

Tubos Industriais

Devemos salientar que não é nosso objetivo nos deter em demasia neste tópico, mas simplesmente mencionar que os tubos industriais são aqueles encontrados no mercado à disposição do projetista. Para a sua escolha, devemos levar em conta:

- pressão e temperatura de trabalho;
- fluido a ser transportado;
- nível de tensões no material;
- natureza dos esforços mecânicos;
- diâmetro do tubo;
- sistema de ligações;
- custo do material;
- segurança;
- experiência prévia;
- facilidade de fabricação e montagem;
- velocidade do fluido;
- perdas de carga;
- facilidade de obtenção do material;
- tempo de vida previsto.

Uma boa fonte de consulta para este assunto é o livro Tubulações Industriais, escrito por Pedro C. Silva Telles e editado por Livros Técnicos e Científicos Editora S.A.

Considerando que os tubos de aço-carbono são uns dos mais difundidos em instalações industriais, vamos utilizá-los como exemplo de tubos industriais.

Os diâmetros comerciais de aço-carbono estão definidos pela norma americana ANSI B 36.10 e B 36.19.

Todos esses tubos são designados por um número chamado “Diâmetro Nominal” ou “Bitola Nominal”, onde o diâmetro nominal de $\frac{1}{8}$ ” até 12” não corresponde a nenhuma dimensão física dos tubos; de 14 até 36”, o diâmetro nominal coincide com o diâmetro externo dos tubos.

Para cada diâmetro nominal fabricam-se tubos com várias espessuras de parede, porém sempre com o mesmo diâmetro externo.

A seguir, fornecemos a tabela como exemplo de tubos de aço – dimensões normalizadas de acordo com as Normas ANSI B.36.10 (para tubos de aço-carbono e aços de baixa liga), e B.36.19 (para tubos de aços inoxidáveis).

Notas:

- 1** A norma ANSI B.36.19 só abrange tubos até o diâmetro nominal de 12”.
- 2** As designações “Std”, “XS” e “XXS” correspondem às espessuras denominadas “normal”, “extra-forte”, e “duplo extra-forte” da norma ANSI B.36.10. As designações 10, 20, 30, 40, 60, 80, 100, 120 e 160 são “números de série” (schedule number) dessa mesma norma. As designações 5S, 10S, 40S e 80S são da norma ANSI B.36.19.
- 3** As espessuras em mm indicadas na tabela são os valores nominais; as espessuras mínimas correspondentes dependerão das tolerâncias de fabricação, que variam com o processo de fabricação do tubo. Para os tubos sem costura a tolerância usual é $\pm 12,5\%$ do valor nominal.
- 4** Nesta tabela estão omitidos alguns diâmetros e espessuras não usuais na prática. Para a tabela completa, contendo todos os diâmetros e espessuras, consulte as normas ANSI B 36.10 e B 36.19.
- 5** Os pesos indicados nesta tabela correspondem aos tubos de aço-carbono ou de aços de baixa liga. Os tubos de aços inoxidáveis ferríticos pesam cerca de 5% menos, e os de inoxidáveis austeníticos cerca de 2% mais.

