

Valori indicativi

Precarichi e coppie di serraggio

Questo procedimento non può sostituire il calcolo eseguito ai sensi della direttiva VDI 2230 e non corrisponde allo stato attuale della tecnica. Tuttavia è in grado almeno di impedire la rottura durante il montaggio di viti per le quali non è stato eseguito il calcolo. La causa principale di queste rotture è da attribuire a coefficienti di attrito più bassi di quelli supposti.

Passo 1: Coefficiente di attrito $\mu_K = \mu_G$

In caso di dubbi sulle caratteristiche esatte della **superficie e delle condizioni di lubrificazione della filettatura e della superficie di appoggio**, dovrà essere scelto nelle tabelle il coefficiente di attrito $\mu_K = \mu_G$ più piccolo possibile che si presenta in pratica (primo montaggio, manutenzione, riparazione ...) vedere **F.049**.

Esempio:

Scelta di una vite e di un dado con caratteristiche superficiali zincatura elettrolitica

coefficiente di attrito $\mu_K = \mu_G = 0,14 - 0,24$, coefficiente minimo $\mu_K = \mu_G = 0,14$

Passo 2: Coppia di serraggio in fase di montaggio $M_{A \max}$

Questa coppia massima ammissibile di serraggio in fase di montaggio per un utilizzo al 90 % del carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2 % ($R_{p0,2}$) è riportata nelle tabelle a partire da pagina **F.053**. Queste è la coppia di serraggio in fase di montaggio in caso di utilizzo di un avvitatore moderno con una dispersione di coppia max. 5 %.

Esempio:

Viti a testa esagonale ISO 4017, M12, classe di resistenza 8.8, zincate. Cercare a pagina **F.054**, in corrispondenza di «filettatura» M12, sulla riga « $\mu_K = \mu_G = 0,14$ ». In questa riga nella parte destra della tabella «Coppia massima di serraggio», nella colonna «Classe di resistenza 8.8» si trova la coppia di serraggio in fase di montaggio $M_{A \max} = 93 \text{ Nm}$

Passo 3: Precarico massimo in fase di montaggio $F_{M \max}$

Assieme alla coppia di serraggio $M_{A \max}$ nella stessa tabella è possibile leggere anche il precarico massimo $F_{M \max}$ corrispondente.

Esempio:

Nella parte sinistra della tabella nella colonna «Classe di resistenza 8.8» e sulla riga «M12/0,14» si trova il precarico massimo corrispondente $F_{M \max} = 41,9 \text{ kN}$.

Passo 4: Precarico minimo in fase di montaggio $F_{M \min}$

Il precarico minimo si ottiene dal precarico massimo applicando il coefficiente di serraggio α_A – vedere **F.051**.

Esempio:

Se la vite viene serrata con una chiave dinamometrica moderna comunemente disponibile in commercio e se viene stimato il coefficiente di attrito, bisogna utilizzare un coefficiente di serraggio $\alpha_A = 1,6 - 2,0$ – vedere tabella a pagina **F.051**. Se la chiave, come presupposto nell'esempio, è ad emissione di segnale, va considerato il valore maggiore 2,0.

Tuttavia, poiché la vite M12x40 è corta, durante il serraggio si avrà un angolo di rotazione piccolo ed un collegamento relativamente rigido e quindi è possibile scegliere un valore leggermente più basso.

Perciò scegliamo $\alpha_A = 1,8$

Precarico minimo ipotizzabile in fase di montaggio:

$$F_{M \min} = F_{M \max} / \alpha_A = 41,9 \text{ kN} / 1,8$$

$$F_{M \min} = 23,3 \text{ kN}$$

Passo 5: Controllo

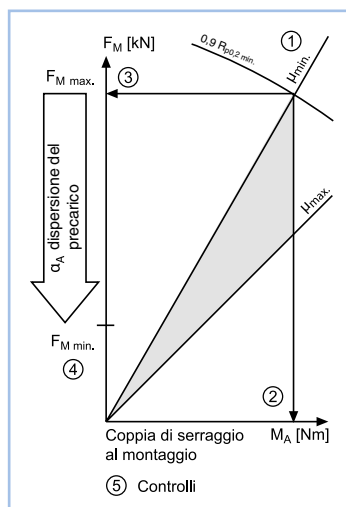
Il controllo con i calcoli ai sensi della direttiva VDI 2230 corrisponde allo «Stato della tecnica»

- Il precarico minimo ipotizzabile in fase di montaggio $F_{M \min}$ è sufficiente per i carichi massimi che si sviluppano in pratica?
- La pressione sulle superfici di appoggio non è troppo elevata?
- In condizioni operative quanto è grande il precarico residuo?
- Non viene superata la resistenza a fatica della vite?

Se per qualsiasi motivo si utilizza per la coppia di serraggio M_A un valore inferiore a quello indicato nella tabella, anche i corrispondenti precarichi in fase di montaggio F_M ed $F_{M \min}$ risulteranno ridotti della stessa percentuale! L'utilizzatore dovrà poi verificare se le proprietà del collegamento saranno comunque sufficienti.

Possibili cause di questo procedimento:

- coefficienti di attrito imprevedibilmente inferiori di quelli specificati e quindi rischio di rottura della vite in fase di montaggio
- eventuale impiego di chaivi dinamometriche più imprecise di quelle specificate e quindi rischio analogo
- elementi nel collegamento che potrebbero deformarsi in modo imprevisto ecc.
- mancata formazione del personale addetto al montaggio



Valori indicativi per filettature a passo grosso VDI 2230

Indicazione secondo la direttiva VDI 2230, edizione 2015: coppie di serraggio massime ammesse e relativi precarichi massimi per viti a testa esagonale ISO 4014-4018, viti con esagono incassato ISO 4762 e per viti con resistenza della testa e superfici d'appoggio della testa analoghe per classi di resistenza da 3.6 a 12.9 per un utilizzo al **90 % del del carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% $R_{p0,2}$** . Fori passanti per viti secondo ISO 273 serie media.

La tabella riporta i valori massimi ammessi e non contiene altri fattori di sicurezza. Essa presuppone la conoscenza delle direttive e dei criteri di dimensionamento.

Valori indicativi tabelle F.053 e F.054

I valori in tabella sono leggermente superiori rispetto alla precedente versione della direttiva VDI 2230, edizione 1986, perché è possibile un miglior sfruttamento di tutta la resistenza della vite utilizzando precarichi maggiori in fase di montaggio. È necessario fare riferimento alle direttive VDI 2230, edizione 2015!

Coppia di serraggio tabelle F.053 e F.054

Per $M_A = F_M \cdot X$ la coppia di serraggio potrà essere determinata con un altro precarico.

