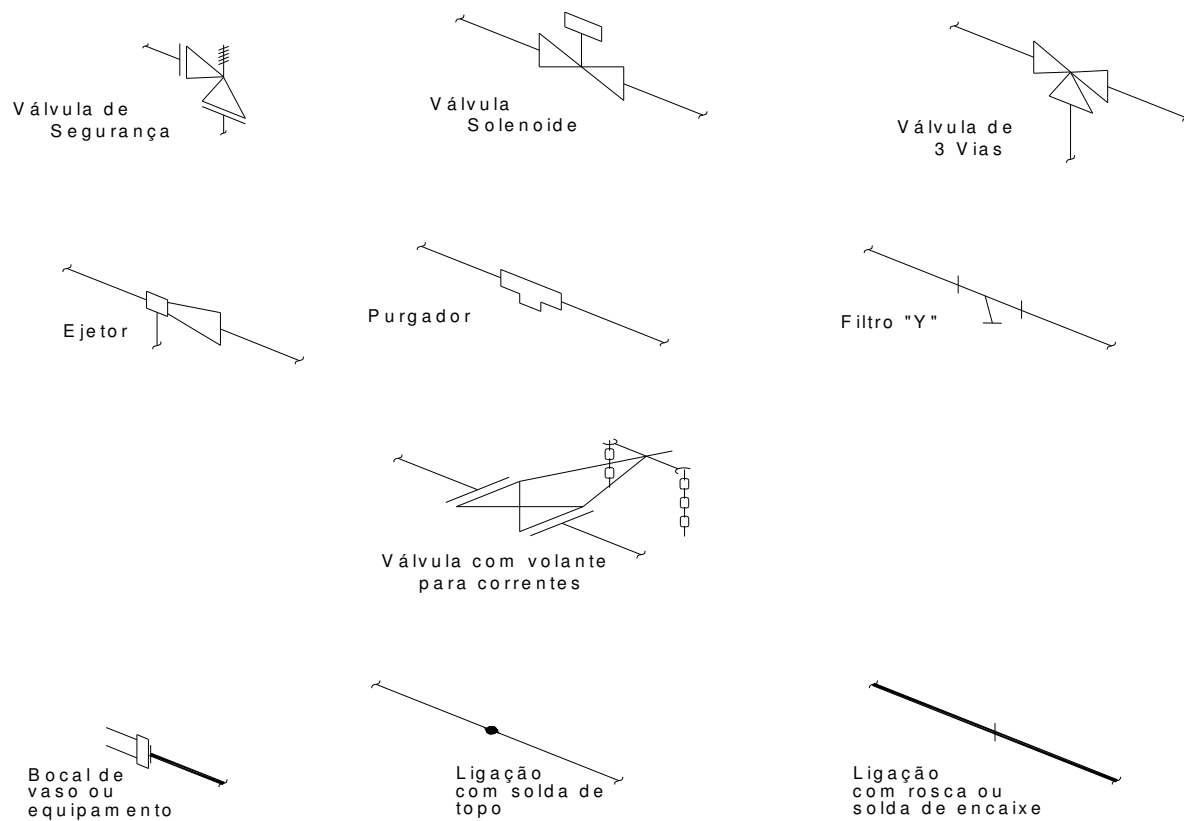


Figura 4

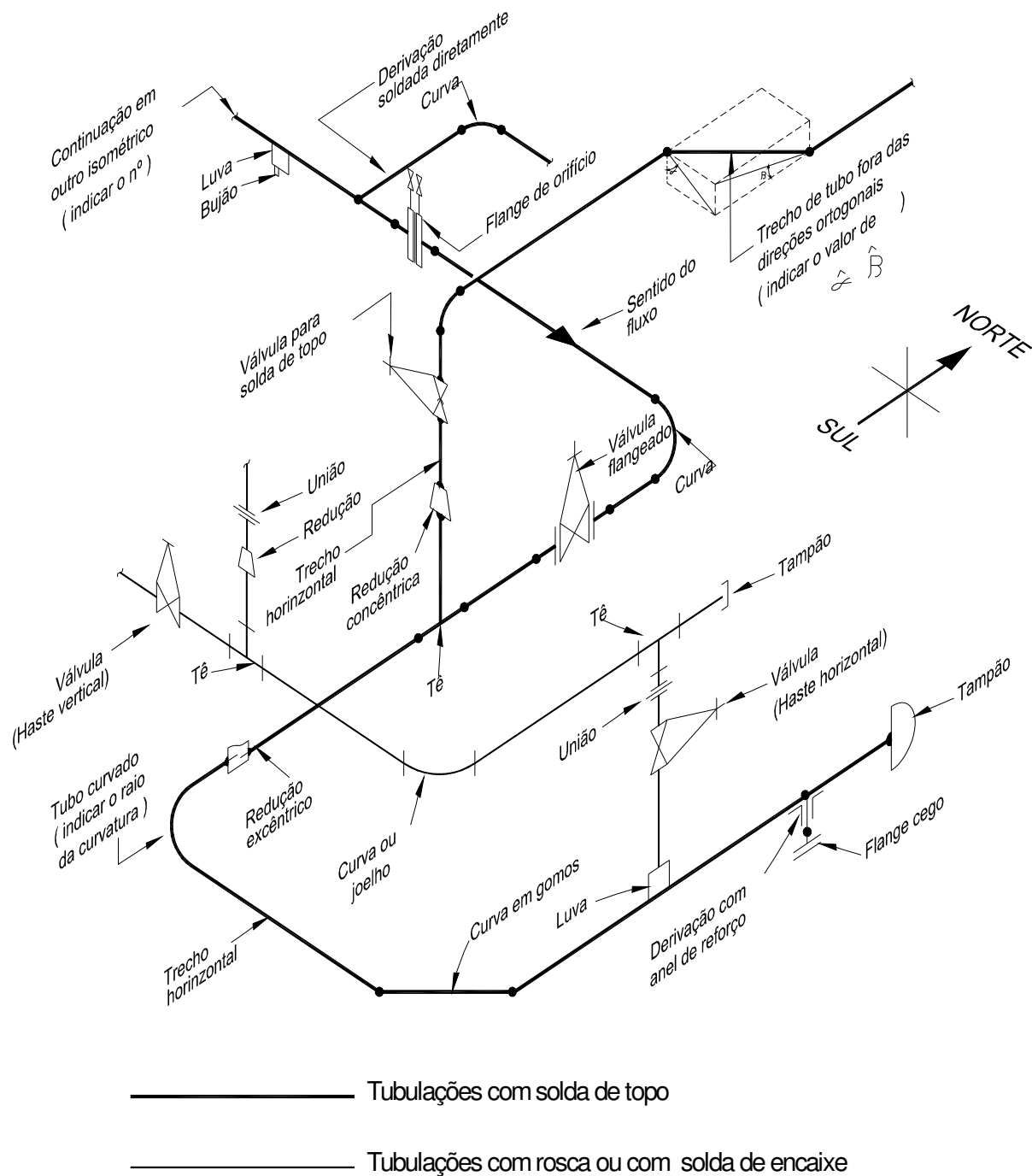


Figura 5

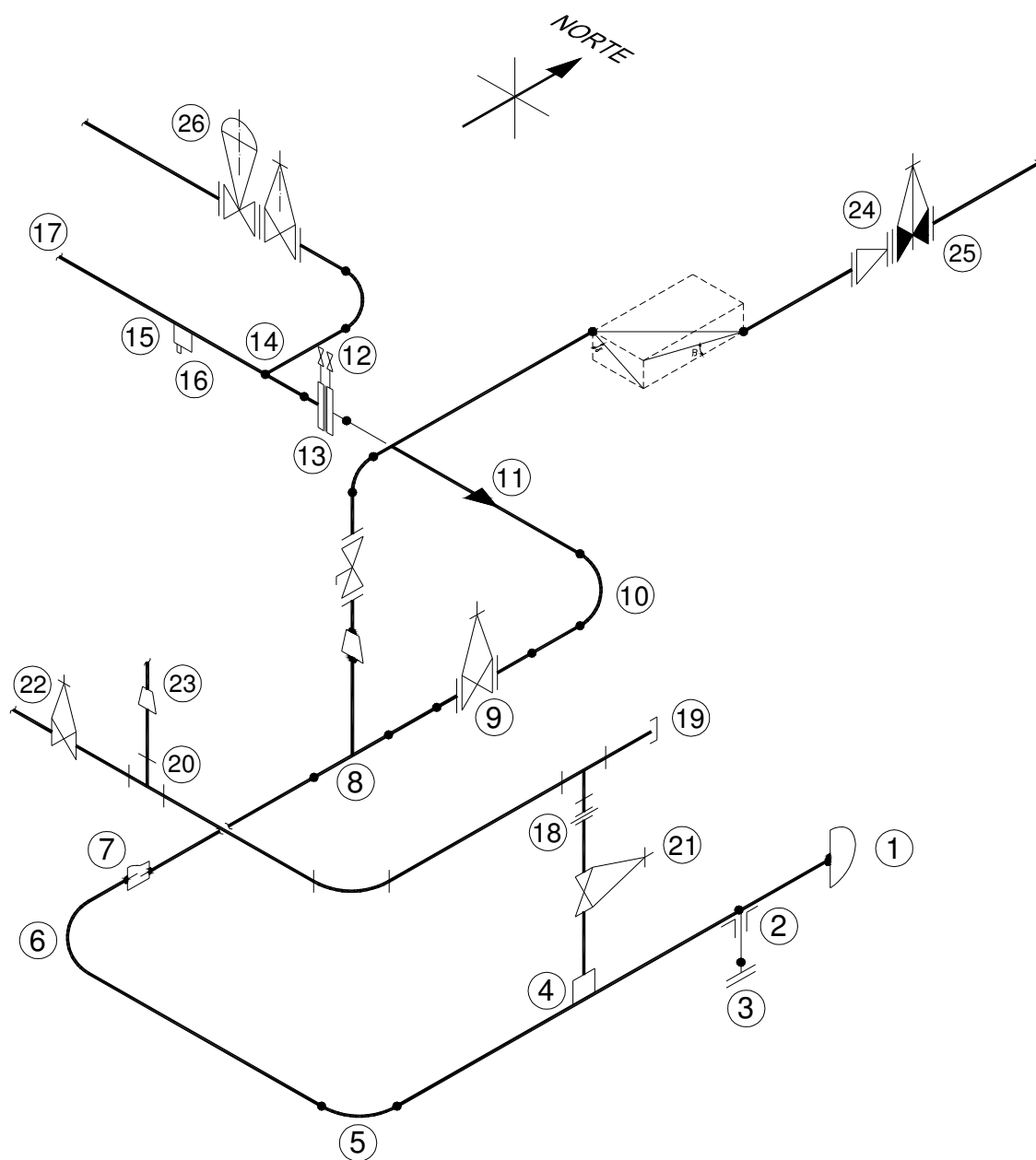


Figura 6

4.2 Isométrico 3212

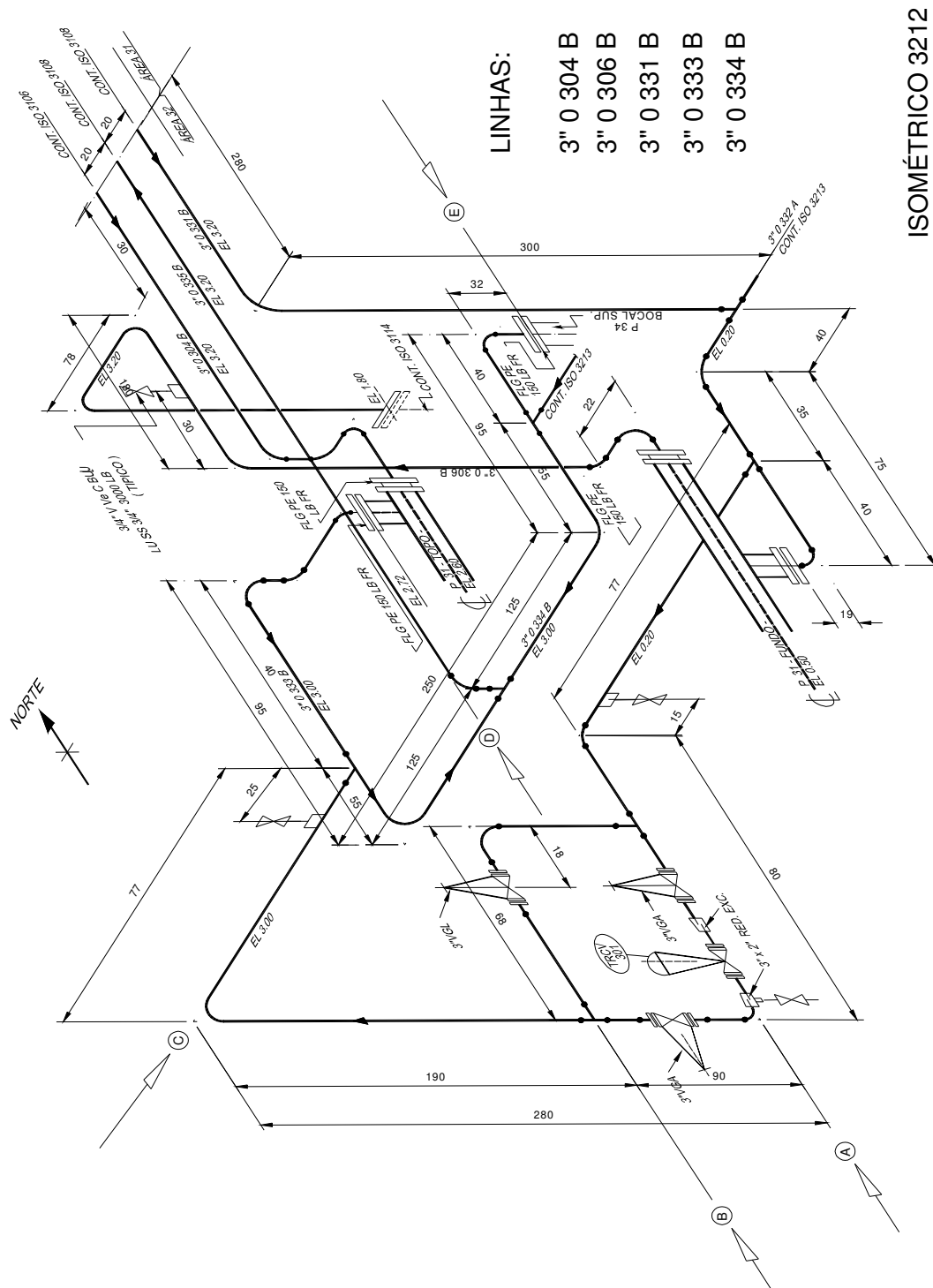


Figura 7

4.3 Isométrico 3216

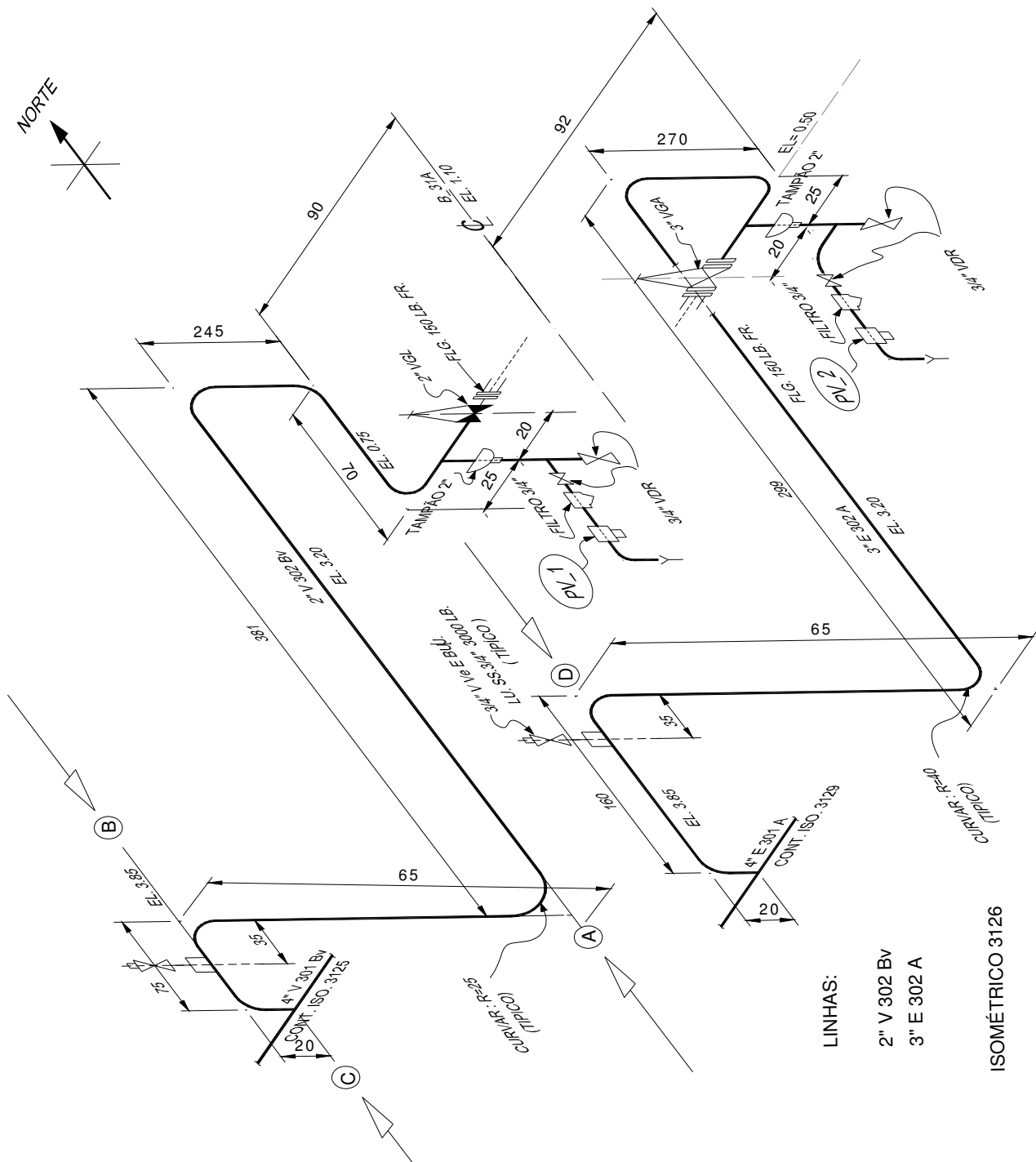


Figura 8

5. PLANTAS DE TUBULAÇÃO

As plantas de tubulação são desenhos feitos em escala, contendo todas as tubulações de uma determinada área. A figura 13 é um exemplo de Planta de Tubulação.

Em todas as tubulações devem ser indicadas as suas identificações completas e o seu sentido de fluxo. As válvulas e acessórios de tubulação são representados por convenções especiais, figura 4, e devem ser, tanto quanto possível, desenhados em escala. Devem ser mostradas também as posições das hastes das válvulas, para cima ou para os lados.

Nas plantas de tubulação devem figurar as elevações de todas as tubulações, elevações de linhas de centro dos equipamentos, bem como de pisos, plataformas etc. e também as distâncias entre tubos paralelos e todas as cotas importantes da tubulação; localização de mudanças de direção de tubulações, derivações, curvas de expansão, suportes etc.