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura. (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm) (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm²)	Área da seção de metal (cm²)	Superfície externa (m²/m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm⁴)	Momento resistente (cm³)	Raio de giração (cm)
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água			
1/4 -- 13,7	10S Std, 40, 40S XS, 80, 80S	1,65 2,23 3,02	10,4 9,2 7,7	0,85 0,67 0,46	0,62 0,81 1,01	0,043	0,49 0,62 0,79	0,085 0,067 0,046	0,116 0,138 0,157	0,169 0,202 0,229	0,430 0,413 0,393
1/8 -- 17,1	10S Std, 40, 40S XS, 80, 80S	1,65 2,31 3,20	13,8 12,5 10,7	1,50 1,23 0,91	0,81 1,08 1,40	0,054	0,63 0,84 1,10	0,150 0,123 0,090	0,236 0,304 0,359	0,285 0,354 0,419	0,551 0,531 0,506
1/2 -- 21	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	2,77 3,73 4,75 7,47	15,8 13,8 11,8 6,4	1,96 1,51 1,10 0,32	1,61 2,06 2,47 3,52	0,071	0,42 1,62 1,94 2,55	0,20 0,15 0,11 0,03	0,71 0,84 0,92 1,01	0,67 0,78 0,86 0,95	0,66 0,64 0,61 0,56
3/4 -- 27	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	2,87 3,91 5,54 7,82	20,9 18,8 15,6 11,0	3,44 2,79 1,91 0,95	2,15 2,80 3,68 4,63	0,083	1,68 2,19 2,88 3,63	0,34 0,28 0,19 0,10	1,54 1,86 2,19 2,41	1,16 1,40 1,65 1,81	0,85 0,82 0,77 0,72
1 -- 33	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,37 4,55 6,35 9,09	26,6 24,3 20,7 15,2	5,57 4,64 3,37 1,82	3,19 4,12 5,39 6,94	0,105	2,50 3,23 4,23 5,44	0,56 0,46 0,34 0,18	2,64 4,40 5,21 5,85	2,18 2,63 3,12 3,50	1,07 1,03 0,98 0,92
1 1/4 -- 42	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,56 4,85 6,35 9,70	35 32,5 29,4 22,7	9,65 8,28 6,82 4,07	4,32 5,68 7,14 9,90	0,132	3,38 4,46 5,60 7,76	0,96 0,83 0,68 0,41	8,11 10,06 11,82 14,19	3,85 4,77 5,61 6,74	1,37 1,33 1,29 1,20
1 1/2 -- 48	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,68 5,08 7,14 10,16	40,8 38,1 33,9 27,9	13,1 11,4 9,07 6,13	5,15 6,89 9,22 12,2	0,151	4,04 5,40 7,23 9,53	1,31 1,14 0,91 0,61	12,90 16,27 20,10 23,64	5,34 6,75 8,33 9,80	1,58 1,54 1,48 1,39
2 -- 60	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,91 5,54 8,71 11,07	52,5 49,2 42,9 38,2	21,7 19,0 14,4 11,4	6,93 9,53 14,1 17,1	0,196	5,44 7,47 11,08 13,44	2,17 1,90 1,44 1,14	27,72 36,13 48,41 54,61	9,20 11,98 16,05 18,10	2,00 1,95 1,85 1,79
2 1/2 -- 73	Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	5,16 7,01 9,52 14,0	62,7 59,0 54,0 44,9	30,9 27,3 22,9 15,9	11,0 14,5 19,0 26,0	0,235	8,62 11,40 14,89 20,39	3,09 2,73 2,29 1,59	63,68 80,12 97,94 119,5	17,44 21,95 26,83 32,75	2,41 2,35 2,27 2,14
3 -- 89	10S Std, 40, 40S XS, 80, 80S 160 XXS	3,05 5,48 7,62 11,1 15,2	82,8 77,9 73,6 66,7 58,4	53,9 47,7 42,6 34,9 26,8	8,22 14,4 19,5 27,2 35,3	0,282	6,44 11,28 15,25 21,31 27,65	5,39 4,77 4,26 3,49 2,68	75,84 125,70 162,33 209,36 249,32	17,06 28,26 36,48 47,14 56,22	3,04 2,96 2,89 2,78 2,66

