

Aços Estruturais Perfis Estruturais E tratamentos superficiais

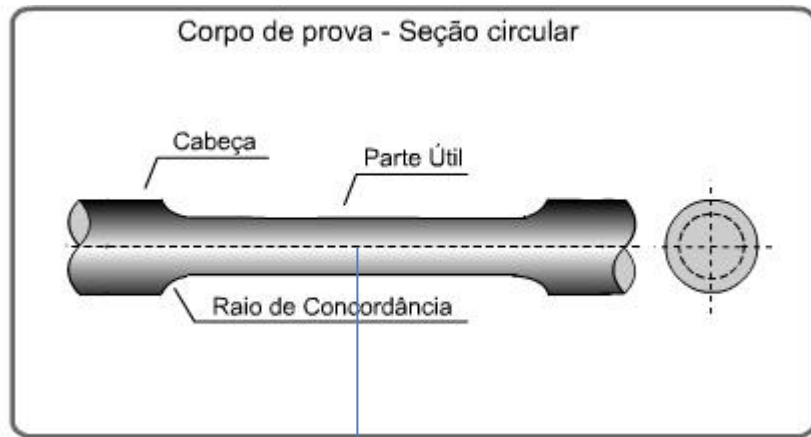
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

DEFINIÇÃO DE AÇO:

AÇO = LIGA METÁLICA
COMPOSTA POR

Fe + C (Ferro + Carbono)

ENSAIO DE TRAÇÃO:



$$\sigma = \frac{F}{A}$$

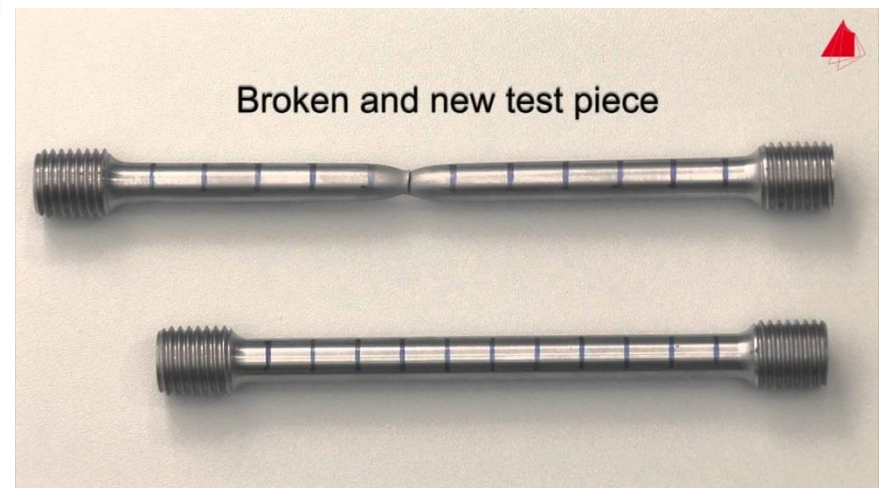
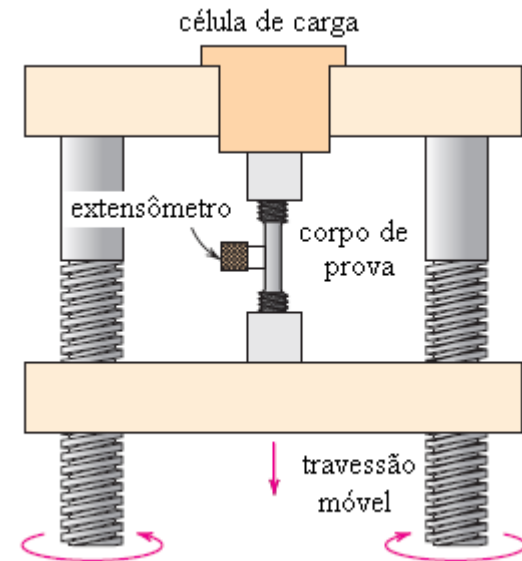
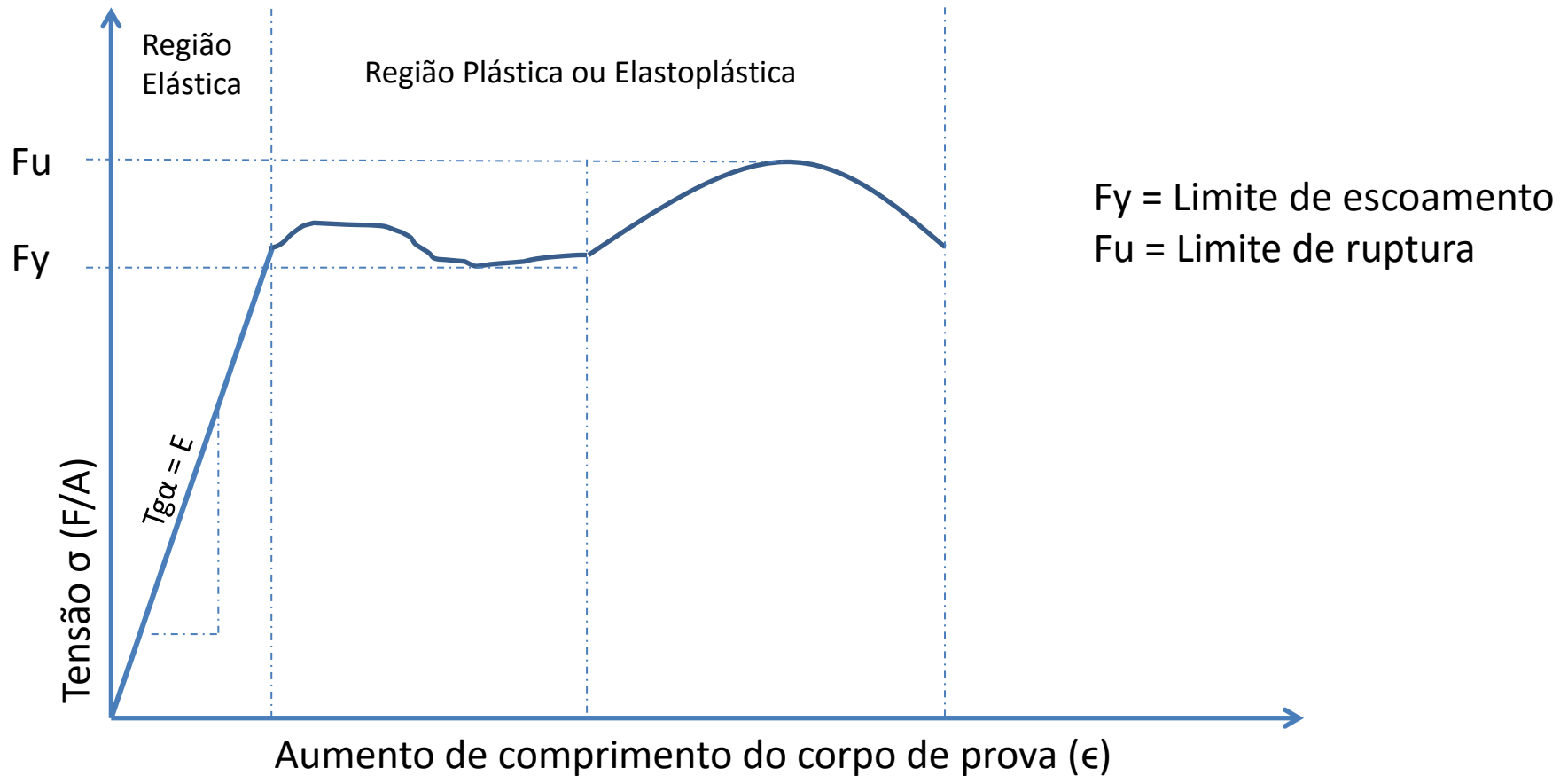


DIAGRAMA TENSÃO X DEFORMAÇÃO:



TIPOS DE AÇO:

AÇOS DE BAIXO CARBONO PARA CONFORMAÇÃO MECÂNICA:

Embalagens, latas de aço, etc...

