

PARES DE APRIETE

Valores procedentes de la Norma CETA 00520-11.69 (Centro de Estudios Técnicos de Automoción)

La presente norma tiene por objeto indicar el momento necesario para apretar, mediante llave dinamométrica la tornillería normal de acero, montada sobre apoyos rígidos y sometidos únicamente a solicitaciones axiales de valor constante.

Prescripciones generales

- Aproximadamente el 90% del par de apriete se utiliza en vencer los rozamientos.
- El factor de rozamiento es muy variable, y a igualdad de par puede haber grandes variaciones en los esfuerzos desarrollados.
- Cuando se desee obtener una garantía en el esfuerzo, se medirá directamente el alargamiento del tornillo con independencia del par.
- En casos delicados en los que se requiera obtener una dispersión mínima del esfuerzo, las superficies de contacto tuerca y rosca se engrasarán con aceite conteniendo disulfuro de molibdeno ($S_2 Mo$).
- Cuando la tornillería deba emplearse en órganos de vital importancia con solicitaciones axiales alternas, es necesario calcular en cada caso el momento de apriete, teniendo en cuenta el efecto fatiga.
- Los valores de los momentos de apriete, que figuran en los cuadros 2 al 5, se han calculado adoptando como carga de tracción el 80% del límite elástico mínimo exigible de la calidad aplicable.

Coefficiente aparente de rozamiento

En el cuadro 1 se indican los valores de rozamientos correspondientes a diferentes recubrimientos y engrases, los cuales han sido utilizados para determinar los pares de apriete que figuran en los cuadros 2 a 5.

Cuadro 1

Recubrimientos	Coeficiente de rozamiento	
	Engrase residual	Engrase con aceite ¹
Acero con cadmiado	0,07	0,07
Cadmiado con zincado	0,10	0,08
Cadmiado con cadmiado	0,10	0,07
Acero con acero	0,11	0,10
Acero con fosfatado ²	0,11	0,10
Fosfatado con cadmiado	0,11	0,08
Fosfatado con zincado ²	0,11	0,10
Fosfatado con fosfatado ³	0,11	0,11
Acero con zincado	0,12	0,10
Zincado con zincado ⁴	0,14	0,07

1. Para mejor dispersión se aconseja emplear aceite $S_2 Mo$.
2. Se recomienda ser engrasados.
3. Con engrase normal después del fosfatado.
4. No recomendables.

Cuadro 2Para tornillos de acero clase de resistencia 6.8 y límite elástico = 54 kgf/mm²

Rosca tornillo Ø x Paso	Momentos de apriete M (m/kgf) según coeficiente de rozamiento					
	0,07	0,08	0,1	0,11	0,12	0,14
M6 x 1,00	0,48	0,54	0,62	0,66	0,7	0,77
M6 x 0,75	0,50	0,59	0,69	0,73	0,77	0,85
M8 x 1,25	1,1	1,3	1,5	1,6	1,7	1,9
M8 x 1,00	1,2	1,4	1,6	1,7	1,8	2
M10 x 1,50	2,4	2,6	3	3,2	3,4	3,8
M10 x 1,00	2,6	2,8	3,4	3,6	3,8	4,2
M12 x 1,75	3,9	4,5	5	5	5,5	6,5
M12 x 1,50	4,4	4,6	5,5	5,5	6	7
M14 x 2,00	6	7	8	8,5	9	10
M14 x 1,50	7	7,5	9	9,5	10	11
M16 x 2,00	9	11	13	13,5	14	15,5
M16 x 1,50	9,5	11,5	13,5	14	15	17
M18 x 2,50	13	15	17,5	18,5	19,5	21,5
M18 x 1,50	15	17	20	22	24	26
M20 x 2,50	19	21	25	27	28	30
M20 x 1,50	21	23	27	29	31	35
M22 x 2,50	26	28	32	34	37	41
M22 x 1,50	27	29	35	38	40	44
M24 x 3,00	34	36	42	45	48	52
M24 x 2,00	35	39	46	49	52	58
M27 x 3,00	47	53	63	67	71	78
M27 x 2,00	54	56	67	71	76	85
M30 x 3,50	63	73	85	90	95	105
M30 x 2,00	74	78	95	100	105	120
M33 x 3,50	89	100	115	120	130	145
M33 x 2,00	90	105	120	125	135	155
M36 x 4,00	118	125	150	160	170	185
M36 x 3,00	123	135	155	165	175	195
M39 x 4,00	150	160	190	205	220	240
M39 x 3,00	155	170	200	215	230	255

Cuadro 3Para tornillos de acero clase de resistencia 8.8 y límite elástico = 70 kgf/mm²