5.1 Convenções de Representação da Direção das Tubulações em Plantas

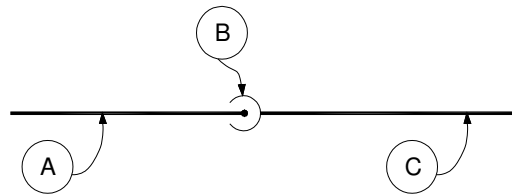


Figura 9

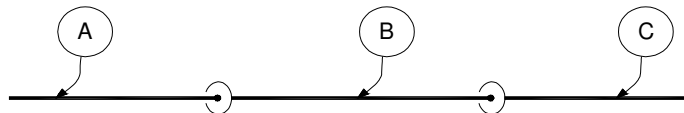


Figura 10

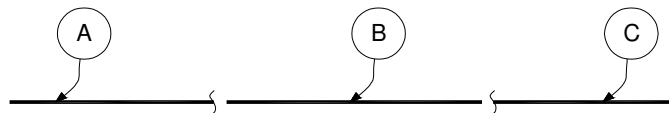


Figura 11

5.2 Convenções de Fluxograma

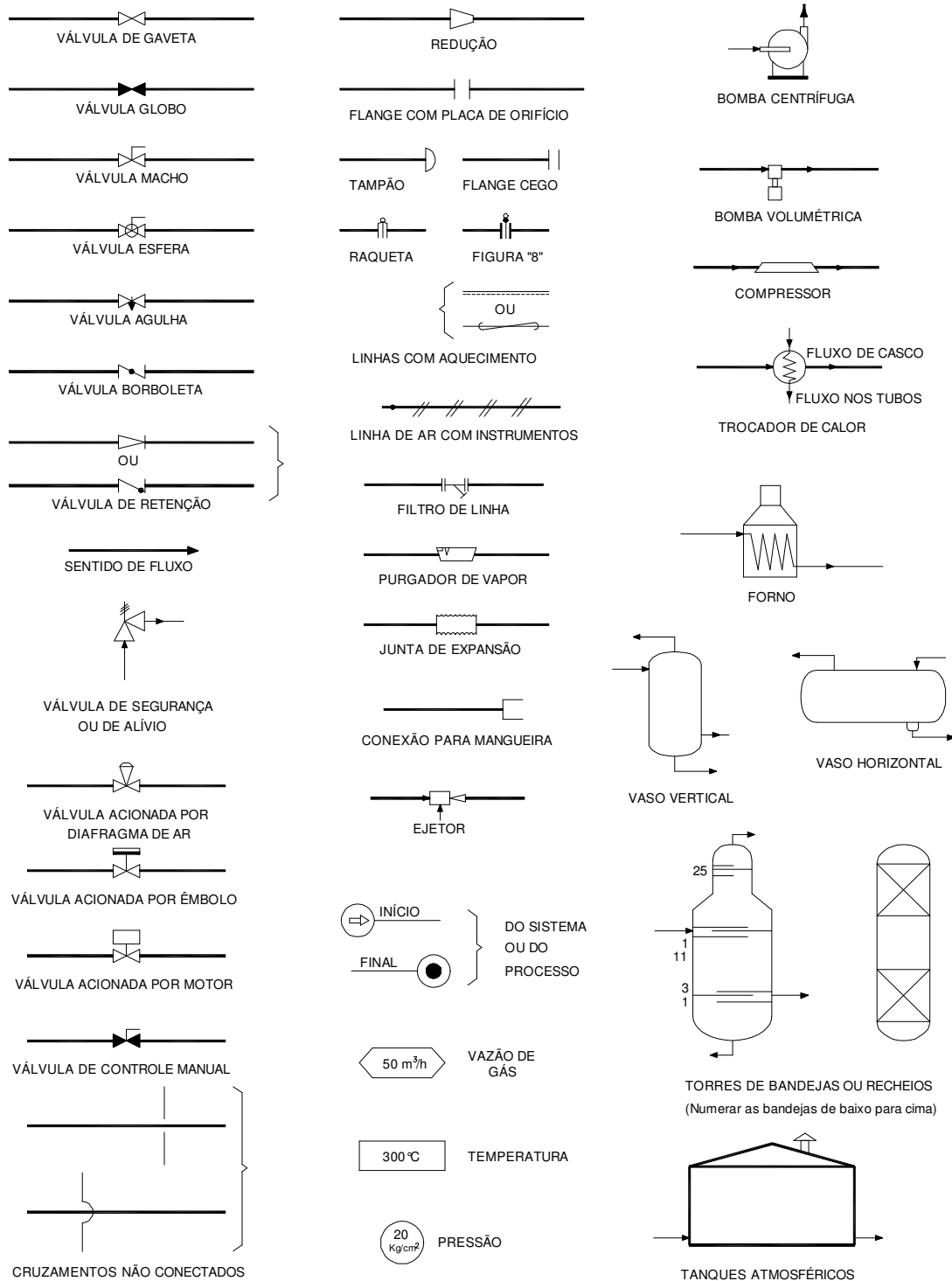


Figura 12

5.3 Planta de Tubulação

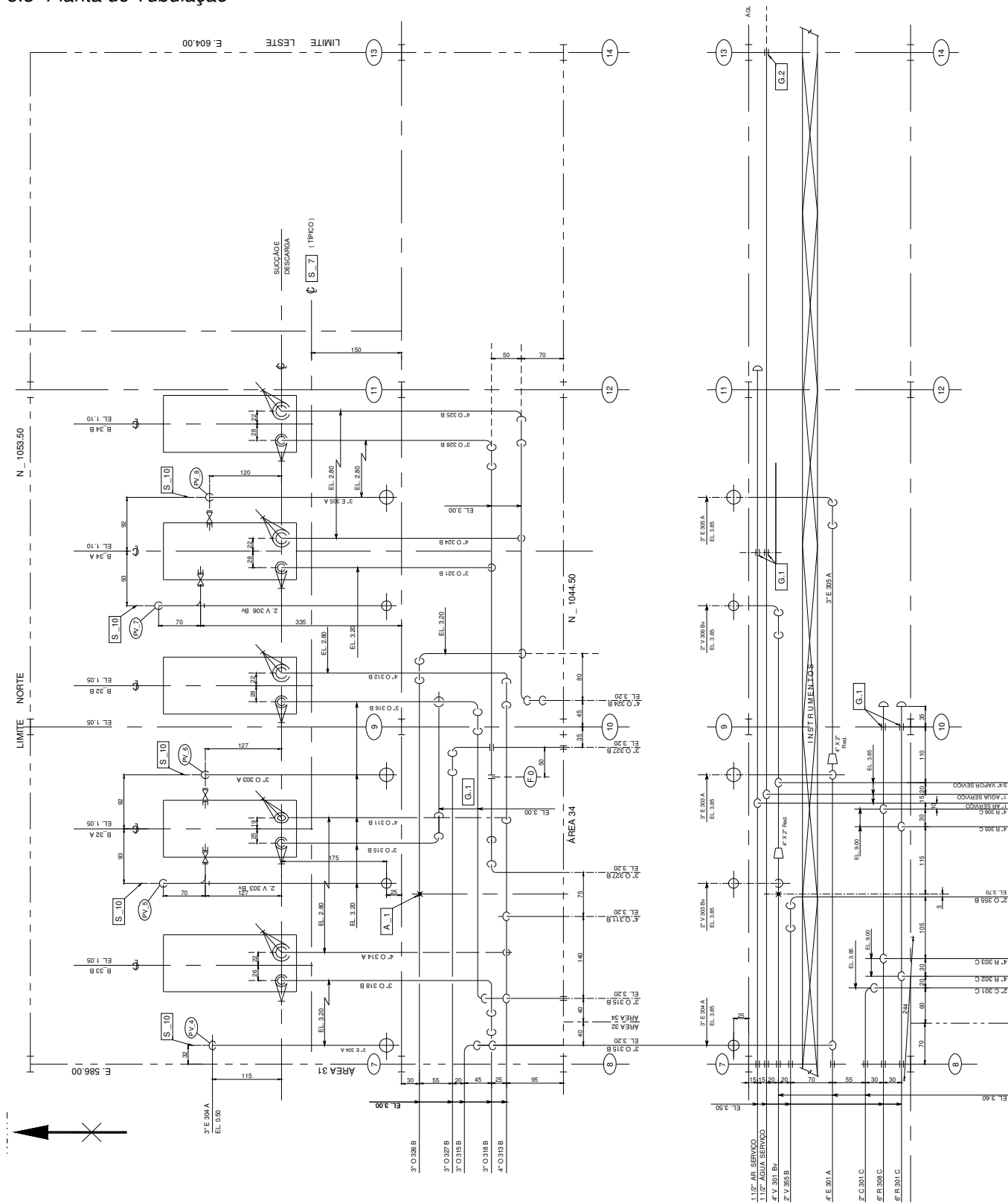


Figura 13

6. VASOS DE PRESSÃO E TROCADORES DE CALOR

Vasos de Pressão são reservatórios utilizados em refinarias, unidades petroquímicas, terminais, estações de dutos, estações de produção e outras instalações similares. Entende-se como vaso de pressão todos os reservatórios de qualquer tipo, dimensões ou finalidade, não sujeito à chama, que contenham quaisquer fluídos em pressões manométricas iguais ou superiores a 103 kPa (1,05 kgt/cm²) ou submetido à pressão externa.