Filettatura	Coeff. d'attrito $\mu_K = \mu_G$	Precarico massimo $F_{M \max}$ [N]							Coppia di serraggio massima $M_{A \max}$ [Ncm]							Fattore di conversione X
		Classe di resistenza secondo ISO 898/1							Classe di resistenza secondo ISO 898/1							
		3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	
M1,6	0,10	176	235	294	470	627	882	1058	4,2	5,7	7,1	11,3	15,1	21,2	25,5	0,024
	0,12	171	228	285	455	607	854	1025	4,7	6,3	7,9	12,6	16,9	23,7	28,5	0,028
	0,14	165	220	275	441	588	826	992	5,2	6,9	8,7	13,9	18,5	26	31,2	0,032
M2	0,10	292	390	487	779	1039	1461	1754	9	11,9	14,9	23,8	31,7	44,5	53,5	0,031
	0,12	283	378	472	756	1008	1417	1701	10	13,3	16,7	26,7	35,6	50	60	0,035
	0,14	274	366	457	732	976	1373	1647	11	14,7	18,4	29,4	39,2	55	66	0,040
M2,5	0,10	485	647	809	1294	1725	2426	2911	18	24	30	49	65	91	109	0,037
	0,12	471	628	785	1257	1676	2356	2828	21	27	34	55	73	103	123	0,044
	0,14	457	609	762	1219	1625	2285	2742	23	30	38	60	81	113	136	0,050
M3	0,10	726	968	1210	1936	2582	3631	4357	32	42	53	84	112	158	190	0,044
	0,12	706	941	1177	1883	2510	3530	4236	36	48	60	95	127	179	214	0,051
	0,14	685	914	1142	1827	2436	3426	4111	40	53	66	105	141	198	237	0,058

Filettatura	Coeff. d'attrito $\mu_K = \mu_G$	Precarico massimo $F_{M \max}$ [kN]							Coppia di serraggio massima $M_{A \max}$ [Nm]							Fattore di conversione X
		Classe di resistenza secondo ISO 898/1							Classe di resistenza secondo ISO 898/1							
		3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	
M4	0,08	1,3	1,74	2,17	3,48	4,6	6,8	8,0	0,63	0,84	1,05	1,68	2,3	3,3	3,9	0,50
	0,10	1,26	1,68	2,10	3,36	4,5	6,7	7,8	0,73	0,97	1,21	1,94	2,6	3,9	4,5	0,58
	0,12	1,22	1,63	2,04	3,26	4,4	6,5	7,6	0,82	1,09	1,37	2,19	3,0	4,6	5,1	0,67
	0,14	1,19	1,58	1,98	3,17	4,3	6,3	7,4	0,91	1,21	1,51	2,42	3,3	4,8	5,6	0,76
M5	0,08	2,12	2,83	3,54	5,67	7,6	11,1	13,0	1,2	1,65	2,06	3,3	4,4	6,5	7,6	0,58
	0,10	2,06	2,74	3,43	5,48	7,4	10,8	12,7	1,4	1,9	2,4	3,8	5,2	7,6	8,9	0,70
	0,12	2,00	2,67	3,33	5,33	7,2	10,6	12,4	1,6	2,2	2,7	4,3	5,9	8,6	10,0	0,81
	0,14	1,94	2,59	3,23	5,18	7,0	10,3	12,0	1,8	2,4	3,0	4,8	6,5	9,5	11,2	0,93
M6	0,08	3,00	4,01	5,01	8,02	10,7	15,7	18,4	2,1	2,8	3,6	5,7	7,7	11,3	13,2	0,72
	0,10	2,90	3,87	4,84	7,74	10,4	15,3	17,9	2,5	3,3	4,1	6,6	9,0	13,2	15,4	0,86
	0,12	2,82	3,76	4,71	7,53	10,2	14,9	17,5	2,8	3,7	4,7	7,5	10,1	14,9	17,4	0,99
	0,14	2,74	3,65	4,57	7,31	9,9	14,5	17,0	3,1	4,1	5,2	8,3	11,3	16,5	19,3	1,14
M8	0,08	5,4	7,3	9,1	14,6	19,5	28,7	33,6	5,2	6,9	8,6	13,8	18,5	27,2	31,8	0,95
	0,10	5,3	7,1	8,8	14,2	19,1	28,0	32,8	6,0	8,0	10,0	16,1	21,6	31,8	37,2	1,13
	0,12	5,15	6,9	8,6	13,8	18,6	27,3	32,0	6,8	9,1	11,3	18,2	24,6	36,1	42,2	1,32
	0,14	5,0	6,7	8,3	13,4	18,1	26,6	31,1	7,5	10,1	12,6	20,1	27,3	40,1	46,9	1,51

Precarichi e coppie di serraggio

Filettatura	Coeff. d'attrito $\mu_k = \mu_G$	Precarico massimo $F_{M \max}$ [kN]							Coppia di serraggio massima $M_{A \max}$ [Nm]							Fattore di conversione X
		Classe di resistenza secondo ISO 898/1							Classe di resistenza secondo ISO 898/1							
		3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	3.6	4.6	5.6/4.8	6.8	8.8	10.9	12.9	
M10	0,08	8,7	11,6	14,5	23,2	31,0	45,6	53,3	10,2	13,6	17,0	27,2	36	53	62	1,16
	0,10	8,4	11,3	14,1	22,5	30,3	44,5	52,1	12	16,1	20,1	32,3	43	63	73	1,42
	0,12	8,2	11,0	13,7	21,9	29,6	43,4	50,8	13,7	18,3	22,9	36,5	48	71	83	1,65
	0,14	8,0	10,7	13,3	21,3	28,8	42,2	49,4	15,2	20,3	25,3	40,6	54	79	93	1,89
M12	0,08	12,7	16,9	21,1	33,8	45,2	66,3	77,6	17	23	29	47	63	92	108	1,39
	0,10	12,3	16,4	20,5	32,8	44,1	64,8	75,9	20	27	34	55	73	108	126	1,65
	0,12	12,0	16,0	20,0	32,0	43,0	63,2	74,0	23	31	39	62	84	123	144	1,94
	0,14	11,6	15,5	19,4	31,1	41,9	61,5	72,0	26	34	43	69	93	137	160	2,22
M14	0,08	17,4	23,2	29,0	46,4	62,0	91,0	106,5	28	37	46	74	100	146	171	1,60
	0,10	16,9	22,5	28,2	45,1	60,6	88,9	104,1	33	44	55	88	117	172	201	1,94
	0,12	16,5	21,9	27,4	43,9	59,1	86,7	101,5	37	50	62	100	133	195	229	2,26
	0,14	16,0	21,3	26,7	42,7	57,5	84,4	98,9	41	55	69	111	148	218	255	2,58
M16	0,08	23,8	31,7	39,7	63,5	84,7	124,4	145,5	42	57	71	114	153	224	262	1,80
	0,10	23,2	30,9	38,6	61,8	82,9	121,7	142,4	50	67	84	134	180	264	309	2,17
	0,12	22,6	30,1	37,6	60,2	80,9	118,8	139,0	57	76	96	153	206	302	354	2,54
	0,14	22,0	29,3	36,6	58,6	78,8	115,7	135,4	64	85	107	171	230	338	395	2,92
M18	0,08	29,1	38,8	48,5	77,6	107	152	178	60	80	100	160	220	314	367	2,06
	0,10	28,2	37,7	47,1	75,3	104	149	174	70	93	117	187	259	369	432	2,48
	0,12	27,5	36,7	45,8	73,4	102	145	170	80	106	133	212	295	421	492	2,90
	0,14	26,7	35,7	44,6	71,3	99	141	165	89	118	148	236	329	469	549	3,32
M20	0,08	37,2	49,6	62,0	99,2	136	194	227	83	111	139	223	308	438	513	2,26
	0,10	36,2	48,3	60,3	96,5	134	190	223	98	131	164	262	363	517	605	2,71
	0,12	35,3	47,0	58,8	94,1	130	186	217	112	150	187	300	415	592	692	3,18
	0,14	34,3	45,8	57,2	91,6	127	181	212	125	167	209	334	464	661	773	3,65
M22	0,08	46,3	61,7	77,2	123,5	170	242	283	113	151	189	303	417	595	696	2,46
	0,10	45,1	60,1	75,2	120,3	166	237	277	132	176	220	353	495	704	824	2,95
	0,12	44,0	58,7	73,4	117,4	162	231	271	151	202	252	403	567	807	945	3,46
	0,14	42,9	57,1	71,4	114,3	158	225	264	172	225	284	454	634	904	1057	3,97
M24	0,08	53,6	71,4	89,3	142,9	196	280	327	144	192	240	385	529	754	882	2,70
	0,10	52,1	69,5	86,9	139,0	192	274	320	170	222	280	450	625	890	1041	3,25
	0,12	50,8	67,7	84,7	135,5	188	267	313	193	257	322	515	714	1017	1190	3,80
	0,14	49,4	65,9	82,4	131,8	183	260	305	215	287	359	574	798	1136	1329	4,36
M27	0,08	70,2	93,6	117,0	187,2	257	367	429	210	280	351	561	772	1100	1287	3,00
	0,10	68,4	91,2	114,0	182,4	252	359	420	248	331	414	662	915	1304	1526	3,63
	0,12	66,7	89,0	111,2	178,0	246	351	410	284	379	474	759	1050	1496	1750	4,26
	0,14	65,0	86,7	108,3	173,3	240	342	400	318	424	530	848	1176	1674	1959	4,89
M30	0,08	85,5	114,0	142,5	228,0	313	446	522	287	383	478	766	1053	1500	1755	3,36
	0,10	83,2	111,0	138,7	222,0	307	437	511	338	450	563	901	1246	1775	2077	4,06
	0,12	81,2	108,3	135,3	216,5	300	427	499	386	515	644	1031	1428	2033	2380	4,76
	0,14	79,0	105,3	131,7	210,8	292	416	487	431	575	719	1151	1597	2274	2662	5,46
M33	0,08	106,1	141,5	176,9	283,1	389	554	649	385	514	643	1029	1415	2015	2358	3,64
	0,10	103,5	138,0	172,5	276,0	381	543	635	456	608	760	1216	1679	2392	2799	4,41
	0,12	101,0	134,7	168,4	269,4	373	531	621	523	697	871	1395	1928	2747	3214	5,17
	0,14	98,4	131,2	164,0	262,5	363	517	605	585	780	975	1560	2161	3078	3601	5,95
M36	0,08	124,8	166,4	208,0	332,8	458	652	763	497	663	829	1327	1825	2600	3042	3,99
	0,10	121,6	162,1	202,7	324,3	448	638	747	587	783	979	1566	2164	3082	3607	4,83
	0,12	118,7	158,2	197,8	316,4	438	623	729	672	897	1121	1793	2482	3535	4136	5,67
	0,14	115,6	154,1	192,6	308,1	427	608	711	752	1002	1253	2005	2778	3957	4631	6,51
M39	0,08	149,5	199,4	249,2	398,8	548	781	914	640	854	1067	1708	2348	3345	3914	4,28
	0,10	145,9	194,5	243,1	389,0	537	765	895	758	1011	1264	2022	2791	3975	4652	5,20
	0,12	142,4	189,9	237,4	379,8	525	748	875	870	1160	1450	2321	3208	4569	5346	6,11
	0,14	138,8	185,0	231,3	370,0	512	729	853	974	1299	1624	2598	3597	5123	5994	7,02

