

TOLLERANZE MECCANICHE

Le tolleranze le possiamo classificare in:

1. Tolleranze dimensionali

2. Tolleranze geometriche

Tolleranze dimensionali

Generalità

È impossibile realizzare la misura voluta in una lavorazione, è possibile invece stabilire i limiti di errore accettabili senza inconvenienti e di regolarne l'applicazione.

Si definisce **tolleranza dimensionale IT** la differenza tra la dimensione massima e la dimensione minima ammissibile di un pezzo, quindi il massimo scostamento dimensionale ammissibile,

indicato con ***D_{max}***, ***D_{min}*** le dimensioni massime e minime di un foro si ha:

$$IT = D_{\max} - D_{\min} \quad \text{per un foro}$$

e con ***d_{max}*** e ***d_{min}*** le dimensioni massime e minime di alberi si ha:

$$IT = d_{\max} - d_{\min} \quad \text{per un albero}$$

Definire una certa zona di tolleranza significa stabilire i valori degli scostamenti delle dimensioni estreme dalla dimensione nominale (teorica):

scostamento superiore differenza tra la dimensione massima ammissibile e la dimensione nominale (assunta come linea dello zero):

$$E_s = D_{\max} - D_n \quad \text{per un foro} \quad D_{\max} = D_n + E_s$$

$$e_s = d_{\max} - d_n \quad \text{per un albero} \quad d_{\max} = d_n + e_s$$

scostamento inferiore differenza tra la dimensione minima ammissibile e la dimensione nominale (assunta come linea dello zero):

$$E_i = D_{\min} - D_n \quad \text{per un foro} \quad D_{\min} = D_n + E_i$$

$$e_i = d_{\min} - d_n \quad \text{per un albero} \quad d_{\min} = d_n + e_i$$

Quindi IT diventa:

$$IT = D_{\max} - D_{\min} \quad IT = D_n + E_s - (D_n + E_i) = D_n + E_s - D_n - E_i = E_s - E_i \quad \text{per un foro}$$