Possuem proporção de Carbono em geral de até 0,05%

AÇOS ESTRUTURAIS PARA CALDEIRAS, VASOS DE PRESSÃO E TUBULAÇÕES:

Aços para trabalhos a temperaturas elevadas.

VERGALHÕES PARA CONCRETO:

NBR7480 – Possuem codificação CA-XX, onde o XX significa o limite de escoamento à tração mínimo em kN/cm^2 (CA-25, CA-50, etc.)

TIPOS DE AÇO:

AÇOS PARA CONSTRUÇÃO MECÂNICA:

Máquinas, peças, usinagem, etc...

CODIFICAÇÃO YYXX Sendo YY = Família e XX Teor de C x 0,01%

Exemplos;

ABNT 1020 - Família 10 (Aço Carbono) com 0,20% de carbono na Composição

ABNT 4340 - Família 43 (com 1,8% de Ni, 0,5% de Cr e 0,25% de Mo) com 0,40% de Carbono na composição

Aplicações de Aços SAE:

1006 - Retrefilação, repuxamento a frio, artefatos de uso comum.

1008 - Retrefilação, rebites, correntes, artefatos em geral, pregos, arames, parafusos recalcados a frio, chapa, chapas e tiras para estampagem profunda, como: aros, rodas, etc.

1010 - Pregos, arames, parafusos recalcados a frio, peças para máquinas e construção civil de baixa solicitação, perfis para aros de rodas, etc. Este aço cementado é utilizado para peças de máquinas em geral, como, buchas, pinos, eixos, alavancas, etc.

1012 - Pregos, cravos, arames, peças de baixa solicitação.

1015 e 1016 - Parafusos, chassis, travessas, aros de rodas, alavancas, buchas, pinos, eixos, etc.

1017 e 1018 - Indústria automobilística, em chassis, longarinas, travessas, etc. Peças de máquinas em geral como pinos, buchas, eixos, etc., submetidos a esforços pequenos.

1020 - Parafusos, porcas, treilados duros, longarinas, chassis, discos de roda, peças em geral para máquinas e veículos submetidas à esforços pequenos e médios. É um aço altamente tenaz, útil, particularmente indicado para a fabricação de peças que devam receber tratamento superficial para aumento de dureza, principalmente cementação. Utilizado ainda para eixos em geral, forjados.

1021, 1022 e 1023 - Peças diversas para indústria automobilística e de construção de máquinas, submetidas a esforços pequenos e médios.

1024 e 1027 - Parafusos, peças em geral para máquinas e veículos, peças forjadas.

1030 - Parafusos, porcas, almas para cabos de alumínio, cordoalhas mensageiras, peças forjadas em geral, eixos laminados e forjados, peças para indústria automobilística e de construção de máquinas.

1035 - Parafusos, cabos, molas, engrenagens simples, pinhões, ferramentas para madeira, chassis, travessas, peças forjadas, ferramentas agrícolas, peças em geral.

1038 e 1039 - Peças e eixos em geral, peças forjadas.

1040 - Parafusos, cabos, molas, grampos para cabelo, reforços para chassis, fitas para cortar mármore, peças forjadas, aplicações gerais em construção de máquinas.

1041 - Eixos, pinos, parafusos, porcas, engrenagens, forjados em geral.

1043 - Peças para transmissão de média solicitação.

1045 - Peças para transmissão de média solicitação, parafusos, cabos, molas, arames, eixos para vagões ferroviários. É um aço de médio teor de carbono que se presta muito bem para ser endurecido ou beneficiado por tratamento térmico. Pode ser tratado seletivamente por indução ou chama. Devido a isso, encontra grande aplicação no fabrico de forjados, partes estruturais de máquinas e eixos em geral.

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

TIPOS DE AÇO:

AÇOS COMUNS PARA CHAPAS E PERFIS ESTRUTURAIS:

ASTM

ASTM A36 – Possui $F_y = 36 \text{ ksi (kilo-libra/pol}^2) \sim 25 \text{ kN/cm}^2$
 $F_u = 40 \text{ kN/cm}^2$

Aço comum usado em chapas e perfis estruturais

ABNT

EB-583

MR250	$F_y = 25 \text{ kN/cm}^2$	$F_u = 40 \text{ kN/cm}^2$
MR290	$F_y = 29 \text{ kN/cm}^2$	$F_u = 41,5 \text{ kN/cm}^2$
MR345	$F_y = 34,5 \text{ kN/cm}^2$	$F_u = 45 \text{ kN/cm}^2$

TIPOS DE AÇO:

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA MECÂNICA PARA PERFIS ESTRUTURAIS:

ASTM

ASTM A572 – Perfis laminados Açominas

GRAU 42 – $F_y = 29 \text{ kN/cm}^2$ $F_u = 41,5 \text{ kN/cm}^2$

GRAU 50 - $F_y = 34,5 \text{ kN/cm}^2$ $F_u = 45 \text{ kN/cm}^2$

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA À CORROSÃO ATMOSFÉRICA:

ASTM A242 2x mais resistente à corrosão atmosférica

Grupos 1 e 2: $F_y = 34,5 \text{ kN/cm}^2$ $F_u = 48 \text{ kN/cm}^2$

Grupo 3: $F_y = 31,5 \text{ kN/cm}^2$ $F_u = 46 \text{ kN/cm}^2$

ASTM A588: $F_y = 34,5 \text{ kN/cm}^2$ $F_u = 48,5 \text{ kN/cm}^2$ 4X mais resistente à corrosão atmosférica

TIPOS DE AÇO:

ELEMENTO QUÍMICO	ASTM A36 (PERFIS)	ASTM A572 (GRAU 50)	ASTM A588 (GRAU B)	ASTM A242 (CHAPAS)
% C máx.	0,26	0,23	0,20	0,15
% Mn	... (1)	1,35 máx.	0,75-1,35	1,00 máx.
% P máx.	0,04	0,04	0,04	0,15
% S máx.	0,05	0,05	0,05	0,05
% Si	0,40	0,40 máx.3	0,15-0,50	...
% Ni	...	...	0,50 máx.	...
% Cr	...	...	0,40-0,70	...
% Mo	...	...	...	...
% Cu	0,202	...	0,20-0,40	0,20 mín.
% V	...	...	0,01-0,10	...
(% Nb + %V)	...	0,02-0,15	...	...
Limite de escoamento (MPa)	250 mín.	345 mín.	345 mín.	345 mín.
Limite de resistência (MPa)	400-550	450 mín.	485 mín.	480 mín.
Alongamento Após ruptura, % (lo = 200mm)	20 mín.	18 mín.	18 mín.	18 mín.

