

Tubo de Calibre (A249)



DESCRIPCIÓN

El tubo de calibre con costura de la línea comercial TECHTUBE, es fabricado bajo la norma ASTM A249.

Se produce mediante un proceso automatizado, en el que un fleje (previamente cortado) se deforma progresivamente por medio de rodillos hasta obtener el tubo de calibre.

El fleje ahora deformado, se suelda con el proceso de arco eléctrico TIG (Tungsteno Gas Inerte), sin ningún material de aporte.

Que el proceso sea automatizado garantiza altas propiedades mecánicas y buena funcionalidad en aplicaciones específicas.

La característica principal en el proceso de producción del tubo de calibre bajo esta norma, es que a la zona de soldadura se le da un acabado por medio de un trabajo mecanizado en ambos lados (interior y exterior) y posteriormente se hace un tratamiento térmico de acuerdo a lo que especifica la norma.

Además, se someten a ensayos mecánicos como prueba de tensión, prueba de aplastamiento, prueba de apestañado, prueba de doblez inverso, prueba de dureza y prueba hidrostática o eléctrica no destructiva.

El Tubo de calibre con costura, se fabrica en acero inoxidable austenítico, bajo la especificación para las aleaciones 304L y 316L, con dimensiones desde 1/4" hasta 4" de diámetro y en calibres de 12 hasta 22 (BWG).



PROPIEDADES

En esta sección se presentan las propiedades químicas, físicas y mecánicas de los aceros 304 y 316 ambos grado L, utilizados para la fabricación de los tubos de calibre.

Tabla 1. Composición Química

Grado TP	%C	%Mn	%P	%S	%Si	%Cr	%Ni	%Mo	%Fe
304L	0.03 máx.	2.0 máx.	0.045 máx.	0.03 máx.	1.0 máx.	18.0-20.0	8.0-12.0	-	Balance
316L	0.03 máx.	2.0 máx.	0.045 máx.	0.03 máx.	1.0 máx.	16.0-18.0	10.0-14.0	2.0-3.0	Balance

La letra L que acompaña a los grados 304 y 316, indica la abreviatura para Low Carbon, se emplea para especificar un bajo contenido de carbono (ambos grados normalmente tiene un contenido de 0.08% máximo de Carbono, mientras que el grado L presenta un contenido de 0.035% máximo).

Este bajo contenido de carbono representa un menor riesgo en la formación y precipitación de carburos de cromo, además de poca susceptibilidad a la corrosión intergranular, afectaciones que pueden ser generadas en procesos de calentamiento como soldadura o en exposición prolongada a intervalos de 450° a 850°C de temperatura.



Tubo de Calibre (A249)



Tabla 2. Propiedades Mecánicas (ASTM A249)



Grado TP	Resistencia máxima a la tensión, ksi (MPa)	Límite elástico o esfuerzo de cedencia al 0.2%, ksi (MPa)
304L, 316L	70 (485) mínimo	25 (170) mínimo
304, 316	75 (515) mínimo	30 (205) mínimo

En los tubos de calibre se marca al tipo de acero como grado dual. Que incluye el grado del acero normal y el grado L separados por una diagonal, es decir 304/304L y 316/316L.

Este grado dual, hace referencia al grado L de acero con que se fabrican los tubos de calibre (véase Tabla 1), y además el producto supera los requerimientos mínimos de la norma de fabricación del tubo de calibre: ASTM A249, con respecto a las propiedades mecánicas del grado normal (304 o 316, véase tabla 2).

Tabla 3. Propiedades Físicas (condiciones de Recocido)

Grado TP	Módulo elástico GPa (10 ⁶ Psi)	Resistencia eléctrica nm	Calor específico J/Kg+°K (BTU/lb+°F)	Conductividad térmica a 100 °C (212 °F)W/m°K (BTU/ft°K)	Intervalo de fusión °C (°F)
304L	8.0 (0.29)	193 (28.0)	720	500 (0.12)	1400-1450 (2550 -2650)
316L	8.0 (0.29)	193 (28.0)	720	500 (0.12)	1400-1450 (2550 -2650)

Las propiedades físicas mostradas, son aplicables a temperatura ambiente.

