

# EBOOK TABELAS PRÁTICAS PARA PROJETOS INDUSTRIAIS E CONTEÚDO DOS CURSOS 3DPLANTA

TENSÕES E RESISTÊNCIA DOS MATERIAIS

TUBULAÇÃO E ESTRUTURAS

## 3DPLANTA

Desde o ano 2000 Realizando

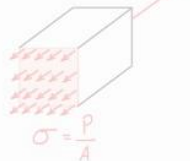
PROJETOS 3D E TREINAMENTOS



Member	F (N)	L (m)	A (cm <sup>2</sup> )	E (N/mm <sup>2</sup> )	$\frac{FL}{AE}$
AD	37,500	0.6	$600 \times 10^{-6}$	$200 \times 10^9$	3.516
AB	62,500	0.5	$600 \times 10^{-6}$	$200 \times 10^9$	5.198
BD	-62,500	0.5	$600 \times 10^{-6}$	$200 \times 10^9$	-5.198
AC	0	0	$600 \times 10^{-6}$	$200 \times 10^9$	0
BC	-75,000	0	$600 \times 10^{-6}$	$200 \times 10^9$	0

[WWW.3DPLANTA.COM](http://WWW.3DPLANTA.COM)

Factor of safety = FS =  $\frac{\text{ultimate load}}{\text{allowable load}}$



# OBJETIVOS DO EBOOK

## TABELAS PRÁTICAS PARA PROJETOS INDUSTRIAIS

Atualmente o profissional técnico / engenheiro em projetos industriais seja CLT / PJ ou para serviços home office tem sido um elemento muito requisitado pelo fato de intermediar a ideia do projeto á execução do mesmo de forma muito rápida e precisa.

Desta forma o tempo tem sido um fator crucial na realização destas tarefas onde, uma vez definido o projeto conceitual geralmente o prazo para a realização do projeto básico e detalhado é apertado e caminha em paralelo com a aquisição pelo departamento de compras de materiais da lista avançada e da gestão cronograma pelo planejamento da fabricação e montagem seja de uma máquina, bem como de instalações industriais.

O objetivo deste manual e dos cursos 3dplanta é de proporcionar uma base para consultas rápidas frente á cada desafio que surge de forma multidisciplinar na carreira do profissional de projetos onde o embasamento técnico em cálculos, normas e especificações técnicas se alinha com o conhecimento das ferramentas dos softwares e engenharia para a realização de projetos confiáveis num curto espaço de tempo.



# O PROFISSIONAL EM PROJETOS INDUSTRIAIS

## Atribuições

Profissional técnico / engenheiro com ênfase nos conhecimentos específicos para a realização de projetos industriais desde o asbuilt, modelo 3d e extração de desenhos 2d com lista de materiais para fabricação de máquinas, estruturas metálicas, tanques equipamentos transportadores e tubulação.

## Segmentos de trabalho

Empresas fabricantes de produtos Agro, Alimentícios, Auto peças, Cimento, Fertilizantes, Metalúrgicas, Óleo & Gás, Químico, Mineração, Ração ,Vidro e prestadoras de serviços de engenharia, manutenção, fabricação e montagem de equipamentos e plantas industriais completas.

## Ferramentas de trabalho do profissional em projetos 3D

Ferramentas de levantamento de dados em campo ( trena de fita / laser / paquímetro, nuvem de pontos e escaneamento á laser ), código de barras e óculos para realidade aumentada, softwares de engenharia para a realização de projetos tridimensionais, análise de tensões e de flexibilidade de tubulação, padronização de engenharia, critérios de especificação de materiais sempre embasados em normas atualizadas , critérios de projetos e memorial de cálculos.

**3DPLANTA**



**TABELAS DE CÁLCULOS DE PROJETO DE MÁQUINAS EQUIPAMENTOS E TUBULAÇÃO**

# CURSOS DE PROJETOS INDUSTRIAIS 3DPLANTA



LINK DA VÍDEO APRESENTAÇÃO DO CURSO  
<https://youtu.be/WsRs7z027Vc>

# CURSO PROJETO DE MAQUINAS

- 10 SEMANAS = 80 HORAS
- 85 VÍDEOS NA PLATAFORMA DE ENSINO POR 2 ANOS
- 500 PAGINAS PDF • CATÁLOGOS • DOWNLOAD DE 600 PEÇAS STEP PARA MONTAGEM 3D
- CÁLCULOS • NORMAS • ELEMAQ • MECANISMOS • ROBÓTICA • TRANSPORTADORES
- AUTODESK INVENTOR • ASSEMBLY • FRAME(ESTRUTURAS) • CALDEIRARIA(SHEET METAL)

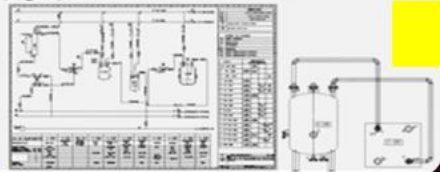


[WWW.3DPLANTA.COM](http://WWW.3DPLANTA.COM)

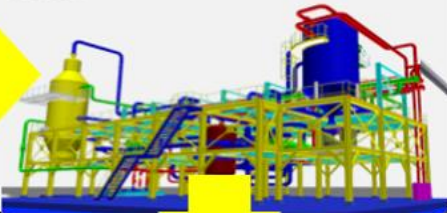
# CURSOS DE PROJETO DE TUBULAÇÃO

**PROJETO DE TUBULAÇÃO**

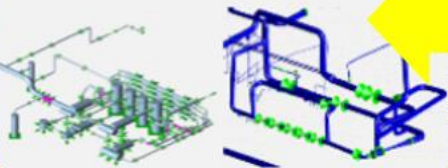
**TB1** PROJETOS INDUSTRIAIS



**TB2** AUTODESK PLANT 3D



**TB4** FLEXIBILIDADE E CAESAR



**CURSOS AVANÇADOS TUBULAÇÃO**

**TB3** ADMIN SPEC EDITOR PLANT 3D



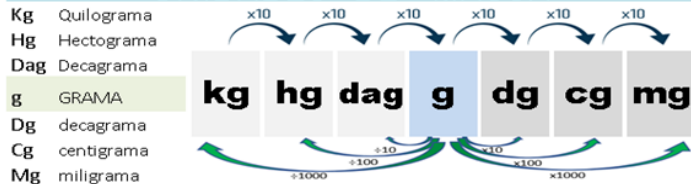
[WWW.3DPLANTA.COM](http://WWW.3DPLANTA.COM)

TABELAS  
PRÁTICAS  
DE  
CÁLCULOS

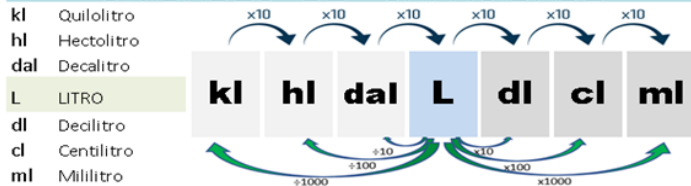


## CÁLCULOS : CONVERSÕES DE UNIDADES

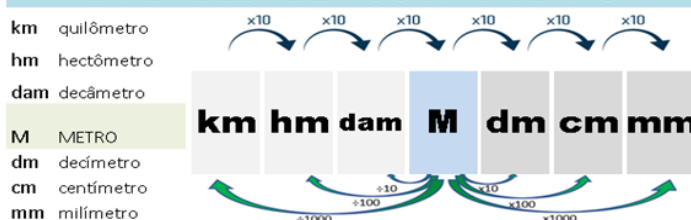
### UNIDADES DE MASSA



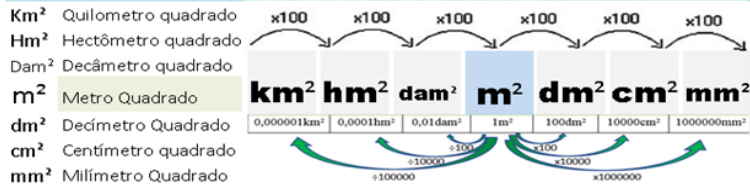
### UNIDADES DE CAPACIDADE



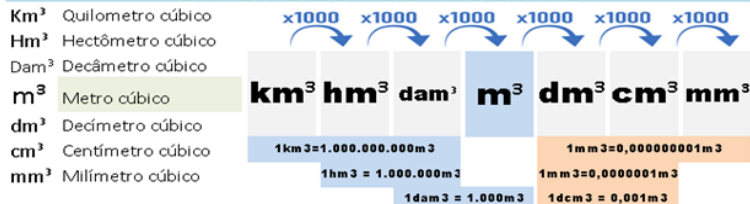
### UNIDADES DE COMPRIMENTO



### UNIDADES DE AREA



### UNIDADES DE VOLUME



M3 EM LITROS	TEMPO	FORÇA
1 m <sup>3</sup> = 1000L	1hora=60minutos	KILOGRAMA FORÇA   kgf = N
1 dm <sup>3</sup> = 1L	1minuto=60 segundos	PASCAL   Pa = N/m <sup>2</sup>
1 cm <sup>3</sup> = 1ml	1hora=3600 segundos	MEGA PASCAL   Mpa = kgf/cm <sup>2</sup>







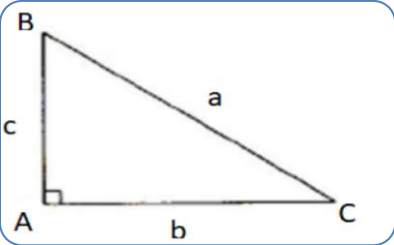
CÁLCULOS : FORMULAS PRÁTICAS DE TRIGONOMETRIA

hipotenusa  
lado oposto  
lado adjacente

em qualquer triângulo rectângulo com ângulo  $\theta$ , como o do exemplo, as raízes trigonométricas são:

$$\text{sen } \theta = \frac{BC}{AB} = \frac{\text{lado oposto}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{cos } \theta = \frac{AC}{AB} = \frac{\text{lado adjacente}}{\text{hipotenusa}}$$

$$\text{tg } \theta = \frac{BC}{AC} = \frac{\text{lado oposto}}{\text{adjacente}}$$


CONHECIDOS		LADO a	ÂNGULO B
------------	--	-----------	-------------

ÂNGULO C $C=90^\circ - B$	LADO b $b = a \cdot \text{sen} B$	LADO c $c = a \cdot \text{cos} B$	
------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------	--

CONHECIDOS		LADO b	ÂNGULO B
------------	--	-----------	-------------

ÂNGULO B $C=90^\circ - B$	ÂNGULO C $a = b / \text{sen} B$	LADO a $c = b \cdot \text{Cotg} B$	
------------------------------	------------------------------------	---------------------------------------	--

CONHECIDOS		LADO b	LADO c
------------	--	-----------	-----------

ÂNGULO B $\text{Tg} B = b / c$	ÂNGULO C $C=90^\circ - B$	LADO a $a = b / \text{sen} B$	
-----------------------------------	------------------------------	----------------------------------	--

CONHECIDOS		LADO a	LADO b
------------	--	-----------	-----------

ÂNGULO C $C=a \cdot \text{Sen} C$	ÂNGULO B $B=90^\circ - C$	LADO c $c = b / 2$	
--------------------------------------	------------------------------	-----------------------	--

TABELAS  
PRÁTICAS DE  
ESTRUTURAS  
METÁLICAS



## MECÂNICA : TABELAS DOS PESOS DE ESTRUTURAS METÁLICAS

### VIGA I

PERFIL	ESPESSURA ALMA		PESO
POL.	POL.	mm	Kg/m
3 x 2 3/8	0,170	4,32	8,45
	0,251	6,38	9,68
	0,349	8,86	11,20
4 x 2 5/8	0,190	4,83	11,40
	0,253	6,43	12,70
	0,326	8,28	14,10
	0,400	10,16	15,60
5 x 3	0,210	5,33	14,80
	0,347	8,81	18,20
	0,494	12,55	22,00
6 x 3 3/8	0,230	5,84	18,50
	0,343	8,71	22,00
	0,465	11,81	25,70
8 x 4	0,270	6,86	27,30
	0,349	8,86	30,50
	0,441	11,20	34,30
	0,532	13,51	38,00
10 x 4 5/8	0,310	7,90	37,70
	0,447	11,40	44,70
	0,594	15,10	52,10
	0,741	18,80	59,60
12 x 5 1/4	0,460	11,70	60,60
	0,565	14,40	67,00
	0,687	17,40	74,40
	0,810	20,60	81,90
15 x 5 1/2	0,410	10,40	63,30
	0,452	11,50	66,50
	0,550	14,00	73,90
	0,649	16,50	81,40
18 x 6	0,460	11,70	81,40
	0,548	13,90	89,30
	0,629	16,00	96,80
	0,711	18,10	104,30
20 x 7	0,600	15,20	121,20
	0,653	16,60	126,60
	0,726	18,40	134,00
	0,800	20,30	141,50
0,873	22,20	148,90	

### VIGA U

PERFIL	ESPESSURA ALMA		PESO
POL.	POL.	mm	Kg/m
3 x 1 1/2	0,170	4,32	6,11
	0,258	6,55	7,44
	0,356	9,04	8,93
4 x 1 5/8	0,180	4,57	7,95
	0,247	6,27	9,3
	0,320	8,13	10,8
6 x 2	0,200	5,08	12,2
	0,314	7,98	15,6
	0,437	11,10	19,4
	0,559	14,20	23,1
8 x 2 1/4	0,220	5,59	17,1
	0,303	7,70	20,5
	0,395	10,03	24,2
	0,487	12,37	27,9
10 x 2 5/8	0,579	14,71	31,6
	0,240	6,10	22,7
	0,379	9,63	29,8
	0,526	13,40	37,2
12 x 3	0,673	17,10	44,7
	0,820	20,80	52,1
	0,280	7,11	30,7
	0,387	9,83	37,2
15 x 3 3/8	0,510	13,00	44,7
	0,632	16,10	52,1
	0,755	19,20	59,6
	0,400	10,20	50,4
20 x 3 3/8	0,422	10,70	52,1
	0,520	13,20	59,5
	0,618	15,70	67
	0,716	18,20	74,4

### CANTONEIRA

TAMANHO	PESO
POLEGADA	Kg/m
1/8	5/8 0,71
	3/4 0,88
	7/8 1,04
3/16	1 1,20
	1 1/4 1,50
	1 1/2 1,83
	1 3/4 2,14
1/4	2 2,46
	1 1,73
	1 1/4 2,20
	1 1/2 2,68
	1 3/4 3,15
5/16	2 3,63
	2 1/2 4,57
	3 5,50
	1 2,68
3/8	1 1/4 2,86
	1 1/2 3,48
	1 3/4 4,12
	2 4,75
1/2	2 1/2 6,10
	3 7,30
	4 9,85
	1 1/2 4,26
	1 3/4 5,05
3/8	2 5,83
	2 1/2 7,44
	3 9,10
	4 12,37
1/2	4 6,99
	2 1/2 8,78
	3 10,72
	4 14,58
	5 18,30
	6 22,20
5/8	2 1/2 11,46
	3 13,99
	4 19,05
	5 24,10
3/4	6 29,20
	8 39,30
	4 23,40
	5 29,80
7/8	6 36,00
	8 48,70
	5 35,10
	6 42,70
3/4	8 57,90
	6 49,30
	8 67,00
	7 81,40