Tocador de Calor Tipo AES

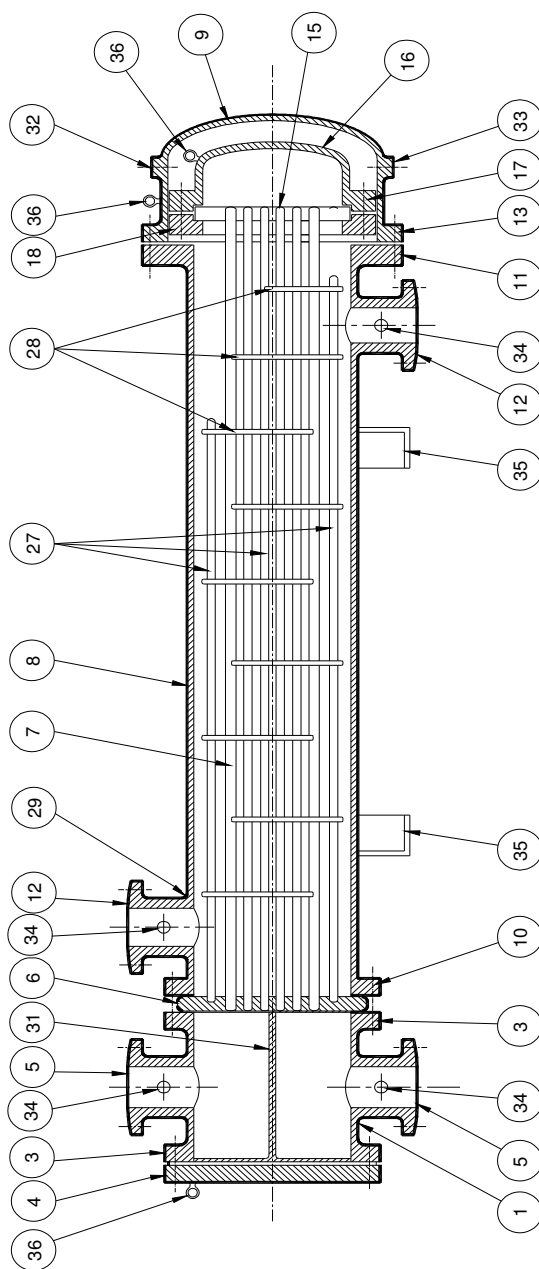


Figura 14

Trocador de Calor Tipo BEM

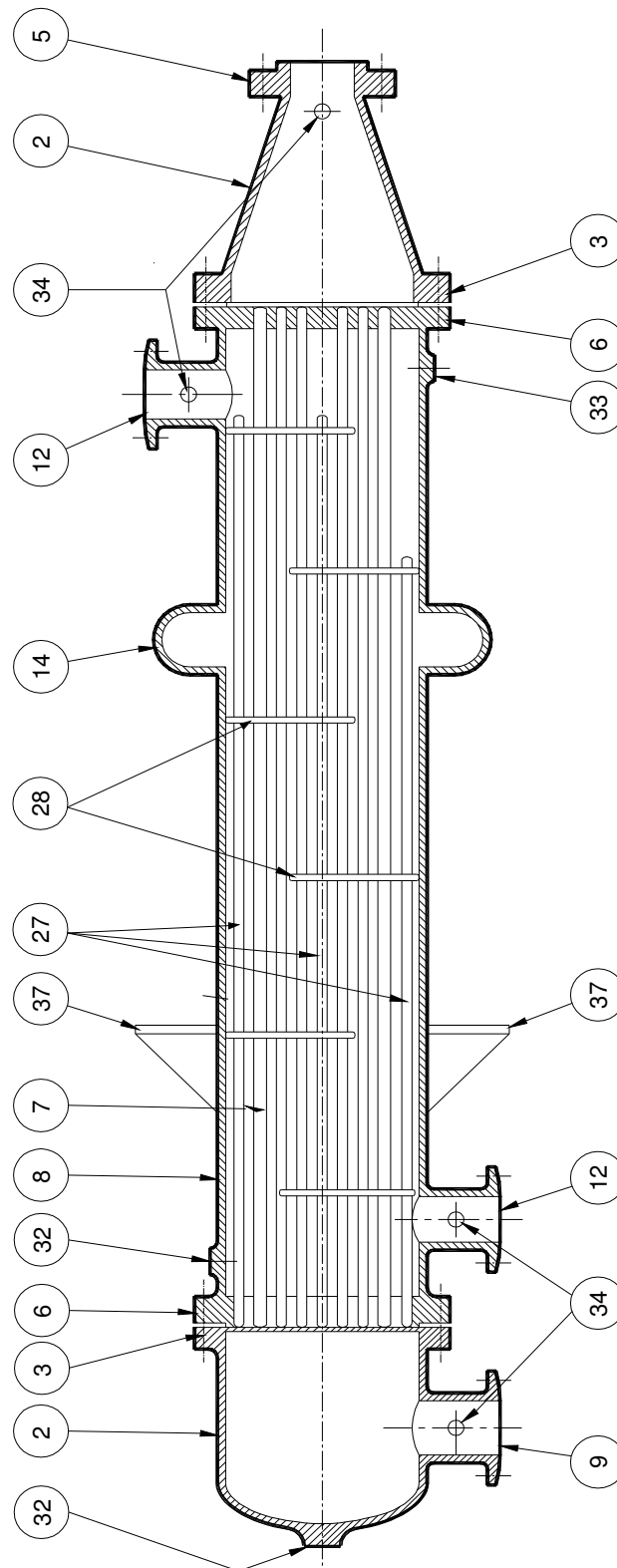


Figura 15

Vaso de Pressão – ESFERA

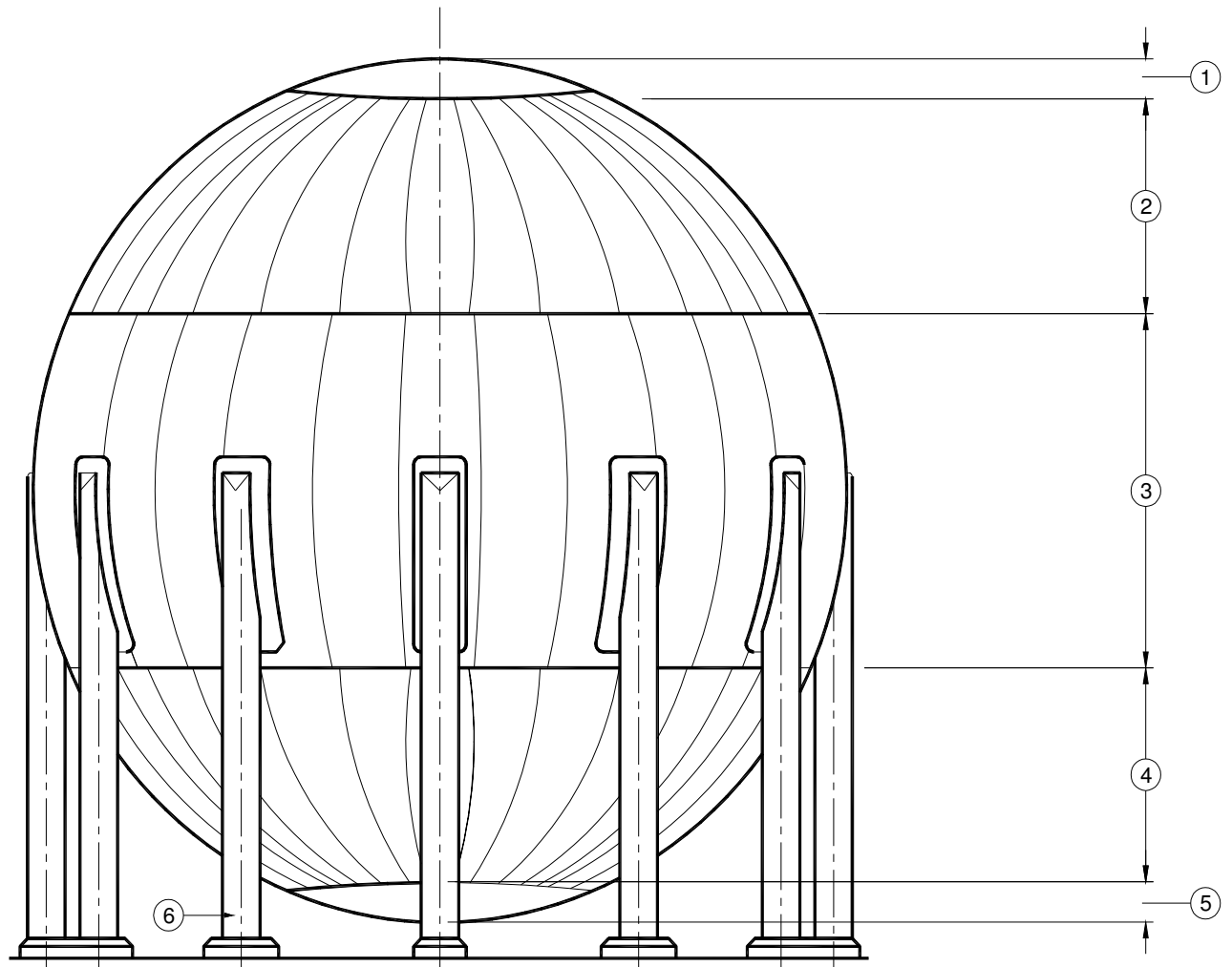


Figura 16

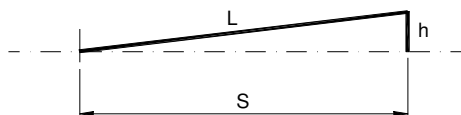
7. TOPOGRAFIA

Medida direta de distâncias – Erros.