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura. (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm) (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm ²)	Área da seção de metal (cm ²)	Superfície externa (m ² /m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm ⁴)	Momento resistente (cm ³)	Raio de giração (cm)
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água			
4	10S	3,05	108,2	91,9	10,6	0,361	8,35	9,19	164,83	28,88	3,93
--	Std, 40, 40S	6,02	102,3	82,1	20,4		16,06	8,21	300,93	52,61	3,84
	XS, 80, 80S	8,56	97,2	74,2	28,4		22,29	7,42	399,99	69,99	3,75
114	160	13,5	87,3	59,9	42,7		33,49	5,99	552,34	96,70	3,60
	XXS	17,1	80,1	50,3	52,3		40,98	5,03	636,42	111,29	3,49
6	10S	3,40	161,4	204,5	17,6	0,535	13,82	20,45	599,37	71,30	5,83
--	Std, 40, 40S	7,11	154,0	186,4	36,0		28,23	18,64	1171,3	139,32	5,70
	XS, 80, 80S	10,97	146,3	168,2	54,2		42,51	16,82	1685,7	200,45	5,58
	120	14,3	139,7	153,4	69,0		54,15	15,34	2064,5	245,52	5,47
168	160	18,2	131,8	136,4	86,0		67,41	13,64	2455,8	291,91	5,34
	XXS	21,9	124,4	121,5	100,9		79,10	12,15	2759,6	328,29	5,23
8	10S	3,76	211,5	351,6	25,4	0,692	19,93	35,16	1473,4	134,56	7,62
--	Std, 40, 40S	8,18	202,7	322,6	54,2		42,48	32,26	3017,7	275,52	7,46
	60	10,3	198,4	309,1	67,6		53,03	30,91	3696,1	337,31	7,39
	XS, 80, 80S	12,7	193,7	294,8	82,3		64,56	29,48	4399,5	401,88	7,31
	120	18,2	182,6	261,9	115,1		90,22	26,19	5852,2	534,31	7,13
219	XXS	22,2	174,6	239,4	137,4		107,8	23,94	6742,9	616,26	7,00
	160	23,0	173,1	235,5	141,7		111,1	23,55	6905,3	631,02	6,98
10	5S	3,40	266,2	556,8	29,2	0,858	22,54	55,68	2651,4	194,22	9,53
--	10S	4,19	264,7	550,3	35,4		27,83	55,03	3200,8	234,38	9,50
	Std, 40, 40S	9,27	254,5	509,1	76,8		60,23	50,91	6692,9	490,06	9,32
	XS, 60, 80S	12,7	247,6	481,9	103,9		81,45	48,19	8824,1	645,77	9,22
	80	15,1	242,9	463,2	122,1		95,72	46,32	10193	747,38	9,14
273	120	21,4	230,2	416,1	169,3		132,7	41,61	13486	988,32	8,94
	160	28,6	215,9	365,8	219,4		172,1	36,58	16607	1217,8	8,71
12	5S	4,19	315,5	782,0	42,1	1,018	29,11	78,20	5377,7	332,23	11,30
--	10S	4,57	314,7	778,1	45,9		36,00	77,81	5848,0	361,07	11,28
	20	6,35	311,1	760,7	63,5		57,10	76,07	7987,5	493,34	11,23
	Std, 40S	9,52	304,8	729,6	94,1		73,74	72,96	11675	717,88	11,13
	40	10,3	303,2	722,0	101,5		79,65	72,20	12487	771,97	11,10
	XS, 80S	12,7	298,4	699,4	124,1		97,34	69,94	15067	929,31	11,00
	60	14,3	295,3	685,2	138,8		108,8	68,52	16691	1029,3	10,95
324	80	17,4	288,9	655,5	168,0		131,7	65,55	19771	1221,1	10,85
	120	25,4	273,0	585,8	238,1		186,7	58,58	26722	1650,5	10,59
14	10	6,35	342,9	923,3	69,7	1,118	54,62	92,33	10630	598,24	12,34
--	Std, 30	9,52	336,5	889,7	103,5		81,20	88,97	15525	873,59	12,24
	40	11,1	333,4	872,9	120,1		94,29	87,29	17856	1003,1	12,19
	XS	12,7	330,2	856,2	136,8		107,3	85,62	20145	1132,5	12,14
	60	15,1	325,5	832,3	161,2		126,3	83,23	23392	1316,1	12,04
356	80	19,0	317,5	791,7	201,3		157,9	79,17	28595	1609,5	11,91
	100	23,8	308,0	745,2	248,4		194,5	74,52	34339	1930,7	11,76
16	10	6,35	393,7	1217,5	79,8	1,277	62,57	121,7	15983	786,72	14,15
--	Std, 30	9,52	387,3	1178,1	118,8		93,12	117,8	23392	1152,2	14,05
	XS, 40	12,7	381,0	1140,1	157,1		123,2	114,0	30468	1499,7	13,92
	60	16,6	373,1	1093,0	203,9		159,9	109,3	38834	1911,1	13,79
406	80	21,4	363,6	1038,1	258,7		203,0	103,8	48158	2370,0	13,64
	100	26,2	354,0	984,6	312,9		245,3	98,46	56815	2796,1	13,46
18	10	6,35	444,5	1551,7	89,9	1,436	70,52	155,2	22851	999,79	15,95
--	Std	9,52	438,1	1507,8	133,9		105,0	150,8	33589	1468,5	15,82
	XS	12,7	431,8	1464,6	177,4		139,0	146,5	43829	1917,6	15,72
	40	14,3	428,6	1443,3	198,7		155,9	144,3	48782	2133,9	15,67
	60	19,0	419,1	1379,4	261,9		205,6	137,9	63059	2758,4	15,49
457	80	23,8	409,6	1317,5	323,9		254,1	131,7	76337	3340,3	15,34
	100	29,4	398,5	1247,2	394,8		309,4	124,7	90738	3969,7	15,16
20	10	6,35	495,3	1926,6	100,1	1,597	78,46	192,7	31509	1240,7	17,73
--	Std, 20	9,52	488,9	1877,5	149,2		116,9	187,7	46368	1825,8	17,63
	XS, 30	12,7	482,6	1829,1	197,4		154,9	182,9	60645	2388,0	17,53
	40	15,1	477,9	1793,6	233,5		182,9	179,4	70926	2792,9	17,42
	60	20,6	466,7	1711,1	315,5		247,6	171,1	93943	3699,2	17,25
508	80	26,2	455,6	1630,4	396,1		310,8	163,0	115379	4543,3	17,07
	100	32,5	442,9	1540,7	485,8		381,1	154,1	138188	5441,5	16,84