### BARRA REDONDA

Ø	PESO
POLEGADA	Kg/m
3/16	0,13
1/4	0,24
5/16	0,38
3/8	0,55
7/16	0,75
1/2	0,99
5/8	1,55
3/4	2,23
7/8	3,04
1	3,97
1 1/8	5,03
1 1/4	6,2
1 3/8	7,51
1 1/2	8,94
1 5/8	10,49
1 3/4	12,17
1 7/8	13,97
2	15,9
2 1/8	18
2 1/4	20,1
2 3/8	22,4
2 1/2	24,8
2 5/8	27,4
2 3/4	30,1
3	35,8
3 1/4	42,8
3 1/2	48,7
4	63,6
4 1/4	71,8
4 1/2	80,5
5	99,4
5 1/2	120,2
6	143,1
6 1/2	167,9
7	194,7



## CHAPAS GROSSAS

POLEGADA	mm	Kg/m <sup>2</sup>
1/4	6,35	49,78
5/16	7,94	62,25
3/8	9,52	74,72
1/2	12,70	99,57
5/8	15,87	124,50
3/4	19,05	149,40
7/8	22,22	174,20
1	25,40	199,10
1 1/8	28,57	226,20
1 1/4	31,75	248,90
1 3/8	34,93	273,90
1 1/2	38,10	298,70
2	50,80	398,30

## CHAPAS FINAS Á QUENTE

ESPESSURA POLEGADA	ESPESSURA mm	PESO Kg/m <sup>2</sup>
14	1,90	15,20
13	2,25	18,00
12	2,65	21,20
11	3,00	24,00
10	3,35	26,80
9	3,75	30,00
8	4,25	34,00
7	4,50	36,00
3/16	4,75	38,00
7/32	5,60	44,80

## CHAPAS FINAS Á FRIO

Nº	ESPESSURA mm	PESO Kg/m <sup>2</sup>
16	1,50	12,00
18	1,25	10,00
19	1,06	8,48
20	0,90	7,20
22	0,75	6,00
24	0,60	4,80
26	0,45	3,60
28	0,38	3,04
30	0,30	2,40

## CHAPAS ZINCADAS



Nº	ESPESSURA mm	PESO Kg/m <sup>2</sup>
10	3,40	26,90
12	2,70	21,60
13	2,30	18,20
14	1,95	15,60
16	1,55	12,40

Nº	ESPESSURA mm	PESO Kg/m <sup>2</sup>
18	1,30	10,40
19	1,11	8,88
20	0,95	7,60
22	0,80	6,40
24	0,65	5,20

SIMBOLOGIAS  
DE USINAGEM  
E SOLDA





## MECÂNICA : ÍNDICE DE RUGOSIDADE DE USINAGEM

SIMBOLOGIA TRADICIONAL	INDICAÇÃO	GRUPOS DE RUGOSIDADE	RUGOSIDADE MAXIMA Ra(ηm)	CLASSES DE RUGOSIDADE	RUGOSIDADE MAXIMA Ra(ηm)
~	Indica que a superfície deve permanecer bruta, sem acabamento isentos de rebarbas	▽	50	N12	50
				N11	25
				N10	12,5
▽	Indica que a superfície deve ser desbastada. As estrias produzidas pela ferramenta podem ser percebidas pelo tato ou visão	▽▽	6,3	N9	6,3
				N8	3,2
				N7	1,6
▽▽	Indica que a superfície deve ser desbastada apresentando dessa forma marcas pouco perceptíveis pelo tato e visão	▽▽▽	0,8	N6	0,8
				N5	0,4
				N4	0,2
▽▽▽	Indica que a superfície deve ser polida, com acabamento liso, brilhante e sem marcas de usinagem visíveis	▽▽▽▽	0,1	N3	0,1
				N2	0,05
				N1	0,025



## VALORES PRÁTICOS PARA O SOBREMETAL

MEDIDA ACABADA (mm)		SOBREMETAL (mm)
ACIMA DE	ATÉ	
6	14	2
14	24	2,5
24	40	3
40	65	4
65	80	5
80	100	6
100	120	9
120	160	14
160	200	17
200	250	21
250	315	27
315	400	34
400	630	42
630	800	44
800	1000	50

## VALORES PRÁTICOS DE SOBREMETAL POR LADO Á SER USINADO

EX: Qual blank adquirir Um eixo diâmetro 33mm x 160mm

Diâmetro 34 = 34 + 3MM=37MM

ANALISAR TABELA COMERCIAL DOS AÇOS

Diâmetro adotado = 38,1mm=Ø1.1/2"

COMPRIMENTO DO EIXO

160mm + 17mm = 177mm

OU PODEMOS ALTERAR O DIAMETRO DO EIXO DO PROJETO para 35mm.

E adquirimos um eixo retificado ABNT 1045 onde cortamos apenas as pontas.

Este eixo não vai ter problema de empenamento, portanto poderia ser adotado um sobremetal no comprimento entre 3 e 5 milímetros.

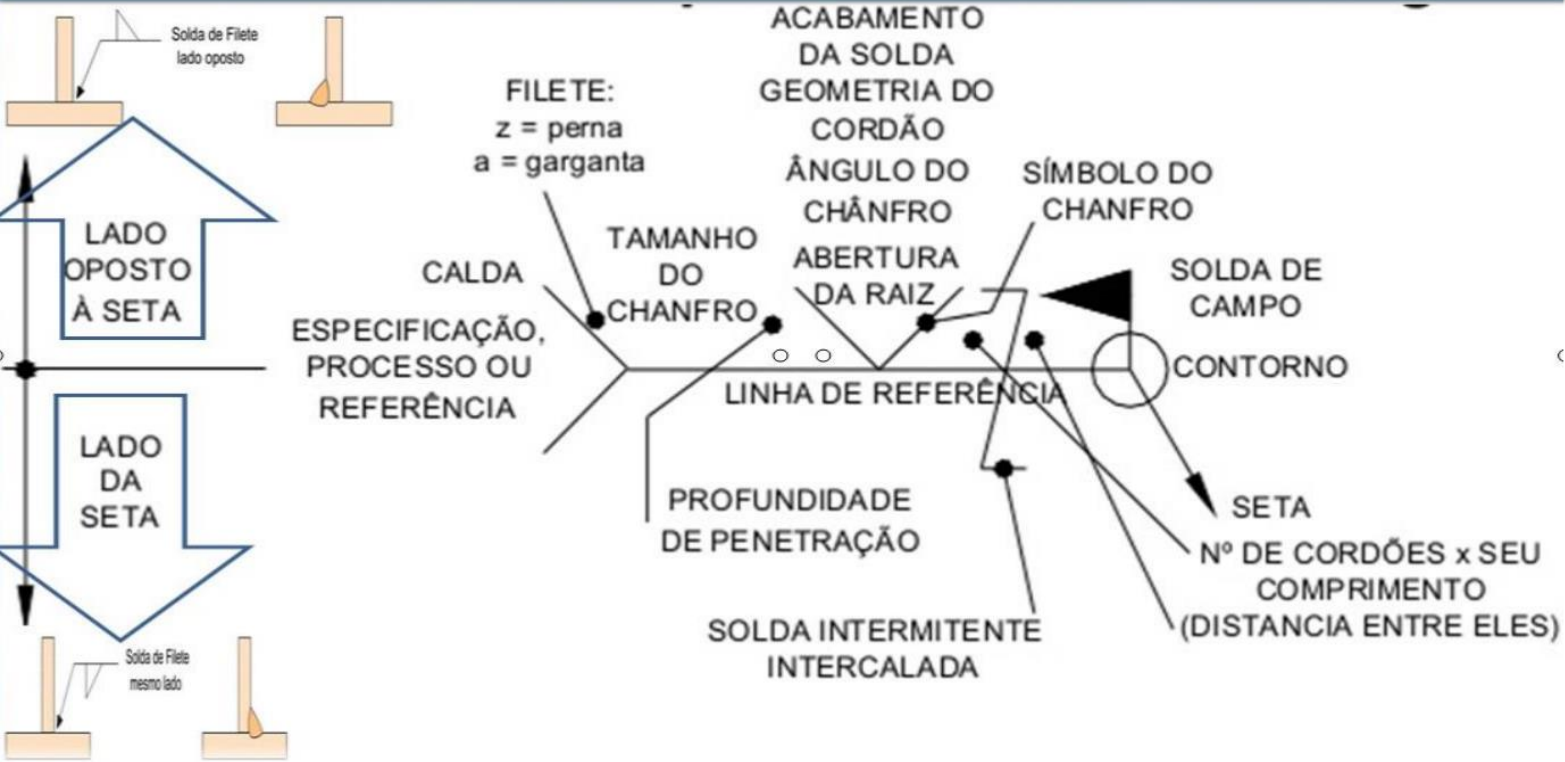
Portanto o blank seria de Ø 35x165mm e a peça acabada de Ø 35x160mm

Tabela Eixos de Precisão ( mm )

Ø Nominal (mm)		Tolerância h6 (µm 0.001 mm)
Ø 3	Ø 4	0
Ø 5	Ø 6	-8
Ø 8	Ø 10	0 -9
Ø 12	Ø 13	0
Ø 14	Ø 15	-11
Ø 16	Ø 18	
Ø 20	Ø 22	0
Ø 25	Ø 30	-13
Ø 35	Ø 38	0
Ø 40	Ø 50	-16
Ø 60	Ø 80	0 -19
Ø 100	Ø 120	0 -22



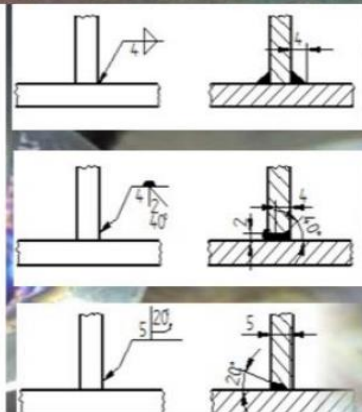
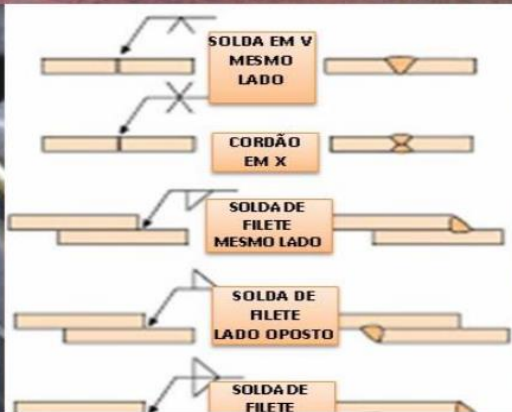
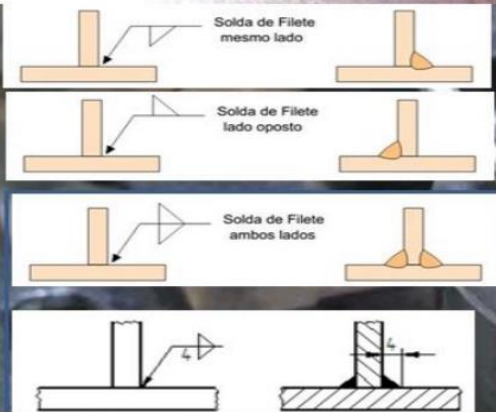
MECÂNICA : SIMBOLOGIA DE SOLDA ISO 2553





**SIMBOLO DE INDICAÇÃO DE SOLDA CONFORME NORMA :**  
ISO 2553 WELDED, BRAZED AND SOLDERED JOINTS SYMBOLIC REPRESENTATION

MODELOS  
BÁSICOS  
DE SOLDA



TENSÕES E  
RESISTÊNCIA  
MECÂNICA  
DOS  
MATERIAIS



## MECÂNICA : FÓRMULAS DE TENSÕES DE TRAÇÃO E COMPRESSÃO



$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad \sigma = E \cdot \epsilon$$

(Mpa)

$$\epsilon = \frac{\delta}{l_0} \quad \sigma = \frac{F}{A} \quad \delta = \frac{F \cdot L}{E \cdot A}$$

$$E = 2 \cdot G (1 + \mu)$$

**TRAÇÃO**



**COMPRESSÃO**



$\sigma$	Tensão de Tração	$\epsilon$	Deformação específica
F	Força	$l_0$	comprimento inicial sem a carga
$\delta$	Alongamento total após aplicação da carga ( mm )		
E	Módulo de Elasticidade ( Mpa ) = medida da rigidez do material <> quanto maior o valor maior a rigidez		
$\gamma$	Deformação angular ou distorção que é a alteração sofrida em um ângulo reto de um elemento (rad)		
$\tau$	Tensão de cisalhamento por torção (Mpa)		
G	Módulo de elasticidade ao cisalhamento ( transversal ) (Mpa)		

MATERIAL
AÇOS
ALUMINIO
BRONZE
COBRE
Fo Fo CINZENTO
LATÃO
PINHO (MADEIRA)

E = MÓDULO DE ELASTICIDADE AXIAL (kgf/cm <sup>2</sup> )	G = MÓDULO DE ELASTICIDADE TRANSVERSAO (Mpa)	$\mu$ = COEFICIENTE DE POISON
2100000	80000	0,30
724000	26700	0,33
1132000	42200	0,35
1213000	45600	0,33
1020000	42200	0,21
1080000	40800	0,32
112000	4200	0,33

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

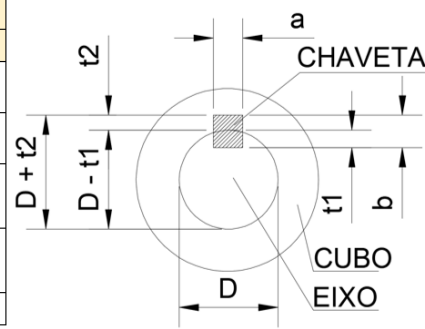
PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO



MECÂNICA : DIMENSÕES DE CHAVETA E RASGOS DE EIXO / CUBO

DIMENSÕES DA CHAVETA CONFORME NORMA DIN 6885

Para eixos com diâmetro do eixo	acima	8	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85
	até	10	12	17	22	30	38	44	50	58	65	75	85	95
largura chaveta a		3	4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25
altura chaveta b		3	4	5	6	7	8	8	9	10	11	12	14	14
profundidade do rasgo no eixo t1		1,8	2,5	3	3,5	4	5	5	5,5	6	7	7,5	9	9
profundidade do rasgo no cubo t2		1,4	1,8	2,3	2,8	3,3	3,3	3,3	3,8	4,3	4,4	4,4	5,4	5,4
tolerancia t1 e t2		+0,1	+0,1	+0,1	+0,1	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2	+0,2

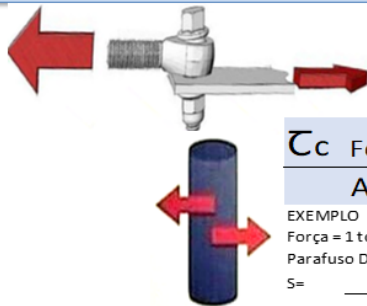


DIMENSÕES DA CHAVETA CONFORME NORMA DIN 6885

Para eixos com diâmetro do eixo	acima	85	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440
	até	95	110	130	150	170	200	230	260	290	330	380	440	500
largura chaveta a		25	95	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100
altura chaveta b		14	110	18	20	22	25	28	32	32	36	40	45	50
profundidade do rasgo no eixo t1		9	10	11	12	13	15	28	20	20	22	25	28	31
profundidade do rasgo no cubo t2		5,4	6,5	7,4	8,4	9,4	10,4	11,4	12,4	12,4	14,4	15,4	17,4	19,5
tolerancia t1 e t2		+0,2	+0,2	+0,2	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3	+0,3



## TENSÃO DE CISALHAMENTO



$$\tau_c = \frac{\text{Força}}{\text{Area}}$$

Area

EXEMPLO

Força = 1 toneladas

Parafuso Di=9,5mm

$$S = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$S = \frac{\pi (9,5)^2}{4}$$

$$S = 70,84 \text{ mm}^2$$

$$\tau_c = \frac{1000}{70,84}$$

$$\tau_c = 14,11 \text{ kgf/mm}^2$$

$$\tau_c = \frac{\text{Força}}{\text{Area}}$$

### CISALHAMENTO

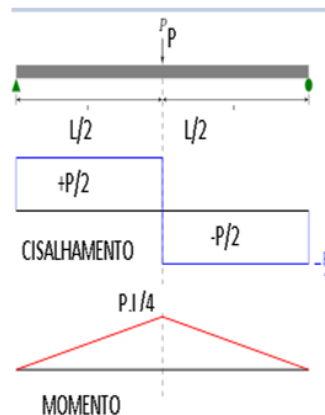
É o esforço cortante simples desprezando o esforço de flexão.