Erros Sistemáticos

Estão descritos nos quadros a seguir:

8.1.1 - ERRO DE DESNÍVEL

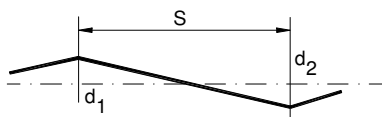


h = DESNÍVEL VERIFICADO

ERRO ABSOLUTO: $\Delta S_h = -\frac{h^2}{2.L}$

ERRO RELATIVO: $PR = \frac{\Delta S_h}{S} = -\frac{h^2}{2.L^2}$

8.1.2 - ERRO DE ALINHAMENTO

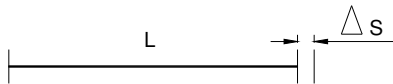


d = DESVIO DO ALINHAMENTO | + À DIREITA:
| - À ESQUERDA:

ERRO ABSOLUTO: $\Delta S_d = -\frac{(d_1 - d_2)}{2.L}$

ERRO RELATIVO: $\frac{\Delta S_d}{S} = -\frac{(d_1 + d_2)^2}{2.L^2}$

6.3 - EFEITO DA TEMPERATURA



T = TEMPERATURA DA FITA EM °C
T_a = TEMPERATURA DE AFERIÇÃO
∞ = COEFICIENTE DE DILATAÇÃO:
AÇO COMUM : 1,2 x 10⁻⁵
AÇO INVAR : 1,0 x 10⁻⁶

$$M = \frac{m \cdot t \cdot t}{t}$$

ERRO ABSOLUTO: $\Delta S_t = L \cdot \infty \cdot (T - T_0)$

ERRO RELATIVO: $\frac{\Delta S_t}{S} \approx \infty \cdot (T - T_0)$

6.4 - EFEITO DA TRAÇÃO

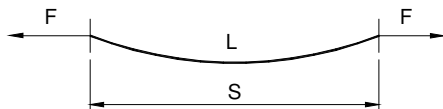


F_a = TENSÃO DE AFERIÇÃO
S_a = SEÇÃO DA FITA = 2,5 A 6 mm²
E = MÓDULO DE ELÁSTICIDADE
AÇO COMUM 2 100 000 Kg/ cm²
AÇO INVAR ~ 1 500 000 Kg/ cm²

ERRO ABSOLUTO: $\Delta S_f = \frac{L \cdot (F - F_0)}{S_a \cdot E}$

ERRO RELATIVO: $\frac{\Delta S_f}{S} = \frac{(F - F_0)}{S_a \cdot E}$

6.5 - EFEITO DA CATENÁRIA



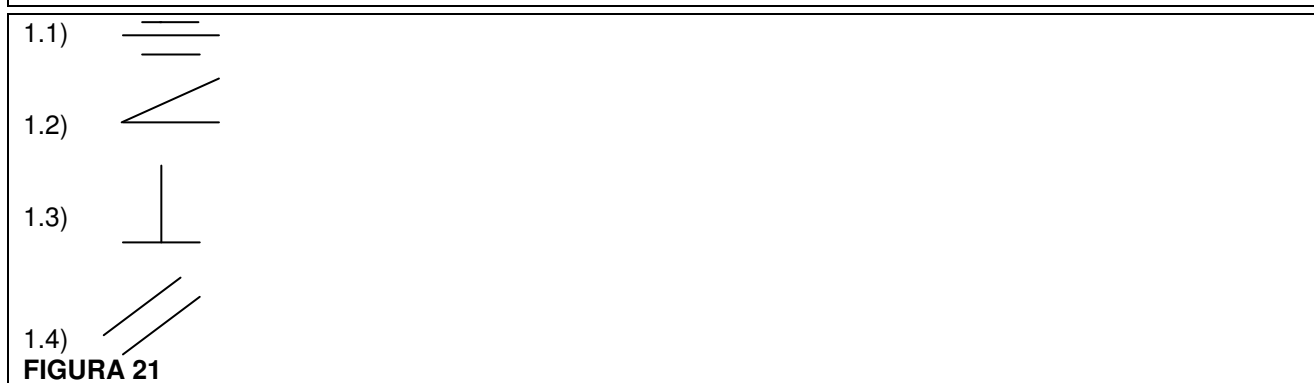
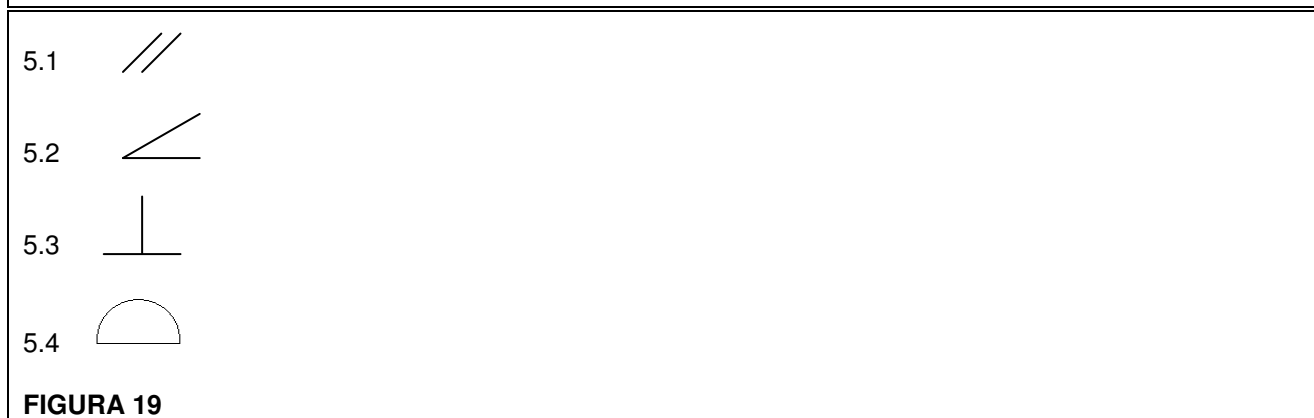
P = PESO DA FITA POR METRO
F = TENSÃO APLICADA

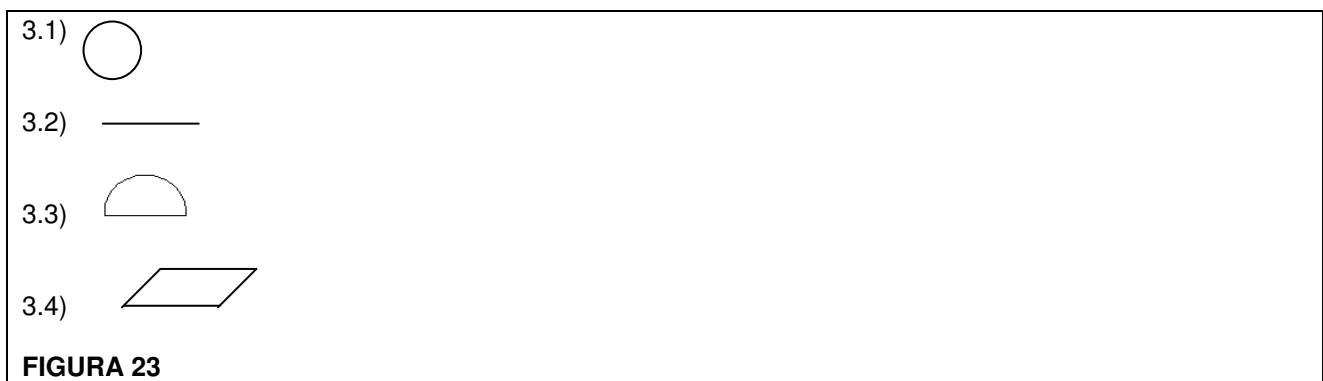
ERRO ABSOLUTO: $\Delta S_c = -\frac{L}{24} \left(\frac{P \cdot L}{F} \right)^2$

ERRO RELATIVO: $\frac{\Delta S_c}{S} = -\frac{1}{24} \cdot \left(\frac{P \cdot L}{F} \right)^2$

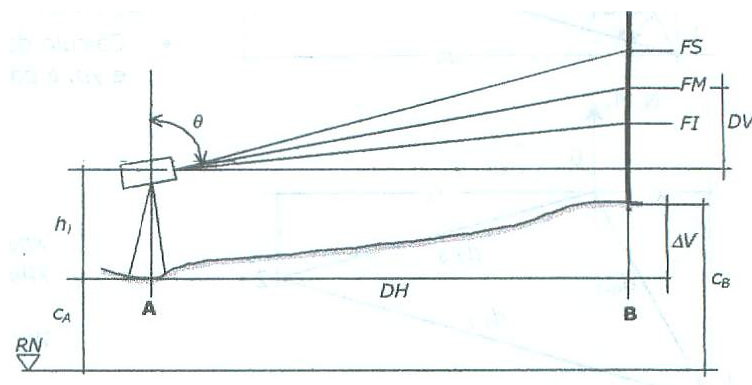
TRENA INCLINADA: $\Delta S_j = \Delta S \cdot \cos.^2 j$

Figura 17





Taqueometria:



Distância horizontal (DH):

$$DH = \frac{f}{i} \cdot (FS - FI) \cdot \sin^2 \theta + (f + c) \cdot \cos \theta$$

sendo: $\frac{f}{i} = 100$, a constante multiplicativa;
 $(FS - FI) = I$, a diferença entre as leituras superior e inferior;
 $(f + c) = 0$, a constante aditiva.

temos:

$$DH = 100 \cdot I \cdot \sin^2 \theta$$

Distância vertical (DV):

$$DV = \frac{f}{i} \cdot (FS - FI) \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta + (f + c) \cdot \sin \theta$$

sendo: $\frac{f}{i} = 100$, a constante multiplicativa;
 $(FS - FI) = I$, a diferença entre as leituras superior e inferior;
 $(f + c) = 0$, a constante aditiva.

temos:

$$DV = 100 \cdot I \cdot \sin \theta \cdot \cos \theta \quad \text{ou} \quad DV = 50 \cdot I \cdot \sin(2\theta)$$

8. FORMULÁRIO PARA CÁLCULO DE DILATAÇÃO TÉRMICA DE MATERIAIS

Fórmula para Cálculo de Dilatação Térmica de Materiais

$\Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta t$ onde: L = comprimento final do material
 L_0 = comprimento inicial do material
 α = coeficiente de dilatação linear expresso em $\text{comp./}^\circ\text{C}$

$\Delta t = t_{\text{final}} - t_{\text{inicial}}$

A conversão entre $^\circ\text{C}$, $^\circ\text{F}$, e $^\circ\text{K}$ é dada por:

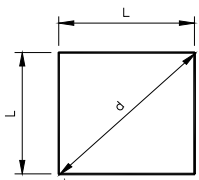
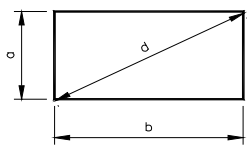
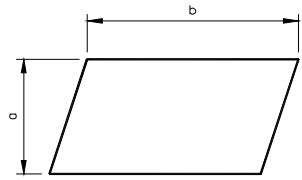
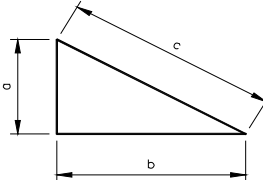
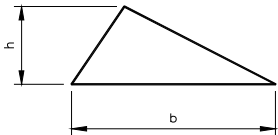
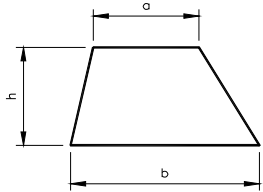
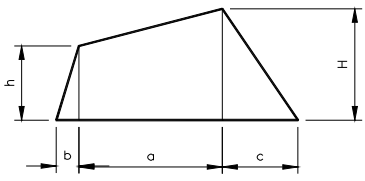
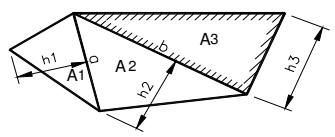
$$^\circ\text{C}/5 = (^\circ\text{F}-32)/9 \quad \text{e} \quad ^\circ\text{K} = ^\circ\text{C} + 273$$