Valori indicativi per filettature a passo fine VDI 2230

Indicazioni secondo la direttiva VDI 2230, edizione 2015: pre-
carichi e coppie di serraggio per viti in classe di resistenza da 8.8 a
12.9 per un utilizzo al **90 % del carico unitario di scostamento**
dalla proporzionalità dello 0,2% $R_{p0,2}$.

La tabella non tiene conto di alcun fattore di sicurezza e presup-
pone la conoscenza dei criteri di dimensionamento.

Filettatura	Coeff. d'attrito $\mu_k = \mu_G$	Precarico $F_{M\ max}$ [kN]			Coppie di serraggio $M_{A\ max}$ [Nm]		
		Classe di resistenza secondo ISO 898/1			Classe di resistenza secondo ISO 898/1		
		8.8	10.9	12.9	8.8	10.9	12.9
M8x1	0,08	21,2	31,1	36,4	19,3	28,4	33,2
	0,10	20,7	30,4	35,6	22,8	33,5	39,2
	0,12	20,2	29,7	34,7	26,1	38,3	44,9
	0,14	19,7	28,9	33,9	29,2	42,8	50,1
M10x1,25	0,08	33,1	48,6	56,8	38	55	65
	0,10	32,4	47,5	55,6	44	65	76
	0,12	31,6	46,4	54,3	51	75	87
	0,14	30,8	45,2	52,9	57	83	98
M12x1,25	0,08	50,1	73,6	86,2	66	97	114
	0,10	49,1	72,1	84,4	79	116	135
	0,12	48,0	70,5	82,5	90	133	155
	0,14	46,8	68,7	80,4	101	149	174
M14x1,5	0,08	67,8	99,5	116,5	104	153	179
	0,10	66,4	97,5	114,1	124	182	213
	0,12	64,8	95,2	111,4	142	209	244
	0,14	63,2	92,9	108,7	159	234	274
M16x1,5	0,08	91,4	134,2	157,1	159	233	273
	0,10	89,6	131,6	154,0	189	278	325
	0,12	87,6	128,7	150,6	218	320	374
	0,14	85,5	125,5	146,9	244	359	420
M18x1,5	0,08	122	174	204	237	337	394
	0,10	120	171	200	283	403	472
	0,12	117	167	196	327	465	544
	0,14	115	163	191	368	523	613
M20x1,5	0,08	154	219	257	327	466	545
	0,10	151	215	252	392	558	653
	0,12	148	211	246	454	646	756
	0,14	144	206	241	511	728	852
M22x1,5	0,08	189	269	315	440	627	734
	0,10	186	264	309	529	754	882
	0,12	182	259	303	613	873	1022
	0,14	178	253	296	692	985	1153
M24x2	0,08	217	310	362	557	793	928
	0,10	213	304	355	666	949	1110
	0,12	209	297	348	769	1095	1282
	0,14	204	290	339	865	1232	1442

► Per informazioni dettagliate relative al coefficiente di attrito μ
Pagina F.049

Valori indicativi per tiranti con gambo ridotto

Tiranti in acciaio 21 CrMo V 5 7 (DIN 2510 L foglio 3)
Valori indicativi per i precarichi in fase di montaggio e le coppie di serraggio per un utilizzo al 70 % del carico unitario di scostamento
dalla proporzionalità dello 0,2% $R_{p0,2}$.

Filettatura a passo grosso	M12		M16		M20		M24	
Diametro gambo	8,5	8,5	12	12	15	15	18	18
$\mu_k = \mu_G$	0,10	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12	0,10	0,12
F_M [N]	21 600	21 600	43 500	43 500	67 800	67 800	97 800	97 800
M_A [Nm]	38	44	98	115	190	220	320	370

Coppie di serraggio adatte per viti in poliammide 6.6 e poliammide 6.6-GF50 secondo DIN 34810: 2018-04

Valori indicativi per le coppie di serraggio adatte per viti in poliammide 6.6 (PA6.6 + PA6.6-GF50) a 20 °C, dopo lo stoccaggio in locali con clima normale (umidità relativa dell'aria ai sensi della norma DIN 50014) fino allaregolazione dell'equilibrio dell'umidità.

Coppie di serraggio adatte per viti in PA6.6						
Filettatura	M3	M4	M5	M6	M8	M10
M _A [Nm]	0,1	0,25	0,5	0,8	1,8	3,5

Per non superare eccessivamente le coppie di serraggio indicate nelle tabelle si raccomanda di utilizzare avvitatori con una velocità massima di 150 giri/min.

Coppie di serraggio adatte per viti in PA6.6-GF50			
Filettatura	M5	M6	M8
M _A [Nm]	0,75	1,75	4,0

Coppie di serraggio (valori indicativi) per viti in ottone (CU2)

Filettatura	M2	M2,5	M3	M3,5	M4	M5	M6	M8	M10
M _A [Nm]	0,13	0,27	0,48	0,8	1,1	2,2	3,7	9,1	18,3

Viti in acciai INOX austenitici A1 /A2/A4

Precarichi/coppie di serraggio (filettature metriche a passo grosso) per viti delle classi di resistenza 50/70/80 per un utilizzo al 90 % del carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2 % R_{p0,2}-

La tabella non tiene conto di alcun fattore di sicurezza e presuppone la conoscenza dei criteri di dimensionamento.