### AÇÃO DO CISALHAMENTO

Ocorre quando uma peça é submetida a uma força  $F$ , atuando transversalmente ao seu eixo, produzindo um cisalhamento (corte).

### RELAÇÃO ENTRE TENSÃO DE TRAÇÃO E TENSÃO DE CISALHAMENTO

As tensões de resistência ao cisalhamento ( $\tau$ ), para os materiais em geral, obedecem aproximadamente a seguinte relação com referência à tensão de resistência à tração ( $\sigma$ ):



$$\tau_{cr} = 0,6 \times 0,8 \sigma$$

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

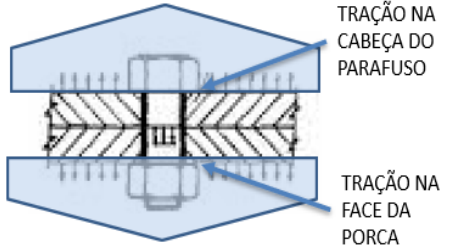
CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO



MECÂNICA : FÓRMULAS DE TENSÕES TRAÇÃO X CISALHAMENTO

TRAÇÃO

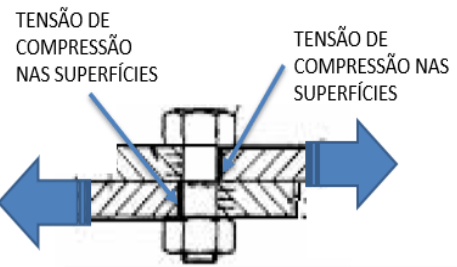


TENSÃO DE COMPRESSÃO NAS SUPERFÍCIES EM CISALHAMENTO

As forças de sentido oposto em cada chapa pressionam as paredes opostas do parafuso gerando uma tensão de esmagamento na rosca do parafuso.

Sendo

- D**= diâmetro do parafuso ou pino  $S = \pi \cdot D^2 / 4$
- t** = espessura na chapa
- n** = numero de elementos ( parafuso / rebite )  
unidade = MPa



CISALHAMENTO

$$\sigma_c = \frac{\text{Força}}{S \cdot t \cdot n}$$

CURSOS 3DPLANTA ONLINE DE SOFTWARES 3D

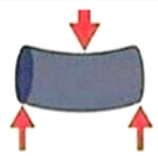
AUTODESK INVENTOR AUTOCAD PLANT3D SPEC EDITOR CAESAR II

CURSOS DE CALCULOS NORMAS MECANISMOS

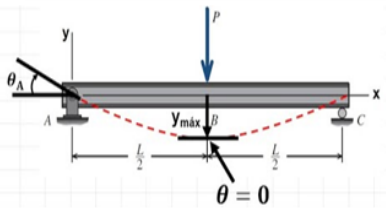
PROJETO DE MÁQUINAS ROBÓTICA TRANSPORTADORES ESTRUTURAS E TUBULAÇÃO



# FLEXÃO



A FLEXÃO ocorre quando uma barra é submetida a uma força  $F$ , atuando perpendicularmente ao seu eixo, produzindo uma flexão na barra. A tensão de flexão é a relação do momento fletor pelo módulo de resistência á flexão ( que depende do formato de cada peça)



$\sigma_f$  = Tensão de flexão

$M_f$  = Momento fletor (N.mm)

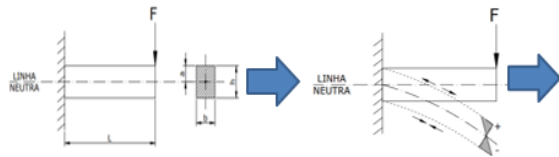
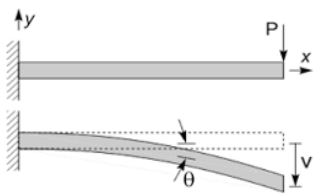
$W_f$  = Módulo de resistência á flexão (mm<sup>3</sup>)

$I_f$  = Momento de inercia á flexão da secção transversal(mm<sup>4</sup>)

$a$  = Distância da linha neutra à fibra externa (mm)

$$\sigma_f = \frac{M_f}{W_f}$$

$$W_f = \frac{I_f}{a}$$



Dessa forma, deduz-se que o corpo sujeito a um esforço de flexão sofre ao mesmo tempo uma tensão de tração e outra de compressão.

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO

# CARGA E REAÇÕES DE APOIO (3ª LEI DE NEWTON )


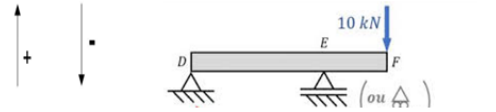
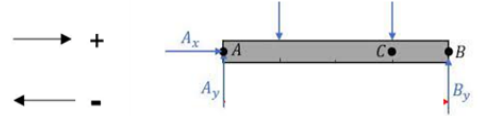


UM CORPO RÍGIDO OU SISTEMA ESTÁ EM EQUILÍBRIO QUANDO ... Todas as forças externas que atuam sobre ele forem igual a ZERO

SOMATÓRIA DAS FORÇAS ATUANDO SOBRE O CORPO / SISTEMA  $\Sigma F=0$

SOMATÓRIA DOS MOMENTOS ATUANDO SOBRE O CORPO / SISTEMA  $\Sigma M=0$

SOMATÓRIA DAS FORÇAS APLICADAS AOS EIXOS X Y Z  $\Sigma F_x=0 \Sigma F_y=0 \Sigma F_z=0$

MOVIMENTO DAS FORÇAS E SEUS SINAIS	TIPOS DE APOIOS		
<p>MOVIMENTOS CIRCULARES</p> 	MÓVEL	FIXO	ENGASTE
<p>MOVIMENTOS PARA CIMA E PARA BAIXO</p> 	LIBERDADE	LIBERDADE	LIBERDADE
<p>MOVIMENTOS PARA ESQUERDA E DIREITA</p> 	REAÇÕES	REAÇÕES	REAÇÕES

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CÁLCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO



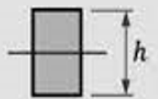
# MOMENTO DE INÉRCIA Á FLEXÃO

## MÓDULO DE RESISTÊNCIA

## RAIO DE GIRAÇÃO

DEPENDE DA POSIÇÃO DA PEÇA ALTURA x LARGURA

**Retângulo:**



$$I_{zz} = \frac{bh^3}{12}$$

**Posição 1:** (width 10 cm, height 30 cm)

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{10 \cdot 30^3}{12}$$

Logo:

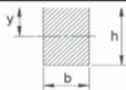
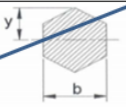

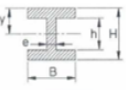
$$I = 22.500 \text{ cm}^4$$

**Posição 2:** (width 30 cm, height 10 cm)

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12} = \frac{30 \cdot 10^3}{12}$$

Logo:

$$I = 2.500 \text{ cm}^4$$

SEÇÃO	MOMENTO DE INÉRCIA	MODULO DE RESISTENCIA	RAIO GIRAÇÃO
	$I_f$	$W_f = \frac{I_f}{a}$	$R = \frac{\sqrt{I_f}}{A}$ <small>A=area da seção</small>
	$I_f = \frac{b \cdot h^3}{12}$	$W_f = \frac{b \cdot h^2}{6}$	$R = \frac{h}{\sqrt{12}}$
	$I_f = 0,06 \cdot b^4$	$W_f = 0,104 \cdot b^3$	$R = 0,264 \cdot b$
	$I_f = 0,06 \cdot b^4$	$W_f = 0,12 \cdot b^3$	$R = 0,264 \cdot b$
	$I_f = \frac{BH^3 - (B-e) \cdot h^3}{12}$	$W_f = \frac{BH^3 - (B-e) \cdot h^3}{6 \cdot H}$	$R = \sqrt{\frac{I}{S}}$

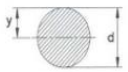
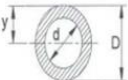
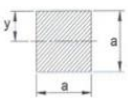
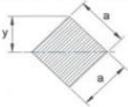
CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

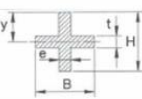
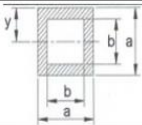
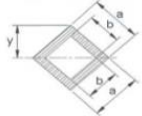
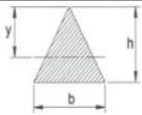
AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO

## MECÂNICA : FÓRMULAS DE MOMENTO DE INÉRCIA Á FLEXÃO

SEÇÃO	MOMENTO DE INÉRCIA $I_f$	MÓDULO DE RESISTÊNCIA $W_f = \frac{I_f}{a}$	RAIO DE GIRAÇÃO $R = \frac{\sqrt{I_f}}{A}$ <small>A=area da seção</small>
	$I_f = \frac{\pi \cdot d^4}{64}$	$W_f = \frac{\pi \cdot d^3}{32}$	$R = \frac{d}{4}$
	$I_f = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{64}$	$W_f = \frac{\pi(D^4 - d^4)}{32 \cdot D}$	$R = \frac{\sqrt{D^2 + d^2}}{4}$
	$I_f = \frac{a^4}{12}$	$W_f = \frac{a^3}{6}$	$R = \frac{a}{\sqrt{12}}$
	$I_f = \frac{a^4}{12}$	$W_f = \frac{a^3}{6\sqrt{2}}$	$R = \frac{a}{\sqrt{12}}$

SEÇÃO	MOMENTO DE INÉRCIA $I_f$	MÓDULO DE RESISTÊNCIA $W_f = \frac{I_f}{a}$	RAIO DE GIRAÇÃO $R = \frac{\sqrt{I_f}}{A}$ <small>A=area da seção</small>
	$I_f = \frac{eH^3 + (B-e) \cdot t^3}{12}$	$W_f = \frac{eH^3 + (B-e) \cdot t^3}{6 \cdot H}$	$R = \sqrt{\frac{I}{S}}$
	$I_f = \frac{a^4 - b^4}{12}$	$W_f = \frac{a^4 - b^4}{6 \cdot a}$	$R = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{12}}$
	$I_f = \frac{a^4 - b^4}{12}$	$W_f = \frac{\sqrt{2} \cdot (a^4 - b^4)}{12a}$	$R = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{12}}$
	$I_f = \frac{b \cdot h^3}{36}$	$W_f = \frac{b \cdot h^2}{24}$ para $y = \frac{2}{3} \cdot h$	$R = \frac{h}{\sqrt{18}}$

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO



## TENSÃO DE CISALHAMENTO NA FLEXÃO

É quando ocorrem além das tensões normais de tração e compressão que surgem no deslocamento da viga em função de uma carga aparecem também tensões de cisalhamento ( $\tau_c$ )

$$\tau_c = \frac{Q \cdot Ms}{b \cdot I_f}$$

$$\tau_{cmax} \leq \bar{\tau}_c$$



**M s** = Momento estático da área.

**Q** = Esforço cortante

**I f** = Momento

de inércia à flexão

**b** = Largura da seção resistente

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO



MECÂNICA : FÓRMULAS DE TENSÕES E RESISTENCIA DOS MATERIAIS

$$\tau_t = \frac{Mt}{Wt}$$

$$M_t = F \cdot X$$

$$M_t = 9550 \cdot \frac{N}{n}$$

$$W_t = \frac{I_t}{R}$$

$$\varphi = \frac{180 \cdot M_t \cdot L}{\pi \cdot G \cdot I_t}$$

$\tau_t$	TENSÃO DE TORÇÃO ( Mpa)
Mt	MOMENTO TORÇOR (N.mm)
CS	COEFICIENTE DE SEGURANÇA
F	FORÇA APLICADA ( N)
X	DISTANCIA ENTRE FORÇA APLICADA E CENTRO DA TORÇÃO(mm)
N	POTENCIA QUE ACIONA O EIXO (W)
n	RPM DO EIXO
R	DISTANCIA DA LINHA NEUTRA Á FIBRA EXTERNA (MM)
I <sub>t</sub>	(TABELA) MOMENTO DE INÉRCIA POLAR DA SEÇÃO TRANSVERSAL ( mm <sup>4</sup> )
$\varphi$	ÂNGULO DE TORÇÃO ( GRAUS)
G	MODULO DE ELASTICIDADE TRANSVERSAL EM Mpa ( TABELA)
$\gamma$	DISTORÇÃO
di	DIAMETRO DO EIXO
Wt	MODULO DE RESISTENCIA POLAR[TAB]

$$\tau_t = \frac{Mt}{Wt}$$

$$\tau_t = \frac{\pi \cdot di^3}{Wt}$$

$$\bar{\sigma} = \frac{M\tau}{\pi \cdot di^3 / 16}$$

$$di = \frac{3\sqrt{M\tau}}{0,2 \cdot \bar{\sigma}}$$

$$\gamma = \frac{\gamma_t}{G}$$



CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO



MECÂNICA : REAÇÕES DE APOIO EM RELAÇÃO AO PONTO DE CARGA

FORMULAS DAS CARGAS APLICADAS EM RELAÇÃO DO POSICIONAMENTO DA VIGA E TIPO DE CARGA	REAÇÕES EM A e B MOMENTO FLETOR MÁXIMO MF	DEFLEXÃO MÁXIMA	SECÇÃO PERIGOSA
<b>VIGA ENGASTADA EM B</b> 	<b>REAÇÕES EM A e B</b> <b>CARGA B=P</b> MOMENTO FLETOR <b>Mf = P . L</b>	$D_{max} = \frac{P \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}$	Em B
<b>VIGA BI APOIADA CARGA CENTRAL P</b> 	<b>REAÇÕES EM A=B</b> <b>A=B=P/2</b> MOMENTO FLETOR <b>Mf = P . L/4</b>	$D_{max} = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot E \cdot I}$	No meio da viga
<b>VIGA BI APOIADA CARGA P FORA DO CENTRO</b> 	<b>REAÇÕES EM A</b> <b>A=P . L2 / L</b> <b>REAÇÕES EM B</b> <b>B=P . L1 / L</b> MOMENTO FLETOR <b>Mf= <math>\frac{P \cdot L1 \cdot L2}{L}</math></b>	$Mf = \frac{P \cdot L1^2 \cdot L2^2}{3 \cdot E \cdot I \cdot L}$	No ponto de aplicação da carga
<b>VIGA BI-ENGASTADA A e B COM CARGA P NO CENTRO</b> 	<b>REAÇÕES EM A e B</b> $A: \frac{5}{16} \cdot P$ $B: \frac{11}{16} \cdot P$ MOMENTO FLETOR <b>Mf= <math>\frac{3 \cdot P \cdot L}{16}</math></b>	$D_{max} = \frac{7 \cdot P \cdot L^3}{768 \cdot E \cdot I}$	Em B