Rosca tornillo Ø x Paso	Momentos de apriete M (m/kgf) según coeficiente de rozamiento					
	0,07	0,08	0,1	0,11	0,12	0,14
M6 x 1,00	0,62	0,7	0,8	0,85	0,9	1
M6 x 0,75	0,67	0,76	0,9	0,95	1	1,2
M8 x 1,25	1,5	1,7	2	2,1	2,2	2,4
M8 x 1,00	1,6	1,8	2,2	2,3	2,4	2,6
M10 x 1,50	3	3,4	4	4,4	4,4	4,8
M10 x 1,00	3,4	3,7	4,3	4,6	4,9	5,5
M12 x 1,75	4,9	5,5	6,5	7	7,5	8,5
M12 x 1,50	5,4	6	7	7,5	8	9
M14 x 2,00	8,5	9,5	10,5	11	12	13
M14 x 1,50	9	10	11,5	12	13	14
M16 x 2,00	13	14	16	17	18	20
M16 x 1,50	13,5	14,5	17,5	18,5	19,5	22
M18 x 2,50	17	19,5	23	25	26	28
M18 x 1,50	19,5	22	26	28	30	34
M20 x 2,50	24	29	33	35	37	41
M20 x 1,50	27	30	35	37	40	45
M22 x 2,50	34	37	43	46	49	54
M22 x 1,50	36	38	45	49	52	57
M24 x 3,00	42	47	55	59	62	68
M24 x 2,00	47	50	60	64	68	76
M27 x 3,00	62	70	80	85	90	100
M27 x 2,00	67	74	85	95	100	110
M30 x 3,50	80	95	110	120	125	135
M30 x 2,00	90	100	120	130	140	155
M33 x 3,50	115	125	150	160	170	190
M33 x 2,00	120	130	150	165	175	200
M36 x 4,00	145	165	195	210	220	240
M36 x 3,00	160	170	200	215	230	255
M39 x 4,00	195	210	250	270	290	310
M39 x 3,00	205	220	260	280	300	330

Cuadro 4Para tornillos de acero clase de resistencia 10.9 y límite elástico = 90 kgf/mm²

Rosca tornillo Ø x Paso	Momentos de apriete M (m/kgf) según coeficiente de rozamiento					
	0,07	0,08	0,1	0,11	0,12	0,14
M6 x 1,00	0,82	0,9	1	1,05	1,1	1,2
M6 x 0,75	0,87	0,98	1,1	1,2	1,3	1,4
M8 x 1,25	2	2,2	2,6	2,7	2,8	3
M8 x 1,00	2,1	2,3	2,7	2,9	3	3,5
M10 x 1,50	4,1	4,3	5	5,3	5,6	6
M10 x 1,00	4,4	4,7	5,5	6	6,5	7
M12 x 1,75	6,8	7,5	8,5	9	9,5	10,5
M12 x 1,50	7,3	8	9	9,5	10	11
M14 x 2,00	10	12	14	14,5	15	17
M14 x 1,50	11	12,5	14,5	15,5	16,5	18,5
M16 x 2,00	16	18	21	23	24	26
M16 x 1,50	17	19	22	24	25	28
M18 x 2,50	22	25	29	31	33	36
M18 x 1,50	26	28	34	36	38	42
M20 x 2,50	32	36	42	45	48	54
M20 x 1,50	35	38	45	48	51	57
M22 x 2,50	42	47	55	59	63	70
M22 x 1,50	45	49	58	62	66	74
M24 x 3,00	55	61	71	75	80	90
M24 x 2,00	60	65	77	81	85	95
M27 x 3,00	79	90	105	110	115	130
M27 x 2,00	85	95	110	115	125	140
M30 x 3,50	100	120	140	150	160	175
M30 x 2,00	110	130	155	165	175	195
M33 x 3,50	145	165	195	205	215	240
M33 x 2,00	150	195	220	235	255	270
M36 x 4,00	190	210	245	260	280	305
M36 x 3,00	200	220	260	275	295	325
M39 x 4,00	250	270	320	345	370	400
M39 x 3,00	260	285	335	360	385	425

Cuadro 5Para tornillos de acero clase de resistencia 12.9 y límite elástico = 108 kgf/mm²

Rosca tornillo Ø x Paso	Momentos de apriete M (m/kgf) según coeficiente de rozamiento					
	0,07	0,08	0,1	0,11	0,12	0,14
M6 x 1,00	0,9	1,1	1,3	1,35	1,4	1,5
M6 x 0,75	1	1,2	1,4	1,5	1,6	1,7
M8 x 1,25	2,2	2,6	3	3,2	3,4	3,8
M8 x 1,00	2,4	2,8	3,2	3,4	3,6	4
M10 x 1,50	4,8	5,5	6	6,5	7	8
M10 x 1,00	5,2	6	6,5	7	7,5	8,5
M12 x 1,75	7,8	9	10	10,5	12	13
M12 x 1,50	8,8	9,5	11	11,5	12	14
M14 x 2,00	12	14	16	17	18	20
M14 x 1,50	14	15,5	18	19	20	22
M16 x 2,00	18	22	26	27	28	31
M16 x 1,50	19	23	27	28	30	34
M18 x 2,50	26	30	35	37	39	43
M18 x 1,50	30	34	40	44	48	52
M20 x 2,50	38	42	50	54	56	60
M20 x 1,50	42	46	54	58	62	70
M22 x 2,50	52	56	64	68	74	82
M22 x 1,50	54	58	70	76	80	90
M24 x 3,00	68	72	85	90	95	105
M24 x 2,00	70	78	95	100	105	115
M27 x 3,00	94	105	125	135	140	155
M27 x 2,00	108	115	135	145	155	170
M30 x 3,50	126	145	170	180	190	210
M30 x 2,00	148	155	190	200	210	240
M33 x 3,50	178	200	230	245	260	290
M33 x 2,00	180	205	230	250	270	310
M36 x 4,00	236	250	300	320	340	370
M36 x 3,00	246	270	310	330	350	390
M39 x 4,00	300	320	380	410	440	480
M39 x 3,00	310	340	400	430	460	510