



Appunti - Disegno tecnico industriale - Errori e Tolleranze -  
a.a. 2015/2016

Disegno Tecnico Industriale (Università degli Studi di Brescia)

# Errori e tolleranze

This document is available free of charge on



Downloaded by Luca delbarba (ldbdisk@gmail.com)

**ERRORI E TOLLERANZE**

**BY ENJOYTECHDRAW**



...QUANDO ARRIVA UN TECNICO!

DISTURBO  
ING. MALDESTRI?

DICA PURE, LA SENTO COMUNQUE!


RIGUARDA L'ULTIMO PEZZO CHE HA DISEGNATO  
E CHE VORREBBE FARCI PRODURRE!





COSA AVRO' MAI FATTO DI SBAGLIATO?

SE LEI CI SCRIVE CHE IL PEZZO  
DEVE ESSERE DI 134 MILLIMETRI,  
NOI LO FACCIAMO DI 134 MILLIMETRI!



SE POI SCOPRIAMO CHE IL PEZZO  
E' UN FERMACARTE PER LA SUA SCRIVANIA,  
CI CHIEDIAMO SE VALEVA LA PENA AVERE  
UNA TALE PRECISIONE PER QUALCOSA  
CHE NON SI INTERFACCIA CON NIENTE!

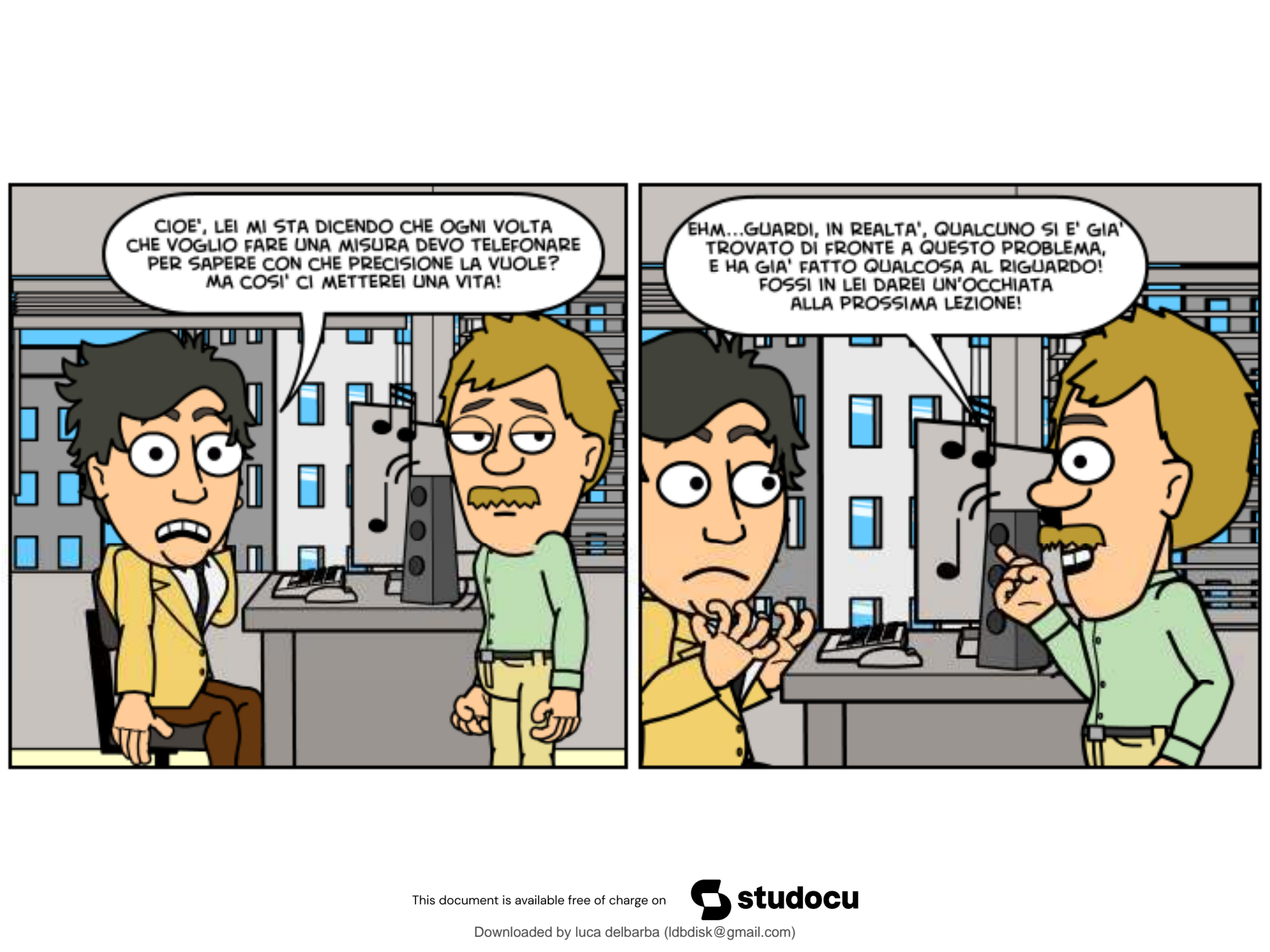
AH, CAPISCO! BHE', NON VOLEVO  
CERTO METTERVI IN DIFFICOLTA'!

D'ORA IN POI FATE TUTTI PEZZI  
MISURANDO AL MEZZO CENTIMETRO, ALLORA,  
COSI' ALLEGGERIREMO I COSTI DI PRECISIONE!

SAREBBE UNA BUONA IDEA, INGEGNERE,  
MA NON CONSIGLIEREI DI APPLICARLA!  
PENSI AI PEZZI CHE SI INTERFACCIANO  
FRA LORO, CHE SI ACCOPPIANO!

PER LORO LA MISURA DEVE  
ESSERE PIU' PRECISA CHE  
PER GLI ALTRI PEZZI!  
E I PEZZI CHE DEVONO AVERE  
UN CERTO GIOCO?

NON POSSIAMO CORRERE IL  
RISCHIO DI FARLI ADDIRITTURA  
PIU' GRANDI DEL POSTO DOVE  
DEVONO ALLOGGIARE!



CIOE', LEI MI STA DICENDO CHE OGNI VOLTA  
CHE VOGLIO FARE UNA MISURA DEVO TELEFONARE  
PER SAPERE CON CHE PRECISIONE LA VUOLE?  
MA COSI' CI METTEREI UNA VITA!

EHM...GUARDI, IN REALTA', QUALCUNO SI E' GIA'  
TROVATO DI FRONTE A QUESTO PROBLEMA,  
E HA GIA' FATTO QUALCOSA AL RIGUARDO!  
FOSSI IN LEI DAREI UN'OCCHIATA  
ALLA PROSSIMA LEZIONE!