NORMATIVIDAD

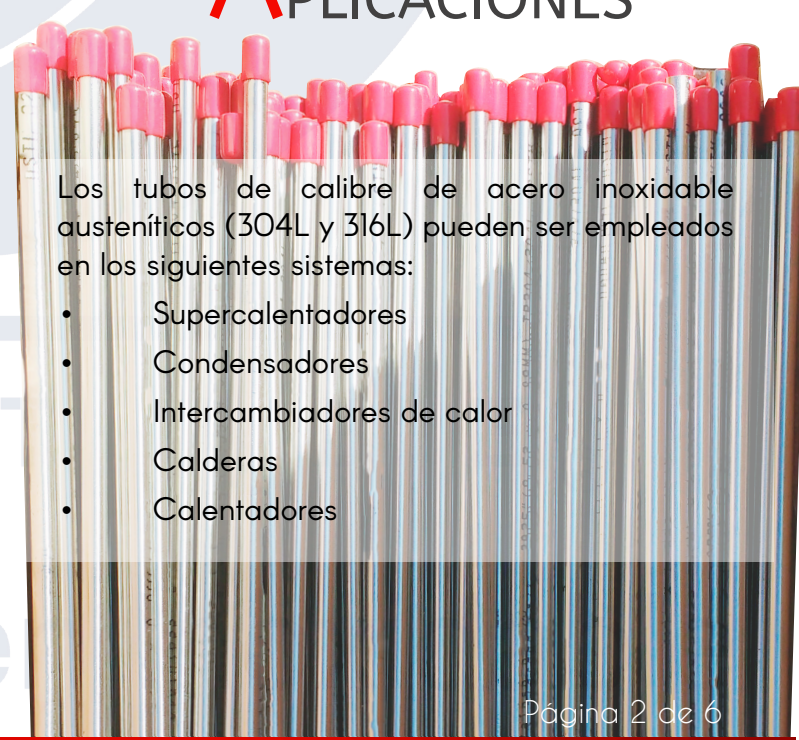
Tabla 4. Normas relacionadas al producto

Norma	Título
ASTM A249/249M	Especificación para tubos de calibre de acero austenítico con costura, para calentadores, intercambiadores de calor y condensadores.
ASTM A1016/1016M	Especificación de requerimientos generales para tubos de calibre en aceros ferríticos, austeníticos y acero inoxidable.

APLICACIONES

Los tubos de calibre de acero inoxidable austeníticos (304L y 316L) pueden ser empleados en los siguientes sistemas:

