



Tubing de Instrumentación

Pisa

Indice

<u>Página</u>	<u>Contenido</u>
3	Cálculo de presiones de trabajo
4	Tubing A-213 / A-269 Tp 316
5	Tubing A-213 / A-269 Tp 316L
6	Tubing A-213/ A-269 6Mo
7	Tubing B-165 Alloy 400 (Monel)
8	Tubing B-444 (Inconel 625)
9	Tubing B-423 (Incoloy 825)
10	Tubing B-622 (Hastelloy C-276)
11	Tubing A-789 Duplex
12	Tubing A-789 Super Duplex
13	Tubing B-668 (Sanicro 28)
14	Tubing Titanio Grado 2
15	Tubing B-706 (Tungum) Tubing
16	B-68 & B-75 (Cobre) Tubing A-
17	179 (Acero al carbono) Tubing
18	B-523 (Circonio 702)
19	Tabla de corrección por temperatura
20	Tabla de comparación de durezas
21	Tabla de conversión de presiones

Presiones de trabajo

Las presiones de trabajo del tubing en acero inoxidable se calculan partiendo de la metodología establecida en ASME B31.3 (Chemical Plant and Petroleum Refinery Piping Standard)

La fórmula para el cálculo de las presiones de trabajo del tubing de bajo espesor (donde el espesor $e < D/6$) es la siguiente:

$$P = 2Se / (D - 2ye)$$

P = Presión de trabajo recomendada, con un factor de seguridad 4:1

S = Stress admisible (lb.in²) según ASME B31.1 (para el 316 es 80.000 psi, valor al que aplicado un factor de seguridad 4:1 da un valor de 20.000 psi).

D = Diámetro exterior máximo OD (en pulgadas)

e = Espesor de pared mínimo (en pulgadas)

y = Coeficiente según ASME B31.3 (Tabla 304.1.1, para el 316 = 0,4 cuando $e < D/6$).

La fórmula para el cálculo de las presiones de trabajo del tubing de grueso espesor (donde el espesor e es igual o mayor que $D/6$) es la siguiente:

$$P = 2Se / (D - 2e) \cdot ((D - 2e) / (2(D - e)))$$

P = Presión de trabajo recomendada, con un factor de seguridad 4:1

D = Diámetro exterior máximo OD (en pulgadas)

S = Stress admisible (lb.in²) según ASME B31.1 (para el 316 es 80.000 psi, valor al que aplicado un factor de seguridad 4:1 da un valor de 20.000 psi).

e = Espesor de pared mínimo (en pulgadas)

ASTM A213 / A269 Tp 316

Presión de trabajo recomendada (Factor de seguridad 4:1)								
Tubing	Espesor en pulgadas							
O.D.	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095	0,109	0,120
1/16	16800							
1/8	8600	10900						
3/16	5500	7000	10300					
1/4	4000	5100	7500	10300				
5/16		4100	5900	8100				
3/8		3300	4800	6600				
1/2		2600	3700	5100	6700			
5/8			3000	4000	5200	6100		
3/4			2400	3300	4300	5000	5800	
7/8			2100	2800	3600	4200	4900	
1				2400	3200	3700	4200	4700
1 1/4					2500	2900	3300	3700

Presiones de trabajo en **psig**

Presión de trabajo recomendada				
Tubing	Espesor en mm.			
O.D.	1,00	1,50	2,00	2,50
6	430	680		
8	310	490		
10	240	380		
12	200	310	430	
14	180	280	390	
15	170	260	360	
16		240	330	430
18		210	290	380
20		190	260	330
22		170	230	300
25			200	260

Presiones de trabajo en **bar**

Peso teórico en kg/m									
316									
Tubing	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
O.D.	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,044	0,051							
1/4		0,122	0,159	0,194					
3/8		0,193	0,257	0,326					
1/2		0,263	0,356	0,456					
3/4			0,553	0,718	0,895				
1"			0,750	0,981	1,230				
6 mm						0,130	0,170		
8 mm						0,180	0,240	0,300	
10 mm						0,230	0,320	0,400	
12 mm						0,280	0,390	0,500	
15 mm						0,350	0,510	0,650	
18 mm						0,430	0,620	0,800	0,970
20 mm							0,690	0,900	1,090
25 mm							0,770	1,150	1,350

Requisitos mecánicos	
Número UNS Carga	S31600
de rotura min. Limite elástico min.	75 ksi (515 Mpa)
Elongación en 2" min.	35%
Dureza Rockwell max.	90 HRB

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,08 max.
Manganeso	Mn	2,00 max.
Fósforo	P	0,045 max.
Azufre	S	0,030 max.
Silicio	Si	1,000
Níquel	Ni	10,0 a 14,0
Cromo	Cr	16,0 a 18,0
Molibdeno	Mo	2,0 a 3,0

316 / 316L	
Producto	Standard
Barra	ASTM A-479 / A-276
Forja	ASTM A-182
Fundición	ASTM A-351
Tubing	ASTM A-213 / A-269
Otros	NACE MR-0175 / MR-0103



ASTM A213 / A269 Tp 316L

Presión de trabajo recomendada (Factor de seguridad 4:1)

Tubing									
O.D.	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095	0,109	0,120
1/16	12100	16800							
1/8		8600	10900						
3/16		5500	7000	10300					
1/4		4000	5100	7500	10300				
5/16			4100	5900	8100				
3/8			3300	4800	6600				
1/2			2600	3700	5100	6700			
5/8				3000	4000	5200	6100		
3/4				2400	3300	4300	5000	5800	
7/8				2100	2800	3600	4200	4900	
1					2400	3200	3700	4200	4700
1 1/4						2500	2900	3300	3700