LEZIONE SU COSA?

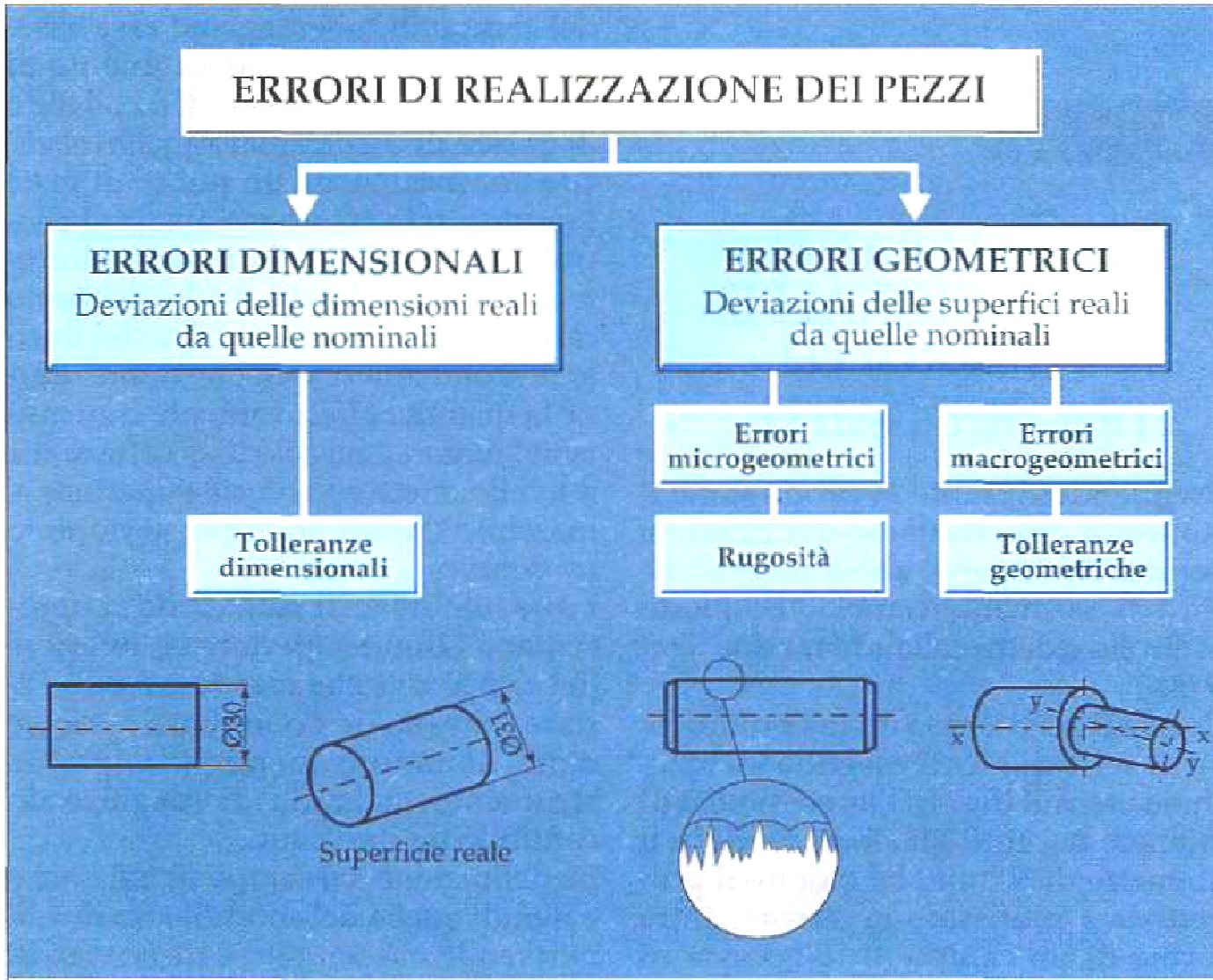
OVVIAMENTE, SU

**ERRORI E TOLLERANZE!**

**FINE**

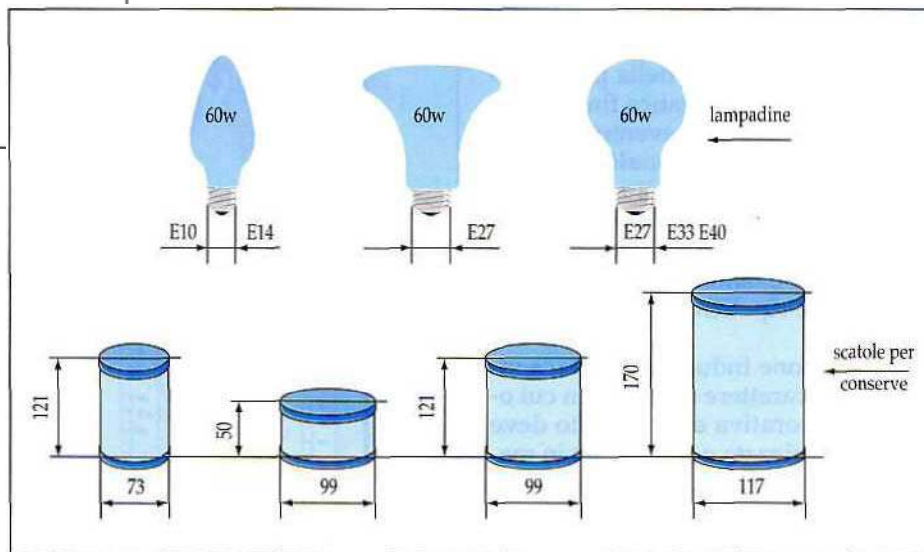
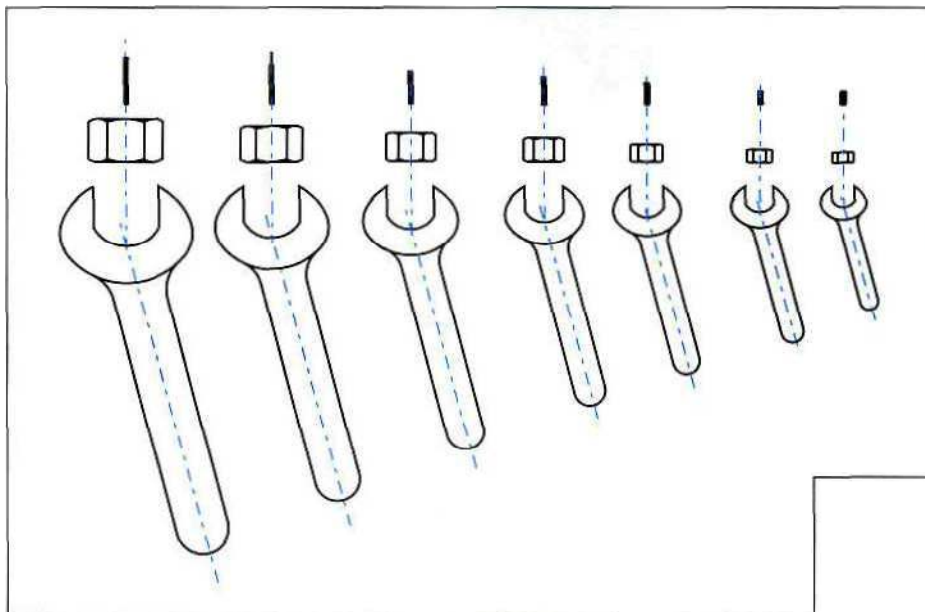
WWW.BITSTRIPS.COM