Tabela 1 - Tabela de Massa Específica de Materiais

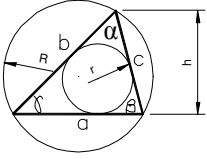
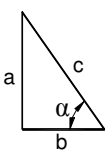
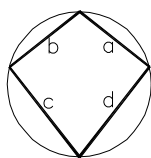
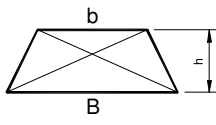
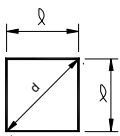
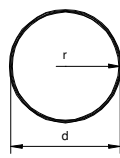
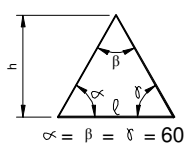
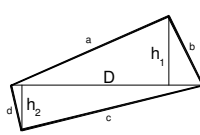
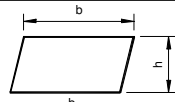
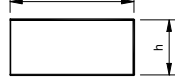
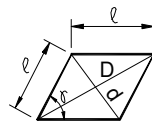
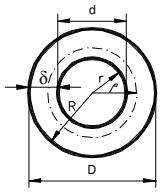
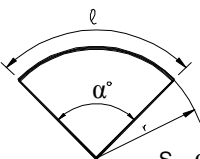
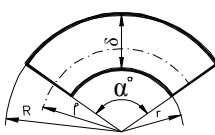
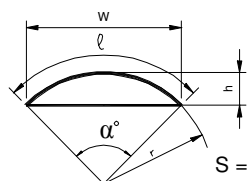
MATERIAL	MASSA ESPECÍFICA P = kg / dm ³	MATERIAL	MASSA ESPECÍFICA P = kg / dm ³
Aço	7,85	Estanho Fundido	7,2
Aço Fundido	7,85	Estanho Laminado	7,4
Aço Rápido	8,4 a 9,0	Ferro Fundido	7,25
Alumínio Fundido	2,5	Latão Fundido	8,5
Alumínio Laminado	2,7	Latão Laminado	8,55
Antimônio	6,67	Madeira (pinho)	0,65
Argila	1,8 a 2,5	Magnésio	1,74
Berílio	1,85	Magnésio em Liga	1,8
Bronze Fosforoso	8,8	Manganês	7,3
Cádmio	8,64	Mercúrio	13,6
Chumbo	11,34	Molibdênio	10,2
Cobalto	8,8	Níquel	8,8
Cobre Fundido	8,8	Ouro	19,33
Cobre Laminado	8,5	Platina	21,4
Cobre Puro	8,93	Prata	10,5
Concreto Armado	2,4	Tungstênio	19,1
Cromo	6,7	Vanádio	18,7
Diamante	3,5	Zinco Fundido	6,86
Duralumínio	2,8	Zinco Laminado	7,15

Fórmulas para o Cálculo de Área de Figuras Planas

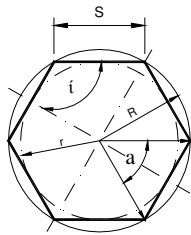
Quadro 1

QUADRADO  $\text{Área} = A$ $A = L^2$ $L = \sqrt{A} = 0,7071d$ $d = L \cdot \sqrt{2} \approx 1,414 \cdot L$	RETÂNGULO  $A = a \cdot b$ $A = a \cdot \sqrt{d^2 - a^2}$ $A = b \cdot \sqrt{d^2 - b^2}$ $a = \frac{A}{b}$ $b = \frac{A}{a}$ $d = \sqrt{a^2 + b^2}$
PARALELOGRAMO  $A = a \cdot b$ $a = \frac{A}{b}$ $b = \frac{A}{a}$	TRIÂNGULO RETÂNGULO  $A = \frac{a \cdot b}{2}$ $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ $a = \sqrt{c^2 - b^2}$ $b = \sqrt{c^2 - a^2}$
TRIÂNGULOS QUAISQUER  $A = \frac{b \cdot h}{2}$	TRAPÉZIO  $A = \frac{(a + b) \cdot h}{2}$
QUADRILÁTEROS QUAISQUER  $A = \frac{(H + h) \cdot a + (b \cdot h) + (C \cdot H)}{2}$	POLÍGONO QUALQUER  $A = A_1 + A_2 + A_3$ $A = \frac{(a \cdot h_1) + (b \cdot h_2) + (b \cdot h_3)}{2}$

Quadro 2

 <u>TRIÂNGULO</u> $S = \frac{a \cdot h}{2} = \frac{abc}{4R} = \frac{ab \sin \gamma}{2} =$ $= \sqrt{s(s-a)(s-b)(s-c)} = sr$ $s = \frac{1}{2}(a+b+c)$	 <u>TRIÂNGULO RETÂNGULO</u> $S = \frac{a}{2} \sqrt{c^2 - a^2} = \frac{1}{4} c^2 \sin 2\alpha =$ $= \frac{ab}{2} = \frac{c^2}{2} \sin \alpha \cos \alpha =$ $= \frac{a^2}{2} \operatorname{ctg} \alpha = \frac{b^2}{2} \operatorname{tg} \alpha$
 <u>QUADRILÁTERO INSCRITO EM UMA CIRCUNFERÊNCIA</u> $S = \sqrt{(s-a)(s-b)(s-c)(s-d)}$ $s = \frac{1}{2}(a+b+c+d)$	 <u>TRAPÉZIO</u> $S = \frac{b+B}{2} h =$
 <u>QUADRADO</u> $S = l^2 = \frac{d^2}{2}$ $l = \frac{d}{\sqrt{2}} = 0.707d \quad d = 1.414l$	 <u>CIRCUNFERÊNCIA</u> $C = \pi d = 2\pi r$ <u>CÍRCULO</u> $S = \frac{\pi d^2}{4} = \pi r^2 = C \frac{r}{2} = 0.7854 d^2$
 <u>TRIÂNGULO EQUILÁTERO</u> $S = \frac{1}{4} \sqrt{3} l^2 = 0.433 l^2 =$ $= \frac{1}{\sqrt{3}} h^2 = 0.578 h^2$ $l = 1.155h \quad h = \frac{1}{2} \sqrt{3} l = 0.866l$ $\alpha = \beta = \gamma = 60^\circ$	 <u>QUADRILÁTERO</u> $S = D \frac{h_1 + h_2}{2}$
 <u>PARALELOGRAMO</u> $S = b \cdot h$  <u>RETÂNGULO</u> $S = b \cdot h$	 <u>LOSANGO</u> $S = \frac{Dd}{2} = l^2 \sin \gamma$
 <u>CORÔA CIRCULAR</u> $\rho = \frac{R+r}{2} \quad \delta = R-r \quad r = mR$ $S = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) = \pi (R^2 - r^2) =$ $= \pi R^2 (1 - m^2) = 2\pi \rho \delta$	 <u>SETOR CIRCULAR</u> $l = \pi r \frac{\alpha^\circ}{180}$ $l = \pi r \frac{\alpha^\circ}{180} = \alpha$ $S = \frac{\alpha}{180} \frac{\pi r^2}{2} = \frac{1}{2} l r = \frac{1}{2} \alpha r^2 = 0.00872665 \alpha^2 r^2$
 <u>ARCO DE CORÔA CIRCULAR</u> $S = \pi \frac{\alpha^\circ}{180} \frac{R^2 - r^2}{2} =$ $= \pi \frac{\alpha^\circ}{180} \rho \delta$	 <u>SEGMENTO CIRCULAR</u> $W = 2r \sin \frac{\alpha}{2} =$ $= 2 \sqrt{h(2r-h)}$ $S = \frac{1}{2} r^2 \left(\frac{\pi \alpha^\circ}{180} - \sin \alpha \right) = \frac{l}{2} \frac{r - (r-h)w}{2}$