- A REAÇÃO Á CARGA "P" NO PONTO "A"
- B REAÇÃO Á CARGA "P" NO PONTO "B"
- L COMPRIMENTO TOTAL DA VIGA
- L1 DISTÂNCIA DA CARGA AO PONTO "A"
- L2 DISTÂNCIA DA CARGA AO PONTO "B"
- MF MOMENTO FLETOR
- I MOMENTO DE INÉRCIA
- P CARGA
- E MÓDULO DE ELASTICIDADE



MECÂNICA : REAÇÕES DE APOIO EM RELAÇÃO AO PONTO DE CARGA

FORMULAS DAS CARGAS APLICADAS EM RELAÇÃO DO POSICIONAMENTO DA VIGA E TIPO DE CARGA	REAÇÕES EM A e B MOMENTO FLETOR MAXIMO MF	DEFLEXÃO MÁXIMA	SECÇÃO PERIGOSA
<b>VIGA BI-ENGASTADA A e B COM CARGA P NO CENTRO</b> 	<b>REAÇÕES EM A e B</b> $A=B=P/2$ <b>MOMENTO FLETOR</b> $Mf = \frac{P \cdot L}{8}$	$D_{max} = \frac{7 \cdot P \cdot L^3}{192 \cdot E \cdot I}$	No meio da viga
<b>VIGA ENGASTADA em B CARGA P DISTRIBUIDA</b> 	<b>REAÇÕES EM A e B</b> $P = B$ <b>MOMENTO FLETOR</b> $Mf = \frac{P \cdot L}{2}$	$D_{max} = \frac{P \cdot L^3}{8 \cdot E \cdot I}$	Em B
<b>VIGA BIAPOIADA em A e B COM CARGA P DISTRIBUIDA</b> 	<b>REAÇÕES EM A e B</b> $A = B = P/2$ <b>MOMENTO FLETOR</b> $Mf = \frac{P \cdot L}{8}$	$D_{max} = \frac{5 \cdot P \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$	No meio da viga
<b>VIGA ENGASTADA em B APOIADA EM A C/ CARGA P DISTRIBUIDA</b> 	<b>REAÇÕES EM A e B</b> $A = \frac{3}{8} \cdot P$ $B = \frac{5}{8} \cdot P$ <b>MOMENTO FLETOR</b> $Mf = \frac{P \cdot L}{8}$	$D_{max} = \frac{P \cdot L^3}{185 \cdot E \cdot I}$	Em B
<b>VIGA ENGASTADA em B APOIADA EM A C/ CARGA P DISTRIBUIDA</b> 	<b>REAÇÕES EM A e B</b> $A = B = P/2$ <b>MOMENTO FLETOR</b> $Mf = \frac{P \cdot L}{12}$	$D_{max} = \frac{P \cdot L^3}{384 \cdot E \cdot I}$	Em A e B

- A REAÇÃO Á CARGA "P" NO PONTO "A"
- B REAÇÃO Á CARGA "P" NO PONTO "B"
- L COMPRIMENTO TOTAL DA VIGA
- L1 DISTÂNCIA DA CARGA AO PONTO "A"
- L1 DISTÂNCIA DA CARGA AO PONTO "B"
- MF MOMENTO FLETOR
- I MOMENTO DE INÉRCIA
- P CARGA
- E MÓDULO DE ELASTICIDADE



MECÂNICA : TENSÕES DE TORÇÃO

TORÇÃO



$$\tau_t = \frac{M_t}{W_t}$$

$$M_t = F \cdot x$$

$$M_t = 9550 \cdot \frac{N}{n}$$

$$W_t = \frac{I_t}{R}$$

$$\varphi = \frac{180 \cdot M_t \cdot L}{\pi \cdot G \cdot I_t}$$

$$\gamma = \frac{\gamma_t}{G}$$

$\tau_t$	TENSÃO DE TORÇÃO ( Mpa)
$M_t$	MOMENTO TORÇOR (N.mm)
CS	COEFICIENTE DE SEGURANÇA
F	FORÇA APLICADA ( N)
X	DISTANCIA ENTRE FORÇA APLICADA E CENTRO DA TORÇÃO(mm)
N	POTENCIA QUE ACIONA O EIXO (W)
n	RPM DO EIXO
R	DISTANCIA DA LINHA NEUTRA Á FIBRA EXTERNA (MM)
$I_t$	(TABELA) MOMENTO DE INÉRCIA POLAR DA SEÇÃO TRANSVERSAL ( mm <sup>4</sup> )
$\varphi$	ÂNGULO DE TORÇÃO ( GRAUS)
G	MODULO DE ELASTICIDADE TRANSVERSAL EM Mpa ( TABELA)
$\gamma$	DISTORÇÃO
di	DIAMETRO DO EIXO DESCONTANDO RASGO DA CHAVETA 
$W_t$	MODULO DE RESISTENCIA POLAR[TAB]

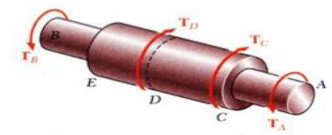
$$\tau_t = \frac{M_t}{W_t}$$

$$\tau_t = \frac{\pi \cdot di^3}{W_t}$$

$$\tau_t = \frac{\pi \cdot di^3}{W_t}$$

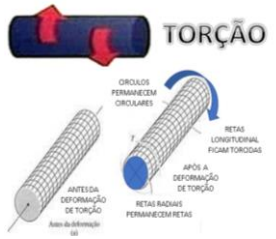
$$\bar{\sigma} = \frac{M\tau}{\pi \cdot di^3/16}$$

$$di = \frac{3\sqrt{M_t}}{0,2\bar{\sigma}}$$




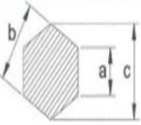
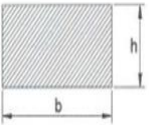
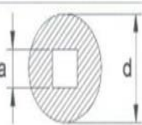
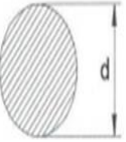
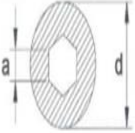
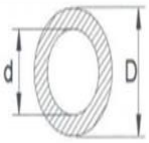

CURSOS ONLINE 3DPLANTA DE SOFTWARES 3D

CURSOS DE CALCULOS NORMAS MECANISMOS





MECÂNICA : MOMENTO INERCIA POLAR E MÓDULO DE RESISTÊNCIA

SECÇÃO	MOMENTO DE INERCIA POLAR $I_t$	MODULO DE INERCIA POLAR $W_t$	SECÇÃO	MOMENTO DE INERCIA POLAR $I_t$	MODULO DE INERCIA POLAR $W_t$
	$I_t = \frac{a^4}{6} = 0,16667 \cdot a^4$	$W_t = \frac{2}{9} a^3 = 0,22 \cdot a^3$		$I_t = \frac{b \cdot \sqrt{3}}{8} a^4 = 0,12 \cdot b^4$	$W_t = 0,2 \cdot b^3$
	$I_t = \frac{b \cdot h(b^2 + h^2)}{12}$	$W_t = \frac{b \cdot h^2}{3 + 1,8 \frac{h}{b}}$		$I_t = \frac{\pi \cdot d^4}{32} - \frac{a^4}{6}$	$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{a^4}{3 \cdot d}$
	$I_t = \frac{\pi \cdot d^4}{32}$	$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16}$		$I_t = \frac{\pi \cdot d^4}{32} - \frac{5 \cdot \sqrt{3}}{8} a^4$	$W_t = \frac{\pi \cdot d^3}{16} - \frac{5 \cdot \sqrt{3}}{4 \cdot d} a^4$
	$I_t = \frac{\pi}{32} (D^4 - d^4)$	$W_t = \frac{\pi}{16} \left( \frac{D^4 - d^4}{D} \right)$		$I_t = \frac{\sqrt{3} \cdot a^4}{48}$	$W_t = \frac{a^3}{20}$

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO



MECÂNICA : CARGAS E COEFICIENTE DE RESISTÊNCIA



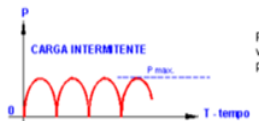
COEFICIENTE DE SEGURANÇA CS EM RELAÇÃO A RESISTENCIA DO MATERIAL

MATERIAL	TIPOS DE CARGAS			
	ESTÁTICA	INTERMITENTE	ALTERNADA	CHOQUE
AÇO DOCE (ATÉ SAE 1030)	5	6	8	12
AÇO DURO	4	6	8	12
FERRO FUNDIDO	6	10	15	20
MADREIRA	8	10	15	20

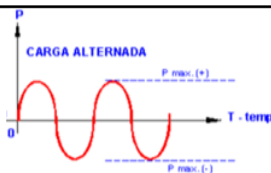
GRÁFICO TENSÃO APLICADA À PEÇA x DEFORMAÇÃO



**CARGA ESTÁTICA** Quando uma peça esta sujeita a uma carga constante, invariável ao decorrer do tempo



**CARGA INTERMITENTE** Quando uma peça esta sujeita a uma carga variável



**CARGA ALTERNADA** Quando uma peça esta sujeita a uma carga variável nos dois sentidos, por exemplo biela de pistão



**CARGA BRUSCA OU CHOQUE** Quando uma peça esta sujeita a uma variação como exemplo uma prensa;

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO

MECÂNICA : TENSÕES DE CARRREGAMENTO SUJEITAS Á ESFORÇOS

TENSÃO DE		TRAÇÃO			COMPRESSÃO			FLEXÃO			CISALHAMENTO			$\sigma_r$	$\sigma_e$	ALONG
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3			%10cm
SAE 1010	Laminado	8,5	5,0	3,5	8,0	5,0	3,5	8,5	5,5	4,0	5,0	3,0	2,0	33	18	28
	Trefilado	10,0	6,5	4,5	100	65	45	11,0	7,0	5,0	6,5	4,0	3,0	37	31	20
SAE 1020	Laminado	10,0	6,5	4,5	10,0	6,5	4,5	11,0	7,0	5,0	6,5	4,0	3,0	39	21	25
	Trefilado	14,0	9,0	6,5	14,0	9,0	6,5	15	10	7	8,5	5,5	4,0	43	36	15
SAE 1030	Laminado	13,5	8,5	6,0	13,5	8,5	6,0	14,5	9,5	6,5	80	50	35	48	26	20
	Trefilado	15,5	10,0	7,5	17,0	11,0	8,0	17,0	11,0	8,0	100	65	50	53	45	12
SAE 1040	Laminado	15,0	9,5	7,0	15,0	9,5	7,0	16,5	10,5	7,5	9,5	6,0	4,5	53	29	18
	Trefilado	21,0	13,5	9,0	21,0	13,5	9,0	23,0	15,0	10,5	12,5	8,0	6,0	60	50	12
SAE 1050	Laminado	20,0	12,5	8,0	20,0	12,5	8,0	22,0	14,0	9,5	11,5	7,0	5,0	63	35	15
	Trefilado	22,0	14,5	10,0	22,0	14,5	10,0	24,0	16,0	11,5	13,5	9,0	7,0	70	59	10

CURSOS  
 3DPLANTA  
 ONLINE DE  
 SOFTWARES  
 3D

AUTODESK  
 INVENTOR  
 AUTOCAD  
 PLANT3D  
 SPEC EDITOR  
 CAESAR II

CURSOS DE  
 CALCULOS  
 NORMAS  
 MECANISMOS

PROJETO DE  
 MÁQUINAS  
 ROBÓTICA  
 TRANSPORTADORES  
 ESTRUTURAS  
 E TUBULAÇÃO



MECÂNICA : RESISTÊNCIA ESCOAMENTO E ALONGAMENTO DOS AÇOS

MATERIAL		TENSÃO DE RESISTENCIA (Mpa)			ESCOAMENTO NA TRAÇÃO	ALONAM ( % )
		TRAÇÃO	COMPRES.	CISALHAM.		
		$\sigma_r$ .tração	$\sigma_r$ .compr	$\tau_r$ .compr		
SAE 1010	Aços carbono, recozidos ou normalizados.	350	350	260	130	33
SAE 1020		420	420	320	193	26
SAE 1030		500	500	375	230	20
SAE 1040		580	580	435	262	18
SAE 1050		650	650	490	360	15
SAE 1070		700	700	525	420	9
SAE 2330	Aços Ni, recozidos ou normalizados.	740	740	550	630	20
SAE 2340		700	700	525	485	25
SAE 3120	Aços Ni-Cr, recozidos ou normalizados.	630	630	475	530	22
SAE 3130		680	680	510	590	20
SAE 3140		750	750	560	650	17
SAE 4130	Aços Cr-Mo, recozidos ou normalizados.	690	690	520	575	20
SAE 4140		760	760	570	650	17
SAE4320	Aços Ni-Cr-Mo, recozidos ou normalizados	840	840	630	650	19
SAE4340		860	860	650	740	15
SAE 5120	Aços Cr, recozidos ou normalizados	610	610	460	490	23
SAE 5140		740	740	550	620	18
SAE 8620	Aços Ni-Cr-Mo, recozidos ou normalizados	620	620	465	560	18
SAE 8640		750	750	560	630	14
AISI 301	Aços inoxidáveis austeníticos	770	770	580	280	55
AISI 302		630	630	470	248	55
AISI 310		690	690	515	315	45
AISI 410	Aço inox martensínico	490	490	370	264	30
FoFo	Ferro Fundido	120á240	600á850	-	-	-
COBRE		225	225	168	70	45
LATÃO		342	342	255	120	57
BRONZE		280	280	210		50
ALUMÍNIO		180	180	135	70	22