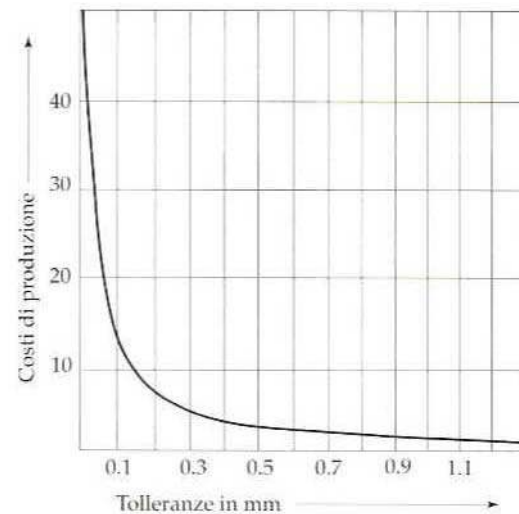
# Errori

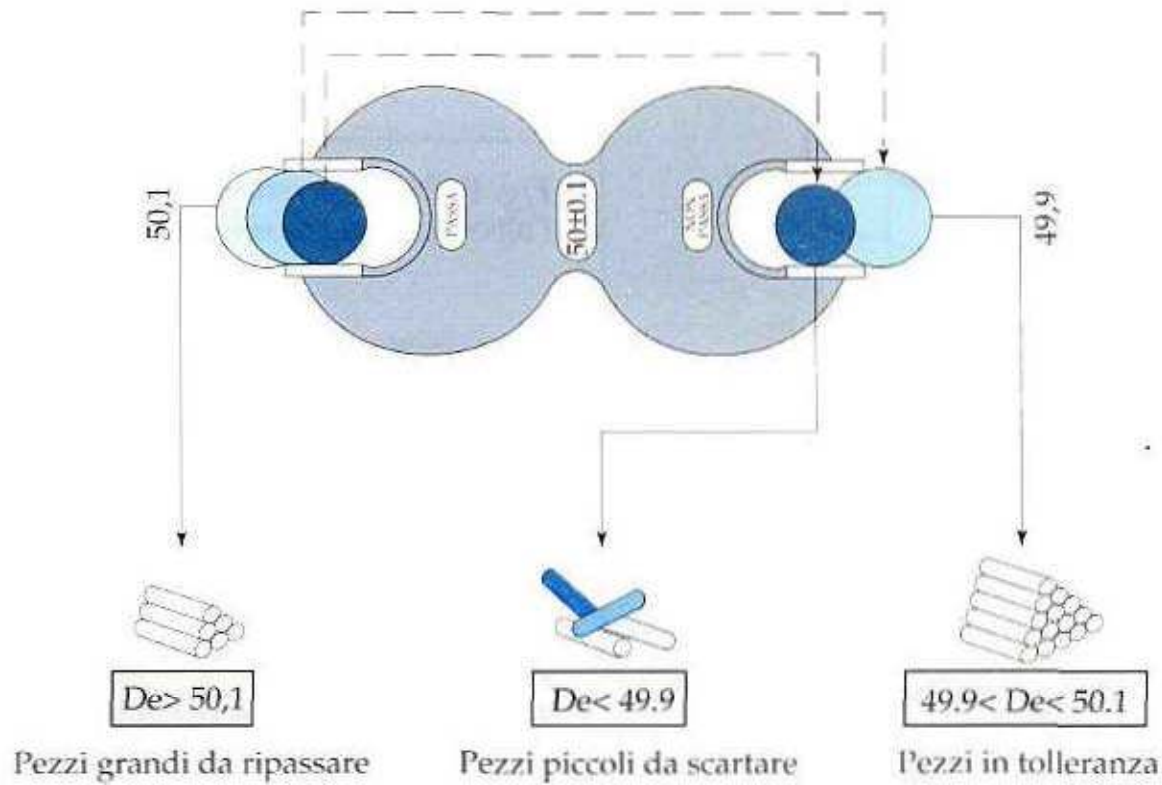


# Le Tolleranze

# Normazione e unificazione

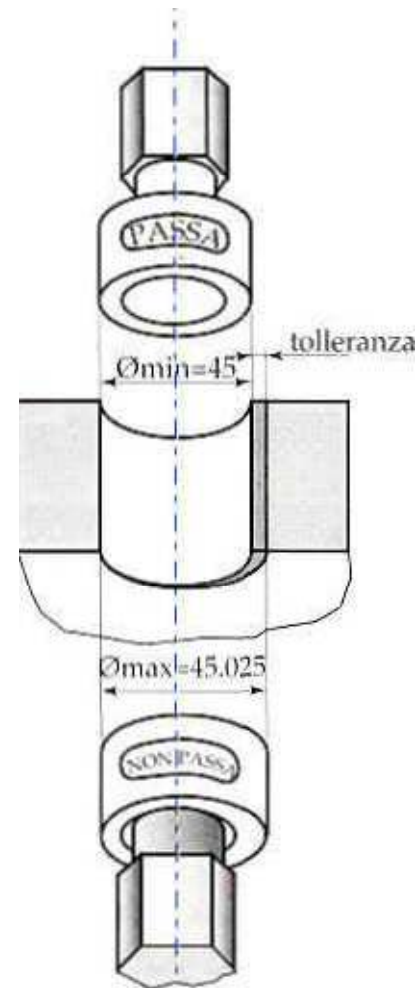


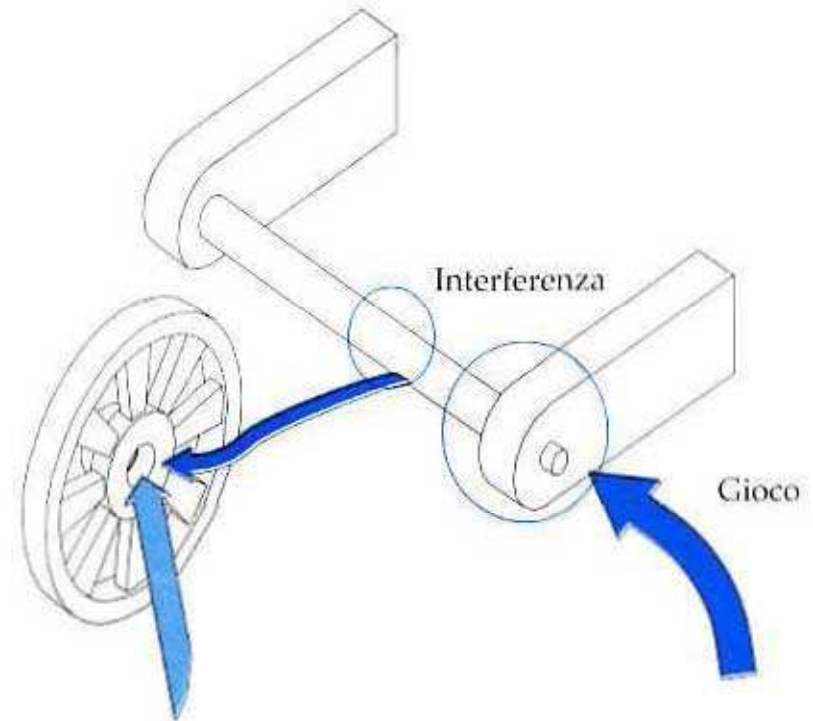