PROPRIEDADES DOS AÇOS:

DUCTILIDADE: CAPACIDADE DE SE DEFORMAR QUANDO SUBMETIDO A ESFORÇOS (OPOSTO DE FRAGILIDADE)

RESILIÊNCIA: CAPACIDADE DE ABSORVER ENERGIA NO REGIME ELÁSTICO (TRANSFORMAR ESFORÇOS EM DEFORMAÇÕES NÃO PERMANENTES)

DUREZA: RESISTÊNCIA O RISCOS E ABRASÃO.

FADIGA: RESISTÊNCIA A ESFORÇOS REPETITIVOS

PESO ESPECÍFICO: 7850 kg/m^3

PROPRIEDADES DOS AÇOS:

Como descobrir o peso de uma chapa de aço retangular de 200mm X 350mm de espessura $\frac{3}{4}$ "???

1- converta Polegadas para mm: $\frac{3}{4} \times 25,4\text{mm} = 19,05\text{mm}$ ou 1,905cm

2 – Calcule o volume da chapa em m^3 - $V = 0,200 \times 0,350 \times 0,01905 = 0,00133 \text{ m}^3$

3- Multiplique pelo peso específico do aço: $P = 7850 \text{ kg/m}^3 \times 0,00133 \text{ m}^3 = \mathbf{10,468 \text{ kg}}$



PROPRIEDADES DOS AÇOS:

Qual o peso por metro linear de um perfil de aço, qualquer, cuja área de seção transversal tenha 35,02 cm²

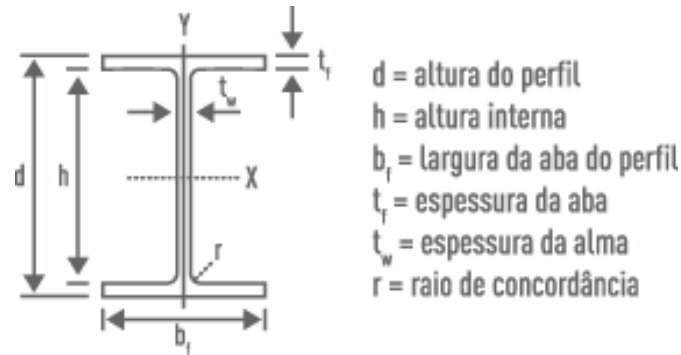
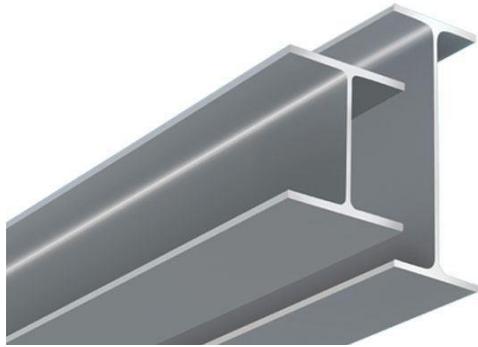
1 – Você precisa descobrir quantos m³ de aço estão contidos em 1 metro linear da barra, portanto converta a área de cm² para m² multiplicando o valor da área por 0,0001: $A = 35,02\text{cm}^2 \times 0,0001 = 0,003502\text{ m}^2$

2- como queremos o peso por metro linear, basta então multiplicar o volume contido em 1m de barra ($0,003502\text{ m}^2 \times 1\text{m} = 0,003502\text{m}^3$) pelo peso específico do aço (7850kg/m^3) = $0,003502 \times 7850 = \mathbf{27,49\text{ kg/m}}$



PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

I e H Laminados de abas paralelas.



Codificação:

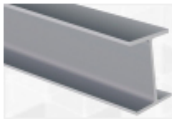
W150X13,0 – Perfil I ~150mm de altura e 13 kg por metro linear (bom para Vigas e Momentos unidirecionais)

W200X46,1 (H) – Perfil H ~200mm de altura e largura x 46,1 kg/metro (melhor para pilares e peças sujeitas à compressão e à flexão bi-direcional)

HP310X79,0 – Perfil da série Pesada, com 310mm de altura e 79kg/m (também recomenda-se seu uso em pilares de alta compressão)

PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

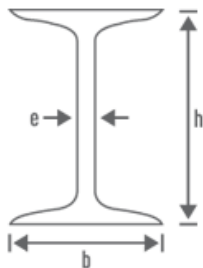
Perfil I – Abas Inclinadas



Bitola (h x b)		Alma	Espessura da alma (e)		Peso teórico kg/m
pol.	mm		mm	pol.	
3" x 2.3/8"	76,20 x 59,20	1ª	4,32	0,170	8,48
3" x 2.3/8"	76,20 x 61,20	2ª	6,38	0,251	9,68
4" x 2.5/8"	101,60 x 67,60	1ª	4,90	0,193	11,46
4" x 2.5/8"	101,60 x 69,20	2ª	6,43	0,253	12,65
5" x 3"	127,00 x 76,20	1ª	5,44	0,214	14,88
5" x 3"	127,00 x 79,70	2ª	8,81	0,347	18,20
6" x 3.3/8"	152,40 x 84,60	1ª	5,89	0,232	18,60
6" x 3.3/8"	152,40 x 87,50	2ª	8,71	0,343	22,00

Barras com 6 e 12m

Normas: NBR 7007 MR 250 / ASTM A-36



b = largura do perfil
e = espessura da alma
h = altura do perfil

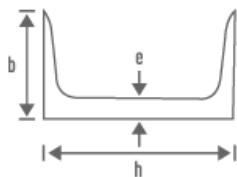
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

U Laminado de Abas inclinadas

Bitola (h x b)		Alma	Espessura da alma (e)		Peso teórico kg/m
pol.	mm		mm	pol.	
3" x 1.1/2"	76,20 x 35,81	1ª	4,32	0,170	6,11
3" x 1.1/2"	76,20 x 38,05	2ª	6,55	0,258	7,44
4" x 1.5/8"	101,60 x 40,23	1ª	4,67	0,183	7,95
4" x 1.5/8"	101,60 x 41,83	2ª	6,27	0,246	9,30
6" x 2"	152,40 x 48,80	1ª	5,08	0,200	12,20
6" x 2"	152,40 x 51,70	2ª	7,98	0,314	15,60
8" x 2.1/4"	203,20 x 57,15	1ª	5,59	0,220	17,10
8" x 2.1/4"	203,20 x 57,15	2ª	7,70	0,303	20,50
10" x 2.5/8"	254,00 x 66,68	1ª	6,10	0,240	22,70
10" x 2.5/8"	254,00 x 66,68	2ª	9,63	0,379	29,80
12" x 3"	304,80 x 76,20	1ª	7,11	0,280	30,70
12" x 3"	304,80 x 76,20	2ª	9,83	0,387	37,20
15" x 3.3/8"	381,00 x 85,73	1ª	10,20	0,400	50,40
15" x 3.3/8"	381,00 x 85,73	2ª	10,70	0,422	52,10