$$IT = E_s - E_i$$

$$E_s = IT + E_i$$

$$E_i = E_s - IT$$

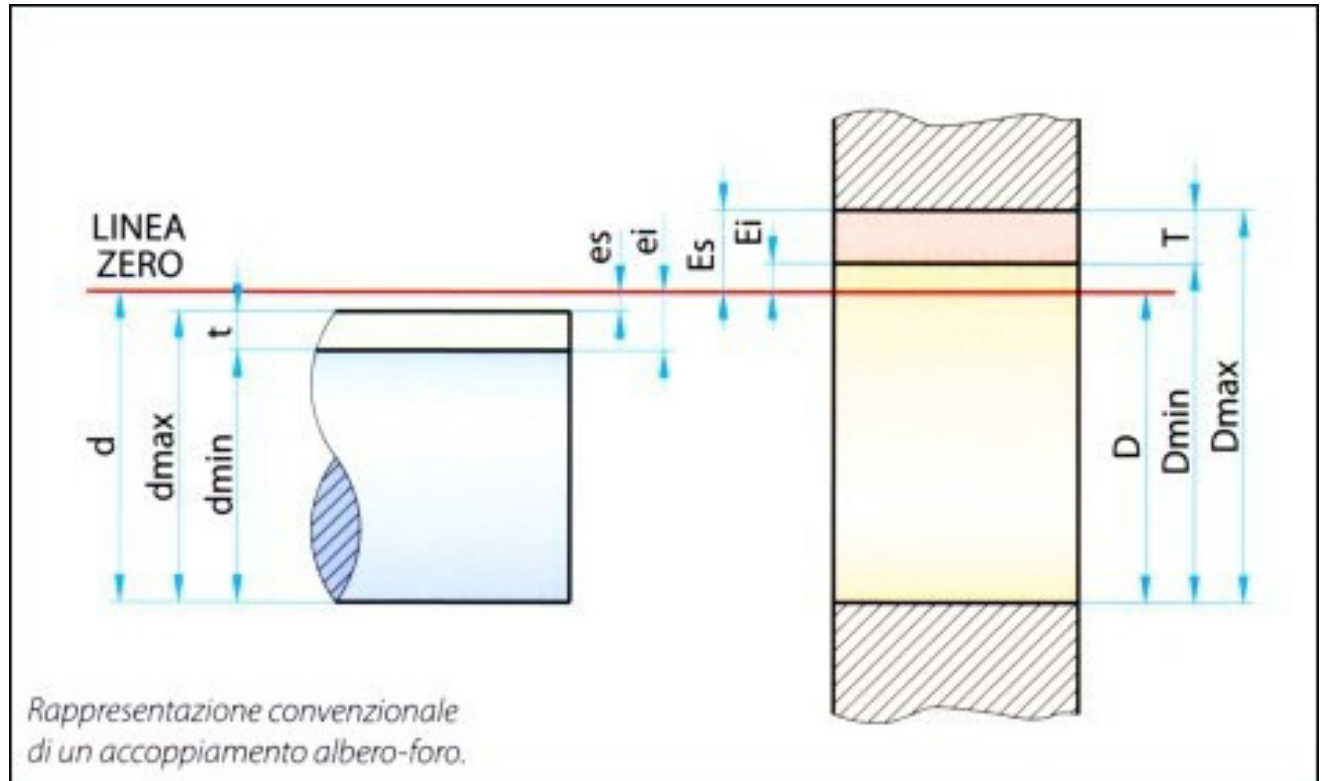
$$IT = d_{\max} - d_{\min}$$

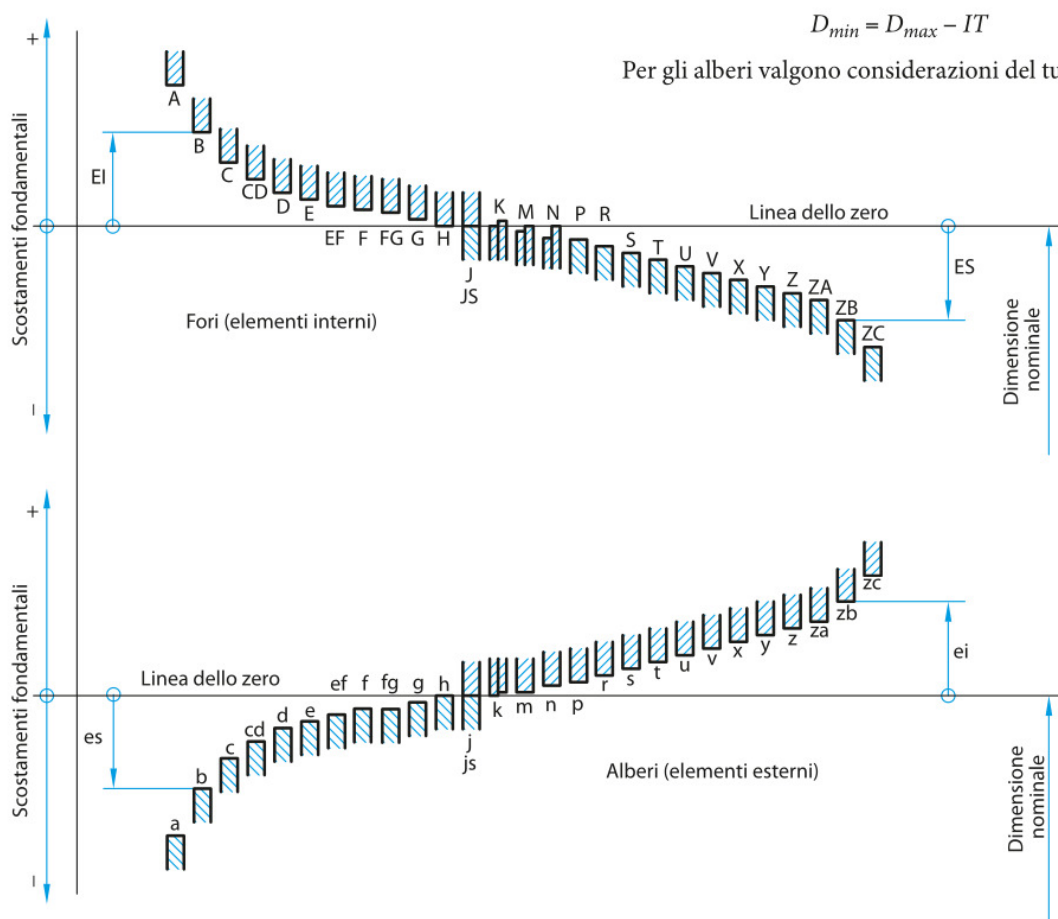
$$IT = d_n + e_s - (d_n + e_i) = d_n + e_s - d_n - e_i = e_s - e_i \text{ per un albero}$$