Diâmetro nominal (pol) -- Diâmetro externo (mm)	Designação de espessura. (v. Nota 2)	Espessura de parede (mm) (v. Nota 3)	Diâmetro interno (mm)	Área da seção livre (cm ²)	Área da seção de metal (cm ²)	Superfície externa (m ² /m)	Peso aproximado (kg/m)		Momento de inércia (cm ⁴)	Momento resistente (cm ³)	Raio de giração (cm)
							Tubo vazio (Nota 5)	Conteúdo de água			
24	10	6,35	596,9	2800,2	120,3	1,914	94,35	280,0	54776	1796,3	21,34
	Std. 20	9,52	590,5	2742,1	179,5		140,8	274,2	80873	2482,8	21,21
	XS	12,7	584,2	2677,6	238,1		186,7	267,8	106139	2653,5	21,11
	40	17,4	574,7	2593,7	324,5		254,7	259,4	142351	4674,4	20,96
	60	24,6	560,4	2464,6	451,6		354,3	246,5	193547	6359,3	20,70
610	80	30,9	547,7	2355,0	562,6	2,393	440,9	235,5	236002	7752,5	20,50
	100	38,9	531,8	2219,5	697,5		546,7	221,9	285118	9358,7	20,22
30	10	7,92	746,1	4374,4	187,7	2,393	147,2	437,4	133609	3507,5	26,67
--	20	12,7	736,6	4264,8	298,7		234,4	426,5	209779	3507,0	26,49
762	30	15,9	730,2	4187,3	371,6		291,8	418,7	258895	6801,8	26,39