Filetta- tura	$\mu_k = \mu_g$	Precarico F _{M max} [kN] Classe di resistenza			Coppia di serraggio M _{A max} [Nm] Classe di resistenza		
		50	70	80	50	70	80
M1,6	0,1	0,21	0,45	0,6	0,05	0,11	0,15
	0,2	0,18	0,39	0,5	0,08	0,17	0,22
	0,3	0,15	0,33	0,44	0,09	0,2	0,27
M2	0,1	0,35	0,74	1	0,11	0,23	0,30
	0,2	0,3	0,64	0,85	0,16	0,35	0,46
	0,3	0,25	0,55	0,7	0,2	0,43	0,57
M2,5	0,1	0,58	1,23	1,64	0,22	0,46	0,62
	0,2	0,5	1,06	1,42	0,34	0,72	0,97
	0,3	0,42	0,9	1,21	0,42	0,89	1,19
M3	0,1	0,86	1,84	2,5	0,37	0,8	1,1
	0,2	0,75	1,6	2,12	0,59	1,26	1,7
	0,3	0,64	1,36	1,81	0,73	1,56	2,1
M4	0,1	1,5	3,2	4,2	0,86	1,85	2,4
	0,2	1,3	2,76	3,6	1,35	2,9	3,8
	0,3	1,1	2,35	3,1	1,66	3,6	4,7
M5	0,1	2,4	5,2	6,9	1,6	3,6	4,8
	0,2	2,1	4,51	6	2,6	5,7	7,6
	0,3	1,8	3,85	5,1	3,3	7	9,4
M6	0,1	3,4	7,3	9,7	2,9	6,3	8,4
	0,2	3	6,4	8,4	4,6	10	13,2
	0,3	2,5	5,5	7,2	5,7	12,2	16,3
M8	0,1	6,2	13,4	17,9	7,1	15,2	20,3
	0,2	5,4	11,6	15,5	11,2	24,1	32,1
	0,3	4,6	9,9	13,3	13,9	30	40
M10	0,1	9,9	21,3	28,4	14	30	39
	0,2	8,6	18,5	24,7	22,2	47,7	63
	0,3	7,4	15,8	21,1	27,6	59,3	79
M12	0,1	14,4	31	41,4	24	51	68
	0,2	12,6	27	36	38	82	109
	0,3	10,7	23	30,8	47	102	136
M14	0,1	19,8	42,6	56,8	38	82	109
	0,2	17,3	37	49,5	61	131	175
	0,3	14,8	31,7	42,3	76	163	217
M16	0,1	27,2	58	77,7	58	126	168
	0,2	23,7	51	67,9	95	204	272
	0,3	20,3	43,5	58,2	119	255	340

Filetta- tura	$\mu_k = \mu_g$	Precarico F _{M max} [kN] Classe di resistenza			Coppia di serraggio M _{A max} [Nm] Classe di resistenza		
		50	70	80	50	70	80
M18	0,1	33,2	71	94	82	176	235
	0,2	28,9	62	82	131	282	376
	0,3	24,7	53	70	164	352	469
M20	0,1	42,5	91	121	115	247	330
	0,2	37,1	79,6	106	187	401	534
	0,3	31,8	68	90	234	501	669
M22	0,1	52,9	113	151	157	337	450
	0,2	46,3	99,3	132	257	551	735
	0,3	39,7	85,2	114	323	692	923
M24	0,1	61,2	131	175	198	426	568
	0,2	53,5	115	153	322	690	920
	0,3	45,8	98	131	403	863	1151
M27	0,1	80,2	—	—	292	—	—
	0,2	70,3	—	—	478	—	—
	0,3	60,3	—	—	601	—	—
M30	0,1	97,6	—	—	397	—	—
	0,2	85,5	—	—	648	—	—
	0,3	73,3	—	—	831	—	—
M33	0,1	121	—	—	536	—	—
	0,2	106	—	—	880	—	—
	0,3	91	—	—	1108	—	—
M36	0,1	143	—	—	690	—	—
	0,2	125	—	—	1130	—	—
	0,3	107	—	—	1420	—	—
M39	0,1	171	—	—	890	—	—
	0,2	150	—	—	1467	—	—
	0,3	129	—	—	1848	—	—

Gli elementi d'assemblaggio di questi acciai hanno la tendenza a grippare durante il serraggio. Questo rischio può essere diminuito mediante delle su-
perfici filettate lisce (filetti rullati), con una lubrificazione, con un rivestimento
preapplicato Molykote (nero), con una minor velocità dell'avvitatore, oppure
con un serraggio senza interruzione (un avvitatore ad impulsi non è adatto)

 Per i coefficienti d'attrito μ
Pagina F.049

La sicurezza nella tecnica dei collegamenti filettati presume una corretta specifica delle condizioni di lubrificazione

Il coefficiente di attrito è influenzato soprattutto dall'accoppiamento fra i materiali, dallo stato delle superfici di contatto e dalle condizioni di lubrificazione. La conoscenza del coefficiente d'attrito, insieme alla relazione che intercorre tra la coppia di serraggio ed il precarico, è un pre-requisito per la sicurezza nel montaggio.

La corrosione della filettatura o delle superfici di contatto modifica il comportamento del collegamento filettato dopo un certo tempo. Accoppiamento di materiali diversi, elevate temperature di esercizio e umidità favoriscono il grippaggio e rendono difficoltose le operazioni di manutenzione.

Per un processo di montaggio sicuro è raccomandabile lubrificare mediante un rivestimento tribologico a secco

Il rivestimento tribologico a secco è la soluzione per gli elementi di collegamento sottoposti a sollecitazioni meccaniche (dadi, viti, rosette). Questo rivestimento, che viene applicato in strati sottili con un processo non elettrolitico, offre una lubrificazione integrata ed una protezione supplementare dalla corrosione.

Conosciuti anche come AFC (Anti-Friction Coatings) sono lubrificanti solidi asciutti al tatto ed hanno la formulazione e l'aspetto di una verniciatura industriale. **CresaCoat®**, ad esempio, è una soluzione economica che garantisce l'uniformità del coefficiente di attrito, contribuendo a semplificare ulteriormente i processi di assemblaggio.

Valori approssimati per elementi di collegamento con cava esagonale o esalobata

Valori indicativi per coppia di serraggio ridotta M_A [Nm]										
Norma	ISO 7379	DIN 6912	DIN 7984	Bossard	Bossard	ISO 14580	ISO 14583	~ISO 14583	ISO 7380-1	~ISO 7380-1
Tipologia della vite										
Acciaio	012.9 BN 1359	08.8 BN 15 BN 20737	08.8 BN 16 BN 17	010.9 BN 1206 BN 20697 BN 20698	08.8 BN 9524	08.8 BN 4850	08.8 BN 20005	08.8 BN 20228 BN 84405	010.9 BN 19 BN 13255 BN 30102	08.8 BN 6404
M2	–	–	–	0,22	0,19	0,25	0,25	–	0,27	0,25
M2,5	–	–	–	0,45	0,4	0,5	0,5	–	0,6	0,5
M3	–	1	0,9	0,8	0,7	0,9	0,9	0,9	0,95	0,9
M3,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M4	–	2,3	2,1	1,95	1,6	2	2	2	2,3	2
M5	5,2	4,6	4	3,8	3,2	4	4	4	4,6	4
M6	9	8,1	7,2	6,6	5,4	7,2	7,2	7,2	8	7,2
M8	21,6	19,4	17,3	16	13	17	17	–	19	17,3
M10	43	38,7	34,4	32	23	34	34	–	38	34,5
M12	73	65	58	–	–	–	–	–	65	58
M14	–	105	–	–	–	–	–	–	–	–
M16	180	162	144	–	–	–	–	–	–	–
M20	363	330	290	–	–	–	–	–	–	–
M22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M24	–	560	500	–	–	–	–	–	–	–
INOX		A2/A4 BN 33001 BN 1350	A2 BN 2844		A2 BN 20146	A2 BN 15857	A2/A4 BN 5687 BN 20038		A2/A4 BN 1593 BN 6971 BN 8699	
M2	–	–	–	–	0,14	0,19	0,19	–	0,19	–
M2,5	–	–	–	–	0,28	0,37	0,37	–	0,37	–
M3	–	–	0,6	–	0,5	0,64	0,64	–	0,64	–
M3,5	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M4	–	1,5	1,3	–	1,1	1,5	1,5	–	1,5	–
M5	–	2,9	2,6	–	2,2	3	3	–	3	–
M6	–	5	4,5	–	3,8	5	5	–	5	–
M8	–	12	10	–	9,1	12	12	–	12	–
M10	–	24	21	–	18	24	24	–	24	–
M12	–	40	36	–	–	–	–	–	40	–
M14	–	65	–	–	–	–	–	–	–	–
M16	–	100	90	–	–	–	–	–	–	–
M20	–	200	180	–	–	–	–	–	–	–
M22	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
M24	–	340	310	–	–	–	–	–	–	–