POLÍGONOS REGULARES



$A = \text{Área}$
 $n = \text{números de lados do polígono}$

$$a = \frac{360^\circ}{n}$$

$$i = 180^\circ - a$$

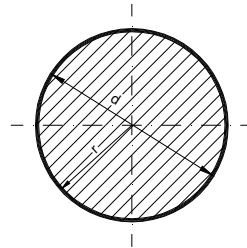
$$A = \frac{n \cdot s \cdot r}{2}$$

$$A = \frac{h \cdot s}{2} \times \sqrt{R - \frac{s^2}{4}}$$

$$R = \sqrt{r^2 + \frac{s^2}{4}}$$

$$r = \sqrt{R^2 - \frac{s^2}{4}}$$

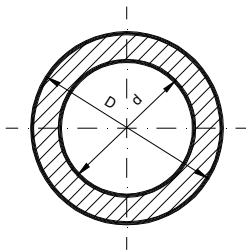
CÍRCULO



$$A = \pi \cdot r^2$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4}$$

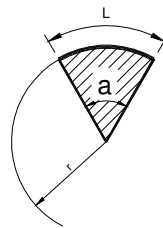
COROA CIRCULAR



$$A = \pi \cdot (R^2 - r^2)$$

$$A = \frac{\pi}{4} \cdot (D^2 - d^2)$$

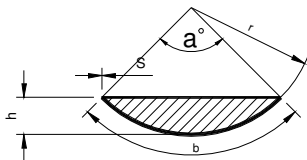
SETOR CIRCULAR



$$A = \frac{\pi \cdot r^2 \cdot a^\circ}{360^\circ}$$

$$A = \frac{\pi \cdot d^2}{4} \cdot \frac{a^\circ}{360^\circ}$$

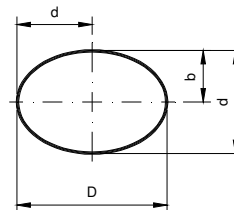
SEGMENTO CIRCULAR



$$A = \frac{h}{6s} \cdot (3h^2 + 4s^2)$$

Aproximadamente $A = \frac{2}{3} \cdot s \cdot h$

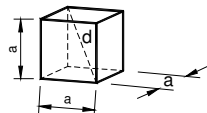
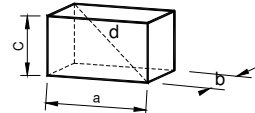
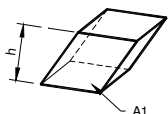
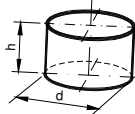
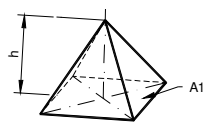
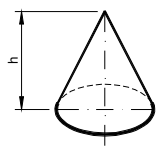
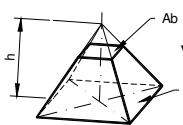
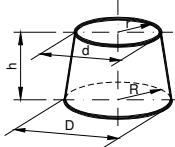
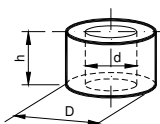
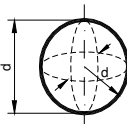
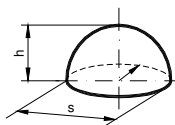
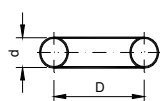
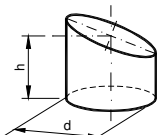
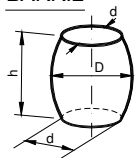
ELÍPSE



$$A = \frac{\pi}{4} \cdot D \cdot d$$

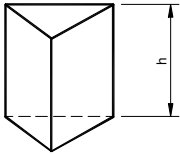
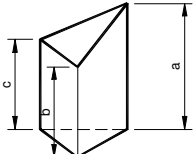
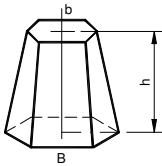
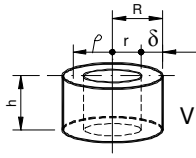
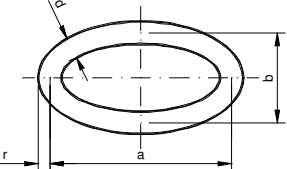
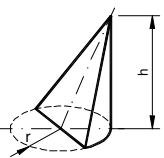
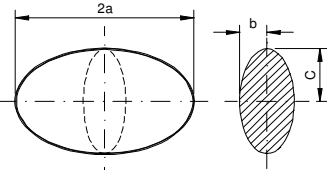
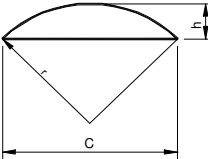
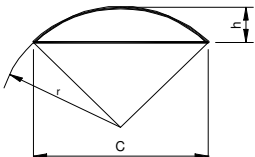
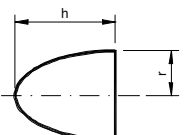
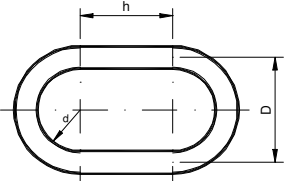
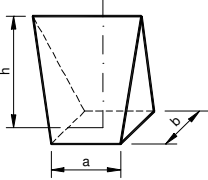
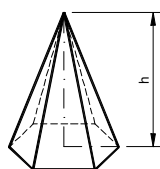
$$A = \pi \cdot a \cdot b$$

Quadro 4

<u>CUBO</u>  $V = a^3$	<u>PARALELEPIPEDO</u>  $V = a \times b \times c$
<u>PARALELEPIPEDO OBLÍQUO</u>  $V = A_1 \times h$ Onde: $A_1 = \text{área da base}$	<u>CILINDRO</u>  $V = \pi \times r^2 \times h$ $V = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h$ Onde: $\pi \times r^2$ e $\frac{\pi}{4} \times d^2 = \text{área da base}$
<u>PIRÂMIDE</u>  $V = \frac{A_1 \times h}{3}$ Onde: $A_1 = \text{área da base}$	<u>CONE</u>  $V = \frac{\pi \times d^2 \times h}{4 \times 3}$ $V = \frac{\pi \times r^2 \times h}{3}$
<u>TRONCO DE PIRAMIDE</u>  $V = \frac{h}{3} \times (AB + Ab + \sqrt{AB \cdot Ab})$	<u>TRONCO DE CONE</u>  $V = \frac{\pi}{12} \times h \times (D^2 + D \times d + d^2)$ $V = \frac{\pi \times h}{3} \times (R^2 + r^2 + R \times r)$
<u>CASCA CILINDRICA</u>  $V = \frac{\pi}{4} \times h \times (D^2 - d^2)$	<u>ESFERA</u>  $V = \frac{4}{3} \times \pi \times r^3$ $V = \frac{1}{6} \times \pi \times d^3$
<u>CALOTA ESFÉRICA</u>  $V = \frac{\pi}{4} \times h^2 \times \left(r - \frac{h}{3}\right)$ $V = \frac{\pi}{6} \times h \times \left(\frac{3}{4} \times s^2 + h^2\right)$	<u>ANEL CIRCULAR</u>  $V = \frac{\pi^2}{4} \times D \times d^2$
<u>TRONCO DE CILINDRO</u>  $V = \frac{\pi}{4} \times d^2 \times h$	<u>BARRIL</u>  $V = \frac{\pi \times h}{12} \times (2D^2 + d^2)$ OBS: volume aproximado

$$\text{Volume do tampo semi elíptico } V = \frac{\pi \cdot r^3}{3}$$

Quadro 5

 PRISMA RETO $S_l = P_b \cdot h$ $S_t = S_l + 2S_b$ $V = S_b \cdot h$	 PRISMA TRIANGULAR OBLÍQUO S_l = soma dos três trapézios S_s = área da secção reta $V = \frac{1}{3} S_s (a + b + c)$
 TRONCO DE PIRÂMIDE COM BASES PARALELAS S_l = soma dos três trapézios $V = \frac{1}{3} h (S_b + S_B + \sqrt{S_b S_B})$	 CILINDRO ÔCO $S_l = 2\pi h (R + r) \quad \rho = R + r$ $V = \pi h (R^2 - r^2) = \pi h \delta (2R - \delta) = \pi h \delta (2r + \delta) = 2\pi h \rho \delta$
 ANEL ELÍPTICO $S = \pi^2 d \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$ $V = \frac{\pi^2}{2} d^2 \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$	 UNHA CILÍNDRICA S_c = área da superfície curva $S_c = 2\pi r h$ $V = \frac{2}{3} \pi r^2 h$
 ELIPSÓIDE 3 eixos desiguais $V = \frac{4}{3} \pi a b c$ 2 eixos iguais ($a = c$) $V = \frac{4}{3} \pi a^2 c$	 SEGMENTO ESFÉRICO $S_l = 2\pi r h = \pi \left(\frac{C^2}{4} + h^2 \right)$ $V = \pi h^2 \left(r - \frac{h}{3} \right) = \pi h \left(\frac{C^2}{8} + \frac{h^2}{6} \right)$
 SETOR ESFÉRICO $S_t = \pi r \left(2h + \frac{C}{2} \right)$ $V = \frac{2}{3} \pi r^2 h$	 PARABOLÓIDE $V = \frac{1}{2} \pi r^2 h$
 ANEL ALONGADO $S = \pi^2 D d + 2\pi h d$ $V = \frac{\pi}{4} d^2 (\pi D + 2h)$	CUNHA  S_l = soma dos dois trapézios e dos 2 triângulos. $V = \frac{h}{6} (2a + a_1) b$
 PIRÂMIDE REGULAR n = número de lados S_l = soma n° triângulos isósceles $V = \frac{1}{3} S_b \cdot h$	

9. FORMULÁRIO PARA ENGRENAGENS DE DENTES RETOS

Fórmulas para Engrenagens de Dentes Retos "DIAMETRAL PITCH" ("DP")

Para achar	Símbolo	Conhecendo	Fórmula
Diametral Pitch	"DP"	O passo circular (Circular Pitch)	$DP = \pi / C_p$
		O nº de dentes e o diâmetro primitivo	$DP = Z / d_p$
		O nº de dentes e o diâmetro exterior	$DP = Z + 2 / d_e$
Passo Circular	C_p	O diametral Pitch	$C_p = \pi / DP$
		O nº de dentes e o diâmetro primitivo	$C_p = \pi \cdot d_p / Z$
Espessura	s	O passo circular (Circular Pitch)	$S = C_p / 2$
Diâmetro Primitivo	d_p	O nº de dentes e o Diametral Pitch	$d_p = Z / DP$
		O nº de dentes e o passo circular (Circular Pitch)	$d_p = Z \cdot C_p / \pi$
		O diâmetro externo e o nº de dentes	$d_p = d_e \cdot Z / (Z + 2)$
		O diâmetro externo e o Diametral Pitch	$d_p = d_e - Z / DP$
Diâmetro Externo	d_e	O nº de dentes e o Diametral Pitch	$d_e = Z + 2 / DP$
		O diâmetro primitivo e o Diametral Pitch	$d_e = d_p + 2 / DP$
		O nº de dentes e o passo circular (Circular Pitch)	$d_e = (Z + 2) \cdot C_p / \pi$
Número de dentes	z	O Diametral Pitch e o diâmetro primitivo	$Z = d_p \cdot DP$
		O diâmetro primitivo e o passo circular (Circular Pitch)	$Z = d_p \cdot \pi / C_p$
Altura	h	O Diametral Pitch	$h = 2,157 / DP$
		O passo circular (Circular Pitch)	$h = 0,6866 \cdot C_p$
Distância Entre os centros	C	Os diâmetros primitivos	$C = d_{p1} + d_{p2} / 2$
		O número de dentes e o "CP"	$C = Z_1 + Z_2 / 2 \cdot DP$
Cabeça do dente	c	O diâmetro primitivo e o número de dentes	$C = d_p / Z$
		O passo circular (Circular Pitch)	$C = 0,3183 \cdot C_p$
Fundo do dente	f	O diâmetro Pitch ou o passo circular (Circular Pitch)	$f = 1,157 / DP$ $f = 0,3714 \cdot C_p$