$$IT = e_s - e_i$$

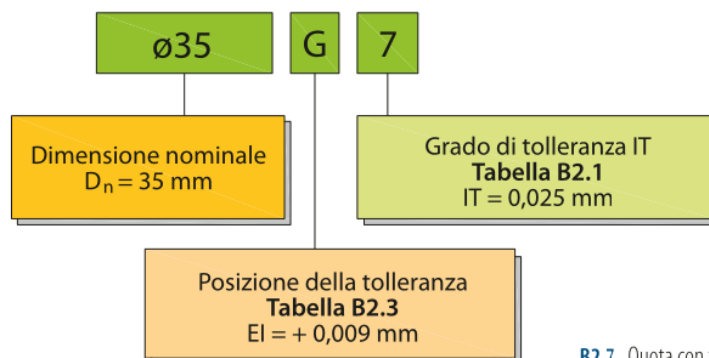
$$e_s = IT + e_i$$

$$e_i = e_s - IT$$





B2.8 Posizione degli scostamenti fondamentali.



B2.7 Quota con tolleranza

Tabella B2.1 – Valori numerici degli scostamenti per fori (UNI EN ISO 20286)

Dimensioni nominali [mm]		Gradi di tolleranze normalizzati																	
		IT1*	IT2*	IT3*	IT4*	IT5*	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14**	IT15**	IT16**	IT17**	IT18**
oltre	fino a	Tolleranze																	
		µm											mm						
–	3**	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,10	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,30	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,30	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,40	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630*	9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800*	10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1000*	11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1000	1250*	13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1250	1600*	15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1600	2000*	18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2000	2500*	22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2500	3150*	26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

* Per le dimensioni nominali superiori a 500 mm, i valori dei gradi di tolleranza normalizzati da IT1 a IT5 sono dati solo a titolo sperimentale.

** I gradi di tolleranza normalizzati da IT14 a IT18 non devono essere utilizzati per dimensioni nominali minori o uguali a 1 mm.

Tabella B2.2 – Valori numerici degli scostamenti fondamentali per alberi (UNI EN ISO 20286)