Presiones de trabajo en **psig**

Peso teórico en kg/m

316L

Tubing	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,044	0,051							
1/4		0,122	0,159	0,194					
3/8		0,193	0,257	0,326					
1/2		0,263	0,356	0,456					
3/4			0,553	0,718	0,895				
1"			0,750	0,981	1,230				
6 mm						0,130	0,170		
8 mm						0,180	0,240	0,300	
10 mm						0,230	0,320	0,400	
12 mm						0,280	0,390	0,500	
15 mm						0,350	0,510	0,650	
18 mm						0,430	0,620	0,800	0,970
20 mm							0,690	0,900	1,090
25 mm							0,770	1,150	1,350

Composición química

Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,035 max.
Manganeso	Mn	2,00 max.
Fósforo	P	0,045 max.
Azufre	S	0,030 max.
Silicio	Si	1,000
Níquel	Ni	10,0 a 15,0
Cromo	Cr	16,0 a 18,0
Molibdeno	Mo	2,0 a 3,0

Tubing					
O.D.	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
3					
6	430	680			
8	310	490			
10	240	380			
12	200	310	430		
14	180	280	390		
15	170	260	360		
16		240	330	430	
18		210	290	380	
20		190	260	330	
22		170	230	300	
25			200	260	320

Presiones de trabajo en **bar**

Requisitos mecánicos

Número UNS	S31603
Carga de rotura min.	70 ksi (485 Mpa)
Límite elástico min.	25 ksi (170 Mpa)
Elongación en 2" min.	35%
Dureza Rockwell max.	90 HRB

316L

Producto	Standard
Barra	ASTM A-479 / A-276
Forja	ASTM A-182
Fundición	ASTM A-351
Tubing	ASTM A-213 / A-269
Otros	NACE MR-0175 / MR-0103

Pisa

ASTM A269 6Mo

6Mo							
Tubing	Espesor de pared en fracción de pulgada						
O.D.	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095
1/8	7100	10500					
3/16		6700	8600				
1/4		4900	6300				
5/16			4900	7100			
3/8			4000	5800	8000		
1/2			3200	4600	6200		
5/8				3600	4900		
3/4				3000	4000	5200	
7/8				2500	3400	4400	
1					2900	3800	4400

Presiones de trabajo en **psi**

6Mo								
Tubing	Espesor de pared en milímetros							
O.D.	0,80	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00	2,20	2,50
3	550							
6	410	520						
8		380	470					
10		300	370	470				
12		250	300	380	470			
14			270	340	420			
15			250	320	390			
16			230	300	360			
18			210	260	320	360		
20			180	230	290	320		
22				210	260	290	320	
25					220	250	280	320

Presiones de trabajo en **bar**

Peso teórico en kg/m									
6Mo									
Tubing	r en pulgadas					Espesor en milímetros			
O.D.	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,044	0,051							
1/4		0,122	0,159	0,194					
3/8		0,193	0,257	0,326					
1/2		0,263	0,356	0,456					
3/4			0,553	0,718	0,895				
1"			0,750	0,981	1,230				
6 mm						0,130	0,170		
8 mm						0,180	0,240	0,300	
10 mm						0,230	0,320	0,400	
12 mm						0,280	0,390	0,500	
15 mm						0,350	0,510	0,650	
18 mm						0,430	0,620	0,800	0,970
20 mm							0,690	0,900	1,090
25 mm							0,770	1,150	1,350

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,020 max.
Manganeso	Mn	1,00 max.
Fósforo	P	0,030 max.
Azufre	S	0,015 max.
Silicio	Si	0,80 max
Níquel	Ni	17,5 a 18,5
Cromo	Cr	19,5 a 20,5
Molibdeno	Mo	6,0 a 6,5
Nitrógeno	Ni	0,18 a 0,22

Requisitos mecánicos	
Número UNS	S31254
Carga de rotura min.	98 ksi (675 Mpa)
Límite elástico min.	45 ksi (310 Mpa)
Elongación en 2" min.	35%
Dureza Rockwell max.	96

6Mo	
Producto	Standard
Barra	ASTM A-479
	ASTM A-276
Forja	ASTM A-182
	ASTM A-403
Tubing	ASTM A-269
	ASTM A-270
Fundición	ASTM A-351
Otros	NACE MR0175

¿Por qué elegir 6Mo?

- Excelente resistencia al pitting
- Alta resistencia al Stress Corrosion Cracking
- Buena soldabilidad
- Precio inferior al Duplex y Super Duplex
- Mejor plazo de entrega que Duplex y Super Duplex

Pisa

ASTM B165 M400 (Monel 400)

Alloy 400 (Monel)								
Tubing	Espesor de pared en fracción de pulgada							
O.D.	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095	0,109	0,120
1/8	8000	10400						
1/4	3700	4800	7000	9800				
5/16		3700	5400	7500				
3/8		3100	4400	6100				
1/2		2400	3500	4700	6200			
3/4			2200	3000	4000	4600	5400	
1				2200	2900	3400	3000	4300

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

Alloy 400 (Monel)					
Tubing					
O.D.	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
3	890				
6	400	640			
8	290	460			
10	230	360			
12	190	290	400		
18		200	270		
20		180	240	310	
25		140	190	240	300