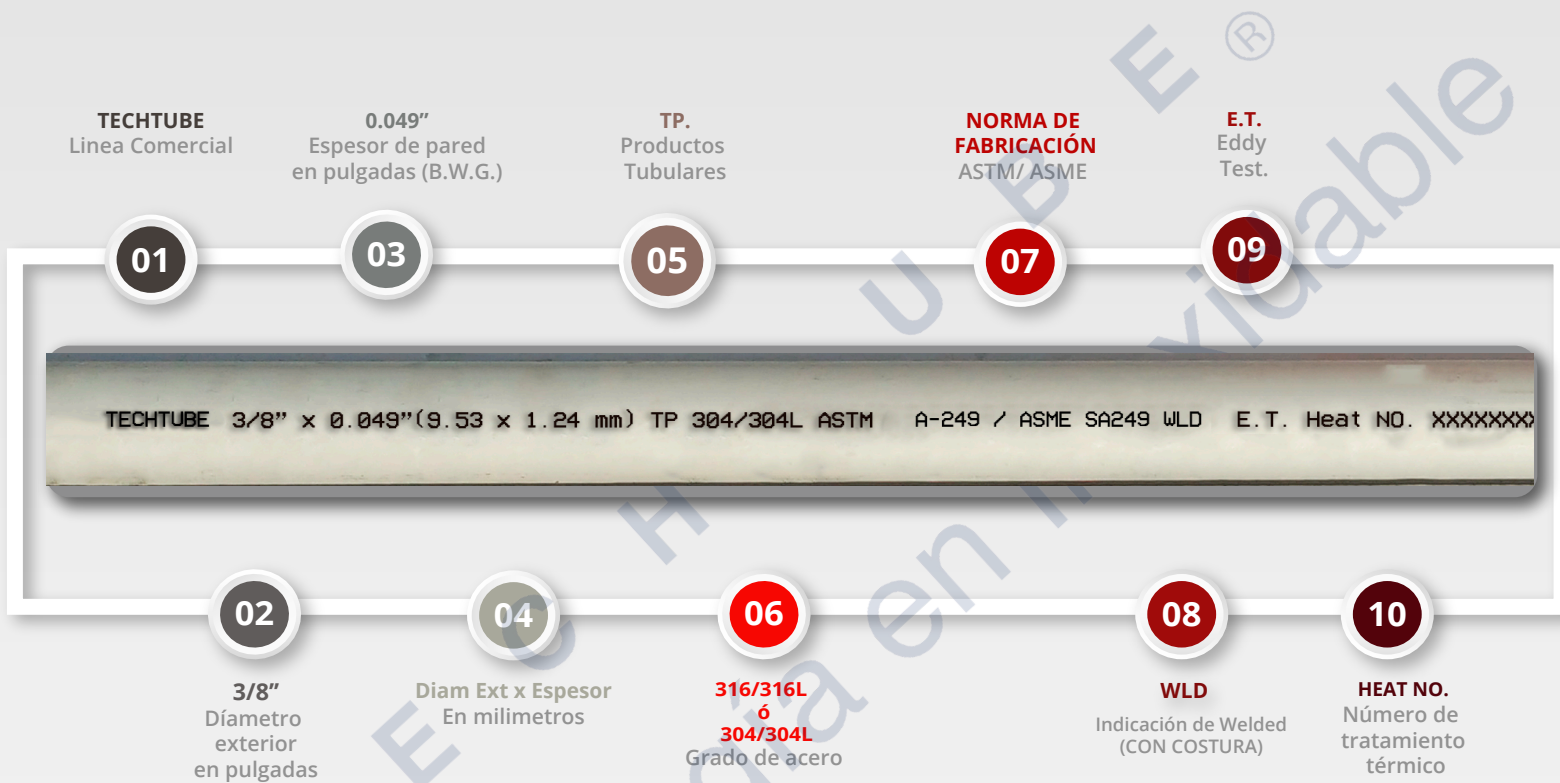
- Supercalentadores
- Condensadores
- Intercambiadores de calor
- Calderas
- Calentadores



MARCADO



Con base a la norma de fabricación (A249), los tubos de calibre deben llevar las siguientes especificaciones en el marcado.



CONSIDERACIONES

La información técnica contenida en esta ficha se presenta como material de apoyo, con la finalidad de facilitar la comprensión y difusión de la misma. Cualquier aclaración o duda sobre aplicaciones, especificaciones, variables, etc. de carácter sensible, consultarlo con el área de Asesoría y Soporte Técnico.



Tubo de Calibre (A249)