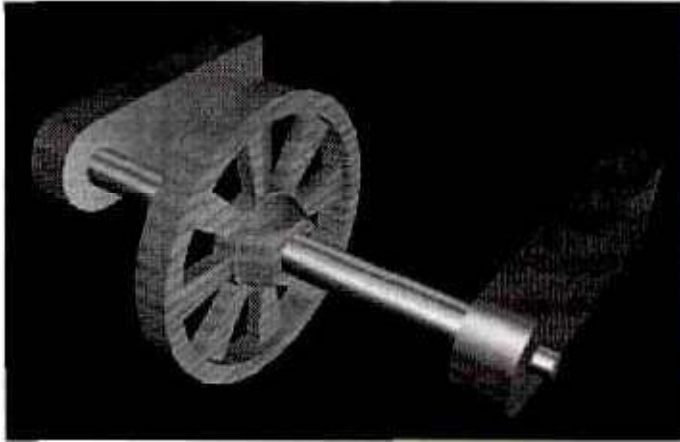


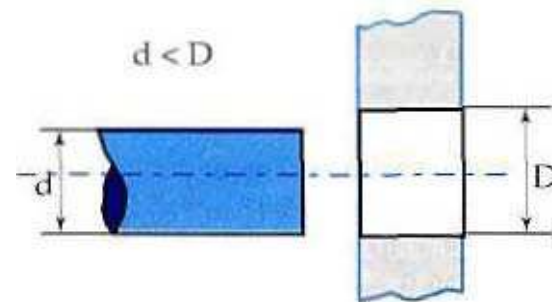
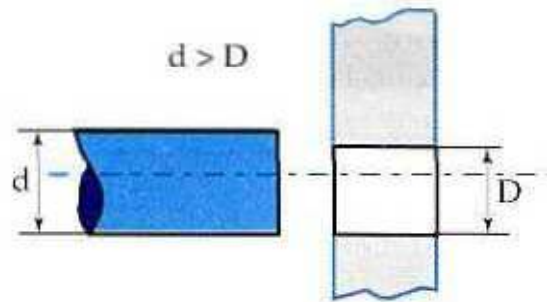


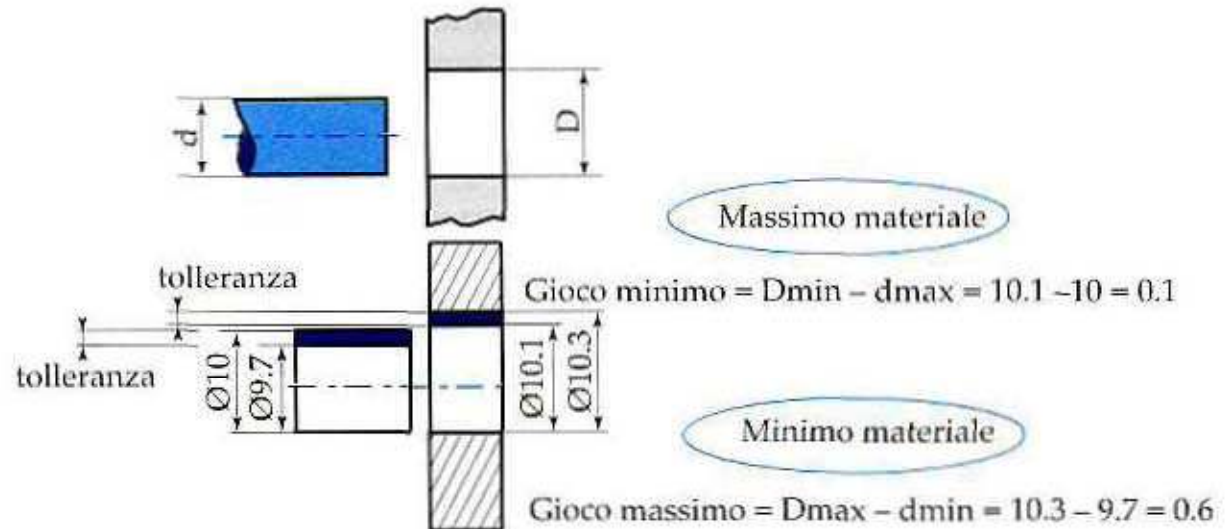
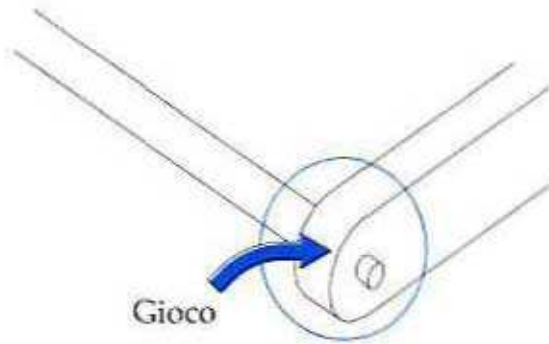


