

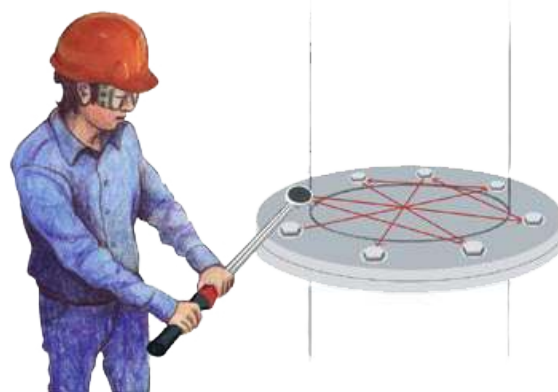
Par de Apriete.
Cálculo.



CALVOSEALING

THE FLUID SEALING SPECIALIST

PAR DE APRIETE



CÁLCULO DE PAR DE APRIETE

El par de apriete requerido para producir una determinada tensión en los tornillos depende de una serie de condiciones, algunas de las cuales son:

1. Diámetro del tornillo
2. Tipo y número de roscas del tornillo
3. Material del tornillo
4. Condición de la superficie de apoyo de la tuerca
5. Lubricación de las roscas y superficie de apoyo del tornillo

En la **tabla 6.1** puede verse un resumen de fuerzas máximas y par de apriete máximo para los diferentes tipos de uniones roscadas en los casos de rosca lubricada y no lubricada, apretados con llave dinamométrica. Los pares de apriete se calculan al 85% del límite elástico especificados en ISO 898-1.

mm	$\mu_G = 0,10$ (Rosca lubricada)						$\mu_G = 0,20$ (Rosca no lubricada)					
	F_{max} (N)			M_M (Nm)			F_{max} (N)			M_M (Nm)		
	8,8	10,9	12,9	8,8	10,9	12,9	8,8	10,9	12,9	8,8	10,9	12,9
M4	4.200	5.900	7.100	2,4	3,3	4	3.900	5.450	6.550	2,9	4,1	4,9
M5	6.900	9.700	11.600	4,9	7	8	6.350	8.950	10.700	6	8,5	10
M6	9.750	13.700	16.400	8	12	14	9.000	12.600	15.100	10	14	17
M7	14.400	20.200	24.200	13	19	23	13.200	18.500	22.200	16	23	28
M8	17.900	25.100	30.200	20	28	34	16.500	23.200	27.900	25	35	41
M9	23.800	33.400	40.100	29	41	49	22.000	30.900	37.100	36	51	61
M10	28.400	40.000	48.000	40	56	67	26.200	36.900	44.300	49	69	83
M12	41.500	58.500	70.000	69	98	115	38.300	54.000	64.500	86	120	145
M14	56.500	80.000	96.000	110	155	185	52.500	74.000	88.500	135	190	230
M16	78.500	110.000	132.000	170	240	285	73.000	102.000	123.000	210	295	355
M18	95.000	134.000	160.000	235	330	395	88.000	124.000	148.000	290	405	485
M20	122.000	172.000	206.000	330	465	560	114.000	160.000	192.000	410	580	690
M22	152.000	214.000	257.000	445	620	750	141.000	199.000	239.000	550	780	930
M24	176.000	248.000	298.000	570	800	960	164.000	230.000	276.000	710	1.000	1.200
M27	232.000	326.000	391.000	840	1.200	1.400	215.000	302.000	363.000	1.050	1.500	1.800
M30	282.000	397.000	476.000	1.150	1.600	1.950	262.000	368.000	442.000	1.450	2.000	2.400

Tabla 6.1. Fuerzas máximas y par de apriete máximo para los diferentes tipos de uniones roscadas

En la **tabla 6.2** puede verse un resumen del par de apriete recomendado para ANSI / API6A para los casos de tornillo recubierto de PTFE y no lubricada, apretados con llave dinamométrica. Los pares de apriete se calculan al 72% del límite elástico

pulg	Tension lb _f	Tornillo recubierto de PTFE		Tornillo sin lubricante	
		Par de Apriete Nm	Par de Apriete lb _f . ft	Par de Apriete Nm	Par de Apriete lb _f . ft
		f = 0,07		f = 0,13	
1/2	7.450	48	35	80	59
5/8	11.865	92	68	155	115
3/4	17.559	160	118	270	200
7/8	24.241	253	188	429	319
1	31.802	376	279	639	474
1 1/8	41.499	540	401	925	686
1 1/4	52.484	745	553	1.285	953
1 3/8	64.759	996	739	1.727	1.281
1 1/2	78.322	1.297	962	2.261	1.677
1 5/8	93.173	1.653	1.226	2.894	2.146
1 3/4	109.313	2.069	1.534	3.636	2.696
1 7/8	126.741	2.549	1.890	4.493	3.332
2	145.458	3.097	2.297	5.476	4.061
2 1/4	186.758	4.418	3.276	7.851	5.822
2 1/2	233.212	6.068	4.500	10.828	8.030
2 5/8	233.765	6.394	4.716	11.429	8.430
2 3/4	257.694	7.354	5.424	13.168	9.712
3	309.050	9.555	7.047	17.156	12.654
3 1/4	365.070	12.154	8.965	21.878	16.136
3 3/4	491.099	18.685	13.782	33.766	24.905
3 7/8	525.521	20.620	15.208	37.293	27.506
4	561.108	22.683	16.730	41.057	30.282