COMINOX

ANEXO I. ESPECIFICACIONES DIMENSIONALES

CON COSTURA

Diámetro nominal pulg	Diámetro nominal mm	Calibre	Diámetro exterior		Espesor de pared	
			pulg	mm	pulg	mm
1/4	0.25	22	0.25	6.35	0.028	0.71
		20	0.25	6.35	0.035	0.89
		18	0.25	6.35	0.049	1.24
		16	0.25	6.35	0.065	1.65
		14	0.25	6.35	0.083	2.11
		13	0.25	6.35	0.095	2.41
		12	0.25	6.35	0.109	2.77
		11	0.25	6.35	0.12	3.05
5/16	0.25	22	0.313	7.95	0.028	0.71
		20	0.313	7.95	0.035	0.89
		18	0.313	7.95	0.049	1.24
		16	0.313	7.95	0.065	1.65
		14	0.313	7.95	0.083	2.11
		13	0.313	7.95	0.095	2.41
		12	0.313	7.95	0.109	2.77
		11	0.313	7.95	0.12	3.05
3/8	9.53	22	0.375	9.53	0.028	0.71
		20	0.375	9.53	0.035	0.89
		18	0.375	9.53	0.049	1.24
		16	0.375	9.53	0.065	1.65
		14	0.375	9.53	0.083	2.11
		13	0.375	9.53	0.095	2.41
		12	0.375	9.53	0.109	2.77
		11	0.375	9.53	0.12	3.05
1/2	12.70	22	0.500	12.7	0.028	0.71
		20	0.500	12.7	0.035	0.89
		18	0.500	12.7	0.049	1.24
		16	0.500	12.7	0.065	1.65
		14	0.500	12.7	0.083	2.11
		13	0.500	12.7	0.095	2.41
		12	0.500	12.7	0.109	2.77
		11	0.500	12.7	0.12	3.05
3/4	19.05	22	0.750	19.05	0.028	0.71
		20	0.750	19.05	0.035	0.89
		18	0.750	19.05	0.049	1.24
		16	0.750	19.05	0.065	1.65
		14	0.750	19.05	0.083	2.11
		13	0.750	19.05	0.095	2.41
		12	0.750	19.05	0.109	2.77
		11	0.750	19.05	0.12	3.05
7/8	25.40	22	0.875	22.23	0.028	0.71
		20	0.875	22.23	0.035	0.89
		18	0.875	22.23	0.049	1.24
		16	0.875	22.23	0.065	1.65
		14	0.875	22.23	0.083	2.11
		13	0.875	22.23	0.095	2.41
		12	0.875	22.23	0.109	2.77
		11	0.875	22.23	0.12	3.05

Diámetro nominal pulg	Diámetro nominal mm	Calibre	Diámetro exterior		Espesor de pared	
			pulg	mm	pulg	mm
1	31.75	22	1.000	25.4	0.028	0.71
		20	1.000	25.4	0.035	0.89
		18	1.000	25.4	0.049	1.24
		16	1.000	25.4	0.065	1.65
		14	1.000	25.4	0.083	2.11
		13	1.000	25.4	0.095	2.41
		12	1.000	25.4	0.109	2.77
		11	1.000	25.4	0.120	3.05
1 1/4	38.10	22	1.250	31.75	0.028	0.71
		20	1.250	31.75	0.035	0.89
		18	1.250	31.75	0.049	1.24
		16	1.250	31.75	0.065	1.65
		14	1.250	31.75	0.083	2.11
		13	1.250	31.75	0.095	2.41
		12	1.250	31.75	0.109	2.77
		11	1.250	31.75	0.120	3.05
1 1/2	50.80	22	1.500	38.1	0.028	0.71
		20	1.500	38.1	0.035	0.89
		18	1.500	38.1	0.049	1.24
		16	1.500	38.1	0.065	1.65
		14	1.500	38.1	0.083	2.11
		13	1.500	38.1	0.095	2.41
		12	1.500	38.1	0.109	2.77
		11	1.500	38.1	0.12	3.05
2	63.50	22	2.000	50.8	0.028	0.71
		20	2.000	50.8	0.035	0.89
		18	2.000	50.8	0.049	1.24
		16	2.000	50.8	0.065	1.65
		14	2.000	50.8	0.083	2.11
		13	2.000	50.8	0.095	2.41
		12	2.000	50.8	0.109	2.77
		11	2.000	50.8	0.12	3.05
3	76.20	22	3.000	76.2	0.028	0.71
		20	3.000	76.2	0.035	0.89
		18	3.000	76.2	0.049	1.24
		16	3.000	76.2	0.065	1.65
		14	3.000	76.2	0.083	2.11
		13	3.000	76.2	0.095	2.41
		12	3.000	76.2	0.109	2.77
		11	3.000	76.2	0.12	3.05
4	101.60	22	4.000	101.6	0.028	0.71
		20	4.000	101.6	0.035	0.89
		18	4.000	101.6	0.049	1.24
		16	4.000	101.6	0.065	1.65
		14	4.000	101.6	0.083	2.11
		13	4.000	101.6	0.095	2.41
		12	4.000	101.6	0.109	2.77
		11	4.000	101.6	0.12	3.05