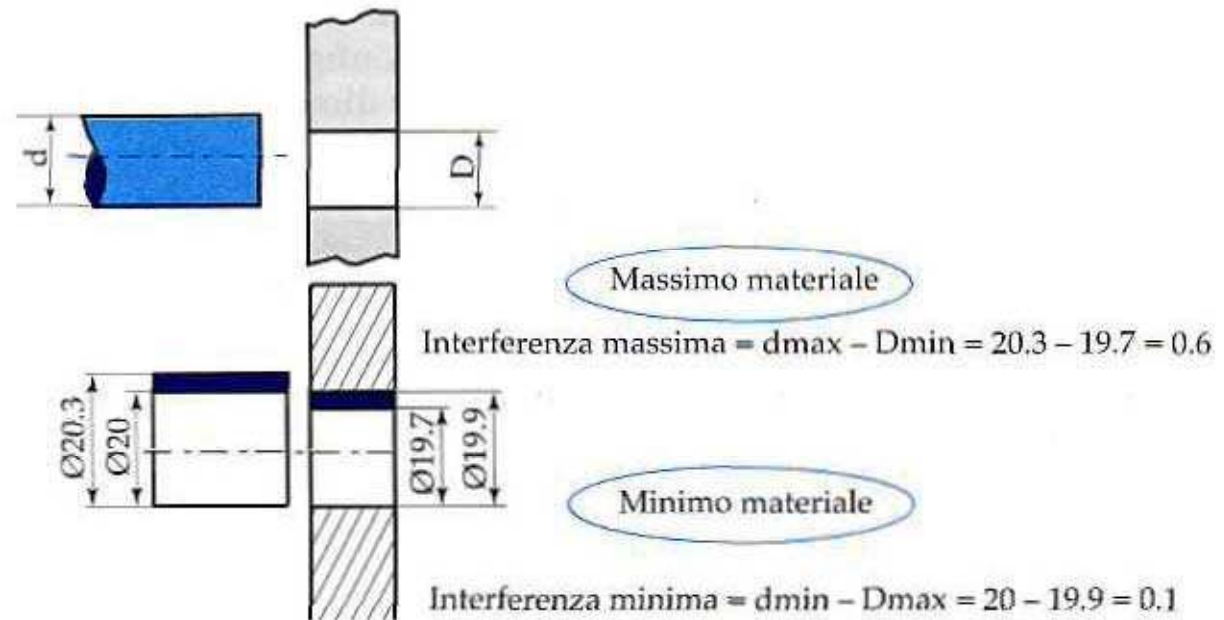
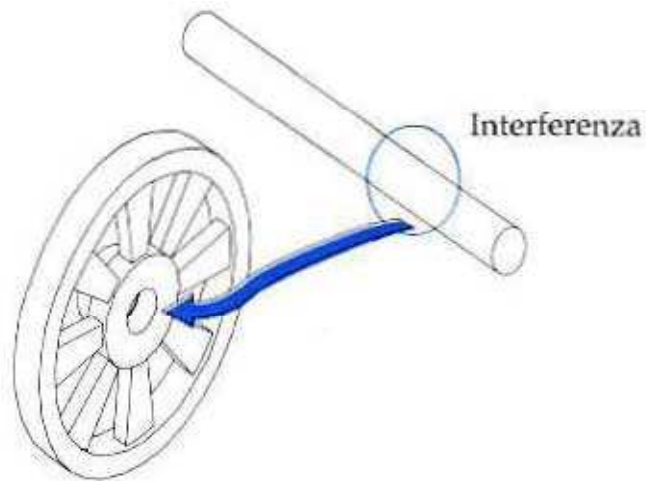