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

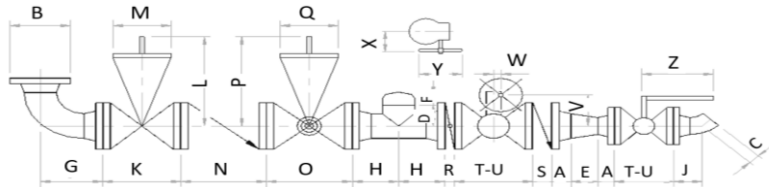
PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO

**3DPLANTA**



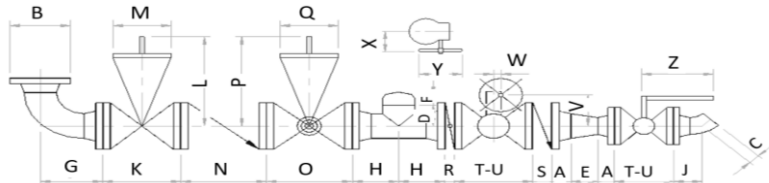
TUBULAÇÃO  
INDUSTRIAL

# TUBULAÇÃO DIMENSÕES DE CONEXÕES VÁLVULAS FLANGES 150#



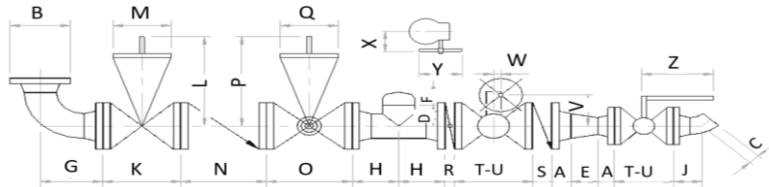
DIÂMETRO NOMINAL	DIÂMETRO EXTERNO DO TUBO	CONEXÕES							VÁLVULA GAVETA			VÁLVULA RETENÇÃO			VÁLVULA GLOBO			VÁLVULA BORBOLETA WAFER	VÁLVULA DE RETENÇÃO	VÁLVULA DE ESFERA						FLANGE			DIMENSÃO ESTOJO		
		CURVA 45 GRAUS	CONEXÃO TE	REDUÇÃO CONCÊNTRICA	CAP	CURVA + FLANGE	TE + FLANGE PESC	CURVA 45 + FLG PESC	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	TOTAL	REDUZIDA	VÁLVULA A MANIPULO	OFFSET MANIPULO	DIST MANIPULO CENTRO	DIST MANIPULO CENTRO	COMPR ALAVANCA	Z	Ø	A	B	QTD PARAFUSOS	DIÂMETRO (POLEG)	COMPRIMENTO (POL)
1"	<b>33,7</b>	22,23	38,10	50,80	38,10	76,88	76,88	76,10									127,00							223,00	1"	55,56	107,95	4	5/8	3 1/4	
1 1/2"	<b>48,3</b>	28,58	57,15	63,50	38,10	102,29	102,28	76,30									165,10							381,00	1 1/2"	61,91	127,00	4	3/4	3 3/4	
2"	<b>60,3</b>	34,90	63,50	76,20	38,10	139,70	146,00	98,20	177,80	400,00	203,20	203,20	203,20	349,20	203,20		60,30	177,80	177,80	120,60				584,20	2"	63,50	152,40	8	5/8	3 1/2	
2 1/2"	<b>76,1</b>	44,45	76,20	88,90	38,10	165,10	146,00	11,30	190,50	419,10	203,20	203,20	203,20	368,30	203,20		62,60	198,20	198,20	157,60					2 1/2"	69,85	177,80	8	3/4	4	
3"	<b>88,9</b>	50,80	76,20	88,90	50,80	184,15	154,50	120,65	203,20	527,00	228,60	228,60	228,60	419,10	228,60	26,20	66,80	203,20	203,20	177,80	79,20	254,10	432,00	838,20	3"	69,85	190,50	8	3/4	4 1/4	
4"	<b>101,6</b>	63,50	104,77	101,60	63,50	228,60	180,80	139,70	228,60	654,00	254,00	292,10	292,10	501,60	254,00	53,80	72,80	228,60	228,60	228,60	79,20	254,10	432,00	1139,10	4"	76,20	228,60	8	3/4	4 1/2	
6"	<b>168,28</b>	95,25	142,80	139,70	88,90	317,50	231,60	184,10	266,70	895,30	355,80	355,80	406,40	622,30	304,80	51,61	98,20	393,70	266,78	254,80	83,20	292,10	609,60		6"	190,50	279,40	12	3/4	5	
8"	<b>219,08</b>	127,00	177,80	152,40	101,60	406,40	279,40	228,60	292,10	1117,60	406,40	495,30	495,30	660,40	406,40	63,50	127,00	457,20	457,20	320,80	83,20	292,10	609,60		8"	101,60	342,90	12	7/8	5 1/2	
10"	<b>273,05</b>	158,75	215,90	177,80	127,00	482,60	317,50	260,30	330,20	1333,50	457,20	622,30				72,30	149,00	533,40	533,40	396,00	91,20	458,14	768,30		10"	101,60	406,40	16	1	6 1/4	
12"	<b>323,85</b>	190,50	254,00	203,20	152,40	571,50	368,30	304,80	355,80	1536,70	457,20	698,50				76,30	178,00	609,60	609,60	441,30	91,20	458,14	768,30		12"	114,30	482,60	16	1 1/8	6 3/4	
14"	<b>355,6</b>	212,70	279,40	330,20	165,10	660,40	408,70	352,20	381,00	1784,40	558,80	899,00				95,20	184,15	685,80	685,80	457,63	91,20	458,14	768,30		14"	127,00	533,40	20	1 1/8	7	
16"	<b>406,4</b>	254,00	304,80	355,60	177,80	749,30	431,80	381,00	406,40	2021,60	609,60	990,60				101,60	190,50	762,00	762,00	543,20	91,20	458,14	832,12		16"	127,00	596,90	20	1 1/4	7 1/2	
18"	<b>457,2</b>	285,70	342,90	381,00	203,20	825,50	482,60	428,40	431,80	2260,60	685,80					114,30	203,20	863,60	845,60	610,20	98,20	545,40	832,12		18"	139,70	635,00	24	1 1/4	7 3/4	
20"	<b>508,1</b>	311,10	381,00	508,00	228,60	889,68	228,60	457,40	457,20	2470,10	762,00					127,00	219,20	914,40	914,00	644,50	98,20	545,40	832,12		20"	146,05	698,50	24	1 1/4	8 1/4	
24"	<b>609,6</b>	381,00	431,80	508,00	228,60	1066,80	582,40	521,00	508,00	2863,80	762,00					152,40	219,20	1066,80	1066,80	771,50	123,60	545,40	863,25		24"	147,40	812,80	24	1 1/2	9 1/4	
26"	<b>660,4</b>	406,40	495,30	609,60	266,70	1111,20	635,43	530,00								153,20	340,00	1143,00		869,10	149,20	796,40	863,25		26"	152,40	869,95	28	1 5/8	10 1/4	
28"	<b>711,2</b>	453,80	520,70	609,60	266,70	1169,30	635,43	559,00								156,20	371,60	1244,60		895,30	149,20	796,40	863,25		28"	154,30	927,10	28	1 5/8	10 3/4	
30"	<b>762</b>	469,90	558,80	609,60	266,70	1279,10	695,30	606,20								158,70	371,60	1295,10		942,80	149,20	796,40	863,25		30"	158,20	987,20	28	1 3/4	11 1/2	
36"	<b>914,4</b>	565,15	673,10	609,60	266,70	1524,20	813,48	711,70								177,80	386,00	1524,00		1073,50	406,40	946,15	946,15		36"	165,20	1168,40	32	2	13	
42"	<b>1066,8</b>	660,40	762,00	609,60	304,80	1771,60	929,40	834,80								228,60	431,80								42"	171,45	1346,20	36	2	14	

# TUBULAÇÃO DIMENSÕES DE CONEXÕES VÁLVULAS FLANGES 300#



DIÂMETRO NOMINAL	DIÂMETRO EXTERNO	CONEXÕES							VÁLVULA GAVETA			VÁLVULA RETENÇÃO	VÁLVULA GLOBO			VÁLVULA BORBOLETA WAFER	VÁLVULA DE RETENÇÃO	VÁLVULA DE ESFERA							FLANGE			DIMENSÃO ESTOJO		
		CURVA 45 GRAUS	CONEXÃO TE	REDUÇÃO CONCENTRICA	CAP	CURVA + FLANGE	TE + FLANGE PESC	CURVA 45 + FLG PESC	K	L	M		N	O	P			Q	R	S	TOTAL	REDUZIDA	VÁLVULA A A MANIPULO	OFFSET MANIPULO	DIST MANIPULO CENTRO	DIST MANIPULO CENTRO	COMPR ALAVANCA	FLANGE	PESCOÇO DA FLANGE	DIAM EXT FLANGE
Ø	Ø	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	Ø	A	B	QTD	DIÂMETRO	COMPRIMENTO
1"	<b>33,7</b>	61,91	102,5	22,23	38,1	50,8	38,1	84,138	100	84,14										165,1					1"	55,56	107,95	4	5/8	3 1/4
1 1/2"	<b>48,3</b>	68,26	152,6	28,58	57,15	63,5	38,1	125,41	125,4	133,4	190,5	425,5	203							190,5					1 1/2"	61,91	127,00	4	3/4	3 3/4
2"	<b>60,3</b>	69,85	165,1	34,93	63,5	76,2	38,1	146,05	133,4	104,8	215,9	457,2	203	266,7	266,7	450,9	228,6		60,33	215,1	215,1	101,76			2"	63,50	152,40	8	5/8	3 1/2
2 1/2"	<b>76,1</b>	76,2	190,5	44,45	76,2	88,9	38,1	171,45	152,4	120,7	241,3	482,6	203	292,1	292,1	482,6	254		66,68	245,3	245,6	145,2			2 1/2"	69,85	177,80	8	3/4	4
3"	<b>88,9</b>	79,38	209,2	50,8	88,9	104,8	50,8	193,68	165,1	130,1	282,6	590,6	229	317,5	317,5	520,7	254	47,63	73,05	282,6	282,6	179,39	79,37	253	3"	69,85	190,50	8	3/4	4 1/4
4"	<b>102</b>	85,73	254	63,5	104,8	177,8	63,5	238,13	190,5	149,2	304,8	717,6	254	355,6	355,6	628,7	355,6	53,98	73,05	304,8	304,8	203,2	79,37	254	4"	76,20	228,60	8	3/4	4 1/2
6"	<b>168</b>	98,43	317,5	95,25	146,1	139,7	88,9	327,03	241,3	193,7	403,2	977,9	356	444,5	444,5	755,7	457,2	58,74	98,43	386	403,5	274,64	127	292,4	6"	190,50	279,40	12	3/4	5
8"	<b>219</b>	111,1	381	127	177,8	152,4	102	415,93	288,9	238,1	419,1	1194	406	533,4	558,8	927,1	622,3	73,05	127	501,7	501,7	317,5	127	292,4	8"	101,60	342,90	12	7/8	5 1/2
10"	<b>273</b>	120,6	444,5	158,8	222,3	177,8	127	498,48	333,4	276,2	457,2	1435	508	622,3				84,14	146,1	558	568,3	396,9	93,66	481,01	10"	101,60	406,40	16	1	6 1/4
12"	<b>324</b>	130,1	520,7	190,5	254	203,2	152	587,38	384,2	320,7	501,7	1632	508	711,2				92,08	181	711,2	711,2	425,45	93,66	481,01	12"	114,30	482,60	16	1 1/8	6 3/4
14"	<b>356</b>	146,1	584,2	222,3	279,4	330,2	165	676,28	422,3	365,1	762	1911	686					146,1	222,1	762	762	479,43	93,66	481,01	14"	127,00	533,40	20	1 1/8	7
16"	<b>406</b>	146,1	647,7	254	304,8	355,6	178	755,65	450,9	400,1	838,2	2057	686					133,4	231,8	838,2	838,2	511,18	93,66	481,01	16"	127,00	596,90	20	1 1/4	7 1/2
18"	<b>457</b>	158,8	711,2	285,8	342,9	381	203	844,55	501,7	444,5	914,4	2324	762					149,2	263,5	914,4	921,6	630,24	123,8	546,1	18"	139,70	635,00	24	1 1/4	7 3/4
20"	<b>508</b>	161,9	774,7	317,5	381	508	229	930,28	542,9	479,4	990,6	2534	914					158,8	292,1	990,6	990,6	419,1	123,8	546,1	20"	146,05	698,50	24	1 1/4	8 1/4
24"	<b>610</b>	171,4	914,4	381	431,8	508	267	1082,7	600,1	549,3	1143	3061	914					177,8	317,5	1143	1143	744,54	123,8	546,1	24"	147,40	812,80	24	1 1/2	9 1/4
26"	<b>660</b>	184,1	1022	406,4	495,3	609,6	267	1174,8	679,5	590,6								198,2	355,6	1190		869,95	146,1	796,93	26"	152,40	869,95	28	1 5/8	10 1/4
28"	<b>711</b>	196,8	1035	438,2	520,7	609,6	267	1263,7	717,6	635								223,2	361,2	1244		892,18	146,1	796,93	28"	154,30	927,10	28	1 5/8	10 3/4
30"	<b>762</b>	209,2	1092	469,9	558,8	609,6	267	1352,6	768,4	679,5								241,3	368,3	1397		955,68	146,1	796,93	30"	158,20	987,20	28	1 3/4	11 1/2
36"	<b>914</b>	241,3	1270	565,2	673,1	609,6	267	1612,9	914,4	806,5								241,3	482,6	1727		1038,2	406,4	823,12	36"	165,20	1168,40	32	2	13
42"	<b>1067</b>	26,01	1289	660,4	762	609,6	305	1800,2	955,7	860								273,1	568,3						42"	171,45	1346,20	36	2	14