Barras com 6 e 12m – Normas: NBR 7007 MR 250 / ASTM A-36



h = largura do perfil
e = espessura da alma
b = altura do perfil

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

Cantoneiras laminadas de abas iguais



Bitola	Peso Teórico Kg/m	Bitola	Peso Teórico Kg/m	Bitola	Peso Teórico Kg/m	Bitola	Peso Teórico Kg/m
1/8 x 1/2"	0,55	3/16 x 1.3/4"	3,15	1/4 x 4"	9,81	3/8 x 6"	22,20
1/8 x 5/8"	0,71	3/16 x 2	3,63	5/16 x 2"	5,83	1/2 x 3"	13,90
1/8 x 3/4"	0,87	3/16 x 2.1/2"	4,52	5/16 x 2.1/2"	7,44	1/2 x 4"	19,05
1/8 x 7/8"	1,04	3/16 x 3"	5,52	5/16 x 3"	9,07	1/2 x 5"	24,10
1/8 x 1"	1,19	1/4 x 1"	2,29	5/16 x 3.1/2"	10,70	1/2 x 6"	29,20
1/8 x 1.1/4"	1,50	1/4 x 1.1/4"	2,86	5/16 x 4"	12,19	5/8 x 4"	23,42
1/8 x 1.1/2"	1,83	1/4 x 1.1/2"	3,48	3/8 x 2"	6,99	5/8 x 5"	29,80
1/8 x 1.3/4"	2,14	1/4 x 1.3/4"	4,12	3/8 x 2.1/2"	8,78	5/8 x 6"	36,00
1/8 x 2"	2,46	1/4 x 2"	4,75	3/8 x 3"	10,72	5/8 x 8"	48,78
3/16 x 1"	1,73	1/4 x 2.1/2"	6,10	3/8 x 3.1/2"	12,50	3/4 x 5"	35,10
3/16 x 1.1/4"	2,20	1/4 x 3"	7,30	3/8 x 4"	14,58	3/4 x 6"	42,70
3/16 x 1.1/2"	2,68	1/4 x 3.1/2"	8,63	3/8 x 5"	18,30	3/4 x 8"	57,80

Normas: NBR 7007 graus, MR 250 (ASTM A-36) , AR 350 (ASTM A-572 GR50), AR 350COR (ASTM A-572 GR60) e AR 415 (ASTM A-588 GRB)

Excelente comportamento à tração.

Versátil para composição com outros perfis estruturais

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

Barras Chatas (ferro chato)



Bitola	Peso Teórico Kg/m	Bitola	Peso Teórico Kg/m	Bitola	Peso Teórico Kg/m	Bitola	Peso Teórico Kg/m
2,50mm x 1/2"	0,25	1/4 x 1/2"	0,63	3/8 x 1.1/2"	2,85	5/8 x 3.1/2"	11,08
1/8 x 3/8"	0,24	1/4 x 5/8"	0,79	3/8 x 1.3/4"	3,33	5/8 x 4"	12,67
1/8 x 1/2"	0,32	1/4 x 3/4"	0,95	3/8 x 2"	3,80	5/8 x 5"	15,83
1/8 x 5/8"	0,40	1/4 x 7/8"	1,11	3/8 x 2.1/2"	4,75	5/8 x 6"	19,00
1/8 x 3/4"	0,48	1/4 x 1"	1,27	3/8 x 3"	5,70	3/4 x 1"	3,80
1/8 x 7/8"	0,55	1/4 x 1.1/4"	1,58	3/8 x 3.1/2"	6,65	3/4 x 1.1/4"	4,75
1/8 x 1"	0,63	1/4 x 1.1/2"	1,90	3/8 x 4"	7,60	3/4 x 1.1/2"	5,70
1/8 x 1.1/4"	0,79	1/4 x 1.3/4"	2,22	3/8 x 5"	9,50	3/4 x 1.3/4"	6,65
1/8 x 1.1/2"	0,95	1/4 x 2"	2,53	3/8 x 6"	11,40	3/4 x 2"	7,60
1/8 x 1.3/4"	1,11	1/4 x 2.1/2"	3,17	1/2 x 1"	2,53	3/4 x 2.1/2"	9,50
1/8 x 2"	1,27	1/4 x 3"	3,80	1/2 x 1.1/4"	3,17	3/4 x 3"	11,40
1/8 x 2.1/2"	1,59	1/4 x 4"	5,06	1/2 x 1.1/2"	3,80	3/4 x 3.1/2"	13,29
1/8 x 3"	1,90	1/4 x 5"	6,33	1/2 x 1.3/4"	4,43	3/4 x 4"	15,19
1/8 x 4"	2,54	1/4 x 6"	7,60	1/2 x 2"	5,06	3/4 x 5"	18,99
3/16 x 1/2"	0,47	5/16 x 1"	1,58	1/2 x 2.1/2"	6,33	3/4 x 6"	22,79
3/16 x 5/8"	0,59	5/16 x 1.1/4"	1,98	1/2 x 3"	7,60	1 x 1.1/4"	6,33
3/16 x 3/4"	0,71	5/16 x 1.1/2"	2,37	1/2 x 3.1/2"	8,86	1 x 1.1/2"	7,60
3/16 x 7/8"	0,83	5/16 x 1.3/4"	2,77	1/2 x 4"	10,13	1 x 1.3/4"	8,86
3/16 x 1"	0,95	5/16 x 2"	3,17	1/2 x 5"	12,66	1 x 2"	10,13
3/16 x 1.1/4"	1,19	5/16 x 2.1/2"	3,96	1/2 x 6"	15,19	1 x 2.1/2"	12,66
3/16 x 1.1/2"	1,42	5/16 x 3"	4,75	5/8 x 1"	3,17	1 x 3"	15,19
3/16 x 1.3/4"	1,66	5/16 x 3.1/2"	5,54	5/8 x 1.1/4"	3,96	1 x 4"	20,26
3/16 x 2"	1,90	5/16 x 4"	6,33	5/8 x 1.1/2"	4,75	1 x 5"	25,32
3/16 x 2.1/2"	2,37	5/16 x 5"	7,92	5/8 x 1.3/4"	5,54	1 x 6"	30,39
3/16 x 3"	2,85	5/16 x 6"	9,50	5/8 x 2"	6,33		
3/16 x 4"	3,80	3/8 x 1"	1,90	5/8 x 2.1/2"	7,92		
3/16 x 5"	4,75	3/8 x 1.1/4"	2,38	5/8 x 3"	9,50		

Barras com 6m. Comprimentos diferenciados sob consulta. Normas: NBR 7007 graus, MR 250 (ASTM A-36), SAE 1045 e 5160

Geralmente usados para acabamento ou enrijecimento de bordas.

Também podem ser usados para fabricar chapas de ligação.