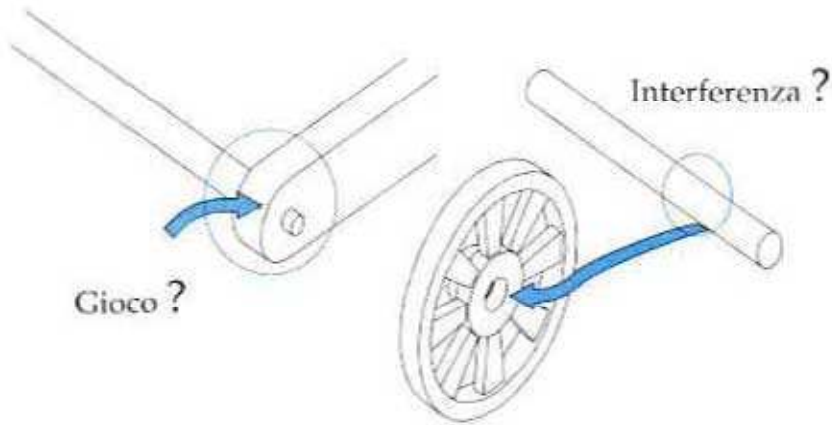




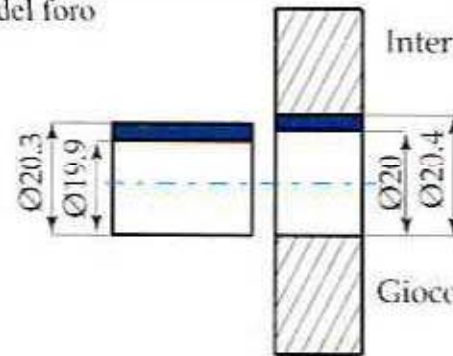








Parziale sovrapposizione  
delle tolleranze dell'albero  
e del foro

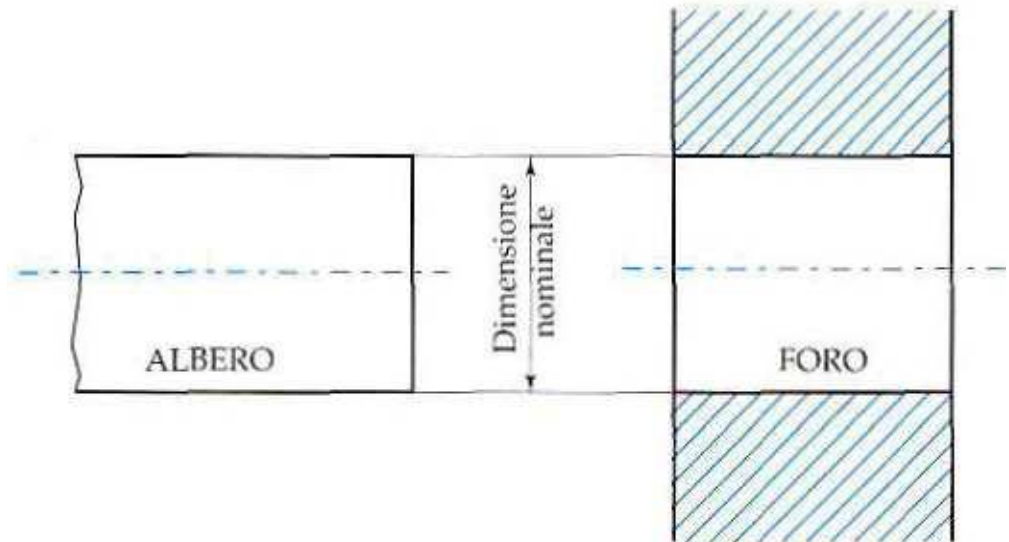
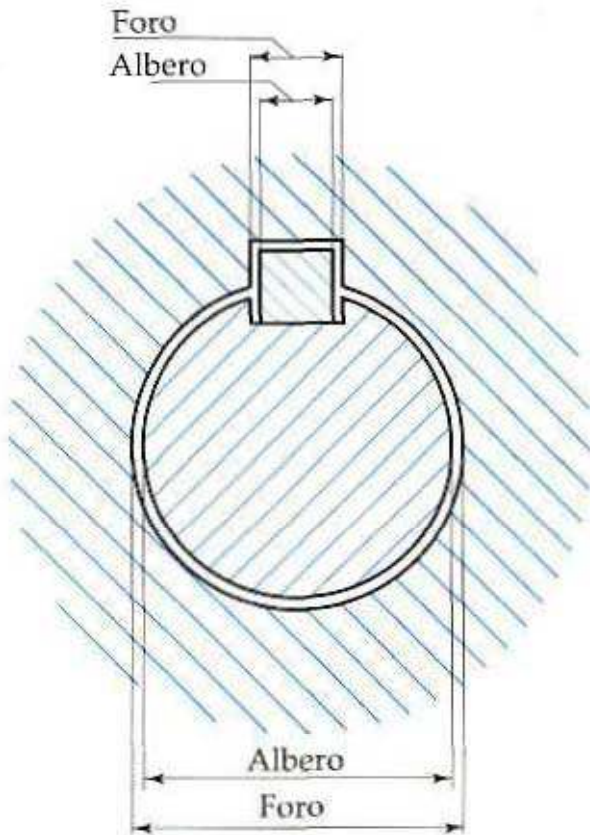


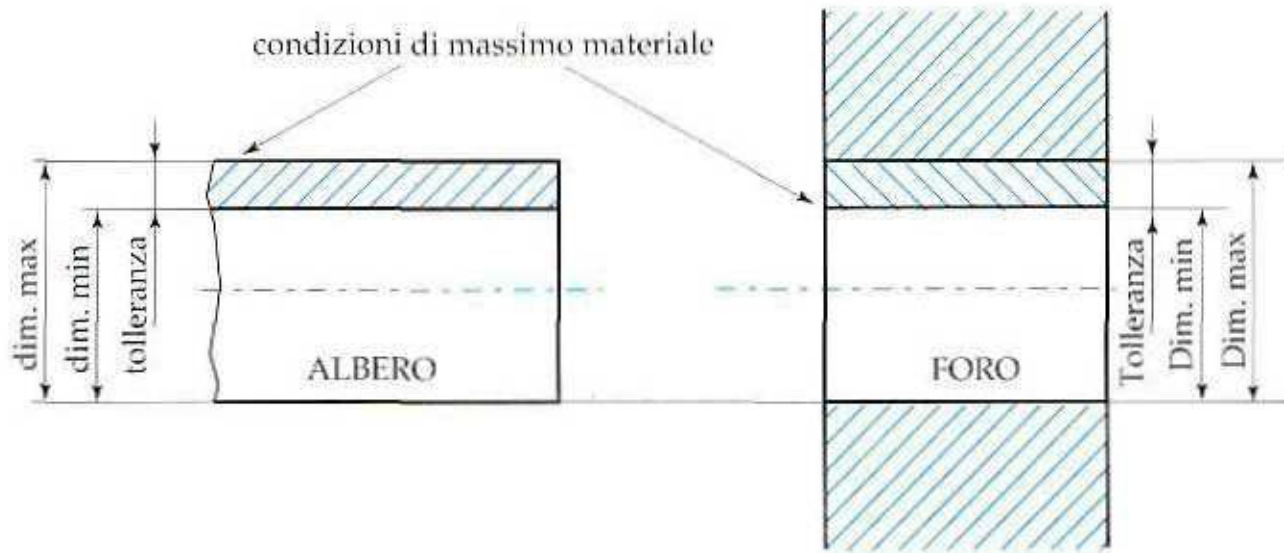
Massimo materiale

$$\text{Interferenza max} = d_{\text{max}} - D_{\text{min}} = 20.3 - 20.1 = 0.2$$