Fórmulas para Engrenagens de Dentes Retos "MÓDULO" (M)

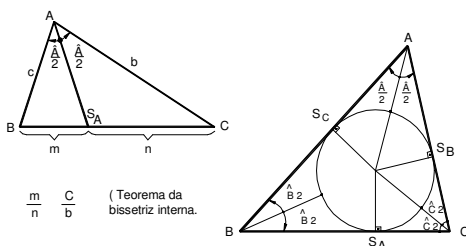
Para achar	Símbolo	Conhecendo	Fórmula
Módulo	m	O passo	$M = P / \pi$
		O diâmetro primitivo e o nº de dentes	$M = dp / Z$
		O diâmetro exterior e o nº de dentes	$M = do / Z + 2$
Diâmetro Primitivo	dp	O módulo e o número de dentes	$dp = m \cdot z$
		O diâmetro exterior e o módulo	$dp = de - 2m$
Passo	p	O módulo	$p = m \cdot \pi$
		A espessura	$p = 2 \cdot S$
Diâmetro Externo	de	O diâmetro primitivo e o módulo	$de = dp + 2m$
		O módulo e o nº de dentes	$de = m(z + 2)$
Diâmetro da raiz	dr	O diâmetro primitivo e o módulo	$dr = dp - 2 \times 1,166xm$
Número de dentes	z	O diâmetro primitivo e o módulo	$Z = dp / m$
Altura (*)	h	O módulo	$h = 2,166 \cdot m$
Espessura do dente	s	O passo	$S = p / 2$
		O módulo	$S = 1,57 \cdot m$
Distância entre os centros	c	Os diâmetros primitivos	$C = dp1 + dp2 / 2$
		O módulo e o nº total de dentes	$C = m(z1 + z2) / 2$
Espessura da engrenagem	b	O módulo	$b = de \text{ a } 10 m$
Cabeça	c	O módulo	$c = m$
Fundo	f	O módulo	$f = 1,166 m$

10. MATEMÁTICA E GEOMETRIA

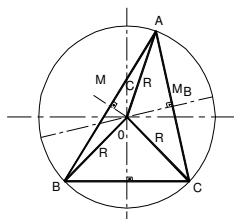
Geometria Plana

- BISSETRIZES INTERNAS

A bissetriz de um ângulo interno de um triângulo é o segmento que une o vértice desse ângulo ao lado oposto, dividindo o ângulo em outros dois congruentes. Cada bissetriz interna divide o lado oposto em dois segmentos proporcionais aos lados adjacentes (teorema da bissetriz interna).



As três bissetrizes internas encontram-se num ponto interno ao triângulo chamado incentro, que é equidistante dos três lados do triângulo.



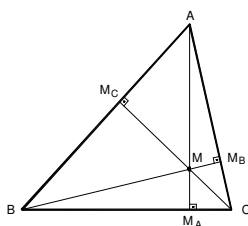
- Mediatrizes:

A mediatriz relativa a um dos lados de um dos lados de um triângulo é a reta perpendicular a esse lado passando por seu ponto médio.

As três mediatrizes encontram-se num ponto chamado circuncentro, que é equidistante dos três vértices do triângulo e centro da circunferência circunscrita ao triângulo.

- Alturas

A altura relativa a um dos lados de um triângulo é o segmento que tem uma extremidade no pé da perpendicular conduzida pelo vértice a uma reta que contém o referido lado.



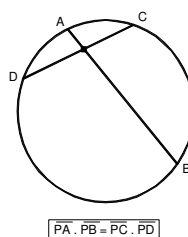
As três alturas encontram-se num ponto chamado ortocentro do triângulo.

MATEMÁTICA

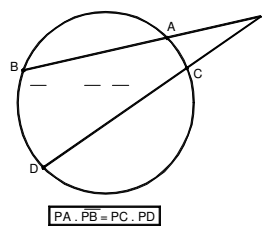
- GEOMETRIA PLANA

Relações métricas no círculo:

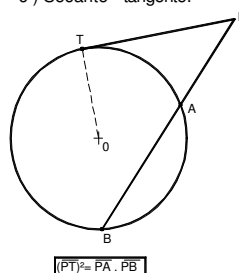
a) Corda - corda:



b) Secante - secante:

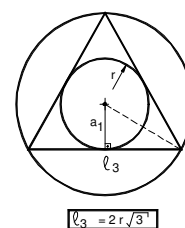


c) Secante - tangente:

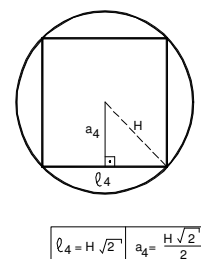


Polígonos Regulares Inscritos:

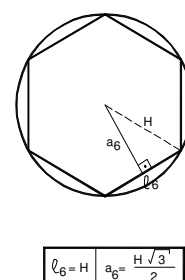
a) Triângulo equilátero:



b) Quadrado:



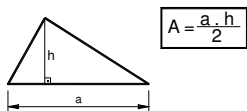
c) Hexágono regular:



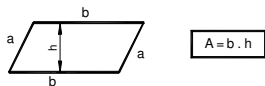
Área Planas:

a) Triângulo

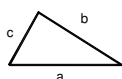
Em função de um lado e da altura relativa a esse lado:



b) Paralelogramo:



Em função dos lados:



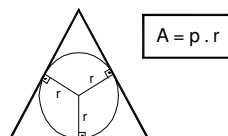
$$p = \text{semiperímetro} = \frac{a+b+c}{2}$$

$$A = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}$$

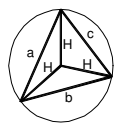
Se o triângulo for equilátero, temos:

$$a = b = c, p = 3a \text{ e } A = \frac{a^2\sqrt{3}}{4}$$

Em função dos lados e do raio da circunferência inscrita:



Em função dos lados e do raio da circunferência circunscrita:

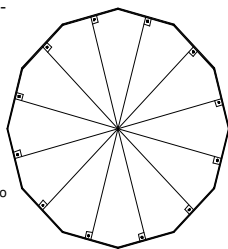


$$A = \frac{a \cdot b \cdot c}{4H}$$

a = apótema
H = semiperímetro

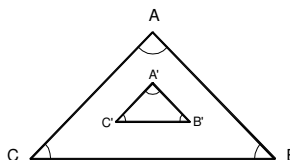
$$A = H \cdot a$$

g) Polígono regular qualquer:



Semelhanças entre triângulos:

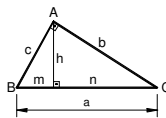
Dois triângulos são semelhantes se tem os ângulos ordenadamente congruentes e os lados correspondem (homólogos) proporcionais.



$$\frac{AB}{A'B'} = \frac{BC}{B'C'} = \frac{CA}{C'A'}$$

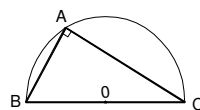
Crítérios de Semelhança:

Dois triângulos são semelhantes quando:
a) Tiverem dois ângulos respectivamente congruentes; ou
b) tiverem os lados proporcionais ou
c) tiverem um ângulo congruente entre dois lados proporcionais.
d) Relações métricas nos triângulos retângulos:



$$\begin{aligned} b^2 &= a \cdot n \\ c^2 &= a \cdot m \\ h^2 &= m \cdot n \\ b \cdot c &= a \cdot h \\ a^2 &= b^2 + c^2 \text{ (teorema de Pitágoras)} \end{aligned}$$

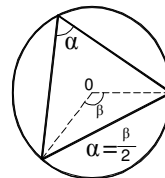
e) Consequência importante;
Todo triângulo inscrito num semicírculo é retângulo.



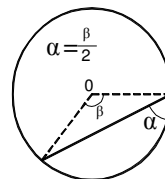
BC = diâmetro

Ângulos no círculo:

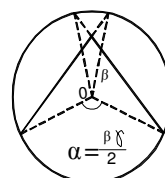
a) Ângulo inscrito;



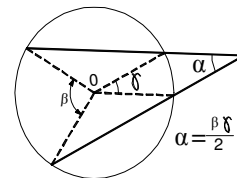
b) Ângulo de segmento;



c) Ângulo excêntrico interior;



d) Ângulo excêntrico exterior;



11. Calibração de trenas (conforme norma ABNT NBR 10123:2010 - Instrumento de medição e controle - Trena de fita de aço — Requisitos)Erro máximo admissível de indicação das trenas

O erro máximo admissível, para mais ou para menos, de indicação das trenas para o comprimento nominal e para qualquer distância compreendida entre duas referências quaisquer, não consecutivas, é expresso pela fórmula:

$$(x + y.L), \text{ em milímetros}$$

Onde:

L é o valor do comprimento considerado, arredondado para o número inteiro de metros, por excesso;

x e **y** são coeficientes cujos valores estão estabelecidos, para cada classe de exatidão, na Tabela 2.

Tabela 2 – Coeficientes x e y

Classe de exatidão	Coeficientes	
	x	y
I	0,1	0,1
II	0,3	0,2

12. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pedro Carlos da Silva Telles, TUBULAÇÕES INDUSTRIAIS, EDITORA LTC. 10ª Edição, Rio de Janeiro, RJ, 2001
- Pedro Carlos da Silva Telles, VASOS DE PRESSÃO, EDITORA LTC. 2ª Edição, Rio de Janeiro, RJ, 2001
- SENAI, Rio de Janeiro, Departamento Nacional, ROSCAS E ENGRENAGENS – Senai – DN, Rio de Janeiro, RJ, 2001. Senai 1987. 44p (Inspetor de Controle Dimensional: Núcleo Básico).