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

Barra Redonda Laminada



Bitola		Peso teórico kg/m
pol.	mm	
1/4"	6,35	0,25
5/16"	7,94	0,39
3/8"	9,53	0,56
1/2"	12,70	0,99
9/16"	14,29	1,26
5/8"	15,88	1,56
11/16"	17,46	1,88
3/4"	19,05	2,24
7/8"	22,23	3,05
1"	25,40	3,98
1.1/8"	28,58	5,04
1.1/4"	31,75	6,22
1.5/16"	33,34	6,85
1.3/8"	34,93	7,52
1.7/16"	36,51	8,22
1.1/2"	38,10	8,95
1.9/16"	39,69	9,71
1.5/8"	41,28	10,50
1.3/4"	44,45	12,18
1.13/16"	46,04	13,06
1.7/8"	47,63	13,98
2"	50,80	15,91
2.1/16"	52,39	16,92
2.1/8"	53,98	17,96
2.1/4"	57,15	20,14
2.5/16"	58,74	21,28
2.3/8"	60,33	22,43
2.7/16"	61,91	23,63
2.1/2"	63,50	24,86

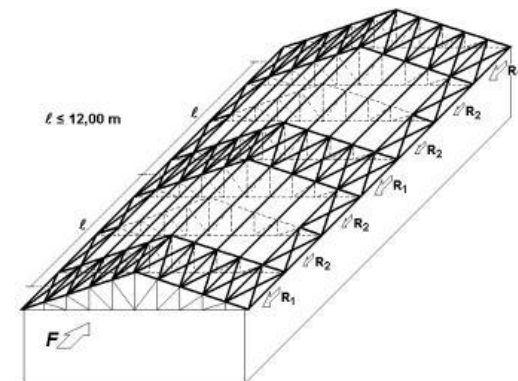
Bitola		Peso teórico kg/m
pol.	mm	
2.9/16"	65,09	26,11
2.5/8"	66,68	27,40
2.3/4"	69,85	30,08
2.7/8"	73,03	32,87
3"	76,20	35,79
3.1/8"	79,38	38,84
3.1/4"	82,55	42,01
3.1/2"	88,90	48,73
3.3/4"	95,25	55,88
4"	101,60	63,58
4.1/4"	107,95	71,78
4.1/2"	114,30	80,47
4.3/4"	120,65	89,66
5"	127,00	99,80
*	130,00	104,17
5.1/4"	133,35	109,50
5.1/2"	139,70	120,20
5.3/4"	146,05	131,40
6"	152,40	143,10
6.1/4"	158,75	155,20
6.1/2"	165,10	167,90
6.3/4"	171,45	181,10
7"	177,80	194,70
7.1/2"	190,50	223,80
8"	203,20	254,60
8.1/2"	215,90	287,40
9"	228,60	322,10
9.1/2"	241,30	359,00
10"	254,00	397,80

Barras com 5 a 7m

Normas: NBR 7007 MR 250 / ASTM A-36, SAE 1020 e SAE 1045

Trabalho somente à tração.

Usado em contraventamentos de coberturas e em alguns casos para contraventar pilares e pórticos.



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

PERFIS ESTRUTURAIS LAMINADOS

Barra Redonda Laminada



Bitola		Peso teórico kg/m
pol.	mm	
1/4"	6,35	0,25
5/16"	7,94	0,39
3/8"	9,53	0,56
1/2"	12,70	0,99
9/16"	14,29	1,26
5/8"	15,88	1,56
11/16"	17,46	1,88
3/4"	19,05	2,24
7/8"	22,23	3,05
1"	25,40	3,98
1.1/8"	28,58	5,04
1.1/4"	31,75	6,22
1.5/16"	33,34	6,85
1.3/8"	34,93	7,52
1.7/16"	36,51	8,22
1.1/2"	38,10	8,95
1.9/16"	39,69	9,71
1.5/8"	41,28	10,50
1.3/4"	44,45	12,18
1.13/16"	46,04	13,06
1.7/8"	47,63	13,98
2"	50,80	15,91
2.1/16"	52,39	16,92
2.1/8"	53,98	17,96
2.1/4"	57,15	20,14
2.5/16"	58,74	21,28
2.3/8"	60,33	22,43
2.7/16"	61,91	23,63
2.1/2"	63,50	24,86

Bitola		Peso teórico kg/m
pol.	mm	
2.9/16"	65,09	26,11
2.5/8"	66,68	27,40
2.3/4"	69,85	30,08
2.7/8"	73,03	32,87
3"	76,20	35,79
3.1/8"	79,38	38,84
3.1/4"	82,55	42,01
3.1/2"	88,90	48,73
3.3/4"	95,25	55,88
4"	101,60	63,58
4.1/4"	107,95	71,78
4.1/2"	114,30	80,47
4.3/4"	120,65	89,66
5"	127,00	99,80
*	130,00	104,17
5.1/4"	133,35	109,50
5.1/2"	139,70	120,20
5.3/4"	146,05	131,40
6"	152,40	143,10
6.1/4"	158,75	155,20
6.1/2"	165,10	167,90
6.3/4"	171,45	181,10
7"	177,80	194,70
7.1/2"	190,50	223,80
8"	203,20	254,60
8.1/2"	215,90	287,40
9"	228,60	322,10
9.1/2"	241,30	359,00
10"	254,00	397,80

Trabalho somente à tração.

Usado em contraventamentos de coberturas e em alguns casos para contraventar pilares e pórticos.

Barras com 5 a 7m

Normas: NBR 7007 MR 250 / ASTM A-36, SAE 1020 e SAE 1045

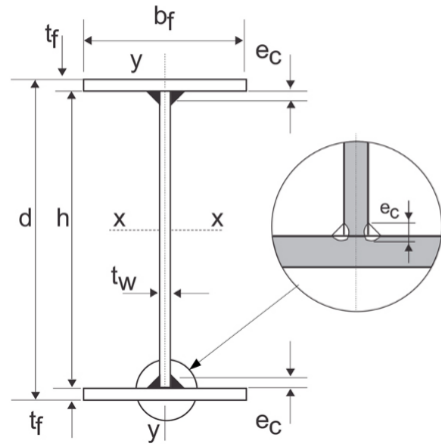
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

PERFIS ESTRUTURAIS SOLDADOS



Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

PERFIS ESTRUTURAIS SOLDADOS



Abreviaturas e propriedades

d : Altura do Perfil

bf : Largura da Mesa

tw : Espessura da alma

tf : Espessura da mesa

h : Altura da alma

*ec : Perna efetiva do cordão de solda (dimensão efetiva mínima do filete, compatível com a maior espessura do metal base na junta).

A : Área da seção transversal

P : Peso do perfil por metro linear, excluindo peso dos filetes de solda.

U : Área de pintura por metro linear.

EIXO x_x : Linha paralela à mesa, que passa pelo centro de gravidade da seção transversal do perfil

EIXO y_y : Linha perpendicular ao eixo $x-x$ que passa pelo centro de gravidade da seção transversal do perfil.