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico de tubing en kg/m.										
Alloy 400 (Monel)										
Tubing	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros				
	O.D.	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,048									
1/4		0,134	0,176	0,215						
3/8		0,199	0,267	0,335						
1/2		0,291	0,395	0,506						
3/4			0,614	0,796	1,000					
1"			0,833	1,086	1,376					
6 mm						0,138	0,187			
8 mm						0,194	0,270	0,332		
10 mm						0,249	0,353	0,443		
12 mm						0,305	0,436	0,554		
15 mm						0,388	0,561	0,720		
18 mm							0,686	0,887	1,074	
20 mm							0,769	0,998	1,212	
25 mm							0,977	1,275	1,558	

Requisitos mecánicos	
Número UNS	N04400
Carga de rotura min.	70 ksi (480 Mpa)
Límite elástico min.	28 ksi (195 Mpa)
Elongación en 2" min.	35%
Dureza Rockwell max.	75 HRB

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,3 max.
Manganeso	Mn	2,0 max.
Níquel	Ni	63,0 min.
Azufre	S	0,024 max.
Silicio	Si	0,50 max.
Cobre	Cu	28,0 a 34,0
Hierro	Fe	2,5 max.

MONEL 400	
Producto	Standard
Barra	ASTM B-164
Forja	ASTM B-564
Fundición	ASTM A-494
Tubing	ASTM B-165
Otros	NACE MR-0175
	NACE MR-0103

El Monel posee una excelente resistencia a la corrosión en una amplia variedad de medios así como una buena soldabilidad.

Es particularmente resistente a los ácidos clorhídrico y fluorhídrico y es, además, uno de los pocos metales que puede utilizarse en contacto con el fluor y derivados



ASTM B423 ALLOY 625 (Inconel 625)

Alloy 625 Inconel					
Tubing	Espesor de pared en pulgadas				
O.D.	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083
1/8					
3/16					
1/4		6800			
5/16					
3/8		4400	6400	8700	
1/2			5000	6800	
5/8					
3/4				4400	

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0.068947 bar)

Alloy 625 Inconel					
Tubing	Espesor de pared en milímetros				
O.D.	0,80	1,00	1,20	1,50	1,80
3					
6	440	570			
8					
10	260	330	400	510	630
12			330	420	
14					
15					
16					
18					

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico en kg/m.									
Alloy 625 (Inconel)									
Tubing					Espesor en milímetros				
	O.D.	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/4	0,124	0,162							
3/8	0,197	0,263	0,332						
1/2	0,268	0,364	0,466						
3/4		0,566	0,734	0,922					
1"			1,000	1,268					
6 mm					0,128				
8 mm					0,179	0,249			
10 mm					0,230	0,326	0,409		
12 mm					0,281	0,402	0,510		
15 mm					0,371	0,536	0,688		
18 mm						0,655	0,847		
20 mm						0,735	0,953	1,158	
25 mm							1,218	1,489	

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,10 max.
Manganeso	Mn	0,50 max.
Azufre	S	0,015 max.
Fósforo	P	0,015 max.
Silicio	Si	0,50 max.
Níquel	Ni	58,0 min.
Cromo	Cr	20,0 ma 23,0
Molibdeno	Mo	8,0 a 10,0
Titanio	Ti	0,4 max.
Aluminio	Al	0,4 max.
Columbio + Tántalo	Cb + Ta	3,15 a 4,15
Cobalto	Co	1,0 max.
Hierro	Fe	5,0 max.

Requisitos mecánicos

Número UNS	N06625
Carga de rotura min.	120 ksi (827 Mpa)
Límite elástico min.	60 ksi (414 Mpa)
Elongación en 2" min.	30,0%
Dureza Rockwell max.	

Alloy 625 Inconel

Producto	Standard
Barra	ASTM B-425
Forja	ASTM B-425
Fundición	ASTM A-494
Tubing	ASTM B-444
	ASTM B-423
	ASTM B-829

El Inconel 625 tiene una buena resistencia al ataque intergranular, al pitting y al SCC

Tiene una amplia resistencia a:

- ácido nítrico
- ácido fosfórico
- ácido sulfúrico
- ácidos hidroclorados
- álcalis
- ácidos orgánicos

Pisa

ASTM B423 ALLOY 825 (Incoloy)

Alloy825 (Incoloy)						
Tubing O.D.	Espesor de pared en fracción de pulgada					
	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083
1/8						
3/16						
1/4			5400	8700	11100	
5/16						
3/8			3500	5500	7600	
1/2			2700	4300	5900	
5/8						
3/4						

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

Tubing O.D.	Espesor de pared en milímetros				
	0,80	1,00	1,20	1,50	1,80
3					
6	260	450	610	730	
8		200	350	440	
10		210	280	360	
12					
14					
15					
16					
18					

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico de tubing en kg/m.									
Alloy 825 (Incoloy)									
Tubing O.D.	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,046								
1/4		0,124	0,162						
3/8		0,196	0,263	0,332					
1/2		0,268	0,364	0,466					
3/4			0,568	0,734	0,922				
1"				1,000	1,268				
6 mm						0,128			
8 mm						0,179	0,249		
10 mm						0,230	0,326	0,409	
12 mm						0,281	0,402	0,510	
15 mm						0,371	0,536	0,688	
18 mm							0,655	0,847	
20 mm							0,735	0,953	1,158
25 mm								1,218	1,489

Alloy 825 Incoloy	
Producto	Standard
Barra	ASTM B-425
Forja	ASTM B-564
Fundición	ASTM A-494
Tubing	ASTM B-423
Otros	NACE MR-0175 NACE MR-0103

El Incoloy 825 exhibe buenas condiciones mecánicas tanto a temperatura ambiente como a altas temperaturas (más de 530 °C)

Resiste el ataque de ácidos, como el sulfúrico, y de álcalis, como el hidróxido de sodio o potasio y soluciones cloradas acuosas.