Tabla 6.2. Par de apriete recomendado para ANSI / API6A

Par de aprietes para ICP Kit Dieléctrico

CLASE 150				
NPS [pulg.]	Número Agujeros	Diámetro Agujeros [pulg.]	Par de Apriete Requerido	
			ft.Lb _r	Kg _r .cm
1	4	½	40	553
1 ¼	4	½	40	553
1 ½	4	½	40	553
2	4	⅝	80	1.106
2 ½	4	⅝	80	1.106
3	4	⅝	110	1.521
3 ½	8	⅝	80	1.106
4	8	⅝	100	1.383
5	8	¾	120	1.659
6	8	¾	130	1.797
8	8	¾	130	1.797
10	12	⅞	215	2.972
12	12	⅞	220	3.042
14	12	1	320	4.424
16	16	1	320	4.424
18	16	1 ⅛	450	6.221
20	20	1 ⅛	450	6.221
24	20	1 ¼	650	8.987

CLASE 300				
NPS [pulg.]	Número Agujeros	Diámetro Agujeros [pulg.]	Par de Apriete Requerido	
			ft.Lb _r	Kg _r .cm
1	4	⅝	80	1.106
1 ¼	4	⅝	80	1.106
1 ½	4	¾	110	1.521
2	8	⅝	110	1.521
2 ½	8	¾	150	2.074
3	8	¾	150	2.074
3 ½	8	¾	150	2.074
4	8	¾	180	2.489
5	8	¾	180	2.489
6	12	¾	170	2.350
8	12	⅞	265	3.664
10	16	1	320	4.424
12	16	1 ⅛	450	6.221
14	20	1 ⅛	450	6.221
16	20	1 ¼	650	8.987
18	24	1 ¼	650	8.987
20	24	1 ¼	650	8.987
24	24	1 ½	1.200	16.591

CLASE 600				
NPS [pulg.]	Número Agujeros	Diámetro Agujeros [pulg.]	Par de Apriete Requerido	
			ft.Lb _r	Kg _r .cm
1	4	⅝	80	1.106
1 ¼	4	⅝	110	1.521
1 ½	4	¾	110	1.521
2	8	⅝	110	1.521
2 ½	8	¾	150	2.074
3	8	¾	150	2.074
3 ½	8	⅞	200	2.765
4	8	⅞	225	3.111
5	8	1	350	4.839
6	12	1	320	4.424
8	12	1 ⅛	450	6.221
10	16	1 ¼	650	8.987
12	20	1 ¼	675	9.332
14	20	1 ⅝	820	11.337
16	20	1 ½	1.125	15.554
18	20	1 ⅝	1.430	19.771
20	24	1 ⅝	1.400	19.356
24	24	1 ⅞	2.230	30.831

CLASE 900				
NPS [pulg.]	Número Agujeros	Diámetro Agujeros [pulg.]	Par de Apriete Requerido	
			ft.Lb _r	Kg _r .cm
1	4	⅞	110	1.521
1 ¼	4	⅞	170	2.350
1 ½	4	1	240	3.318
2	8	⅞	170	2.350
2 ½	8	1	240	3.318
3	8	⅞	215	2.972
4	8	1 ⅛	450	6.221
5	8	1 ¼	650	8.987
6	12	1 ⅛	455	6.291
8	12	1 ⅝	820	11.337
10	16	1 ⅝	850	11.752
12	20	1 ⅝	870	12.028
14	20	1 ½	1125	15.554
16	20	1 ⅝	1430	19.771
18	20	1 ⅞	2230	30.831
20	20	2	2300	31.799
24	20	2 ½	5500	76.041

Nota:

1. Los valores recomendados de par de apriete se basan en el uso del cuello soldado (pestañas integrales).
2. Otros tipos de bridas pueden requerir diferentes cargas de sellado.
3. Los valores de par de pernos indicados corresponden a un espárrago lubricado con resultado de un factor de fricción de 0,15.

Par de aprietes para ICP Kit Dieléctrico

CLASE 1500				
NPS [pulg.]	Número Agujeros	Diámetro Agujeros [pulg.]	Par de Apriete Requerido	
			ft.Lb _f	Kg _f .cm
1	4	7/8	110	1.521
1 1/4	4	7/8	170	2.350
1 1/2	4	1	240	3.318
2	8	7/8	170	2.350
2 1/2	8	1	240	3.318
3	8	1 1/8	370	5.115
4	8	1 1/4	650	8.987
5	8	1 3/4	1.000	13.826
6	12	1 3/8	820	11.337
8	12	1 5/8	1.400	19.356
10	12	1 7/8	2.100	29.034
12	16	2	2.300	31.799
14	16	2 1/4	3.400	47.007
16	16	2 1/2	4.300	59.450
18	16	2 3/4	6.200	85.718
20	16	3	7.800	107.839
24	16	3 1/2	13.000	179.732



CLASE 2500				
NPS [pulg.]	Número Agujeros	Diámetro Agujeros [pulg.]	Par de Apriete Requerido	
			ft.Lb _f	Kg _f .cm
1	4	7/8	170	2.350
1 1/4	4	1	300	4.148
1 1/2	4	1 1/8	400	5.530
2	8	1	300	4.148
2 1/2	8	1 1/8	400	5.530
3	8	1 1/4	600	8.295
4	8	1 1/2	650	8.987
5	8	1 3/4	1.500	20.738
6	8	2	2.300	31.799
8	12	2	2.400	33.181
10	12	2 1/2	4.900	67.745
12	12	2 3/4	7.900	109.222

Nota:

1. Los valores recomendados de par de apriete se basan en el uso del cuello soldado (pestañas integrales).
2. Otros tipos de bridas pueden requerir diferentes cargas de sellado.
3. Los valores de par de pernos indicados corresponden a un espárrago lubricado con resultado de un factor de fricción de 0,15.



C/ Galileo 8 - P.I. Can Estella

08635 Sant Esteve Sesrovires - Barcelona
(Spain)

Tel. +34 937 715 910 - FAX +34 937 715 319

Email: info@calvosealing.com

www.calvosealing.com