Tecnología en Inoxidable



Tubo de Calibre (A249)



COMINOX

ANEXO II. TOLERANCIAS DE PRESIÓN DE TRABAJO

Los valores aplican para los aceros grado 304/304L y 316/316L a temperatura ambiente.

Los valores de presión que se muestran, son el resultado de un cálculo utilizando los datos mínimos de propiedades mecánicas para los grados de acero indicados. Por lo tanto se deben considerar únicamente como valores de referencia. NO DEBERÁN SER SUGERIDOS PARA PROPÓSITO DE DISEÑO.

Diámetro nominal		Calibre	Pres. de ruptura		Pres. int.de trab.		Presión de aplast.		Pres. ext. de trab.	
pulg	mm		psi	Kgf/cm ²	psi	Kgf/cm ²	psi	Kgf/cm ²	psi	Kgf/cm ²
1/4	0.25	22	15685	1103	3921	276	5600	394	1400	25
		20	20101	1413	5025	353	7000	492	1750	31
		18	29637	2083	7409	521	9800	689	2450	43
		16	41856	2942	10464	736	13000	914	3250	57
		14	57639	4052	14410	1013	16600	1167	4150	73
		13	69612	4894	17403	1223	19000	1336	4750	83
		12	85365	6001	21341	1500	21800	1533	5450	96
		11	99351	6984	24838	1746	24000	1687	6000	105
5/16	0.25	22	12285	864	3071	216	4473	314	1118	20
		20	15658	1101	3914	275	5591	393	1398	25
		18	22818	1604	5704	401	7827	550	1957	34
		16	31753	2232	7938	558	10383	730	2596	46
		14	42914	3017	10728	754	13259	932	3315	58
		13	51108	3593	12777	898	15176	1067	3794	67
		12	61548	4327	15387	1082	17412	1224	4353	77
		11	70507	4957	17627	1239	19169	1348	4792	84
3/8	9.53	22	10125	712	2531	178	3733	262	933	16
		20	12860	904	3215	226	4667	328	1167	21
		18	18605	1308	4651	327	6533	459	1633	29
		16	25658	1804	6414	451	8667	609	2167	38
		14	34292	2411	8573	603	11067	778	2767	49
		13	40510	2848	10128	712	12667	890	3167	56
		12	48289	3395	12072	849	14533	1022	3633	64
		11	54839	3855	13710	964	16000	1125	4000	70
1/2	12.70	22	7475	525	1869	131	2800	197	700	12
		20	9454	665	2364	166	3500	246	875	15
		18	13558	953	3389	238	4900	344	1225	22
		16	18499	1300	4625	325	6500	457	1625	29
		14	24406	1716	6102	429	8300	583	2075	36
		13	28567	2008	7142	502	9500	668	2375	42
		12	33666	2367	8417	592	10900	766	2725	48
		11	37871	2662	9468	666	12000	844	3000	53
3/4	19.05	22	4907	345	1227	86	1867	131	467	8
		20	6181	435	1545	109	2333	164	583	10
		18	8789	618	2197	154	3267	230	817	14
		16	11873	835	2968	209	4333	305	1083	19
		14	15481	1088	3870	272	5533	389	1383	24
		13	17971	1263	4493	316	6333	445	1583	28
		12	20968	1474	5242	369	7267	511	1817	32
		11	23394	1645	5849	411	8000	562	2000	35
7/8	25.40	22	4187	294	1047	74	1600	112	400	7
		20	5269	370	1317	93	2000	141	500	9
		18	7475	525	1869	131	2800	197	700	12
		16	10070	708	2517	177	3714	261	929	16
		14	13087	920	3272	230	4743	333	1186	21
		13	15160	1066	3790	266	5429	382	1357	24
		12	17641	1240	4410	310	6229	438	1557	27
		11	19641	1381	4910	345	6857	482	1714	30