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,050 max.
Manganeso	Mn	1,00 max.
Azufre	S	0,03 max.
Silicio	Si	0,50 max.
Níquel	Ni	38,0 a 46,0
Cromo	Cr	19,5 a 23,5
Molibdeno	Mo	2,5 a 3,5
Titanio	Ti	0,06 a 1,20
Aluminio	Al	0,20 max.
Cobre	Cu	1,5 a 3,0
Hierro	Fe	22,0 min.

Requisitos mecánicos	
Número UNS	N08825
Carga de rotura min.	85 ksi (586 Mpa)
Límite elástico min.	35 ksi (241 Mpa)
Elongación en 2" min.	30%
Dureza Rockwell max.	200 HRB

Pisa

TUBING B-622 ALLOY C276 HASTELLOY

Tabla 15 Alloy C276 (Hastelloy)						
Tubing	Espesor de pared en fracción de pulgada					
O.D.	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083
1/8						
3/16						
1/4		5500				
5/16						
3/8			4500	6500	8900	
1/2			3500	5100	6900	
5/8			2800			
3/4						

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

Tabla 16 Alloy C276 (Hastelloy)						
Tubing	Espesor de pared en milímetros					
O.D.	0,80	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00
3						
6	450	580				
8						
10		330	410	520		
12		270	330	430		
14						
15		230				
16						
18						

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico de tubing en kg/m.									
Alloy C276 (Hastelloy C276)									
Tubing	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,039								
1/4		0,135	0,177						
3/8		0,214	0,287	0,362					
1/2		0,293	0,397	0,509					
3/4			0,618	0,801	1,006				
1"				1,093	1,384				
6 mm						0,139			
8 mm						0,195	0,218		
10 mm						0,251	0,355	0,446	
12 mm						0,307	0,439	0,578	
15 mm						0,390	0,565	0,725	
18 mm						0,474	0,690	0,892	
20 mm							0,774	1,003	1,220
25 mm							0,983	1,283	1,568

Hastelloy C276	
Producto	Standard
Barra	ASTM B-574 ASTM B-575
Forja	ASTM B-574
Fundición	ASTM A-494
Tubing	ASTM B-622
Otros	NACE MR-0175 NACE MR-0103

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,01 max.
Manganeso	Mn	1,0 max.
Fósforo	P	0,04 max.
Azufre	S	0,03 max.
Silicio	Si	0,80 max.
Níquel	Ni	51,0 min.
Cromo	Cr	14,5 a 16,5
Molibdeno	Mo	15,0 a 17,0
Vanadio	V	0,35 max.
Tungsteno	W	3,0 a 4,5
Cobalto	Co	2,5 max.
Hierro	Fe	4,0 a 7,0

Requisitos mecánicos	
Número UNS	N10276
Carga de rotura min.	100 ksi (690 Mpa)
Límite elástico min.	41 ksi (283 Mpa)
Elongación en 2" min.	70,0%
Dureza Rockwell max.	90 HRB

El Hastelloy C-276 es conocido por su excelente resistencia en procesos altamente oxidantes como los cloruros férricos y cúpricos así como en medios altamente contaminantes como el cloro monóxido. Tiene una extraordinaria resistencia al pitting y al SCC (Stress Corrosion Cracking)

Pisa

TUBING A-789 Duplex

Duplex						
Tubing O.D.	Espesor de pared en fracción de pulgada					
	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083
1/8		14190				
3/16			11660			
1/4		6560	8410			
5/16			6580			
3/8			5400	7750	10680	
1/2			3980	5670	7730	
5/8				4460	6060	
3/4				3680	4980	6490

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

Duplex						
Tubing O.D.	Espesor de pared en milímetros					
	0,80	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00
3						
6		705		1107		
8		511		806		
10		401		626		
12		330		511		705
14		280		432		592
15		260		401		549
16		243		374		511
18		215		330		449

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico en kg/m									
Duplex									
Tubing O.D.	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,044	0,051							
1/4		0,122	0,159	0,194					
3/8		0,193	0,257	0,326					
1/2		0,263	0,356	0,456					
3/4			0,553	0,718	0,895				
1"			0,750	0,981	1,230				
6 mm						0,130	0,170		
8 mm						0,180	0,240	0,300	
10 mm						0,230	0,320	0,400	
12 mm						0,280	0,390	0,500	
15 mm						0,350	0,510	0,650	
18 mm						0,430	0,620	0,800	0,970
20 mm							0,690	0,900	1,090
25 mm							0,770	1,150	1,350

Duplex	
Número UNS	S31803
Producto	Standard
Barra	ASTM A-479 / A-276
Forja	ASTM A-182 F51
Fundición	ASTM A-890
Tubing	ASTM A-789
Otros	NACE MR-0175 / MR-0103

Excelente resistencia al "pitting"
Alta resistencia a la corrosión general
Alta resistencia a Stress Corrosion Cracking (SCC)
Mayor fortaleza que los aceros austeníticos
Buena soldabilidad

Requisitos mecánicos	
Carga de rotura min.	90 ksi (620 Mpa)
Límite elástico min.	65 ksi (450 Mpa)
Elongación en 2" min.	25%
Dureza Rockwell max.	30 HRC

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,030 max.
Manganeso	Mn	2,00 max.
Fósforo	P	0,030 max.
Azufre	S	0,020 max.
Silicio	Si	1,00 max.
Níquel	Ni	4,5 a 6,5
Cromo	Cr	21,0 a 23,0
Molibdeno	Mo	2,5 a 3,5
Nitrógeno	N	0,08 a 0,20