Capacità di carico ridotta
Pagina F.058

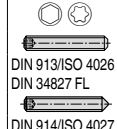
! Fare particolare attenzione alle condizioni limite!

Le viti non sono idonee a trasmettere carichi elevati. A causa della tipologia di manovra è necessario serrare queste viti con una coppia di serraggio ridotta.

! Capacità di carico ridotta

A causa della geometria della testa e/o della forma dell'impronta, le viti secondo queste specifiche di prodotto presentano una capacità di carico ridotta secondo ISO 898-1 ed è quindi necessario utilizzare le coppie di serraggio ridotte indicate.

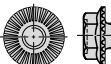
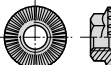
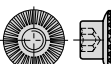
A causa del tipo di impronta potrebbe non essere sempre possibile applicare la coppia di serraggio indicata: in questo caso potrebbero essere utili degli inserti conici.

Valori indicativi per coppia di serraggio ridotta M _A [Nm]											
Norma	Bossard ~ISO7380-2	Bossard ~ISO7380-2	ecosyn®-fix	ecosyn®-fix	SN 213307	ISO 14583	DIN 7991 ISO 10642	DIN 7991 ISO 10642	ISO 14581	ecosyn®-fix	DIN/ISO
Tipo- logia della vite											 DIN 913/ISO 4026 DIN 34827 FL DIN 914/ISO 4027 DIN 915/ISO 4028 DIN 916/ISO 4029 DIN 34827 CP
Acciaio	08.8 BN 20367	010.9 BN 11252 30104	4.8 BN 5128	4.8 BN 4825	4.8 BN 380 381	4.8 BN 30503	08.8 BN 30105 2100	010.9 BN 20 21 1422 2101 2102 2103	08.8 BN 4851	4.8 BN 5950	45 H ¹⁾ Vari
M2,5	–	–	0,4	0,3	0,3	–	0,5	0,55	0,5	–	–
M3	1	1	0,7	0,5	0,5	0,7	0,9	0,95	0,9	0,5	0,5
M4	2,5	2,5	1,6	1,2	1,2	1,6	2	2,3	2	1,2	1,5
M5	5	5	3,2	2,4	2,4	3,2	4	4,6	4	2,4	3
M6	8	8	5,4	4	4	5,4	7,2	7,9	7,2	4,1	5
M8	20	20	–	–	–	–	17	19	17	10	12
M10	40	40	–	–	–	–	35	38	35	20	24
M12	66	66	–	–	–	–	58	65	58	34	40
M14	–	–	–	–	–	–	93	100	93	–	60
M16	–	–	–	–	–	–	144	158	144	–	100
M18	–	–	–	–	–	–	–	220	205	–	120
M20	–	–	–	–	–	–	–	310	290	–	180
M22	–	–	–	–	–	–	–	420	400	–	210
M24	–	–	–	–	–	–	–	530	500	–	310
INOX	A2 BN 2058		A2 BN 10649	BN 5952	BN 2845		A2/A4 BN 616 4719 2104 2105	BN 3803 20039	A2 BN 5951	A2/A4 Vari	
M2,5	–	–	0,5	0,4	0,4	–	–	0,23	0,23	–	–
M3	0,64	–	0,8	0,8	0,8	–	–	0,4	0,4	0,8	0,2
M4	1,5	–	1,8	1,6	1,6	–	–	0,9	0,9	1,8	0,7
M5	3,0	–	3,6	3,2	3,2	–	–	1,8	1,8	3,6	1,5
M6	5,0	–	6,3	6	6	–	–	3,1	3,1	6,3	2,5
M8	12,0	–	–	–	–	–	–	7,6	7,6	15,2	6
M10	–	–	–	–	–	–	–	15	15	30	12
M12	–	–	–	–	–	–	–	25	25	51	20
M14	–	–	–	–	–	–	–	40	40	–	30
M16	–	–	–	–	–	–	–	63	63	–	50
M18	–	–	–	–	–	–	–	85	85	–	90
M20	–	–	–	–	–	–	–	120	120	–	105
M22	–	–	–	–	–	–	–	160	160	–	150
M24	–	–	–	–	–	–	–	200	200	–	–

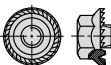
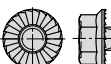
¹⁾ Le classi di resistenza e le proprietà meccaniche secondo la norma ISO 898, parte 5 non sono applicabili alle viti senza testa sottoposte a sollecitazioni di trazione.

Coppie di serraggio per viti e dadi flangiati

Coppie di serraggio M_A [Nm] e precarichi indicativi F_M [kN] per viti e dadi VERBUS RIPP® e per viti INBUS RIPP® viti, per un utilizzo al 90% del carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% $R_{p0,2}$

Flangia con nervature	Materiale del componente	Coefficiente d'attrito $\sim \mu_{tot}$	Valori indicativi per le coppie di serraggio M_A [Nm]						
			M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Denominazione Classe di resistenza	Acciaio $R_m \geq 800 \text{ N/mm}^2$	0,13 a 0,16	10	18	37	80	120	215	310
VERBUS RIPP® BN 2797, BN 9727 Classe di resistenza 100 	Acciaio $R_m < 800 \text{ N/mm}^2$	0,12 a 0,18	11	19	42	85	130	230	330
	Ghisa grigia $R_m \sim 150 \text{ a } 450 \text{ N/mm}^2$	0,125 a 0,16	9	16	35	75	115	200	300
	Lega leggera non incrudita	0,14 a 0,2	16	28	65	120	190	320	450
	Lega leggera incrudita	0,13 a 0,18	14	25	55	100	160	275	400
BN 2798, BN 14527 Classe di resistenza 10 	~Precarico indicativo F_M [kN]¹⁾								
			9	12,6	23,2	37	54	74	102
INBUS RIPP® BN 3873 Classe di resistenza 100 	Acciaio $R_m \geq 800 \text{ N/mm}^2$	0,13 a 0,16	11	20	42	85	140		
	Acciaio $R_m < 800 \text{ N/mm}^2$	0,12 a 0,18	13	24	45	90	150		
	Ghisa grigia $R_m \sim 150 \text{ a } 450 \text{ N/mm}^2$	0,125 a 0,16	10	19	39	80	120		
	~Precarico indicativo F_M [kN]¹⁾								
			9	12,6	23,2	37	54		

Coppie di serraggio M_A [Nm] e precarichi indicativi F_M [kN] per viti e dadi VERBUS TENSILOCK® per un utilizzo al 90% del carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2% $R_{p0,2}$