Tubo de Calibre (A249)



COMINOX

A NEXO II. TOLERANCIAS DE PRESIÓN DE TRABAJO

Los valores aplican para los aceros grado 304/304L y 316/316L a temperatura ambiente.

Los valores de presión que se muestran, son el resultado de un cálculo utilizando los datos típicos de propiedades mecánicas para los grados de acero indicados. Por lo tanto se deben considerar únicamente como valores de referencia.

NO DEBERÁN SER SUGERIDOS PARA PROPÓSITO DE DISEÑO.

Diámetro nominal	Calibre	Pres. de ruptura		Pres. int.de trab.		Presión de aplast.		Pres. ext. de trab.		
		pulg	mm	psi	Kgf/cm ²	psi	Kgf/cm ²	psi	Kgf/cm ²	psi
1	31.75	22	3652	257	913	64	1400	98	350	6
		20	4591	323	1148	81	1750	123	438	8
		18	6502	457	1626	114	2450	172	613	11
		16	8742	615	2186	154	3250	228	813	14
		14	11335	797	2834	199	4150	292	1038	18
		13	13109	922	3277	230	4750	334	1188	21
		12	15225	1070	3806	268	5450	383	1363	24
		11	16925	1190	4231	297	6000	422	1500	26
1 1/4	38.10	22	2908	204	727	51	1120	79	280	5
		20	3652	257	913	64	1400	98	350	6
		18	5160	363	1290	91	1960	138	490	9
		16	6918	486	1729	122	2600	183	650	11
		14	8941	629	2235	157	3320	233	830	15
		13	10317	725	2579	181	3800	267	950	17
		12	11952	840	2988	210	4360	307	1090	19
		11	13258	932	3315	233	4800	337	1200	21
1 1/2	50.80	22	2416	170	604	42	933	66	233	4
		20	3032	213	758	53	1167	82	292	5
		18	4277	301	1069	75	1633	115	408	7
		16	5723	402	1431	101	2167	152	542	10
		14	7382	519	1845	130	2767	194	692	12
		13	8506	598	2126	149	3167	223	792	14
		12	9837	692	2459	173	3633	255	908	16
		11	10897	766	2724	192	4000	281	1000	18
2	63.50	22	1805	127	451	32	700	49	175	3
		20	2263	159	566	40	875	62	219	4
		18	3186	224	797	56	1225	86	306	5
		16	4254	299	1064	75	1625	114	406	7
		14	5473	385	1368	96	2075	146	519	9
		13	6295	443	1574	111	2375	167	594	10
		12	7266	511	1816	128	2725	192	681	12
		11	8036	565	2009	141	3000	211	750	13
3	76.20	22	1199	84	300	21	467	33	117	2
		20	1502	106	375	26	583	41	146	3
		18	2110	148	528	37	817	57	204	4
		16	2811	198	703	49	1083	76	271	5
		14	3607	254	902	63	1383	97	346	6
		13	4142	291	1036	73	1583	111	396	7
		12	4771	335	1193	84	1817	128	454	8
		11	5269	370	1317	93	2000	141	500	9
4	101.60	22	898	63	224	16	350	25	88	2
		20	1123	79	281	20	438	31	109	2
		18	1577	111	394	28	613	43	153	3
		16	2099	148	525	37	813	57	203	4
		14	2690	189	673	47	1038	73	259	5
		13	3087	217	772	54	1188	83	297	5
		12	3552	250	888	62	1363	96	341	6
		11	3919	276	980	69	1500	105	375	7