Pisa

TUBING A-789 Super Duplex

Super Duplex						
Tubing O.D.	Espesor de pared en fracción de pulgada					
	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083
1/8	13190	23400				
3/16			15040			
1/4		8470	10850			
5/16			8190			
3/8			6970	10000	13770	
1/2			5140	7310	9980	
5/8				5760	7820	
3/4				4750	6430	8380

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

Super Duplex						
Tubing O.D.	Espesor de pared en milímetros					
	0,80	1,00	1,20	1,50	1,80	2,00
3						
6		909		1428		
8		659		1040		
10		517		607		
12		425		659		909
14		361		557		764
15		336		517		708
16		314		482		659
18		277		425		580

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico en kg/m									
Super Duplex									
Tubing O.D.	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,044	0,051							
1/4		0,122	0,159	0,194					
3/8		0,193	0,257	0,326					
1/2		0,263	0,356	0,456					
3/4			0,553	0,718	0,895				
1"			0,750	0,981	1,230				
6 mm						0,130	0,170		
8 mm						0,180	0,240	0,300	
10 mm						0,230	0,320	0,400	
12 mm						0,280	0,390	0,500	
15 mm						0,350	0,510	0,650	
18 mm						0,430	0,620	0,800	0,970
20 mm							0,690	0,900	1,090
25 mm							0,770	1,150	1,350

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,030 max.
Manganeso	Mn	1,20 max.
Fósforo	P	0,035 max.
Azufre	S	0,020 max.
Silicio	Si	0,80 max.
Níquel	Ni	6,0 a 8,0
Cromo	Cr	24,0 a 26,0
Molibdeno	Mo	3,0 a 5,0
Nitrógeno	N	0,24 a 0,32
Cobre	Cu	0,50 max.

Requisitos mecánicos	
Carga de rotura min.	116 ksi (800 Mpa)
Límite elástico min.	80 ksi (550 Mpa)
Elongación en 2" min.	15%
Dureza Rockwell max.	32 HRC

Super Duplex	
Número UNS	S32750 / S32760
Producto	Standard
Barra	ASTM A-479 / A-276
Forja	ASTM A-182 F53 / F55
Fundición	ASTM A-890 / A-995
Tubing	ASTM A-789
Otros	NACE MR-0175 / MR-0103

Fue diseñado para aplicaciones que requieren una alta resistencia mecánica y una buena resistencia a la corrosión.

El Super Duplex tiene un alto nivel de Cromo que le da una excelente resistencia frente a ácidos clorados, soluciones cáusticas y otros medios corrosivos severos.

Pisa

TUBING B-668 SANICRO 28

Sanicro 28							
Tubing O.D.	Espesor de pared en fracción de pulgada						
	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095
1/8	8900	11430					
3/16			7340				
1/4		4130	5300				
5/16			4140				
3/8			3400	4880	6720		
1/2			2510	3570	4870		
5/8				2810	3820		
3/4				2320	3140	4090	
1					2310	3000	3460

Presiones de trabajo en **psi** (1 psi = 0,068947 bar)

Sanicro 28				
Tubing O.D.				
	1,00	1,50	2,00	2,50
6	430			
8	312	492		
10	245	382		
12	201	312	430	
14	171	264	361	
15	159	245	335	
16		228	312	
18		201	274	350
20		180	245	312
22		163	221	
25		142	193	245

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico de tubing en kg/m.									
B-668 Sanicro 28									
Tubing O.D.	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,046								
1/4		0,124	0,162						
3/8		0,196	0,263	0,332					
1/2		0,268	0,364	0,466					
3/4			0,568	0,734	0,922				
1"				1,000	1,268				
6 mm						0,128			
8 mm						0,179	0,249		
10 mm						0,230	0,326	0,409	
12 mm						0,281	0,402	0,510	
15 mm						0,371	0,536	0,688	
18 mm							0,655	0,847	
20 mm							0,735	0,953	1,158
25 mm								1,218	1,489

Sanicro 28	
Producto	Standard
Forja	ASTM A-403
Tubing	ASTM B-668
Otros	NACE MR-0175
	NACE MR-0103

Originalmente desarrollado para la fabricación de ácido fosfórico.

Muy alta resistencia al SCC y a la corrosión intergranular
Alta resistencia al "pitting"
Buena soldabilidad

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,03 max.
Silicio	Si	1,00 max
Manganeso	Mn	2,50 max.
Fósforo	P	0,030 max.
Azufre	S	0,030 max.
Cromo	Cr	26 a 28
Níquel	Ni	30 a 34
Molibdeno	Mo	3 a 4
Cobre	Cu	1,00 a 1,40
Hierro	Fe	Resto

Requisitos mecánicos	
Número UNS	N08028
Carga de rotura min.	73 ksi (500 Mpa)
Límite elástico min.	31 ksi (214 Mpa)
Elongación en 2" min.	40%
Dureza Rockwell max.	90 HRB

Pisa

TUBING TITANIO

Titanio Gr. 2						
Tubing	Espesor de pared en fracción de pulgada					
O.D.	0,020	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083
1/8						
3/16						
1/4		3300	4200	8200		
5/16						
3/8			2700	4000	5400	
1/2			2100	3100		
5/8						
3/4						

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

Titanio Gr. 2					
Tubing	Espesor de pared en milímetros				
O.D.	0,80	1,00	1,20	1,50	1,80
3					
6	280	350	440		
8					
10		200	250	320	
12		170	200		
14					
15					
16					
18					