Dimensione nominale [mm]		Scostamenti superiori <i>es</i> [μm]												Scostamenti <i>ei</i>			Scostamenti inferiori <i>ei</i> [μm]														
		Gradi di tolleranza												IT5 e IT6	IT7	IT4 e IT7	Fino a IT3 e sopra a IT7	Gradi di tolleranza													
oltre	fino a	a*	b*	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js**	j	k	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc	
–	3*	–270	–140	–60	–34	–20	–14	–10	–6	–4	–2	0	Scostamenti = ± ITn / 2, dove n è il valore del grado di tolleranza //	–2	–4	0	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18		+20		+26	+32	+40	+60
3	6	–270	–140	–70	–46	–30	–20	–14	–10	–6	–4	0		–2	–4	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19		+23		+28		+35	+42	+50	+80
6	10	–280	–150	–80	–56	–40	–25	–18	–13	–8	–5	0		–2	–5	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23		+28		+34		+42	+52	+67	+97
10	14																														
14	18	–290	–150	–95		–50	–32		–16		–6	0		–3	–6	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28		+33	+39	+40		+50	+64	+90	+130
18	24																														
24	30	–300	–160	–110		–65	–40		–20		–7	0		–4	–8	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35	+41	+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188
30	40	–310	–170	–120		–80	–50		–25		–9	0		–5	–10	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+48	+60	+68	+80	+94	+112	+148	+200	+274
40	50	–320	–180	–130		–80	–50		–25		–9	0		–5	–10	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43	+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325
50	65	–340	–190	–140		–100	–60		–30		–10	0		–7	–12	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53	+66	+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80	–360	–200	–150		–100	–60		–30		–10	0		–7	–12	+2	0	+11	+20	+32	+43	+59	+75	+102	+120	+146	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	–380	–220	–170		–120	–72		–36		–12	0		–9	–15	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71	+91	+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120	–410	–240	–180		–120	–72		–36		–12	0		–9	–15	+3	0	+13	+23	+37	+54	+79	+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140	–460	–260	–200		–145	–85		–43		–14	0		–11	–18	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92	+122	+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160	–520	–280	–210		–145	–85		–43		–14	0		–11	–18	+3	0	+15	+27	+43	+65	+100	+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180	–580	–310	–230		–145	–85		–43		–14	0		–11	–18	+3	0	+15	+27	+43	+68	+108	+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000
180	200	–660	–340	–240		–170	–100		–50		–15	0		–13	–21	+4	0	+17	+31	+50	+77	+122	+166	+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1150
200	225	–740	–380	–260		–170	–100		–50		–15	0		–13	–21	+4	0	+17	+31	+50	+80	+130	+180	+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1250
225	250	–820	–420	–280		–170	–100		–50		–15	0		–13	–21	+4	0	+17	+31	+50	+84	+140	+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350
250	280	–920	–480	–300		–190	–110		–56		–17	0		–16	–26	+4	0	+20	+34	+56	+94	+158	+218	+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1200	+1550
280	315	–1050	–540	–330		–190	–110		–56		–17	0		–16	–26	+4	0	+20	+34	+56	+98	+170	+240	+350	+425	+525	+650	+790	+1000	+1300	+1700
315	355	–1200	–600	–360		–210	–125		–62		–18	0		–18	–28	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190	+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900
355	400	–1350	–680	–400		–210	–125		–62		–18	0		–18	–28	+4	0	+21	+37	+62	+114	+208	+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100
400	450	–1500	–760	–440		–230	–135		–68		–20	0		–20	–32	+5	0	+23	+40	+68	+126	+232	+330	+490	+595	+740	+920	+1100	+1450	+1850	+2400
450	500	–1650	–840	–480		–230	–135		–68		–20	0		–20	–32	+5	0	+23	+40	+68	+132	+252	+360	+540	+660	+820	+1000	+1250	+1600	+2100	+2600
500	560					–260	–145		–76		–22	0				0	0	+26	+44	+78	+150	+280	+400	+600							
560	630					–260	–145		–76		–22	0				0	0	+26	+44	+78	+155	+310	+450	+660							
630	710					–290	–160		–80		–24	0				0	0	+30	+50	+88	+175	+340	+500	+740							
710	800					–290	–160		–80		–24	0			0	0	+30	+50	+88	+185	+380	+560	+840								
800	900					–320	–170		–86		–26	0			0	0	+34	+56	+100	+210	+430	+620	+940								
900	1000					–320	–170		–86		–26	0			0	0	+34	+56	+100	+220	+470	+680	+1050								
1000	1120					–350	–195		–98		–28	0			0	0	+40	+66	+120	+250	+520	+780	+1150								
1120	1250					–350	–195		–98		–28	0			0	0	+40	+66	+120	+260	+580	+840	+1300								
1250	1400					–390	–220		–110		–30	0			0	0	+48	+78	+140	+300	+640	+960	+1450								
1400	1600					–390	–220		–110		–30	0			0	0	+48	+78	+140	+330	+720	+1050	+1600								
1600	1800					–430	–240		–120		–32	0			0	0	+58	+92	+170	+370	+820	+1200	+1850								
1800	2000					–430	–240		–120		–32	0			0	0	+58	+92	+170	+400	+920	+1350	+2000								
2000	2240					–480	–260		–130		–34	0			0	0	+68	+110	+195	+440	+1000	+1500	+2300								
2240	2500					–480	–260		–130		–34	0			0	0	+68	+110	+195	+460	+1100	+1650	+2500								
2500	2800					–520	–290		–145		–38	0			0	0	+76	+135	+240	+550	+1250	+1900	+2900								
2800	3150					–520	–290		–145		–38	0			0	0	+76	+135	+240	+580	+1400	+2100	+3200								

* Gli scostamenti fondamentali a e b non devono essere utilizzati per dimensioni nominali ≤ 1 mm.