I_x = Momento de inércia em relação ao eixo $x-x$

$W_x = 2I_x/d$ - Módulo de resistência elástico da seção em relação ao eixo $x-x$

$r_x = \sqrt{I_x/A}$ Raio de giração em relação ao eixo $x-x$

Z_x = Módulo de resistência plástica em relação ao eixo $x-x$

I_y = Momento de inércia em relação ao eixo $y-y$

$W_y = 2I_y/br$ - Módulo de resistência elástico da seção em relação ao eixo $y-y$

$r_y = \sqrt{I_y/A}$ Raio de giração em relação ao eixo $x-x$

Z_y = Módulo de resistência plástica em relação ao eixo $y-y$

rT = Raio de giração da seção formada pela mesa comprimida mais 1/6 da alma em relação ao eixo $y-y$

$IT = [(h + tf) \cdot tw^3 + 2 \cdot bf \cdot tf^3]/3$ - Momento de inércia à torção

* A resistência dos dois filetes mínimos em alguns perfis não corresponde à resistência máxima da alma ao cisalhamento.

Tipos:

CS – Coluna Soldada ($d/bf \sim 1$)

VS – Viga Soldada ($d/bf \sim 2$)

CVS – Coluna-Viga Soldada ($d/bf \sim 1,5$)

Podem ser elaborados perfis personalizados, com abas, e almas, nervuras, variação de seção, altura, furação, etc

PERFIS ESTRUTURAIS DOBRADOS



**CHAMADO PERFIL FORMADO A FRIO OU PFF
CÁLCULO BASEADO EM NORMA ESPECÍFICA:
NBR14.762/2010**

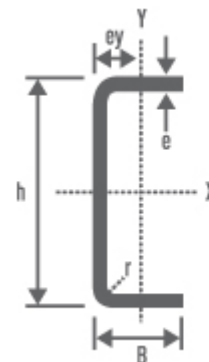
**CHAPAS FINAS: Em geral $< 5\text{mm}$
ESPESSURA CONSTANTE
MAIS LEVES.**

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

PERFIS ESTRUTURAIS DOBRADOS

U DOBRADO SIMPLES

Dimensão			S	P	Jx	Wx	ix	ey	Jy	Wy	iy
h	B	e=r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
mm	mm	mm									
50	25	2,00	1,75	1,38	6,66	2,60	1,94	0,71	1,07	0,60	0,78
		2,25	2,07	1,62	7,70	3,00	1,92	0,73	1,26	0,71	0,77
		2,65	2,38	1,86	8,66	3,40	1,90	0,75	1,43	0,82	0,77
		3,00	2,67	2,10	9,55	3,80	1,88	0,77	1,59	0,92	0,77
75	38	2,00	2,80	2,20	25,10	6,60	2,99	1,12	4,55	1,58	1,27
		2,25	3,32	2,61	29,43	7,80	2,97	1,14	5,37	1,88	1,27
		2,65	3,84	3,01	33,56	8,90	2,95	1,16	6,15	2,17	1,26
		3,00	4,35	3,41	37,49	9,90	2,93	1,18	6,91	2,45	1,26
		4,75	6,48	5,09	52,75	14,00	2,85	1,27	10,00	3,66	1,24
100	40	2,00	3,27	2,57	49,01	9,80	3,86	0,97	4,99	1,65	1,23
		2,25	3,89	3,06	57,67	11,50	3,84	0,99	5,89	1,96	1,22
		2,65	4,51	3,54	65,99	13,10	3,82	1,01	6,76	2,26	1,22
		3,00	5,11	4,01	73,99	14,70	3,80	1,03	7,61	2,56	1,22
100	50	4,75	7,67	6,02	105,90	21,10	3,71	1,11	11,09	3,84	1,20
		2,00	3,65	2,87	58,15	11,60	3,98	1,34	9,24	2,52	1,58
		2,25	4,35	3,41	68,55	13,70	3,96	1,36	10,94	3,00	1,58
		2,65	5,04	3,95	78,60	15,70	3,94	1,38	12,59	3,48	1,58
		3,00	5,71	4,48	88,29	17,60	3,92	1,40	14,20	3,94	1,57
127	50	4,75	8,63	6,77	127,50	25,40	3,84	1,48	20,89	5,84	1,55
		2,00	4,17	3,27	101,30	15,90	4,92	1,19	9,94	2,61	1,54
		2,25	4,97	3,90	119,60	18,80	4,90	1,20	11,78	3,10	1,53
		2,65	5,76	4,52	137,50	21,60	4,88	1,22	13,57	3,59	1,53
		3,00	6,53	5,13	154,80	24,30	4,86	1,24	15,32	4,08	1,53
150	50	4,75	9,91	7,78	225,90	35,50	4,77	1,32	22,66	6,16	1,51
		2,00	4,60	3,61	149,90	19,90	5,70	1,08	10,42	2,66	1,50
		2,25	5,49	4,31	177,40	23,60	5,68	1,10	12,35	3,17	1,49
		2,65	6,37	5,00	204,10	27,20	5,65	1,12	14,24	3,67	1,49
		3,00	7,23	5,68	230,10	30,60	5,63	1,13	16,08	4,16	1,49
200	50	4,75	11,01	8,64	338,00	45,00	5,54	1,21	23,84	6,30	1,47
		2,00	5,55	4,39	299,30	29,90	7,33	0,91	11,20	2,74	1,41
		2,25	6,63	5,20	354,90	35,40	7,31	0,93	13,28	3,26	1,41
		2,65	7,70	6,04	409,30	40,90	7,28	0,95	15,32	3,78	1,41
		3,00	8,75	6,87	462,40	46,20	7,26	0,96	17,31	4,29	1,40
		4,75	13,39	10,51	686,20	68,60	7,15	1,04	25,76	6,51	1,38

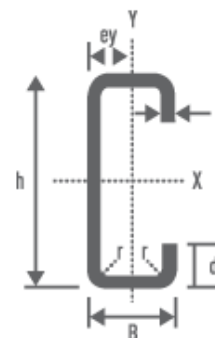


S = área de secção
 P = peso estimado por metro
 Jx = momento de inércia (eixo X)
 Wx = módulo de resistência (eixo X)
 ix = raio de giro (eixo X)
 ey = distância da linha neutra
 Jy = momento de inércia (eixo Y)
 Wy = módulo de resistência (eixo Y)
 iy = raio de giro (eixo Y)