TUBULAÇÃO  
DIMENSÕES DE  
CONEXÕES  
VÁLVULAS  
FLANGES 600#

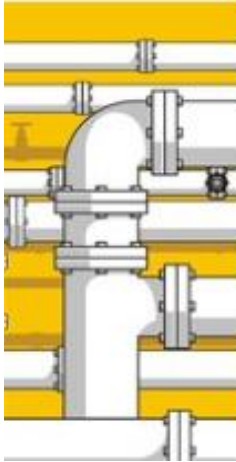


DIÂMETRO NOMINAL	DIÂMETRO EXTERNO DO	CONEXÕES							VÁLVULA GAVETA							VÁLVULA BORBOLETA WAFER	VÁLVULA DE RETENÇÃO	VÁLVULA DE ESFERA							FLANGE			DIMENSÃO ESTOJO			
		CURVA 45 GRAUS	CONEXÃO TE	REDUÇÃO CONCÊNTRICA	CAP	CURVA + FLANGE	TE + FLANGE PESC	CURVA 45 + FLG PESC	K	L	M	N	VÁLVULA GLOBO					R	S	TOTAL	REDUZIDA	VALVULA A MANIPULO	OFFSET MANIPULO	DIST MANIPULO CENTRO	DIST MANIPULO CENTRO	COMPR ALAVANCA	FLANGE			DIÂMETRO (POLEG)	
													O	P	Q												T	U	V		W
1"	33,38	68,26	123,8	22,2	38,1	50,8	38,1	106,36	106,36	177,8									215,9		79,4						228,60	1"			
1 1/2"	22,23	76,2	155,6	28,6	57,2	63,5	38,1	5,25	5,25	104,78				241,3					241,3		120,65						381,00	1 1/2"	4	3/4	4 1/4
2"	60,33	79,38	165,1	34,9	63,5	76,2	38,1	155,58	142,88	114,3	292	463,44	203,2	292,1	292	482,6	254		60,33	292,1	292,1	147,64					584,20	2"	8	5/8	4 1/4
2 1/2"	73,03	85,73	190,5	44,5	76,2	88,9	38,1	180,98	163,93	130,18	330	565,15	228,6	330,2	330,2	539,8	305		66,68	321	323,1	165,2					683,00	2 1/2"	8	3/4	4 3/4
3"	88,9	88,9	209,6	50,8	85,7	88,9	50,8	203,2	174,63	139,7	356	654,05	254	355,6	356	569,9	305	46,1	73,03	355,6	355,6	179,39	79,375	255,59	435	838,20	3"	8	3/4	5	
4"	114,3	108	273,1	63,5	105	101,6	63,5	260,35	212,73	171,45	432	800	355,6	431,8	431,8	698,5	457	60 1/3	79,38	431,8	431,8	203,2	79,375	255,59	435	1117,60	4"	8	7/8	5 3/4	
6"	168,3	123,8	355,6	95,3	143	139,7	88,9	352,43	266,7	219,8	559	1085,9	508	571,5	559	901,7	610	73,03	136,5	558,8	558,8	274,64	84,2	292,1	610		6"	12	1	6 3/4	
8"	219,1	139,7	419,1	127	178	152,4	102	444,5	317,5	266,7	660	1327	622,3	660,4				89	165,1	660,4	660,4	355,6	93,663	481,01	762		8"	12	1 1/8	7 3/4	
10"	273,1	158,8	508	159	216	177,8	127	539,75	374,65	317,5	787	1581,4	698,5	800,1				114,3	212,7	787,4	787,4	393,7	93,663	481,01	762		10"	16	1 1/4	8 1/2	
12"	323,9	1614	558,8	191	254	203,2	152	619,13	415,93	352,43	838	1778	698,5	800,1				139 2/3	228,6	838,2	838,2	450,85	93,663	481,01	762		12"	20	1 1/4	8 3/4	
14"	355,6	171,5	603,3	222	279	330,2	165	704,85	450,85	393	889	1962,2	774,7					158,8	273,1	889	889	509,59	123,83	546,1	737		14"	20	1 3/8	9 1/4	
16"	406,4	184,2	685,8	254	305	355,6	203	793,75	488,95	423,55	991	2127,3	774,7					177 4/5	304,8	990,1	990,6	509,59	123,83	546,1	737		16"	20	1 1/2	10	
18"	457,2	190,5	743	286	343	381	203	876,3	577,85	476,25	1092	2381,2	927,1					196,4	362	1092	1092	650,88	196,85	711,2	768		18"	20	1 5/8	10 3/4	
20"	508	196,9	812,8	318	381	508	229	958,85	577,85	514,4	1194	2654,3	927,1					228 3/5	368,3	1194	1207	685,8	196,85	711,2	768		20"	24	1 5/8	11 1/2	
24"	628,7	209,6	939,8	381	432	508	267	1124	641,35	590,55	1397	3200,4	1079					228,6	438,2	1397	1397	796,93	247,65	762	768		24"	24	1 7/8	13	

## VAZÃO VELOCIDADE E PERDA DE CARGA DO FLUIDO CONDUZIDO

### PARÂMETROS DO FLUIDO AGUA EM TUBULAÇÃO

DIÂMETRO APROX.		SISTEMA FECHADO SOB PRESSÃO			SISTEMA ABERTO POR GRAVIDADE		
(poleg)	(mm)	VAZÃO (m3/h)	VELOCIDADE (m/s)	PERDA (%)	VAZÃO (m3/h)	VELOCIDADE E (m/s)	PERDA (%)
3/4"	19	1,5	1,2	10	1	0,8	10
1"	25	3	1,5	10	2,2	1,1	10
1.1/4"	32	6	1,7	10	4	1,2	10
1.1/2"	38	9	1,9	10	6	1,3	10
2"	50	17	2,2	10	12	1,6	10
2.1/2"	65	28	2,5	10	23	2,1	10
3"	75	48	2,8	10	36	2,1	10
4"	100	90	3,1	9	75	2,5	10
5"	125	143	3,1	7	136	2,9	10
6"	150	215	3,2	5,5	204	3,1	9



### VALORES EM METROS EQUIVALENTES DAS PERDAS DE CARGAS LOCALIZADAS TUBOS PVC E COBRE

Diâmetro nominal		Joelho 90°	Joelho 45°	Curva 90°	Curva 45°	Té 90° passag. direta	Té 90° saída de lado	Té 90° saída bilat.	Entrada normal	Entrada de borda	Saída de Canaliz.	Válvula de pé e crivo	Válv. de retenção		Registro de globo aberto	Registro de gaveta aberto	Registro de ângulo aberto
DN	(Ref.)												Tipo leve	Tipo pesado			
15	(1/2)	1,1	0,4	0,4	0,2	0,7	2,3	2,3	0,3	0,9	0,8	8,1	2,5	3,6	11,1	0,1	5,9
20	(3/4)	1,2	0,5	0,5	0,3	0,8	2,4	2,4	0,4	1,0	0,9	9,5	2,7	4,1	11,4	0,2	6,1
25	(1)	1,5	0,7	0,6	0,4	0,9	3,1	3,1	0,5	1,2	1,3	13,3	3,8	5,8	15,0	0,3	8,4
32	(1,1/4)	2,0	1,0	0,7	0,5	1,5	4,6	4,5	0,6	1,8	1,4	15,5	4,9	7,4	22,0	0,4	10,5
40	(1,1/2)	3,2	1,3	1,2	0,6	2,2	7,3	7,3	1,0	2,3	3,2	18,3	6,8	9,1	35,8	0,7	17,0
50	(2)	3,4	1,5	1,3	0,7	2,3	7,6	7,6	1,5	2,8	3,3	23,7	7,1	10,8	37,9	0,8	18,5
60	(2,1/2)	3,7	1,7	1,4	0,8	2,4	7,8	7,8	1,6	3,3	3,5	25,0	8,2	12,5	38,0	0,9	19,0
75	(3)	3,9	1,8	1,5	0,9	2,5	8,0	8,0	2,0	3,7	3,7	26,8	9,3	14,2	40,0	0,9	20,0
100	(4)	4,3	1,9	1,6	1,0	2,6	8,3	8,3	2,2	4,0	3,9	28,6	10,4	16,0	42,3	1,0	22,1
125	(5)	4,9	2,4	1,9	1,1	3,3	10,0	10,0	2,5	5,0	4,9	37,4	12,5	19,2	50,9	1,1	26,2
150	(6)	5,4	2,6	2,1	1,2	3,8	11,1	11,1	2,8	5,6	5,5	43,4	13,9	21,4	56,7	1,2	28,9

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO



## TABELA DE CORES DE TUBULAÇÃO POR FLUIDO ( PETROBRAS )

CORES	TUBULAÇÃO	APLICAÇÃO		
<b>BRANCA 0095</b>	Oxigenio	Vaso de pressão GLP	Tanque de alcool etilico	Tanque de querosene
	Vapor	Tanque de soda caustica	Tanque de agua potavel	Tanque de diesel/nafta/petroleo
<b>VERMELHO SEGURANÇA 1547</b>	Hidrantes	Sistema de Combate Incendio	Motor acima de 80C	
<b>ALARANJADO SEGURANÇA 1867</b>	Produtos Quimicos Líquidos	ACIDOS		
<b>PRETO 0010</b>	Inflamaveis	Base metalica de Equipamentos rotativos	Combustíveis de Alta Viscosidade	Suportes de Equipamentos
<b>PRETO-0010 + AMARELO SEG 2586</b>	braços	sistemas rotativos	sistemas articulados	Combustíveis Inflamáveis
<b>VERDE PETROBRAS 3355</b>	AGUA	bomba para agua exceto incendio		
<b>CINZA CLARO 0065</b>	VACUO	Bombas(exceto agua/bombeiro)	Centrifugas	compres(exceto ar/hid)
		Ventiladores	Equipamentos Elétricos	Painéis Elétricos
<b>ALUMINIO 0170</b>	Hidrocarbonetos líquidos de baixa viscosidade	Tanque de oleo combustivel, de gás e oleo	Tanque de asfalto	Estrutura Metalicas acima de 2.0m de altura
	gas natural	permutadores de calor	temperatura superior a 80C	Chaminés
	Fornos	torre processamento	Retortas de processo / xisto	Queimadores
	turbina	vasos de pressão	tq agua noa potavel	Combustíveis gasosos
<b>AZUL-SEGURANÇA 4845</b>	Ar Comprimido	Compressores e sistemas de ar	instrumentação	Torre de Comunicação
<b>AMARELO SEGURANÇA 2586</b>	Gas Inerte	Compressor de Hidrogenio	Escadas / Pisos	Passadiços / Guarda-Corpos
	Movimentação de Carga	Empilhadeira	Ponte rolante	Gases em Geral
<b>CINZA-CLARO 0065</b>		maquinas-ferramenta	misturadores	
<b>CASTANHO</b>	Outros Fluidos			
<b>LILAS</b>	Alcalis			

CURSOS  
3DPLANTA  
ONLINE DE  
SOFTWARES  
3D

AUTODESK  
INVENTOR  
AUTOCAD  
PLANT3D  
SPEC EDITOR  
CAESAR II

CURSOS DE  
CALCULOS  
NORMAS  
MECANISMOS

PROJETO DE  
MÁQUINAS  
ROBÓTICA  
TRANSPORTADORES  
ESTRUTURAS  
E TUBULAÇÃO

# CURSOS 3DPLANTA

**PROJETO 3D MAQUINAS**

**PROJETO 3D TUBULACAO**

**CURSOS AVANÇADOS TUBULACAO**

**T31 PROJETOS INDUSTRIAIS**

**T32 AUTODESK PLANT 3D**

**T33 ADMIN SPEC EDITOR PLANT3D**

**T34 FLEXIBILIDADE E CAESAR II**

CURSOS ONLINE DE SOFTWARES 3D  
INVENTOR PLANT 3D CAESAR II

CALCULOS NORMAS MECANISMOS DE PROJETO DE  
MÁQUINAS TRANSPORTADORES TUBULAÇÃO

**WWW.3DPLANTA.COM**

# E O 3D É SÓ O COMEÇO .....

Com a tecnologia de usinagem CNC a nuvem de pontos do modelo 3D ( X,Y,Z) está substituindo o tradicional desenho técnico 2D. Empresas industriais estão integrando QR CODE nas máquinas e instalações onde ao posicionar o aparelho celular ou tablet usando o APP será possível verificar como será o novo projeto nestes equipamentos . ( Similar a tecnologia do MacDonaldis onde aparecem personagens na paisagem real)

Com a chegada de tecnologia RA realidade aumentada ( AR augmented reality ), algo como a tecnologia do Metaverso, a maquete eletrônica será parte de um universo virtual onde será possível carminhar em uma fábrica e visualizar no óculos especial (Hololens) e visualizar como será após o projeto com base na norma ISO 19650 que estabelece novos padrões internacionais para aplicação e implementação do BIM projeto 3D ( maquete eletrônica ) + dados da construção ( BIM 4D planejamento, BIM 5D custos do projeto, BIM 6D sustentabilidade e BIM 7D gestão das instalações



**3DPLANTA**  
Desde o ano  
**2000**  
Realizando  
**PROJETOS  
3D E  
TREINAMENTOS**

FICÇÃO MARVEL SE  
TORNANDO REALIDADE  
AUMENTADA



# 3DPLANTA

Desde o ano  
**2000**  
Realizando

**PROJETOS  
3D E  
TREINAMENTOS**

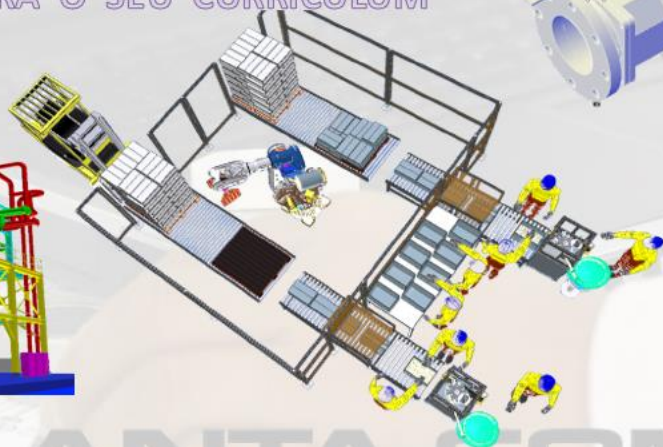
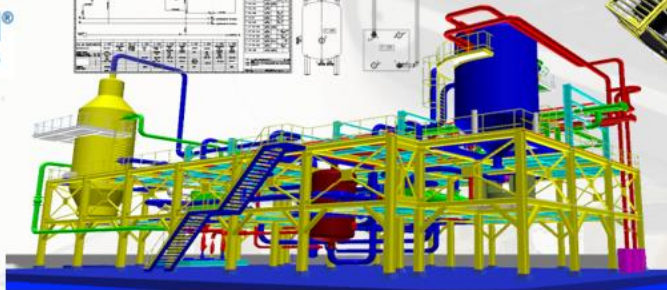
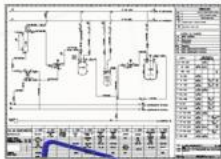
- CURSOS COM VÍDEOS EM PLATAFORMA ON LINE
- MATERIAL DE APOIO PDF CATÁLOGOS PEÇAS 3D
- CURSOS HAND ON (TEORIA + APLICAÇÃO PRÁTICA)
- CRONOGRAMA PERSONALIZADO • PREÇOS ACESSÍVEIS
- MAIS UM CERTIFICADO PARA O SEU CURRÍCULO

**AUTODESK®  
INVENTOR®**

**AutoCAD®  
Plant 3D 2010**  
Specs and Catalogs Editor

**AUTOCAD®  
PLANT 3D®**

**CAESAR II®**  
Pipe Stress Analysis



[WWW.3DPLANTA.COM](http://WWW.3DPLANTA.COM)

# PORQUE REALIZAR UM CURSO EM SOFTWARE 3D?

Um projeto realizado em software 3D é uma ferramenta imprescindível na obra facilitando na montagem e instalação de equipamentos com maior visualização e economiza tempo de entendimento do desenho 3D podendo ser acessada em notebook, tablet, celulares e estações de trabalho da obra, no momento da fabricação e montagem de máquinas e linhas completas de processo.