** Per le classi di tolleranza da js7 a js11, se il valore n di IT è un numero dispari, l'arrotondamento si effettua al numero pari immediatamente inferiore in modo che lo scostamento risultante, cioè $\pm ITn/2$, possa essere espresso in un numero intero di micrometri.

Tabella B2.3 – Valori numerici degli scostamenti per fori (UNI EN ISO 20286)

Dimensioni nominali [mm]		Scostamenti inferiori EI [μm]												Scostamenti superiori ES [μm]								Scostamenti superiori ES [μm]														Valori di Δ [μm]					
		Gradi di tolleranza												IT6	IT7	IT8	fino a IT8	oltre IT8	fino a IT8	oltre IT8	Fino a IT8	oltre IT8	fino a IT7 da P a ZC ³⁾	Gradi di tolleranza superiori a IT7														Gradi di tolleranza			
oltre	fino a	A ¹⁾	B ¹⁾	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS ²⁾	J		K ³⁾		M ³⁾⁴⁾		N ³⁾⁵⁾		Valori come per i gradi di tolleranza normalizzati sopra IT7 incrementati da Δ	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	
—	3 ^{1) 5)}	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Scostamenti = ± ITn / 2, dove n è il valore del grado di tolleranza IT	+2	+4	+6	0	0	-2	-2	-4		-4	-6	-10	-14		-18		-20		-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1 + Δ		-4 + Δ	-4	-4 + Δ		0	-12	-15	-19		-23		-28		-35	-42	-50	-80	1	1,5	1	3	4	6
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1 + Δ		-6 + Δ	-6	-10 + Δ		0	-15	-19	-23		-28		-34		-42	-52	-87	-97	1	1,5	2	3	6	7
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0		+6	+10	+15	-1 + Δ		-7 + Δ	-7	-12 + Δ		0	-18	-23	-28		-33	-39	-40		-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9
14	18																-45		-60	-77	-108		-150																		
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0		+8	+12	+20	-2 + Δ		-8 + Δ	-8	-15 + Δ		0	-22	-28	-35	-41	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1,5	2	3	4	8	12
24	30																																								
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0		+10	+14	+24	-2 + Δ		-9 + Δ	-9	-17 + Δ		0	-26	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3	4	5	9	14
40	50	+320	+180	+130																																					
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10	0		+13	+18	+28	-2 + Δ		-11 + Δ	-11	-20 + Δ		0	-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
65	80	+360	+200	+150																																					
80	100	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0		+16	+22	+34	-3 + Δ		-13 + Δ	-13	-23 + Δ		0	-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
100	120	+410	+240	+180																																					
120	140	+460	+260	+200		+145	+85		+43		+14	0		+18	+26	+41	-3 + Δ		-15 + Δ	-15	-27 + Δ		0	-43	-63	-92	-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23
140	160	+520	+280	+210																																					
160	180	+580	+310	+230																																					
180	200	+660	+340	+240		+170	+100		+50		+15	0		+22	+30	+47	-4 + Δ		-17 + Δ	-17	-31 + Δ		0	-50	-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1150						
200	225	+740	+380	+260																																					
225	250	+820	+420	+280																																					
250	280	+920	+480	+300		+190	+110		+56		+17	0		+25	+36	+55	-4 + Δ		-20 + Δ	-20	-34 + Δ		0	-56	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1200	-1550	4	4	7	9	20	29
280	315	+1050	+540	+330																																					
315	355	+1200	+600	+360		+210	+125		+62		+18	0		+29	+39	+60	-4 + Δ		-21 + Δ	-21	-37 + Δ		0	-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1150	-1500	-1900	4	5	7	11	21	32
355	400	+1350	+680	+400																																					
400	450	+1500	+760	+440		+230	+135		+68		+20	0		+33	+43	+66	-5 + Δ		-23 + Δ	-23	-40 + Δ		0	-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100	-1450	-1850	-2400	5	5	7	13	23	34
450	500	+1650	+840	+480																																					
500	560					+260	+145		+76		+22	0											-44	-78	-150	-280	-400	-600													
560	630																																								
680	710					+290	+160		+80		+24	0										-50	-88	-175	-340	-500	-740														
710	800																																								
800	900					+320	+170		+86		+26	0									-56	-100	-210	-430	-620	-940															
900	1000																																								
1000	1120					+350	+195		+98		+28	0									-66	-120	-250	-520	-780	-1150															
1120	1250																																								
1250	1400					+390	+220		+110		+30	0									-78	-140	300	-640	-960	-1450															
1400	1600																																								
1600	1800					+430	+240		+120		+32	0									-92	-170	-370	-820	-1200	-1850															
1800	2000																																								
2000	2240					+480	+260		+130		+34	0									-110	-195	-440	-1000	-1500	-2300															
2240	2500																																								
2500	2800					+520	+290		+145		+38	0									-135	-240	-550	-1250	-1900	-2900															
2800	3150																																								