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico de tubing en kg/m.									
Titanio Gr. 2									
Tubing	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8									
1/4		0,069	0,090						
3/8		0,109	0,146	0,184					
1/2		0,149	0,210	0,258					
3/4				0,407	0,511				
1"				0,555	0,703				
6 mm						0,071			
8 mm						0,099			
10 mm						0,127	0,186		
12 mm						0,156	0,223	0,283	
15 mm						0,198	0,287	0,368	
18 mm							0,350	0,453	
20 mm							0,393	0,510	
25 mm							0,499	0,652	0,797

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Nitrógeno	Ni	0,01 max.
Carbono	C	0,08 max.
Hidrógeno	H	0,015 max.
Hierro	Fe	0,3 max.
Oxígeno	O	0,25 max.
Residuales		< 0,5
Titanio	Ti	Resto

Requisitos mecánicos	
Número UNS	R50400
Carga de rotura min.	50 ksi (345 Mpa)
Límite elástico min.	40 ksi (275 Mpa)
Elongación en 2" min.	20,0%
Dureza Rockwell C max	36

El Titanio es virtualmente inmune a los ataques medioambientales. Soporta la polución urbana, el medio marino, los compuestos sulfurados de las áreas industriales y no falla ni aun en los más agresivos ambientes.

Tiene una excepcionalmente alta resistencia y reducido peso, lo que posibilita componentes más ligeros o de espesor reducido.

Forma una capa de óxido en su superficie que actúa como un inhibidor de la corrosión.

En la mayor parte de los medios agresivos puede resistir hasta 5 veces más tiempo que cualquier otra aleación.

Pisa

TUBING TUNGUM B706

Tabla 3 Tungum + A-lok							
Tubing O.D.	Espesor de pared en fracción de pulgada						
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,109	0,120
1/8	6400	8400					
3/16	4100	5300	7900				
1/4		3800	5600	7900			
5/16		3000	4400	6100	8100		
3/8		2500	3600	4900	6500		
1/2			2800	3800	5000	6900	
5/8			2200	3000	3900	5300	
3/4			1800	2400	3200	4300	
7/8				2100	2700	3700	4100
1					2300	3200	3500

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

Tabla 4 Tungum + A-lok 316								
Tubing O.D.	Espesor de pared en milímetros							
	0,80	1,00	1,20	1,50	2,00	2,50	2,80	3,00
3	400							
6	250	320	400	520				
8		230	290	370	520			
10		180	220	290	400			
12			180	230	320	420	480	
16			140	180	250	320	370	
18			130	180	220	280	320	
20			110	140	200	250	290	
22				130	180	230	260	280
25					150	200	220	240

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico de tubing en kg/m.									
Tungum B706-TF00									
Tubing O.D.	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8	0,047	0,055							
1/4	0,107	0,133	0,167	0,206					
3/8	0,168	0,211	0,271	0,345					
1/2	0,228	0,288	0,375	0,484					
3/4		0,444	0,582	0,761	0,926				
1"		0,599	0,789	1,039	1,271				
6 mm						0,134			
8 mm						0,187	0,261	0,321	
10 mm						0,241	0,341	0,428	
12 mm						0,294	0,445	0,535	0,636
15 mm							0,574		
16 mm						0,401	0,617	0,749	0,903
20 mm						0,509	0,743	0,964	1,171
25 mm						0,642	0,944	1,231	1,506

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Cobre	Cu	81,00 - 84,00
Manganeso	Mn	0,10 min.
Aluminio	Al	0,70 - 1,20
Níquel	Ni	0,80 - 1,40
Silicio	Si	0,80 - 1,30
Hierro	Fe	0,25 max.
Estaño	Sn	0,10 max.
Plomo	Pb	0,05 max.
Impurezas		0,5 max.
Cinc	Zn	Resto

Requisitos mecánicos	
Número UNS	C69100
Carga de rotura min.	60 ksi (420 Mpa)
Límite elástico min.	31 ksi (214 Mpa)
Elongación en 2" min.	40%
Dureza Rockwell B	69 a 76

Aleación Aluminio / Níquel / Bronce al Silicio, resistente a la corrosión marina

Apto para aplicaciones criogénicas

Apto para aplicaciones con líquidos y gases corrosivos

Por sus propiedades no magnéticas y antichispas son muy adecuados para la conducción segura de gases

Pisa

TUBING COBRE B68 & B75

Cobre						
Tubing	Espesor de pared en fracción de pulgada					
O.D.	0,028	0,030	0,035	0,049	0,065	0,083
1/8	2700	3000	3600			
3/16	1800	1900	2300	3400		
1/4	1300	1400	1600	2500	3500	
5/16			1300	1900	2700	
3/8			1000	1600	2200	
1/2			800	1100	1600	2100
5/8				900	1200	1600
3/4				700	1000	1300
1				500	700	900

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

Cobre					
Tubing					
O.D.	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
6	140	220			
8	100	160			
10	80	130			
12	60	100	140		
14	50	90	120		
15		80	110		
16		70	100	120	
18		60	90	110	
20		60	80	100	
22		50	70	90	
25		40	60	80	100

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico de tubing en kg/m.								
Tubing	Espesor en pulgadas					r en milímetros		
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00
O.D.								
1/8								
1/4		0,137	0,179					
3/8		0,216	0,290					
1/2		0,296	0,402	0,514				
3/4		0,455	0,624	0,809				
1"			0,847	1,105				
6 mm						0,141		
8 mm						0,197		
10 mm						0,254		
12 mm						0,310	0,444	
15 mm						0,394	0,571	
18 mm						0,479	0,697	0,902
20 mm							0,782	1,014
25 mm							1,296	1,585