Atualmente um projeto CAD3D pode ser realizado nas empresas ou em sistema híbrido home office.

## 3DPLANTA

Desde o ano  
**2000**  
Realizando



PROJETOS

3D E

TREINAMENTOS

## 3DPLANTA



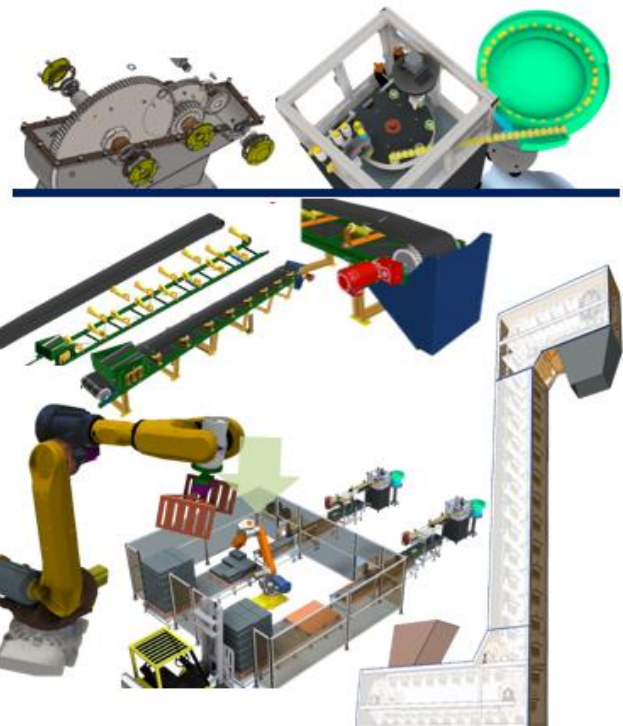
# PROJETO 3D MAQUINAS

## CURSO PROJETO 3D DE MÁQUINAS & EQUIPAMENTOS TRANSPORTADORES DE MOVIMENTAÇÃO DE MATERIAIS

Curso de formação do profissional / engenheiro projetista 3D embasado em cálculos, especificações, tolerâncias, NR12, simbologias de solda e padronização de elementos de máquinas, sistemas mecânicos lineares e rotativos, e todos os equipamentos transportadores para a movimentação de materiais + Autodesk Inventor básico 3D 2D caldeiraria, estruturas metálicas e animação de peças.

### CARACTERÍSTICAS DO MAIS COMPLETO CURSO EM PROJETO DE MÁQUINAS E EQUIPAMENTOS INDUSTRIAIS

- ◆ Carga Horária 10 semanas = 8 horas por semana = 80 horas
- ◆ 100 horas de vídeo aula + 500 paginas PDF + 600 PEÇAS 3D STEP
- ◆ Acesso na plataforma de ensino por 2 anos com adição de novos materiais neste período.
- ◆ Link para o download de TODAS as peças (STEP) 3D + Desenho 2D das máquinas do curso para montar no Autodesk Inventor e outros softwares do domínio do aluno como o Solidworks e Catia
- ◆ Cronograma personalizado para a realização das metas semanais com base nas vídeo aulas na plataforma + PDF
- ◆ Link para download das Apostilas PDF de acompanhamento semanal com tabelas + planilhas de cálculo + catálogos
- ◆ Valor de investimento na sua carreira profissional em promoção para os 100 primeiros inscritos 2023 a vista e parcelado! Aproveite ! Valor base R\$930,00 Valor Promocional R\$416,00 12x PIX e Boleto



# CONTEÚDO PROGRAMÁTICO SEMANAS 1 A 3

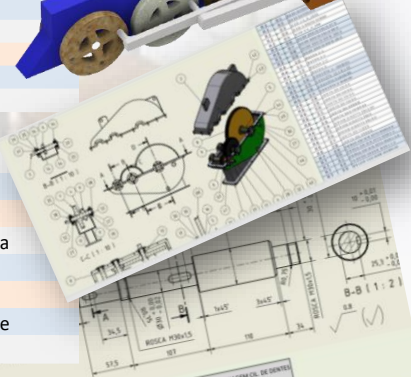
## PROJETO 3D MAQUINAS



PROJETOS	1.1	Apresentação e etapas
PROJETOS	1.2	Definição de Máquinas
PROJETOS	1.3	Cálculos Básicos
PROJETOS	1.4	Desenho
PROJETOS	1.5	Cotas do Desenho Mecânico
PROJETOS	1.6	Parafusos e Porcas
INVENTOR 2D	1.7	Comandos e Sketch
INVENTOR 2D	1.8	Content Center
INVENTOR 3D	1.9	Mecanismos do Trem 3D
TRANSPORTADORES	1.10	Sistemas de Movimentação
TRANSPORTADORES	1.11	Classificação

PROJETOS	2.1	Materiais de Fabricação
PROJETOS	2.2	Roscas
INVENTOR 3D	2.3	Montagem e animação Trem
INVENTOR 3D	2.4	Apresentação Maq Envasadora
INVENTOR FRAME WORK	2.5	Base Tubular da Máquina
INVENTOR SHEET METAL	2.6	Fechamento da máquina
TRANSPORTADORES	2.7	Transportadores por gravidade
TRANSPORTADORES	2.8	Transportadores de roletes

PROJETOS	3.1	Arruelas Anel e Pinos
PROJETOS	3.2	Anel o ring
INVENTOR WELDING	3.3	Placa soldada e nervurada
INVENTOR ASSEMBLY	3.4	Montagem da base da máquina
INVENTOR 3D	3.5	Peças da Estrela dos frascos
TRANSPORTADORES	3.6	Transportador de correia
TRANSPORTADORES	3.7	Classificação das correias

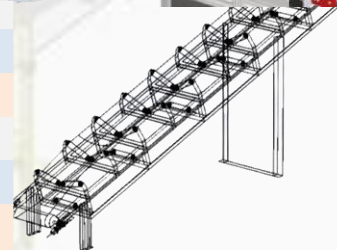
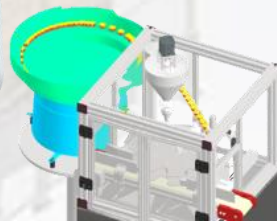


# CONTEÚDO PROGRAMÁTICO SEMANAS 4 A 6

## PROJETO 3D MAQUINAS



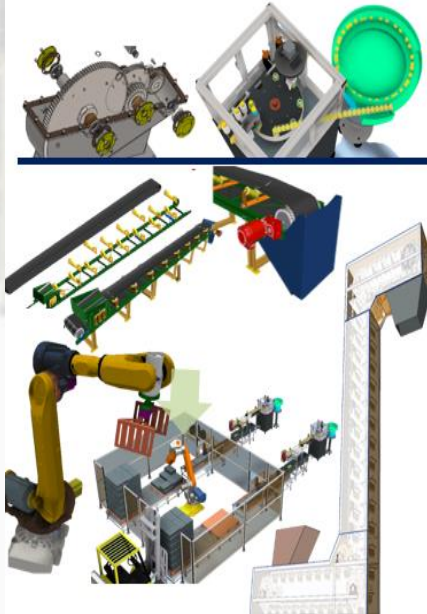
PROJETOS	4.1	Chavetas
PROJETOS	4.2	Cames
PROJETOS	4.3	Polia e correia
INVENTOR ASSEMBLY	4.4	Conjunto da Estrela dos Frascos
INVENTOR 3D	4.5	Came tipo cruz de malta
INVENTOR 3D	4.6	Peças da magazine de tampas
INVENTOR ASSEMBLY	4.7	Montagem Magazine de tampas
TRANSPORTADORES	4.8	Equipamentos e características
TRANSPORTADORES	4.9	Calculo de velocidade e volume
PROJETOS	5.1	Eixos 1 Calculos e superficie
INVENTOR SHEET METAL	5.2	Guia dos frascos desenvolvida
INVENTOR 3D	5.3	Reservatório de produtos
INVENTOR ASSEMBLY	5.4	Montagem do Reservatório
INVENTOR 3D	5.5	Peças 1 da Roscadora de Tampas
TRANSPORTADORES	5.6	Transportador movel e de telas
TRANSPORTADORES	5.7	Transportador modular table top
PROJETOS	6.1	Eixos 2 Normas e cálculos
PROJETOS	6.2	Rolamentos parte 1
INVENTOR 3D	6.3	Peças 2 da Roscadora de Tampas
INVENTOR ASSEMBLY	6.4	Montagem da Roscadora Tampas
TRANSPORTADORES	6.5	Transportador de elos e canecas
TRANSPORTADORES	6.6	Transportador de rosca e aéreo



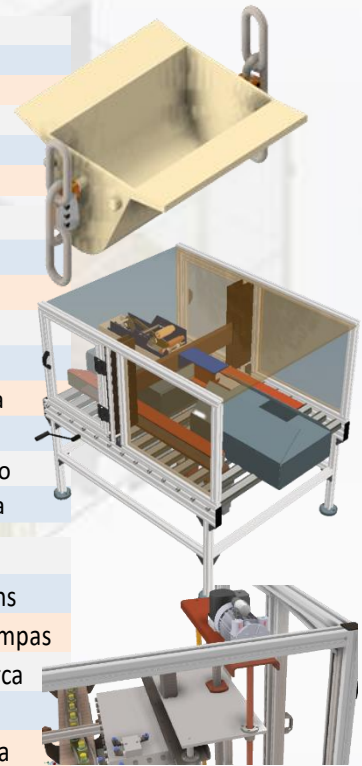


# CONTEÚDO PROGRAMÁTICO SEMANAS 7 A 9

## PROJETO 3D MAQUINAS



PROJETOS	7.1	Rolamentos parte 2
INVENTOR 3D	7.2	Transportador da maq de envase
INVENTOR ASSEMBLY	7.3	Montagem do Transportador
INVENTOR 3D	7.4	Proteção NR12 da máquina
TRANSPORTADORES	7.5	Automação sorter e merge
TRANSPORTADORES	7.6	Calculo da velocidade da esteira
INVENTOR 3D	8.1	Montagem da maquina de envase
PROJETOS	8.2	Engrenagens teoria e cálculos
PROJETOS	8.3	Calculo e manufatura do redutor
INVENTOR 3D	8.4	Redutor de Velocidade : Base
INVENTOR 3D	8.5	Redutor de Velocidade : Tampa
TRANSPORTADORES	8.6	Planilha de calculo aprova/reprova
TRANSPORTADORES	8.7	Cálculos conforme norma CEMA
INVENTOR ASSEMBLY	8.8	Transportador de rolete motorizado
INVENTOR ASSEMBLY	8.9	Transportador de correia abaulada
INVENTOR 3D	9.1	Redutor de Velocidade : Eixos
INVENTOR 3D	9.2	Redutor de Velocidade : Engrenagens
INVENTOR 3D	9.3	Redutor : Rolamentos Buchas Visor Tampas
INVENTOR 3D	9.4	Redutor : Chavetas Juntas Oring Porca
INVENTOR ASSEMBLY	9.5	Transportador tipo Z de canecas
INVENTOR ASSEMBLY	9.6	Transportador de rosca volumétrica

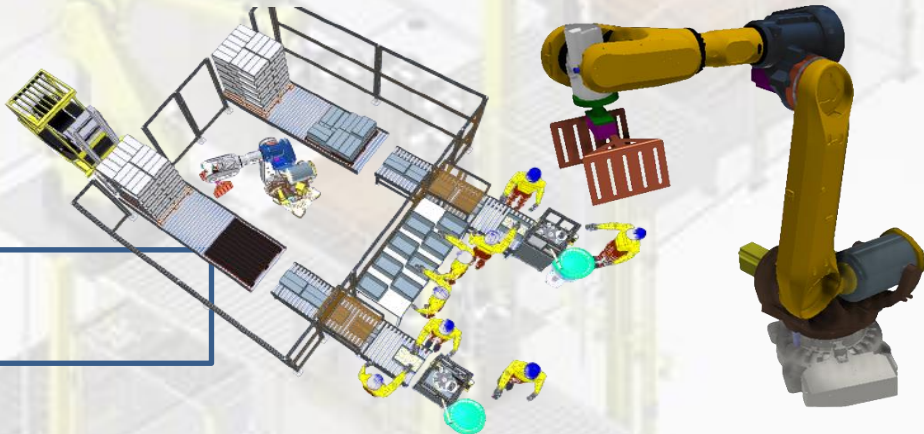


# CONTEÚDO PROGRAMÁTICO SEMANA 10

## PROJETO 3D MAQUINAS



INVENTOR 3D	10.1	Montagem do redutor velocidade
INVENTOR ASSEMBLY	10.2	Robótica : Robo ABB IRB 6700 + Garra
INVENTOR ASSEMBLY	10.3	Paletização : Planta civil
INVENTOR ASSEMBLY	10.4	Paletização : Proteções NR12
INVENTOR ASSEMBLY	10.5	Paletização : Transportador de entrada
INVENTOR ASSEMBLY	10.6	Paletização : Transportador de paletes
INVENTOR ASSEMBLY	10.7	Paletização : Montagem paletizadora robótica





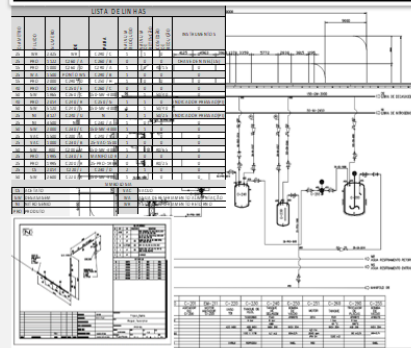
# CURSOS ONLINE PASSO À PASSO DE CERTIFICAÇÃO DO PROFISSIONAL 3D TUBULAÇÃO 1 PROJETOS INDUSTRIAIS

Curso de preparação do Projetista de tubulação com embasamento de NORMAS + CÁLCULOS e realização de um projeto completo no AUTOCAD com fluxograma P&ID, planta 2D e

## TECNOLOGIA TEÓRICA COMPLETA

NORMAS	CÁLCULOS	ESPECIFICAÇÃO
ABNT PB API ASME ASTM BS	MATEMÁTICA E FÍSICA	COMPOSIÇÃO DE SPEC
LAYOUT INDUSTRIAL	HIDROSTÁTICA E HIDRODINÂMICA	MATERIAIS METÁLICOS
LINHAS PRIMÁRIAS E SECUNDÁRIAS	ELEVADOR HIDRÁULICO	AÇOS LIGAS E AÇOS INOX
PROJETO MULTIDISCIPLINAR	AS LEIS DE NEWTON	MATERIAIS DO AÇO LIGA
AS ETAPAS E VIDA DO PROJETO	PRESSÃO EXERCIDA PELO LÍQUIDO	TUBOS DE AÇO LIGA E INOX
RECEBIVEIS E ENTREGÁVEIS	LEIS DE PASCAL E O EMPUÍDO	VÁLVULAS E FLANGES
NORMAS DO DESENHO TÉCNICO	MECÂNICA DOS FLUIDOS	DETALHES ESPECIAIS DE VALVULAS
SIMBOLOGIA DO DESENHO DE PLANTA	APLICAÇÃO DA LEI DE STEVIN	DRENOS E SUSPIROS
SIMBOLOGIA DO FLUXOGRAMA	VAZÃO E VISCOSIDADE	CORROSÃO
SIMBOLOGIA DE INSTRUMENTAÇÃO	COLUNA DE LÍQUIDOS IMISCÍVEIS	MATERIAIS PLÁSTICOS
SUORTES APOIOS E RESTRIÇÕES	DIÂMETRO E ESPESURA DO TUBO	MANGUEIRAS DE BORRACHA
AS CARGAS SOBRE OS SUORTES	BOMBAS NP&SH SUÇÃO E RECALQUE	PURGADORES E FILTROS
AS RESTRIÇÕES DO LAYOUT	PERDAS DE CARGA	ORIFÍCOS E VERTEDOUROS