PERFIS ESTRUTURAIS DOBRADOS

U DOBRADO ENRIJECIDO

Dimensão				S	P	Jx	Wx	ix	ey	Jy	Wy	iy
h	B	d	e=r	cm ²	kg/m	cm ⁴	cm ³	cm	cm	cm ⁴	cm ³	cm
mm	mm	mm	mm									
50	25	10	2,00	2,00	1,57	7,40	2,96	1,92	0,92	1,68	1,06	0,92
			2,25	2,33	1,83	8,40	3,36	1,90	0,92	1,87	1,18	0,90
			2,65	2,64	2,07	9,28	3,71	1,88	0,91	2,02	1,28	0,88
			3,00	2,92	2,30	10,04	4,01	1,85	0,91	2,15	1,35	0,86
75	40	15	2,00	3,23	2,54	28,46	7,59	2,97	1,50	7,43	2,97	1,52
			2,25	3,81	2,99	33,01	8,80	2,94	1,49	8,52	3,40	1,50
			2,65	4,37	3,43	37,25	9,93	2,92	1,49	9,50	3,78	1,48
			3,00	4,90	3,85	41,18	10,98	2,90	1,48	10,38	4,13	1,46
100	50	17	2,00	4,16	3,27	66,05	13,20	3,98	1,78	14,87	4,61	1,89
			2,25	4,93	3,87	77,21	15,44	3,96	1,77	17,21	5,33	1,87
			2,65	5,67	4,45	87,80	17,56	3,94	1,77	19,36	5,99	1,85
			3,00	6,39	5,02	97,83	19,57	3,91	1,76	21,35	6,59	1,83
127	50	17	2,00	4,68	3,67	115,45	18,18	4,97	1,59	16,17	4,74	1,86
			2,25	5,54	4,35	135,33	21,31	4,94	1,59	18,71	5,48	1,84
			2,65	6,39	5,01	154,31	24,30	4,92	1,58	21,07	6,17	1,82
			3,00	7,21	5,66	172,40	27,15	4,89	1,58	23,24	6,79	1,80
150	60	20	2,00	5,61	4,40	195,38	26,05	5,90	1,92	28,36	6,95	2,25
			2,25	6,66	5,23	229,93	30,66	5,88	1,91	33,03	8,08	2,23
			2,65	7,69	6,04	263,19	35,09	5,85	1,91	37,42	9,15	2,21
			3,00	8,70	6,83	295,19	39,36	5,82	1,91	41,53	10,14	2,18
200	75	25	2,65	10,08	7,92	614,20	61,42	7,80	2,32	77,80	15,02	2,78
			3,00	11,44	8,98	691,93	69,19	7,78	2,32	86,90	16,76	2,76
			3,35	12,76	10,02	766,84	76,68	7,75	2,31	95,46	18,40	2,73
			3,75	14,07	11,04	839,21	83,92	7,72	2,31	103,55	19,94	2,71
			4,25	15,35	12,05	909,31	90,93	7,70	2,30	111,20	21,40	2,69
			4,75	17,26	13,55	1012,80	101,28	7,66	2,30	123,17	23,67	2,67

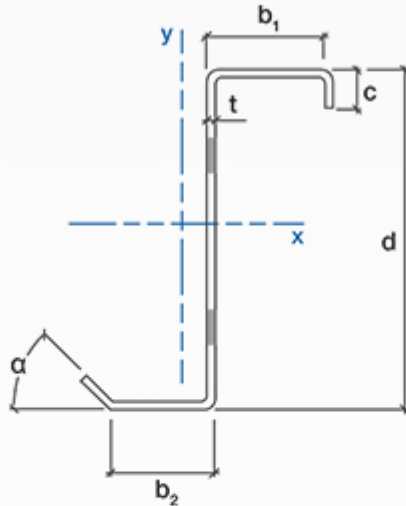


S = área de seção
 P = peso estimado por metro
 J_x = momento de inércia (eixo X)
 W_x = módulo de resistência (eixo X)
 i_x = raio de giro (eixo X)
 e_y = distância da linha neutra
 J_y = momento de inércia (eixo Y)
 W_y = módulo de resistência (eixo Y)
 i_y = raio de giro (eixo Y)

PERFIS ESTRUTURAIS DOBRADOS

Z DOBRADO ENRIJECIDO

■ PERFIS TIPO Z



Altura (d)	100 a 400mm
Mesa Superior (b1)	50 a 100mm
Mesa Inferior (b2)	50 a 100mm
Enrijecedores (c)	18 a 24mm
Espessura (t)	2,00 a 3,65mm
Ângulo Enrijecedor (α)	55° a 90°



USANDO O CameliaX

CameliaX

Projet ?

Type de profil

☐ Profil type cornière

☐ Profil type U

☒ Profil type Cé

☐ Profil type Sigma

☐ Profil type Zed

Données

h = 150 mm

t = 2,65 mm

re = 5,3 mm

b1 = 50 mm

c1 = 17 mm

b2 = 50 mm

c2 = 17 mm

Galvanisation : Noir

Section : Section globale

Référence du projet : U Enrijecido

Exécuter le calcul...

Section en C

- les semelles peuvent être dissymétriques
- les bords tombés peuvent être absents (c1 et/ou c2 = 0)

USANDO O CameliaX

CameliaX

Projet ?

Type de profil

☐ Profil type cornière

☐ Profil type U

☒ Profil type Cé

☐ Profil type Sigma

☐ Profil type Zed

Données

h = 150 mm

t = 2,65 mm

re = 5,3 mm

b1 = 50 mm

c1 = 17 mm

b2 = 50 mm

c2 = 17 mm

Galvanisation : Noir

Section : Section globale

Référence du projet : U Enrijecido

Exécuter le calcul...

Section en C

- les semelles peuvent être dissymétriques
- les bords tombés peuvent être absents (c1 et/ou c2 = 0)

USANDO O CameliaX

Note de calcul

Fichier

Unités de calcul: cm & degré

Orientation du premier élément $\gamma_0 = -180^\circ$

1	droit	t=0.265	b=1.17	
2	courbe	t=0.265	re=0.53	$\gamma=-90^\circ$
3	droit	t=0.265	b=3.94	
4	courbe	t=0.265	re=0.53	$\gamma=-90^\circ$
5	droit	t=0.265	b=13.94	
6	courbe	t=0.265	re=0.53	$\gamma=-90^\circ$
7	droit	t=0.265	b=3.94	
8	courbe	t=0.265	re=0.53	$\gamma=-90^\circ$
9	droit	t=0.265	b=1.17	

Développée théorique = 26.6576 cm

$A = 7.064 \text{ cm}^2$
 $p = 5.545 \text{ Kg/m}$
 $J = 0.1653 \text{ cm}^4$

Caractéristiques par rapport aux axes de référence

Coordonnées du centre de gravité :

$Y_g = 1.47 \text{ cm}$
 $Z_g = 7.5 \text{ cm}$

Coordonnées du centre de cisailment :