Composición química		
Elemento	Símbolo	Peso %
Cobre	Cu	99,95 min.
Fósforo	P	0,005 a 0,012

Requisitos mecánicos	
Número UNS Carga	C10800
de rotura min. Límite	30 ksi (207 Mpa)
elástico min. Dureza	9 ksi (62 Mpa)
Rockwellmax.	60 HRB

COBRE	
Producto	Standard
Barra	ASTM B-16 ASTM B-453
Forja	ASTM B-124
Fundición	ASTM B-584
Tubing	ASTM B-75 ASTM B-68

Muy buena resistencia a la corrosión

Recocido es dúctil pero estirado en frío se endurece e incrementa notablemente su resistencia

En Europa se fabrica de acuerdo con EN 12735 y EN 12449

Pisa

TUBING ACERO AL CARBONO A-179

A-179							
Tubing	Espesor de pared en fracción de pulgada						
O.D.	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	0,095	0,109
1/8	6800	8650					
3/16	4350	5600	8200				
1/4	3150	4100	6000	8200			
5/16		3150	4100	6400			
3/8		2600	3600	5200			
1/2		2000	2700	3800	5000		
5/8		1500	2200	3000	3900	4500	
3/4			1800	2500	3100	3700	4300
7/8			1500	2000	2700	3100	3700
1			1300	1700	2300	2700	3100

Presiones de trabajo en **psig** (1 psi = 0,068947 bar)

A-179					
Tubing					
O.D.	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00
3	670				
6	310	500			
8	230	360			
10	180	280			
12	150	230	320		
14	130	200	270		
15	120	180	250		
16	110	170	230	300	
18		145	200	260	
20		135	180	230	
25		100	145	180	220

Presiones de trabajo en **bar** (1 bar = 14,504 psi)

Peso teórico en kg/m.									
Tubing	Espesor en pulgadas					Espesor en milímetros			
	0,028	0,035	0,049	0,065	0,083	1,00	1,50	2,00	2,50
1/8									
1/4		0,120	0,156						
3/8		0,189	0,254	0,320					
1/2		0,259	0,351	0,450					
3/4			0,546	0,708	0,889				
1"				0,996	1,223				
6 mm						0,123			
8 mm						0,172			
10 mm						0,222	0,314		
12 mm						0,271	0,388	0,493	
15 mm							0,499	0,640	
18 mm							0,601	0,788	
20 mm							0,684	0,887	
25 mm								1,133	1,386

Composición química A-179

Elemento	Símbolo	Peso %
Carbono	C	0,06 a 0,18
Manganeso	Mn	0,27 a 0,63
Fósforo	P	0,035 max.
Azufre	S	0,035 max.

Tubing A-179

Requisitos mecánicos

Carga de rotura min.	47 ksi (325 Mpa)
Limite elástico min.	26 ksi (180 Mpa)
Elongación en 2" min.	35%
Dureza Rockwell max.	72

Carbono equivalente

$$CE = C + Mn/6 + (Cr + Mo + V)/5 + (Ni + Cu)/15$$

Acero al carbono	
Producto	Standard
Barra	ASTM A-696
Forja	ASTM A-105
	ASTM A-350
Fundición	ASTM A-278
	ASTM A-126
	ASTM A-518
Tubing	ASTM A-179
Otros	NACE MR-0175
	NACE MR-0103

El **acero al carbono** es el material de ingeniería más utilizado y supone, aproximadamente, el 85% de la producción mundial.

Tiene una resistencia a la corrosión muy limitada

Aplicaciones típicas: Oleoductos y gaseoductos Industria Naval y del Automóvil Producción y refinado de petróleo Plantas de generación de energía Minería

Pisa

TUBING B523 Circonio 702

Composición química

Elemento	Símbolo	Peso %
Circonio + Hafnio	Zr + Hf	99,2 min.
Hafnio	Hf	4,50 max.
Hierro + Cromo	Fe + Cr	0,20 max.
Hidrógeno	H	0,005 max.
Nitrógeno	N	0,025 max.
Carbono	C	0.05 max.
Oxígeno	O	0,16 min.

Requisitos mecánicos

Número UNS	R60702
Carga de rotura min.	55 ksi (380 Mpa)
Límite elástico min.	30 ksi (265 Mpa)
Elongación en 2" min.	16%

Circonio 702

Producto	Standard
Tubing	ASTM B523

El tubing se fabrica en dimensiones de 8 a 40 mm. de diámetro exterior, en espesores de 0,7 a 3,5 mm., y en longitudes hasta 14,70 metros.

El Circonio 702 es prácticamente inmune al Stress Corrosion Cracking (SCC) y muestra una muy buena resistencia a la corrosión, por ejemplo, con los siguientes compuestos:

- Cloro gas seco
- Gases de Iodo y Bromo
- Ácido hidroclicóric, en todas las concentraciones y hasta la temperatura de ebullición
- Ácido nítrico, en todas las concentraciones y hasta la temperatura de ebullición
- Ácido sulfúrico hasta 70 % de concentración a temperatura de ebullición
- Ácido fosfórico hasta 60 % de concentración a temperatura de ebullición
- La mayor parte de los ácidos orgánicos (acético, fórmico, etc.) en todas las concentraciones y hasta la temperatura de ebullición
- Sales fundidas