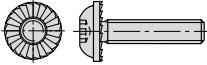
Flangia con corona esterna dentellata	Materiale del componente	Coefficiente d'attrito $\sim \mu_{tot}$	Valori indicativi per le coppie di serraggio M_A [Nm]						
			M5	M6	M8	M10	M12	M14	M16
Denominazione Classe di resistenza	Acciaio $R_m \sim 500 \text{ a } 900 \text{ N/mm}^2$	0,14 a 0,18	9,5	16,5	40	79	137	218	338
VERBUS TENSILOCK® BN 73 Classe di resistenza 90 	Ghisa grigia $R_m \sim 150 \text{ a } 450 \text{ N/mm}^2$	0,12 a 0,18	7,6	13,2	31,8	63	108	172	264
	Lega leggera non incrudita	0,16 a 0,24	10,5	18,2	44	87	150	240	372
	~Precarico indicativo F_M [kN]¹⁾								
BN 190, BN 30312, BN 20230, BN 80014 Classe di resistenza 8 			6,35	9	16,5	26,6	38,3	52,5	73
Viti a testa esagonale con flangia dentellata BN 20170, BN 20226, BN 80007 Classe di resistenza 8.8 	Acciaio $R_m \sim 500 \text{ a } 900 \text{ N/mm}^2$	0,12 a 0,18	6,5	11,3	27,3	54	93	148	230
	Ghisa grigia $R_m \sim 150 \text{ a } 450 \text{ N/mm}^2$	0,12 a 0,16	5,9	10,1	24,6	48	84	133	206
	Lega leggera non incrudita	0,14 a 0,2	7,8	13,6	32,7	65	112	178	276
	~Precarico indicativo F_M [kN]¹⁾								
			7	9,9	18,1	28,8	41,9	57,5	78,8

¹⁾ Valori di riferimento per viti senza rivestimento superficiale accoppiate con particolari in acciaio con carico unitario di rottura $\leq 800 \text{ N/mm}^2$

Attenzione

I valori di precarico indicativi dovranno essere confermati con prove pratiche.

Coppie di serraggio M_A [Nm] e precarichi indicativi F_M [kN] per viti ecosyn®-grip per un utilizzo al 90 % del carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2 % $R_{p0,2}$

Flangia dentellata	Materiale del componente	Coefficiente d'attrito $\sim\mu_{tot}$	Valori indicativi per le coppie di serraggio M_A [Nm]			
			M5	M6	M8	M10
Denominazione Classe di resistenza	Acciaio $R_m \sim 500$ a 900 N/mm ²	0,15 a 0,20	8,5	15	29	67
 ecosyn®-grip BN 219 Classe di resistenza 8.8	Ghisa grigia $R_m \sim 150$ a 450 N/mm ²	0,11 a 0,25	10	17	21	47
	Lega leggera non incrudita	0,22 a 0,40	17	29	36	87
	Lega leggera incrudita	0,19 a 0,35	14	25	33	76
	~Precarico indicativo F_M [kN] ¹⁾					
			7	9,9	18,1	28,8

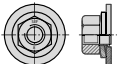
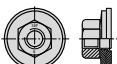
¹⁾ Valori di riferimento per viti senza rivestimento superficiale accoppiate con particolari in acciaio con carico unitario di rottura ≤ 800 N/mm²

! Attenzione

I valori di precarico indicativi dovranno essere confermati con prove pratiche.

Coppie di serraggio ecosyn®-SEF

Coppie di serraggio M_A [Nm] e precarichi indicativi F_M [kN] per dadi ecosyn®-SEF per un utilizzo al 90 % del carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2 % $R_{p0,2}$

Denominazione dadi	Materiale della vite	Coefficiente d'attrito $\sim\mu_{tot}$	Valori indicativi per le coppie di serraggio M_A [Nm]					
			M4	M5	M6	M8	M10	M12
Classe di resistenza	Acciaio classe 8.8	0,14 a 0,24	3,3	6,5	11,3	27,3	54	93
 ecosyn®-SEF BN 33855 (tipo L) Classe di resistenza 8			~Precarico indicativo F_M [kN] ¹⁾					
			4,3	7	9,9	18,1	28,8	41,9
 ecosyn®-SEF BN 33966 (tipo M) Classe di resistenza 8								

¹⁾ Valori indicativi dei precarichi F_M [kN] ottenibili con elementi di collegamento grezzi

! Attenzione

I valori di precarico indicativi dovranno essere confermati con prove pratiche.

Coppie di serraggio indicative per le rondelle di sicurezza NORD-LOCK®

I valori indicati delle coppie di serraggio sono basati su prove di laboratorio, sono forniti senza impegno e dovranno essere verificati per ogni singola applicazione. In determinate condizioni pratiche il coefficiente d'attrito può raggiungere valori inferiori a quelli indicati!

Valori indicativi secondo ISO 16047 basati su pasta antigrippaggio Molykote® 1000 con rondelle di sicurezza NORD-LOCK® rivestite in lamelle di zinco utilizzate con viti in classe di resistenza 8.8, 10.9, 12.9 e in acciaio inossidabile austenitico

NORD-LOCK®							
Classe di resistenza	Lubrificante	Coefficiente di attrito					
	Sulla filettatura e sulla superficie di appoggio	$\mu_{\text{filettatura}}$ min	$\mu_{\text{filettatura}}$ max	μ_{testa} min	μ_{testa} max	μ_{tot} min	μ_{tot} max
8.8	Molykote® 1000	0,10	–	0,13	–	0,12	0,20
10.9	Molykote® 1000	0,10	–	0,11	–	0,11	0,18
12.9	Molykote® 1000	0,10	–	0,10	–	0,11	0,17
A2-70, A4-70 A2-80, A4-80	Molykote® 1000	0,10	–	0,08	–	0,10	0,16

NORD-LOCK®													
Classe di resistenza	Materiale del componente	Lubrificante	Coefficiente di attrito μ_{tot}	M5x0,8	M6x1	M8x1,25	M10x1,5	M12x1,75	M16x2	M20x2,5	M24x3	M27x3	M30x3,5
		Sulla filettatura e sulla superficie di appoggio											
8.8	Acciaio Rm < 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,12 a 0,20	Coppia di serraggio M _{A max} [Nm]									
				5,9	10,1	24,6	48	84	206	415	714	1050	1420
				Precarico max. F _M [kN]									
10.9	Acciaio Rm ≥ 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,11 a 0,18	7,2	10,2	18,6	29,6	43	81	130	188	246	300
				Coppia di serraggio M _{A max} [Nm]									
				8,1	14	33,9	66,8	115	283	554	953	1400	1900
12.9	Acciaio Rm ≥ 800 N/mm²	Molykote® 1000	0,11 a 0,17	Precarico max. F _M [kN]									
				10,7	15,2	27,7	44	64,1	120	188	270	355	432
				Coppia di serraggio M _{A max} [Nm]									
A2-70 A4-70	INOX austenitico 100 – 200 HV	Molykote® 1000	0,10 a 0,16	9,4	16,4	39,7	78,2	134,9	331	648	1120	1640	2230
				Precarico max. F _M [kN]									
				12,5	17,7	32,4	51,5	75	141	220	317	416	506
A2-80 A4-80	INOX austenitico 200 – 300 HV	Molykote® 1000	0,10 a 0,16	Coppia di serraggio M _{A max} [Nm]									
				3,6	6,3	15,2	29,9	51,6	126	247	425	623	848
				Precarico max. F _M [kN]									
A2-80 A4-80	INOX austenitico 200 – 300 HV	Molykote® 1000	0,10 a 0,16	5,2	7,3	13,4	21,3	31,1	58,3	91,1	131	172	209
				Coppia di serraggio M _{A max} [Nm]									
				4,8	8,4	20,2	39,9	68,7	169	330	567	831	1131
A2-80 A4-80	INOX austenitico 200 – 300 HV	Molykote® 1000	0,10 a 0,16	Precarico max. F _M [kN]									
				6,9	9,8	17,9	28,5	41,4	77,7	121	175	229	279
				Coppia di serraggio M _{A max} [Nm]									

Il precarico e la coppia di serraggio si basano sulle seguenti condizioni:

- Viti a testa esagonale secondo ISO 4014 o ISO 4017
- Viti a testa cilindrica secondo ISO 4762
- Foro passante secondo ISO 273-m
- $v = 0,9$ per viti prigioniere con filettatura metrica secondo ISO 68 o ISO 724

Al momento di definire la coppia applicata è necessario tener conto della dispersione della stessa, la quale varia a seconda del metodo di serraggio utilizzato.