1) Gli scostamenti fondamentali A e B non devono essere utilizzati per dimensioni nominali ≤ 1 mm.

2) Per le classi di tolleranza da JS7 a JS11, se il valore n di IT è un numero dispari, l'arrotondamento si effettua al numero o pari c immediatamente inferiore in modo che lo scostamento risultante, cioè ± ITn / 2, possa essere espresso in un numero intero di micrometri.

3) Per determinare i valori K, M, e N dei gradi di tolleranza normalizzati fino a IT8 e gli scostamenti da P a ZC dei gradi di tolleranza normalizzati fino a IT7, assumere i valori di Δ nella colonna di destra. Esempio: K7 nella fascia 18 a 30 mm: Δ = 8 μm, di conseguenza ES = -2 + 8 = 6 μm; S6 nella fascia 18 a 30 mm: Δ = 4 μm, di conseguenza ES = -35 + 4 = 31 μm.

4) Nel caso speciale della classe di tolleranza M6 nella fascia da 250 a 315 mm, ES = -9 μm invece di -11 μm.

5) Lo scostamento fondamentale N non deve essere utilizzato per la dimensione nominale ≤ 1 nei gradi di tolleranza normalizzati superiori a IT8.

Esercizio 1

$\Phi 50j6$

1. Si entra in tabella 2.1, per calcolare il valore del grado di tolleranza (la IT), si incrocia la riga delle dimensioni nominali (valore dell'ALBERO) con la colonna del valore del grado di tolleranza IT.

Si entra con il *diametro 50*, si legge il grado di tolleranza corrispondente alla *posizione 6*:

IT6=16 μ m=0,016mm

2. Si entra in tabella 2.2 si incrocia la riga con il *diametro 50*, con la colonna in corrispondenza di *j* per la posizione di tolleranza 6, lo scostamento inferiore:

$e_i = -5\mu\text{m} = -0.005\text{mm}$

3. Si calcola lo scostamento superiore, con formula: $e_s = IT + e_i$

$$e_s = 0,016 + (-0,005) = 0,016 - 0,005 = 0,011\text{mm}$$

4. Si calcola il diametro superiore, con la formula: $d_{\max} = d_n + e_s$

$$d_{\max} = 50 + 0,011 = 50,011\text{mm}$$

5. Si calcola il diametro inferiore, con la formula: $d_{\min} = d_n + e_i$

$$d_{\min} = 50 + (-0,005) = 50 - 0,005 = 49,995\text{mm}$$

Esercizio 2

$\Phi 28g6$

1. Si entra in tabella 2.1, per calcolare il valore del grado di tolleranza (la IT), si incrocia la riga delle dimensioni nominali (valore dell'ALBERO) con la colonna del valore del grado di tolleranza IT.