$Y_c = -2.045 \text{ cm}$
 $Z_c = 7.5 \text{ cm}$

$I_y = 233.165 \text{ cm}^4$
 $i_y = 5.7451 \text{ cm}$

$v_y = 7.5 \text{ cm}$
 $W_{el,y} = 31.089 \text{ cm}^3$

$I_z = 22.721 \text{ cm}^4$
 $i_z = 1.7934 \text{ cm}$

$v_{z,max} = 3.53 \text{ cm}$
 $W_{el,z,min} = 6.436 \text{ cm}^3$

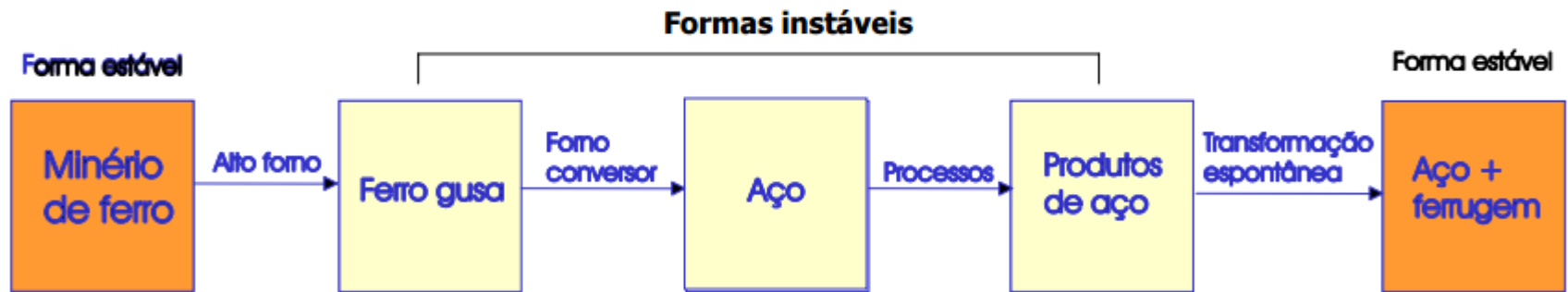
$v_{z,min} = 1.47 \text{ cm}$
 $W_{el,z,max} = 15.459 \text{ cm}^3$

Moment d'inertie sectoriel = 1027.579 cm⁶

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Noções sobre corrosão



Corrosão atmosférica

Cerca de 80% das estruturas metálicas estão expostas à atmosfera e podemos assumir que mais da metade das perdas ocasionadas pela corrosão são devidas à corrosão atmosférica.

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Diferentes graus de corrosividade, de acordo com o tipo de atmosfera.

Tipo de Atmosfera	Corrosão Relativa
rural seca	1 a 9
marítima pura	38
industrial	50
industrial marítima	65
industrial altamente poluída	100

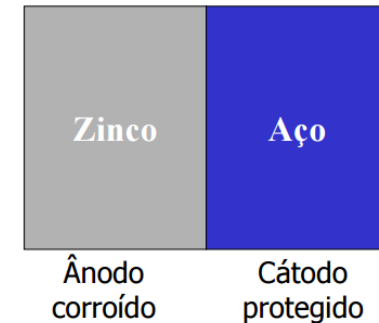
Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Ex. GALVANIZAÇÃO (Zinco é o ânodo de sacrifício)

Corrosão Galvânica



- **Revestimento anódico em relação ao metal base**

Acontece quando o material do revestimento é menos nobre que o material que está sendo revestido.

Exemplo: chapa de aço zincada. O zinco na maioria dos eletrólitos é anódico em relação ao aço, corroendo-se preferencialmente a este.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Revestimentos catódicos em relação ao metal base

Acontece quando o material do revestimento é mais nobre do que o material que ele está revestindo.

Exemplo: Chapa de aço cromada. Nesse caso, a proteção contra corrosão do metal base dá-se apenas por barreira, isto é, isolando o metal base do meio através de um metal mais nobre e que irá corroer-se lentamente.

Ex. Cromagem – CROMO É O METAL NOBRE PROTETOR

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Revestimentos neutros em relação ao metal base

Acontece quando tratar-se de um revestimento orgânico que protege o metal base unicamente por barreira, isolando-o do meio ambiente.

Exemplo: Tintas, lubrificantes.

Ex. pinturas com esmalte sintético, resina epóxi, resina Poliéster, etc.

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Pintura

Pigmentos:

Os mais importantes são:

- **Óxido de Ferro**

Usado em tintas com veículo sintético ou epóxi. Sua proteção é restrita mas seu custo é o menor entre os pigmentos anticorrosivos, sua cor é marrom - avermelhado.

- **Zarcão**

Composto de Pb_3O_4 usado em tintas à base de óleo, sintéticos, epóxi, borracha clorada, etc. Confere ao substrato ferroso proteção anódica. Permite pintura sobre pequenas oxidações, principalmente em tintas à base de óleo. Sua cor é laranja.

Curso de Projeto e Cálculo de Estruturas metálicas

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Veículos:

- . Os principais veículos de tintas para manutenção industrial são:

- **Alquídicos (ou sintéticos)**

São produtos resultantes da reação química de um poliálcool com um poliácido associados com óleos vegetais. São utilizados na fabricação de fundos e esmaltes sintéticos, muito usados pelo seu baixo custo.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Veículos:

Vinílicos

Resistente a ácidos, tendência ao amarelamento e a calcinação quando em uso externo. Não propaga chama.

· **Borracha Clorada**

Resistente a ácidos ou alcalinos fracos, grande impermeabilidade à umidade.

Não deve entrar em contato com óleos ou graxas ou em superfícies acima de 70° C.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Veículos:

Silicatos

Resistência à temperatura (até 600° C) e a umidade.

- **Acrílicos**

Alto brilho, alta resistência ao intemperismo.

- **Epóxi**

Resistente a óleos, solventes, alta umidade, agentes químicos agressivos, apresenta perda de brilho e calcinação quando exposta ao sol.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

CONTRA CORROSÃO ATMOSFÉRICA E OXIDAÇÃO

Veículos:

Poliuretano

Com alto preço é usado mais para acabamento por sua resistência à luz solar. Possui as vantagens da tinta epóxi.

- **Silicone**

Resistência à temperatura (até 600° C) e a umidade.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

As tintas são divididas em três grupos:

- **Tintas de fundo ou primers**

São normalmente responsáveis pela proteção contra a corrosão e pela aderência do esquema ao substrato.

- **Tintas intermediárias**

São normalmente tintas de menor custo, que tem a finalidade básica de conferir maior espessura ao revestimento.

-

Tintas de acabamento

As que estão diretamente em contato com o meio agressivo, devendo ter, portanto, resistência química a ele.

São responsáveis também, pela estética do esquema de pintura, devendo manter durante o tempo mais longo possível o brilho, quando a tinta original for brilhante, e a cor.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Seleção de esquemas

Ambientes normais:

Para ambientes abrigados com respingos de água:

Fundo: Primer epóxi com óxido de ferro ou epóxi zarcão

Acabamento: Epóxi amina.

Para ambientes desabrigados:

Fundo: Primer com epóxi zarcão

Acabamento: Esmalte acrílico

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Seleção de esquemas

Ambientes úmidos ou submersos:

Neste ambiente emprega-se revestimento que atua por barreira, associado a pigmentos à base de zinco para tinta de fundo. São muito empregados para estes ambientes, sistemas à base de borracha clorada, epóxi betuminosos e até mesmo sistemas vinílicos. Não são recomendáveis produtos saponificáveis.

TRATAMENTOS SUPERFICIAIS

Seleção de esquemas

Ambientes marítimos:

Neste caso a seleção fundamental diz respeito ao “primer” anticorrosivo a ser escolhido. Deve-se optar de preferência por “primers” de ação tais como os ricos em zinco que podem ainda ser orgânicos ou Inorgânicos. É também de grande valor a zincagem das peças quando possível. Quanto aos acabamentos, poderemos citar epóxi sem solventes, borracha clorada, poliuretânicos e também vinílicos.