I dati forniti sono valori indicativi riferiti alle condizioni iniziali del materiale, allo scopo specificato e all'utilizzo in condizioni lubrificate.

Esclusione di responsabilità

I valori indicativi per le coppie di serraggio riportati in queste linee guida sono stati verificati nei laboratori di prova e rappresentano esempi di configurazione. La presente guida è da intendersi come supporto per il calcolo delle coppie di serraggio e deve essere utilizzata come tale. Ogni calcolo svolto con l'aiuto della presente guida dovrà essere verificato e testato prima dell'uso. Nord-Lock International AB e le sue consociate non si assumono alcuna responsabilità per opere o progetti realizzati sulla base di calcoli basati su queste linee guida.

Torquelator by Nord-Lock

Questa applicazione online calcola il precarico e la coppia corrispondente per i collegamenti filettati assemblati con rondelle Nord-Lock. È necessario scegliere tra due diversi metodi di calcolo (Kellermann & Klein e VDI 2230), selezionare la dimensione della vite (metrica o in pollici), la classe di resistenza e il lubrificante per ottenere il valore della coppia di serraggio.

A seconda del tipo di sollecitazione statica e dinamica, le condizioni superficiali si modificano in funzione della temperatura, della pressione e della velocità di avvitamento e possono influenzare le condizioni di attrito dei componenti.

I valori dei coefficienti di attrito secondo ISO 16047 per viti lubrificate con MOLYKOTE® 1000 sono riferiti al primo avvitamento e ai criteri della direttiva VDI 2230, a condizione che la superficie della madrevite coincida con quella della vite. Per tutte le altre combinazioni di superfici è necessario determinare il coefficiente di attrito.

In alcune applicazioni particolari, dove i componenti serrati presentano una durezza elevata e una rugosità superficiale bassa, durante il serraggio potrebbe verificarsi uno slittamento contro il componente che ridurrebbe il coefficiente di attrito (μ_{testa}).



Il contenuto della presente documentazione non può essere interpretato come un'autorizzazione o un suggerimento a violare brevetti o marchi registrati di NORD-LOCK®, www.nord-lock.com.

Bulloneria strutturale ad alta resistenza per carpenteria (assiemi HV)

Il regolamento UE 305/2011, entrato in vigore per i prodotti da costruzione, introduce l'obbligo di una **dichiarazione di prestazione** e della **marcatatura CE**. Il Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR) sostituisce la precedente direttiva sui prodotti da costruzione (**direttiva 89/106/CEE**). La norma DIN 18800-7, che definisce i criteri per ottenere l'omologazione per i costruttori di carpenteria in acciaio, viene sostituita dalla norma EN 1090. La norma EN 1090 specifica i requisiti per la valutazione di conformità dei componenti strutturali in acciaio immessi sul mercato come prodotti da costruzione.

I singoli requisiti per gli elementi di collegamento sono definiti dalle norme armonizzate EN 15048 ed EN 14399-segg. rispettivamente per la **carpenteria strutturale** e per le **strutture metalliche**.

Occorre sottolineare che la marcatura CE è obbligatoria solamente nei casi in cui gli elementi di collegamento siano utilizzati in un edificio per rimanervi incorporati permanentemente e influenzino in maniera fondamentale i requisiti di base dell'edificio stesso. E' necessario indicare nelle richieste di offerta e/o negli ordini la **norma armonizzata** o l'obbligatorietà della **dichiarazione di prestazione** per gli elementi di collegamento che devono rispettare i requisiti specifici per i prodotti da costruzione.

La classe di resistenza di viti e dadi ed eventualmente il trattamento superficiale devono essere definiti nell'ambito di tutte le possibilità ammesse dalla rispettiva norma di prodotto

Gli Eurocodici sono lo standard europeo di riferimento per la progettazione strutturale di edifici e altre opere di ingegneria. Per la progettazione delle strutture in acciaio si applica la norma EN 1993.

Categorie dei collegamenti filettati secondo EN 1993-1-8

Collegamenti a taglio		
Cat. A	Collegamenti a contatto	Precarico a norma non necessario
Cat. B	Collegamenti ad attrito allo stato limite di esercizio	Precarico necessario
Cat. C	Collegamenti ad attrito allo stato limite ultimo	Precarico necessario

Collegamenti a trazione		
Cat. D	Non precaricati	Precarico a norma non necessario
Cat. E	Precarico	Precarico necessario

Bulloneria strutturale ad alta resistenza per carpenteria secondo EN 14399

Tipo di assieme per collegamenti filettati		Sistema HR				Sistema HV		Sistema HRC	
Requisiti generali		EN 14399-1							
Idoneità al precarico		EN 14399-2 e, se necessario, test addizionali specificati nella norma di prodotto							
Viti e dadi		EN 14399-3		EN 14399-7		EN 14399-4	EN 14399-8	EN 14399-10	
Marcatura	Viti	HR8.8	HR10.9	HR8.8	HR10.9	HV10.9	HVP10.9	HRC10.9	
	Dadi	HR8 o HR10	HR10	HR8 o HR10	HR10	HV10		HR10	HRD10
Rondella/e		EN 14399-5 ¹⁾ o EN 14399-6		EN 14399-5 ¹⁾ o EN 14399-6		EN 14399-6		EN 14399-6	EN 14399-5 ¹⁾ o EN 14399-6
Marcatura		H o HR ²⁾		H o HR ²⁾		H o HV ²⁾		H o HR ²⁾	H o HR ²⁾ o HD ³⁾

¹⁾ Le rondelle secondo EN 14399-5 possono essere utilizzate solo sotto il dado.

²⁾ A discrezione del produttore.

³⁾ Marcatura obbligatoria solo per rondelle con diametro esterno maggiorato secondo EN 14399-5.

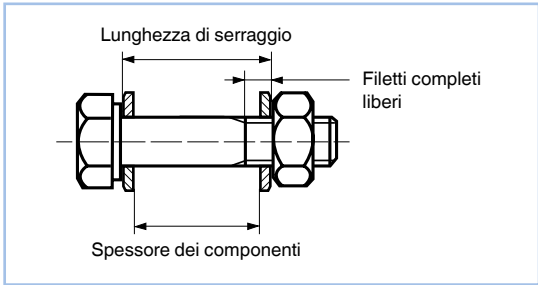
Corrispondenze norme DIN/EN

Norma	Prodotto	Dimensioni	Materiale	Sostituita da
DIN 6914	Viti a testa esagonale ad alta resistenza HV	M12–M36	10.9	EN 14399-4
DIN 6915	Dadi esagonali ad alta resistenza HV	M12–M36	10	EN 14399-4
DIN 6916	Rondelle (rotonde) ad alta resistenza HV	13–37	300–370 HV	EN 14399-6
DIN 6917	Piastrine a cuneo per appoggio su profilati IPN	13–37	295–350 HV	resta in vigore
DIN 6918	Piastrine a cuneo per appoggio su profilati UPN	13–37	295–350 HV	resta in vigore
DIN 7999	Viti a testa esagonale e gambo calibrato ad alta resistenza HV	M12–M30	10.9	EN 14399-8

Lunghezza di serraggio

Secondo la norma EN 14399-4 la lunghezza di serraggio si misura tra la superficie di appoggio della testa della vite e quella del dado. La distanza fra le rondelle è chiamata spessore dei componenti. Devono essere previsti un sufficiente numero di filetti completi liberi.