Si entra con il *diametro 28*, si legge la tolleranza corrispondente alla *posizione 6*:

IT6= 13 μ m= 0,013mm

2. Si entra in tabella 2.2 con il *diametro 28*, si legge in corrispondenza di *g* lo scostamento superiore:

$e_s = -7\mu\text{m} = -0,007\text{mm}$

3. Si calcola lo scostamento inferiore, con formula: $e_i = e_s - IT$

$$e_i = -0,007 - 0,013 = -0,020\text{mm}$$

$$e_i = -0,020\text{mm}$$

4. Si calcola il diametro superiore, con la formula: $d_{\max} = d_n + e_s$

$$d_{\max} = 28 - 0,007 = 27,993\text{mm}$$

5. Si calcola il diametro inferiore, con la formula: $d_{\min} = d_n + e_i$

$$d_{\min} = 28 + (-0,020) = 28 - 0,020 = 27,980\text{mm}$$

Esercizio 3

$\Phi 50d9$

1. Si entra in tabella 2.1, per calcolare il valore del grado di tolleranza (la IT), si incrocia la riga delle dimensioni nominali (valore dell'ALBERO) con la colonna del valore del grado di tolleranza IT.

Si entra con il *diametro 50*, si legge la tolleranza corrispondente alla *posizione 9*:

IT9= 62μm= 0,062mm

2. Si entra in tabella 2.2 con il *diametro 50*, si legge in corrispondenza di *d* lo scostamento superiore:

$e_s = -80\mu m = -0,080mm$

3. Si calcola lo scostamento inferiore, con formula: $e_i = e_s - IT$

$$e_i = -0,080 - 0,062 = -0,142mm$$

4. Si calcola il diametro superiore, con la formula: $d_{max} = d_n + e_s$

$$d_{max} = 50 + (-0,080) = 50 - 0,080 = 49,920mm$$

5. Si calcola il diametro inferiore, con la formula: $d_{min} = d_n + e_i$

$$d_{min} = 50 + (-0,142) = 50 - 0,142 = 49,858mm$$

Esercizio 4

$\Phi 30n8$

1. Si entra in tabella 2.1, per calcolare il valore del grado di tolleranza (la IT), si incrocia la riga delle dimensioni nominali (valore dell'ALBERO) con la colonna del valore del grado di tolleranza IT.

Si entra con il *diametro 30*, si legge il grado di tolleranza corrispondente alla *posizione 8*:

IT8= 33μm= 0,033mm

2. Si entra in tabella 2.2 si incrocia la riga con il *diametro 30*, con la colonna in corrispondenza di *n* per la posizione di tolleranza 8, lo scostamento inferiore: **$e_i = 15\mu m = 0,015mm$**

3. Si calcola lo scostamento superiore, con formula: $e_s = IT + e_i$

$$e_s = 0,033 + 0,015 = 0,048mm$$

4. Si calcola il diametro superiore, con la formula: $d_{max} = d_n + e_s$

$$d_{max} = 30 + 0,048 = 30,048mm$$

Si calcola il diametro inferiore, con la formula: $d_{min} = d_n + e_i$ $d_{min} = 30 + 0,015 = 30,015mm$

Calcolare IT, e_s , e_i , d_{\max} , d_{\min} , per:

Esercizio 5

$\Phi 40d7$

Esercizio 6

$\Phi 50s6$

Esercizio 7

$\Phi 5d8$

Esercizio 8

$\Phi 30d8$

Esercizio 9

$\Phi 40j7$

Esercizio 10

$\Phi 50p6$

PROCEDIMENTO RISOLUTIVO per gli ALBERI

1. Si entra in tabella 2.1 per calcolare il grado di tolleranza (la IT), si incrocia la riga delle dimensioni nominali (valore dell'albero) con la colonna del valore della tolleranza IT.
2. Si entra in tabella 2.2, per calcolare lo scostamento, si incrocia la riga delle dimensioni nominali (valore dell'albero) con la colonna del valore dello scostamento.

3. Si calcola lo scostamento con la formula $IT = e_s - e_i$ $e_s = IT + e_i$ $e_i = e_s - IT$

4. Si calcola il diametro massimo con la formula $d_{\max} = d_n + e_s$

5. Si calcola il diametro minimo con la formula $d_{\min} = d_n + e_i$