Minimo materiale

$$\text{Gioco massimo} = D_{\text{max}} - d_{\text{min}} = 20.4 - 19.9 = 0.5$$

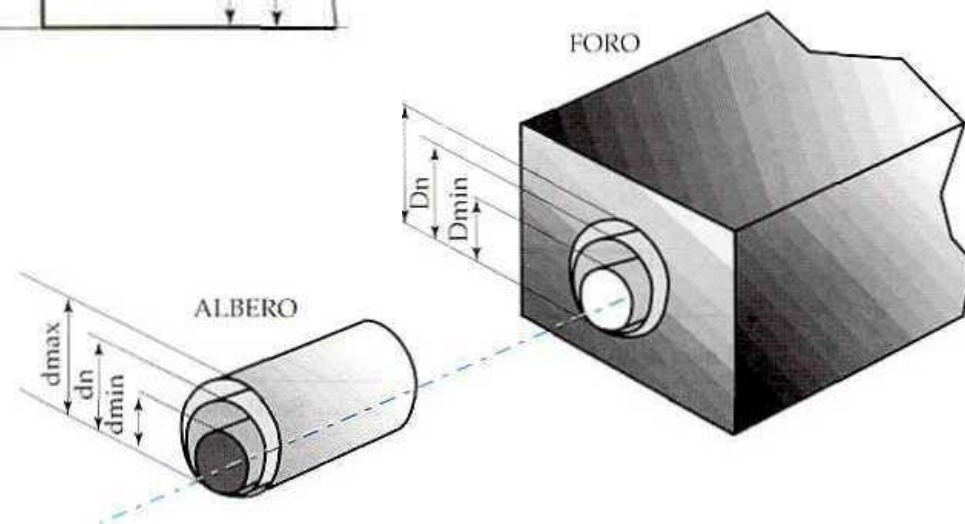
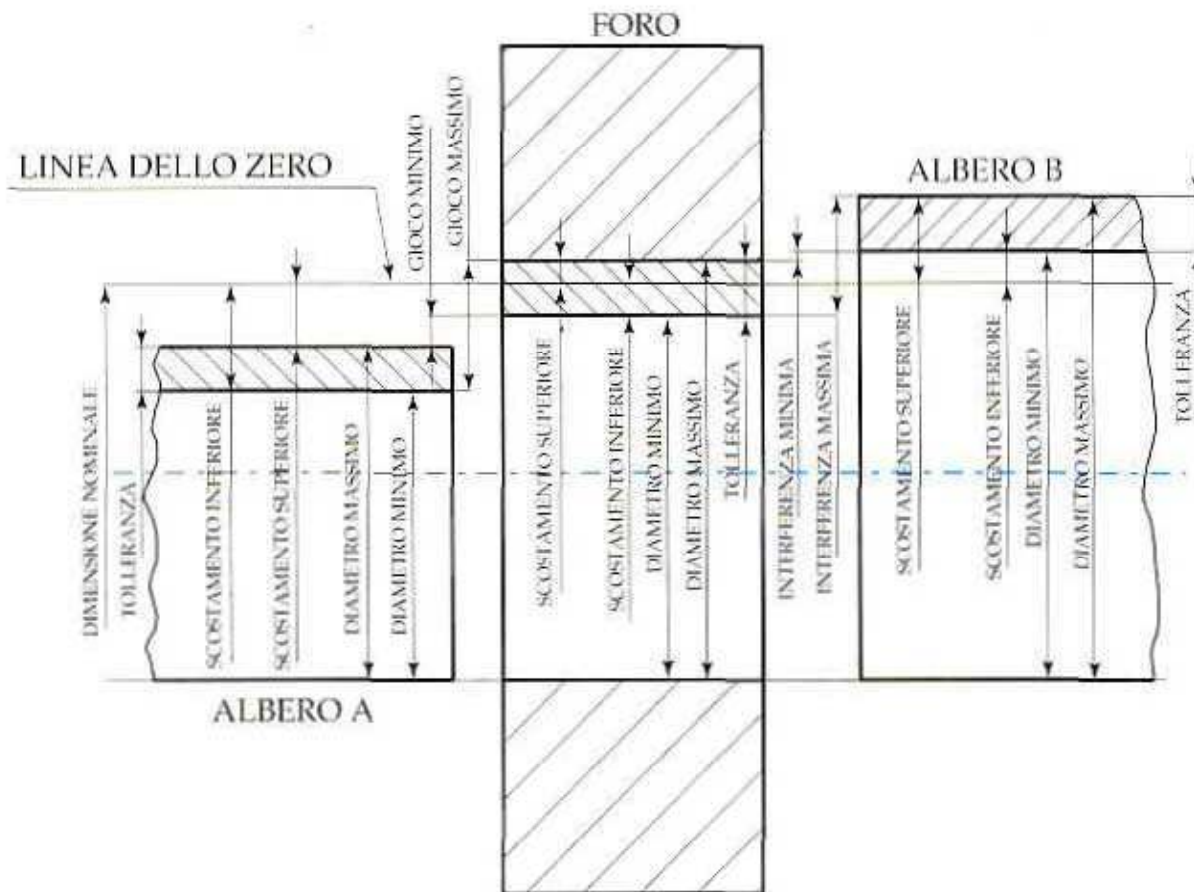