In caso di viti adatte a precarico, secondo EN 14399-3, EN 14399-7 ed EN 14399-10, oltre ai filetti incompleti e allo spessore dell'eventuale rondella, devono rimanere almeno quattro filetti completi liberi tra il piano di appoggio del dado e la parte non filettata del gambo della vite.



Metodo di serraggio

Assiemi per collegamenti filettati non a serraggio controllato

Gli assiemi per collegamenti filettati non a serraggio controllato, realizzati con acciai non legati, legati e inossidabili austenitici, devono essere conformi alla norma EN 15048-1.

Gli assiemi secondo EN 14399-1 possono essere utilizzati anche per collegamenti filettati non a serraggio controllato.

Assiemi per collegamenti filettati a serraggio controllato

La bulloneria strutturale ad alta resistenza a serraggio controllato è costituita dai sistemi HR, HV e HRC. Deve essere conforme ai requisiti della norma EN 14399-1 e della relativa norma europea. Le viti in acciaio inossidabile non possono essere utilizzate in applicazioni strutturali a serraggio controllato, se non specificato altrimenti. Quando vengono utilizzate, devono essere considerate come elementi di collegamento speciali.

Se non specificato diversamente, il valore nominale del precarico minimo prescritto $F_{p,C}$ è dato da:

$F_{p,C} = 0,7 \times f_{ub} \times A_s$, dove f_{ub} è il carico unitario di rottura nominale del materiale delle viti e A_s è l'area di sollecitazione nominale della vite.

Metodi di serraggio per le classi k

Metodo di serraggio	Precarico	Classi k
Metodo della coppia	$F_{p,C}$	K2
Metodo combinato	$F_{p,C}$	K1 (o K2)
Metodo modificato	F_{p,C^*}	K1

Le cosiddette **classi k** sono definite per gli assiemi HV consegnati ed indicano indirettamente il coefficiente di attrito dell'assieme fornito. Ad esempio, **classe K1** specifica, come elemento fondamentale di un assieme, le condizioni di lubrificazione del dado, garantendo un processo affidabile per ottenere il precarico minimo. Di conseguenza il serraggio deve essere effettuato dal lato del dado.

Le classi k ed eventualmente anche le coppie di serraggio per il metodo modificato secondo EN 1993-1-8/NA per F_{p,C^*} sono indicate sulla confezione. Tutti gli elementi di un assieme HV sono quindi combinabili illimitatamente fra ogni lotto di produzione di uno stesso costruttore e vengono forniti in confezioni separate. Le coppie di serraggio e i precarichi corrispondenti sono indicati nella norma EN 1993-1-8/NA.

Precarichi e coppie di serraggio per assiemi HV 10.9 secondo EN 14399-4 / EN 14399-6 – classe K1 secondo 14399-1

Norma di riferimento	Metodo di serraggio	Caratteristiche speciali
EN 1090-2	Metodo della coppia	Omologato in Europa solo con collaudo K2 (ad eccezione della Germania)
EN 1090-2	Metodo combinato coppia di pre-serraggio / rotazione aggiuntiva	Solo con K1 o K2
DIN EN 1993-1-8/NA	Metodo modificato della coppia e metodo modificato combinato coppia di pre-serraggio/rotazione aggiuntiva	Quando le viti non vengono serrate fino al precarico massimo

Metodo della coppia

Le viti devono essere serrate con un dispositivo di serraggio che disponga di un campo di impiego adeguato. Possono essere utilizzati avvitatori manuali o automatici. Gli avvitatori ad impulsi possono essere utilizzati solo per la prima fase di serraggio per ogni vite.

Metodo di serraggio combinato con coppia di pre-serraggio e rotazione aggiuntiva per la classe di resistenza 10.9 (EN 1090)

Con il metodo di serraggio combinato per gli assiemi HV 10.9 e una classe K1, secondo la norma EN 1090-2 per ottenere il precarico minimo $F_{p,C}$, viene applicata, in una prima fase, una coppia di pre-serraggio secondo i valori della tabella. Questa prima fase deve essere completata per tutte le viti di un collegamento, prima di iniziare con la seconda fase di serraggio e applicare la rotazione aggiuntiva prescritta.

Precarichi e coppie di serraggio (EN 1090)

EN 1090-2		Diametro della vite in mm							
		12	16	20	22	24	27	30	36
Precarico minimo prescritto $F_{p,C}$	[kN]	59	110	172	212	247	321	393	572
Coppia di riferimento (classe K1) $M_{r,1}$	[Nm]	92	229	447	606	771	1127	1533	2677
Coppia di pre-serraggio = 0,75 $M_{r,1}$	[Nm]	67	165	322	439	557	815	1107	1935

Angolo di rotazione aggiuntivo con il metodo di serraggio combinato per assiemi HV 10.9 (EN 1090)

Spessore nominale totale «t» dei particolari da serrare (inclusi tutti gli spessori e le rondelle) d = diametro della vite	Angolo di rotazione aggiuntivo da applicare durante la seconda fase di serraggio
< 2 d	60°
2 d ≤ t < 6 d	90°
6 d ≤ t ≤ 10 d	120°

Nota: Se la superficie del sottotesta della vite o la superficie di appoggio del dado (tenendo conto dell'eventuale impiego di piastrine di appoggio a cuneo) non risultano perpendicolari all'asse della vite, l'angolo di rotazione richiesto deve essere determinato tramite prove sperimentali.

Precarichi e coppie di serraggio

Metodo modificato della coppia (DIN EN 1993-1-8/NA)

Il metodo modificato della coppia consiste normalmente in due fasi di serraggio. Una coppia di pre-serraggio pari al massimo allo 0,75 della coppia di riferimento modificata viene applicata a tutte le viti di un collegamento prima di iniziare con la seconda fase di serraggio. Applicando la coppia di riferimento modificata della tabella, il precarico prescritto $F_{p,C}$ viene ottenuto durante la seconda fase.

Metodo modificato combinato (DIN EN 1993-1-8/NA)

Con il metodo modificato combinato per ottenere il precarico prescritto $F_{p,C}$, viene applicata una coppia di pre-serraggio secondo il metodo della coppia. Questa prima fase deve essere completata per tutte le viti di un collegamento, prima di iniziare con la seconda fase di serraggio ed applicare la rotazione aggiuntiva prescritta.

Precarichi e coppie di serraggio (DIN EN 1993-1-8/NA)

DIN EN 1993-1-8/NA	Diametro della vite in mm							
	12	16	20	22	24	27	30	36
Precarico minimo prescritto modificato $F_{p,C}$ [kN]	50	100	160	190	220	290	350	510
Coppia di riferimento modificata (classe K1) M_A [Nm]	100	250	450	650	800	1250	1650	2800
Coppia di pre-serraggio per la rotazione aggiuntiva [Nm]	75	190	340	490	600	940	1240	2100

Angolo di rotazione aggiuntivo con il metodo di serraggio combinato per assiemi HV 10.9 (DIN EN 1993-1-8/NA)

Spessore nominale totale «t» dei particolari da serrare (inclusi tutti gli spessori e le rondelle) d = diametro della vite	Angolo di rotazione aggiuntivo da applicare durante la seconda fase di serraggio
< 2 d	45°
2 d ≤ t < 6 d	60°
6 d ≤ t ≤ 10 d	90°

Nota: Se la superficie del sottotesta della vite o la superficie di appoggio del dado (tenendo conto dell'eventuale impiego di piastrine di appoggio a cuneo) non risultano perpendicolari all'asse della vite, l'angolo di rotazione richiesto deve essere determinato tramite prove sperimentali.