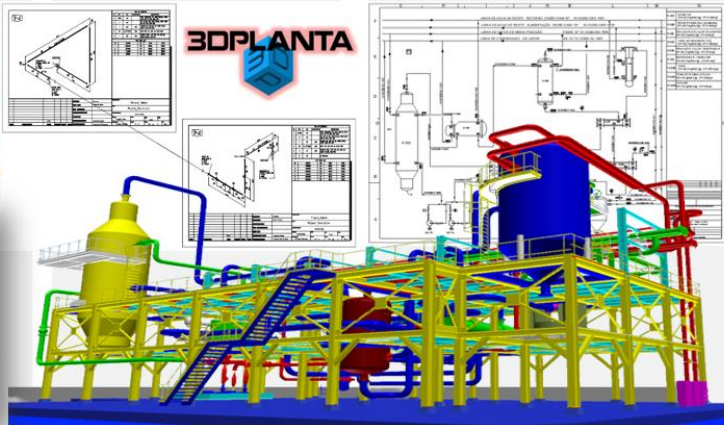
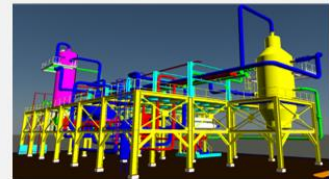
## APLICAÇÃO PRÁTICA AUTOCAD 2D



**3DPLANTA** desde o ano 2000 realizando **PROJETOS E TREINAMENTOS 3D**  
Informações e Ebook PDF dos curso : [www.3dplanta.com](http://www.3dplanta.com)

# TUBULAÇÃO 2 AUTODESK PLANT 3D

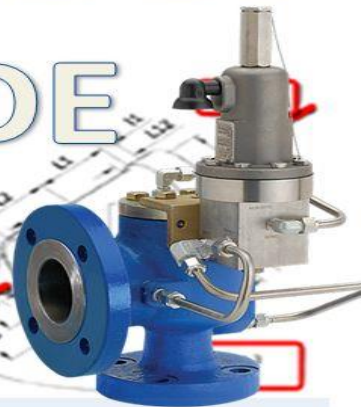
Em 2 meses voce estará realizando um projeto real e atualizado modelando uma planta 3D á partir do fluxograma P&ID, planta civil, equipamentos, plataforma, piperack, eletrocalha, suportes , 28 linhas de tubulação, válvulas, instrumentos, extração da planta 2D e isométricos.



**3DPLANTA** desde o ano 2000 realizando **PROJETOS E TREINAMENTOS 3D**  
informações e Ebook PDF dos curso : [www.3dplanta.com](http://www.3dplanta.com)



# CURSOS AVANÇADOS DE PROJETO DE TUBULAÇÃO



Part 2

**PIPESTRESS  
CAESAR II**

**SPEC EDITOR  
PLANT3D**



**WWW.3DPLANTA.COM**

# TUBULAÇÃO 3 ADMIN SPEC PLANT3D

No SPEC EDITOR PLANT 3D é possível a criação de diversas especificações de materiais de tubulação aplicáveis a fluidos como água, gases, ácidos, óleos bem como a criação de peças especiais para a composição do catálogo e a sua inserção em linhas de tubulação de maneira fácil e descomplicada.

**3DPLANTA**

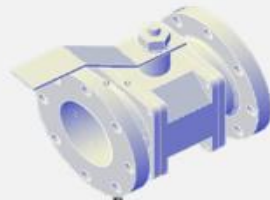
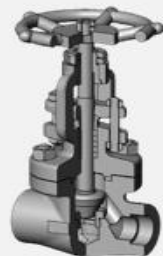
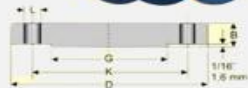
**SPEC DE TUBULAÇÃO  
+ MATERIAIS X  
FLUIDOS  
SPEC EDITOR PLANT3D**

AUTODESK AUTOCAD PLANT 3D 2021  
Spec Editor

**PETROBRAS**

**N-76**

ASME



**3DPLANTA** desde o ano 2000 realizando **PROJETOS E TREINAMENTOS 3D**

Informações e Ebook PDF dos curso : [www.3dplanta.com](http://www.3dplanta.com)

# TUBULAÇÃO 3 ADMIN SPEC PLANT3D

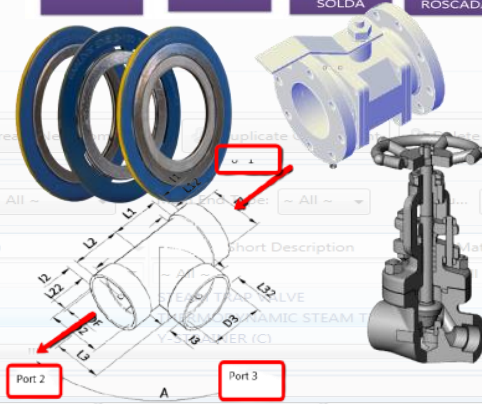
## SPEC DE TUBULAÇÃO

Qual material de tubo, válvula, flange e junta, estojo de parafusos e conexões é recomendável para fluidos corrosivos, em condições de baixa / alta pressão X temperatura ??

Como se faz para inserir um elemento com dimensões de catálogo na maquete do Autocad Plant 3D ??

Como se edita uma SPEC de uma determinada norma no SPEC EDITOR Plant 3D

Qual é a composição da norma Petrobras N76 e de que forma consigo criar uma SPEC com fluidos que não sejam de aplicação de refinaria, mas de uso em plantas de processo alimentício, agroindustrial, cosmética e farmacêutica?



## SPEC DE TUBULAÇÃO

O treinamento SPEC EDITOR PLANT3D + SPEC DE MATERIAIS X FLUIDOS responde estas e outras perguntas pertinentes ao dia a dia do engenheiro / projetista de tubulação.

O material de materiais x 600 fluidos é base para a criação de SPEC no AutoCAD SPEC EDITOR bem como em outros softwares de banco de dados de tubulação.

Este treinamento prepara profissionais ADMIN em softwares 3D, bem como engenheiros / projetistas que desejem realizar suas próprias SPECs.

Iremos estudar várias SPECs e na ultima aula vamos criar uma spec e modelar um skid de tubulação OD.

# TUBULAÇÃO 3 ADMIN SPEC PLANT3D

## PLANILHA MATERIAL x FLUIDO PRODUTOS AGRO QUÍMICO ALIMENTÍCIO

O curso é composto de 10 aulas semanais ou conforme a disponibilidade do aluno, composto de vídeo aulas com narração + textos explicativos + legenda.

A aula MATERIAIS x FLUIDOS terá como base a planilha exclusiva 3dplanta que acompanha o treinamento para download com cruzamento de informações de tubos / flanges / juntas / conexões / válvulas / estojo ( abas na cor azul ) x aproximadamente 600 fluidos ( abas na cor vermelha )

## NORMA N76 PLANILHADA PARA FLUIDOS ÓLEO & GÁS REFINARIA DE PETRÓLEO

A aula ESTUDO DA NORMA PETROBRÁS N76 ( norma pública ) terá como base a planilha exclusiva 3dplanta que acompanha o treinamento para download com toda norma Petrobras planilhada para facilitar na inserção dos dados no software CAD de banco de dados de spec.

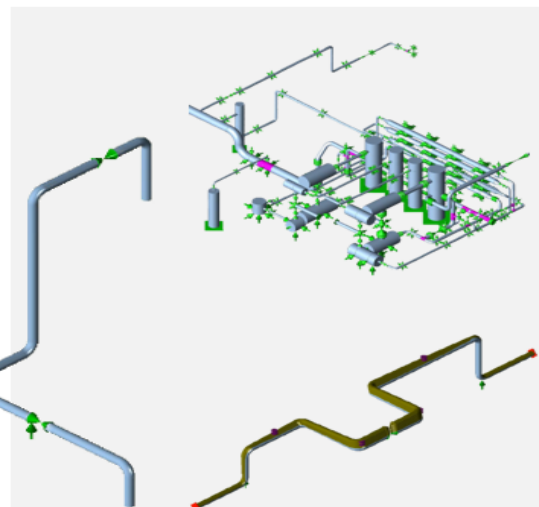
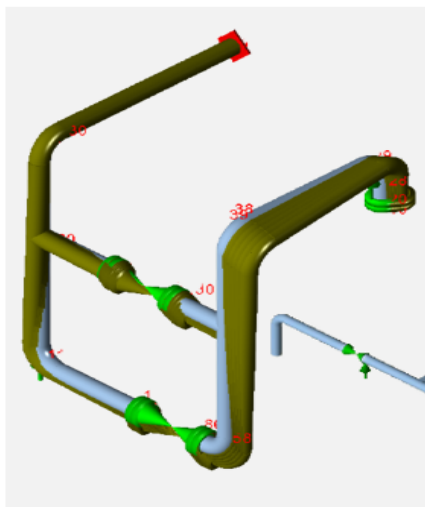
SPEC	NORMA BÁSICA	CLASSE DE PRESSÃO	CORROSÃO ADMISSÍVEL	TEMP MIN	TEMP MAY	MATERIAL DO TUBO	TRIM / MATERIAL INTERNO	SERVIÇO
Aa	ASME B31.3	125 FP	1,6 mm	0 °C	80	AC	J,K,N	Água clarificada,,água de máquinas, água industrial, água de incêndio, ar de serviço, solução de espuma em água.
Ab	ASME B31.3	125 FP	3,2 mm	0 °C	80	AC	J,K,N	Água de resfriamento, água bruta.
								Ar e Nitrogênio para

MI PADRAO ABREV ÍNDICE SPEC N76 Aa Ab Ac Ad Ae Af Aa Ba Bb Bd Be Bf Ba Bh Bi Bm Bo Ba Bs Bt Ca Ch Cc Cd Ce Cf Ca Ch Ci Cl Cm Co



# TUBULAÇÃO 4 FLEXIBILIDADE E CAESAR II

A Análise de Tensões e Flexibilidade de tubulação tem a sua importancia na proteção das linhas e equipamentos em pressões e temperaturas diversas que tem sido muito solicitado em projetos de tubulação industrial.



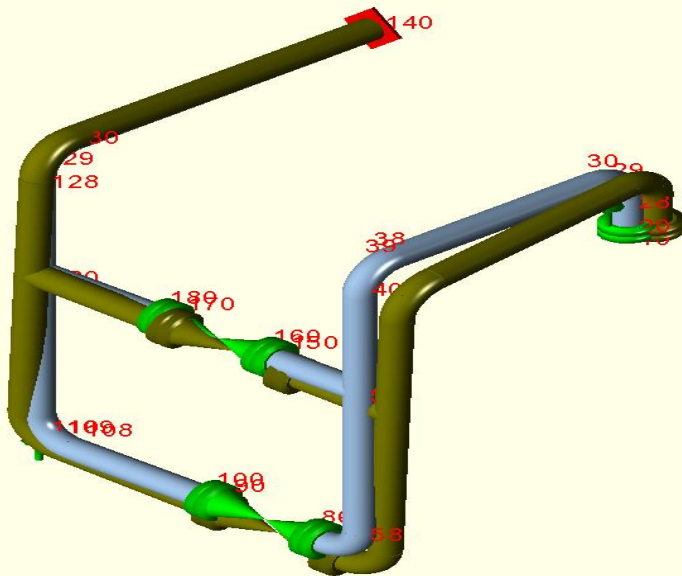
**3DPLANTA** desde o ano 2000 realizando **PROJETOS E TREINAMENTOS 3D**  
Informações e Ebook PDF dos curso : [www.3dplanta.com](http://www.3dplanta.com)



## A IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE FLEXIBILIDADE DE TUBULAÇÃO.

Uma vez instalados tubos e válvulas nos bocais os mesmos se tornam peças rígidas que com alteração da temperatura e pressão tendem á dilatar podendo provocar graves acidentes e prejuízos financeiros á instalação.

Isto ocorre porque não foi previsto um estudo da aplicação correta dos suportes, cargas e do próprio encaminhamento da tubulação de forma a prever os deslocamentos com layout á favor da flexibilidade da tubulação.



## PIPE STRESS

Assim como uma estrutura metálica a tubulação também esta sujeita a tensões ( pipe stress )

Uma das formas de mitigar falhas e acidentes nestas instalações é com o modelamento 3D á favor da flexibilidade, mas que em excesso pode provocar uma elevação do custo x peso aumentando ainda mais o problema.

Existem vários materiais tradicionais que analisam pipe stress por intermédio de normas, cálculos, tabelas e planilhas.

O conhecimento destes materiais facilitam no entendimento do resultado da análise de realizada em softwares CAD, que no caso deste curso o escolhido foi o INTERGRAPH CAESAR II

# TUBULAÇÃO 4 FLEXIBILIDADE E CAESAR



## PORQUE É IMPORTANTE CONHECER A PARTE TEÓRICA EM ANÁLISE DE TENSÕES E FLEXIBILIDADE DE TUBULAÇÕES ??

Em tubulação estudamos um tubo como linha, porem na análise da flexibilidade de tubulação ele será estudado como uma viga apoiada entre 2 pontos (suportes)

Na parte teórica será estudado elementos de resistência dos materiais aplicados á tubos, as cargas e os gráficos de deformação, cálculos de tensões e sollicitações na tubulação.

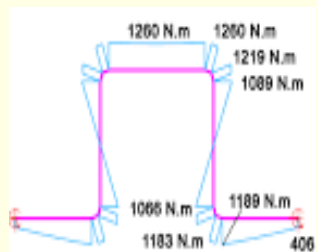
Estudaremos a norma ASME, suas principais diretrizes e trajeto ideal de flexibilidade em modelamento 3D.

O conceito de vãos e esforços nos bocais é importante para definir o traçado á favor da flexibilidade da linha.

Serão estudados os modelos clássicos L.U.Z Viga Guiada, Kellogg, método planar, loops e métodos planilhados.

Uma parte importante do treinamento são os suportes que receberão as cargas, juntas de expansão e suportes mola onde o treinamento será complementado com pastas de arquivos de catálogos comerciais destes elementos para a sua especificação.

Todo este conhecimento auxilia a entender o resultado da análise em números emitidos pelo Integraph Caesar II que quando aprovado se torna documento credenciador para a fabricação da linha e liberação do projeto.



# 3D É SÓ O COMEÇO ! O SEU FUTURO COMEÇA AGORA !