Pisa

Factores de corrección por temperatura

Temperatura		Material del tubing									
°F	°C	316 /316L	6Mo	Alloy 400	Alloy 625	Alloy 825	Alloy C276	Titanio	A. Carbono	Cobre	Aluminio
100	38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
200	93	1	1	0,88	0,93	0,92	0,91	0,87	0,96	0,80	1,00
300	149	1	0,95	0,81	0,88	0,87	0,84	0,72	0,90	0,78	0,81
400	204	0,97	0,90	0,79	0,85	0,83	0,78	0,62	0,86	0,50	0,40
500	260	0,90	0,87	0,79	0,82	0,79	0,73	0,53	0,82	--	--
600	315	0,85	0,86	0,79	0,79	0,76	0,69	0,45	0,77	--	--
700	371	0,82	0,84	0,78	0,77	0,74	0,65	--	0,73	--	--
800	426	0,80	--	0,76	0,75	0,73	0,63	--	0,59	--	--
900	482	0,78	--	0,43	0,74	--	0,61	--	--	--	--
1000	537	0,77	--	--	0,73	--	0,60	--	--	--	--
1100	593	0,62	--	--	0,73	--	--	--	--	--	--
1200	649	0,37	--	--	0,72	--	--	--	--	--	--

Pisa

Tabla de comparación de durezas

Rockwell B	Rockwell C	Firth o Vickers	Brinell	Rockwell B	Rockwell C	Firth o Vickers	Brinell
72		130	130	100	24	246	245
75		135	135	101	25	250	249
77		141	140	102	27	258	258
78		142	141	103	28	261	261
79		144	143	104	29	272	269
80		147	147	105	31	285	285
81		149	150	106	32	291	293
82	1	152	154	107	33	305	301
83	2	154	156	108	34	312	311
84	3	159	160	109	35	320	323
85	4	162	163	110	37	352	346
86	5	165	165	111	38	361	351
87	7	171	170	112	40	385	370
88	9	174	175	113	41	390	375
89	10	177	180	114	42	401	388
90	11	183	183	115	44	435	415
91	12	184	185	116	46	474	444
92	14	190	191	117	48	502	461
93	16	199	200	118	49	534	477
94	17	201	203	119	52	565	502
95	19	213	211	120	53	587	514
96	20	217	217		54	606	529
97	21	221	224		55	639	545
98	22	226	229		56	649	525
99	23	235	237		57	694	576

Pisa

Conversión de presiones

	psi (lb/in ²)	Mpa (Mega pascal)	bar (10 ⁵ pascal)	in. Hg (a 0 °C)	Torr (mm Hg a 0 °C)	ft. H ₂ O (a 4 °C)	in. H ₂ O (a 4 °C)	atm (An)
psi (lb/in ²)	1,0	6,8948 x 10 ⁻³	6,8947 x 10 ⁻²	2,036	51,715	2,3067	27,68	6,8045 x 10 ⁻²
Mpa (Mega pascal)	145,04	1,0	10	2,9350 x 10 ⁻²	7,5006 x 10 ⁻³	334,56	4,0147 x 10 ⁻³	9,8692
bar (10 ⁵ pascal)	14,504	0,10	1,0	29,530	7,5006 x 10 ⁻²	33,456	4,0147 x 10 ⁻²	0,9869
in. Hg (a 0 °C)	0,4912	3,3864 x 10 ⁻³	3,3864 x 10 ⁻²	1,0	25,40	1,133	13,596	3,342 x 10 ⁻²
Torr (mm Hg a 0 °C)	1,9337 x 10 ⁻²	1,3332 x 10 ⁻⁴	1,3332 x 10 ⁻²	3,9370 x 10 ⁻²	1,0	4,4605 x 10 ⁻²	0,5253	1,3158 x 10 ⁻³
ft. H ₂ O (a 4 °C)	0,4335	2,9890 x 10 ⁻³	2,9890 x 10 ⁻²	0,8826	22,419	1,0	12,0	2,950 x 10 ⁻²
in. H ₂ O (a 4 °C)	3,6127 x 10 ⁻²	2,4908 x 10 ⁻⁴	2,4908 x 10 ⁻³	7,3554 x 10 ⁻²	1,8683	8,33 x 10 ⁻²	1,0	2,4582 x 10 ⁻³
dtm (An)	14,696	0,10133	1,0133	29,921	760,0	33,9	406,79	1,0

1 Mpa = (Newtom/m²) x 10⁻⁶

in. Hg = Pulgadas de mercurio

torr = torricelli

ft. H₂O = pies de columna de agua

in. H₂O = pulgadas de columna de agua

atm = atmósfera

	pascal (Pa)	bar (bar)	milibar (mbar)	atm. Técnica (at)	atmósfera (atm)	Torricelli (Torr)	psi
1 Pa	1 Nw/m ²	10 ⁻⁵	10 ⁻²	1,0197 x 10 ⁻⁵	9,8692 x 10 ⁻⁶	7,5006 x 10 ⁻³	145,04 x 10 ⁻⁶
1 bar	100.000	10 ⁶ dyn/cm ²	10 ³	1,0197	0,98692	750,06	14,5037744
1 mbar	100	0,980665	hPa	0,0010197	0,00098692	0,75006	0,145037744
1 at	98.066,50	980,665	980,665	1 kgf/cm ²	0,96784	735,56	14,223
1 atm	101325	1,01325	1013,25	1,03332	1 atm	760	14,696
1 torr	133,322	1,3332 x 10 ⁻³	1,3332	1,3595 x 10 ⁻³	1,3158 x 10 ⁻³	1 torr	19,337 x 10 ⁻³
1 psi	6,894 x 10 ³	68,948 x 10 ⁻³	68,948	70,307 x 10 ⁻³	68,046 x 10 ⁻³	51,715	1 lbf/in ²

Pisa