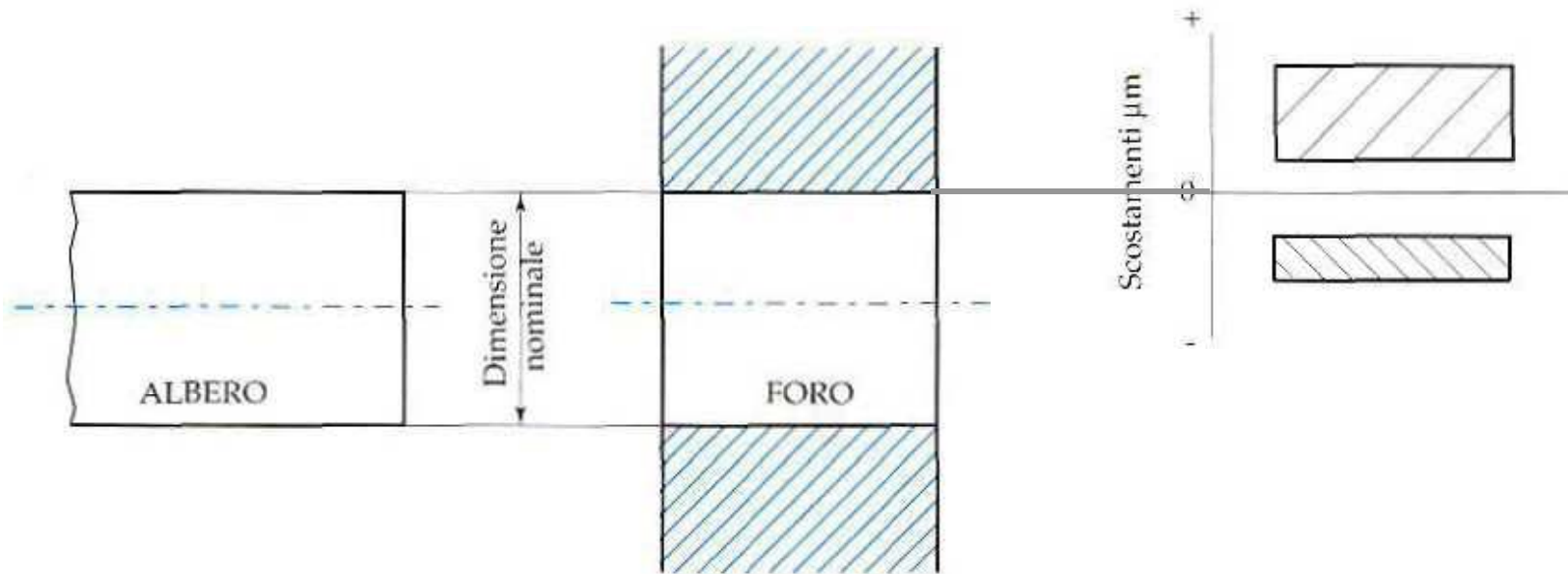


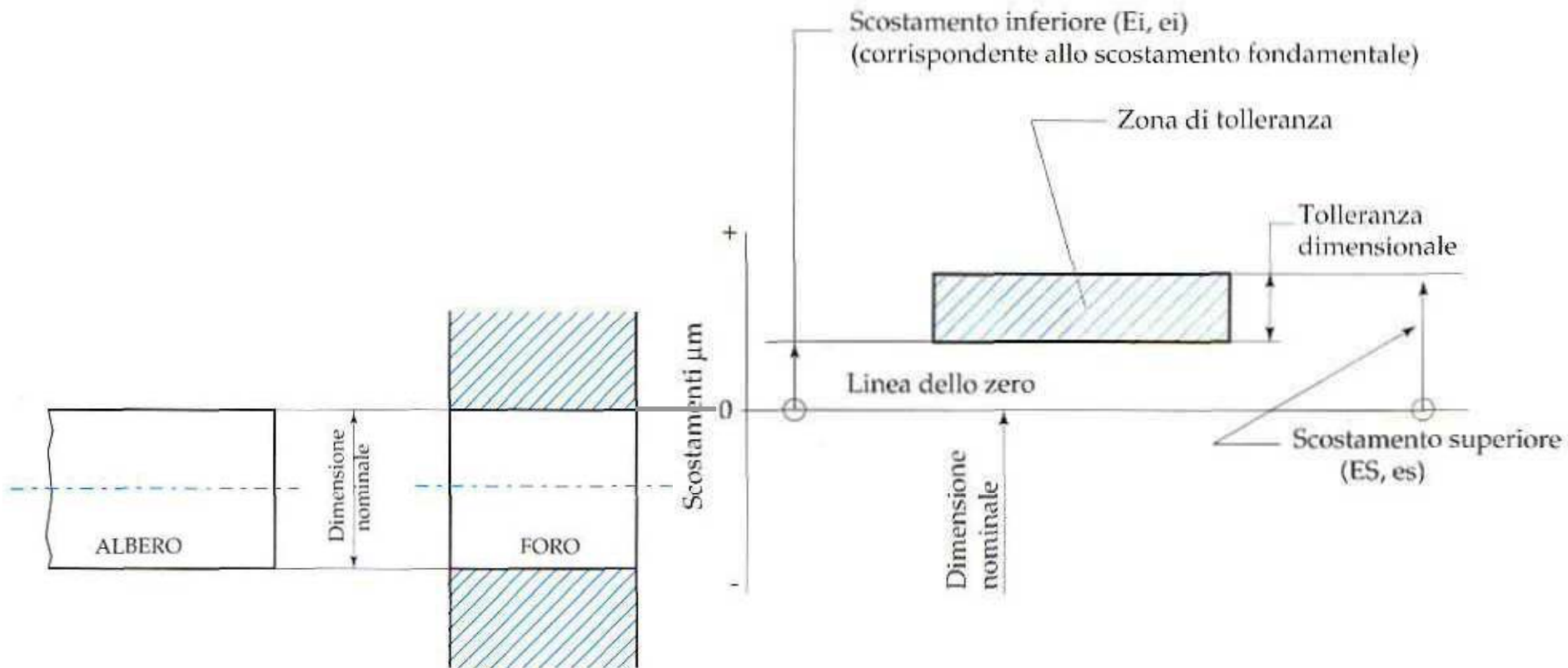
alberi: lettere minuscole

FORI: LETTERE MAIUSCOLE









Dimensione nominale mm		GRADI DI TOLLERANZA NORMALIZZATI																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
oltre	fino a	Tolleranze																	
		$\mu\text{m}$										mm							
-	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,60	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	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	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	0,4	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

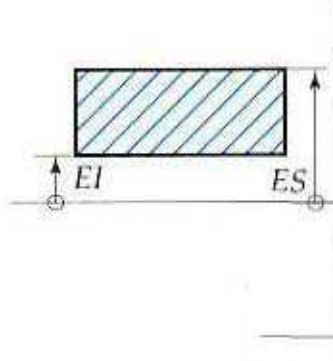
IT = International Tolerance

(casualmente . . . = Intervallo di Tolleranza)

# Tolleranze per applicazioni tipiche

Grado di tolleranza normalizzato	Classe di tolleranza		Lavorazioni meccaniche corrispondenti		Applicazioni	
	Alberi	Fori	Alberi	Fori	Alberi	Fori
IT1 - IT4			Lavorazione con macchine speciali	Lavorazione con macchine speciali	Lavorazioni di precisione di strumenti di misura, calibri, blocchetti di riscontro	
IT5	extra preciso		rettifica	rettifica speciale	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT6	preciso	extra preciso	rettifica	rettifica	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT7	preciso - medio	preciso	tornitura	rettifica alesatura tornitura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT8	medio	medio	tornitura	alesatura tornitura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT9	medio - grossolano	medio - grossolano	tornitura trafilatura	alesatura tornitura trapanatura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT10	medio - grossolano	medio - grossolano	tornitura trafilatura	alesatura tornitura trapanatura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT11	grossolano	grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT12	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT13	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT14 - IT18	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	

Scostamenti da A a H



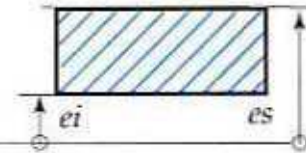
Scostamenti da K a ZC  
(per i gradi di tolleranza  
minori od uguali a IT8 con  
scostamento K e classe  
di tolleranza M8)



Scostamenti da a a h



Scostamenti da k a ZC

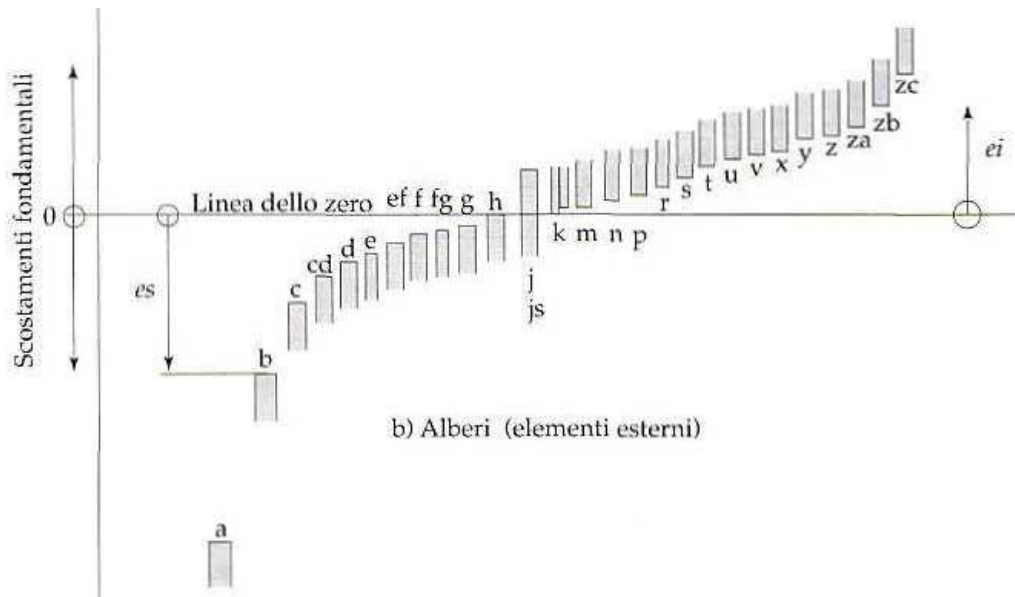
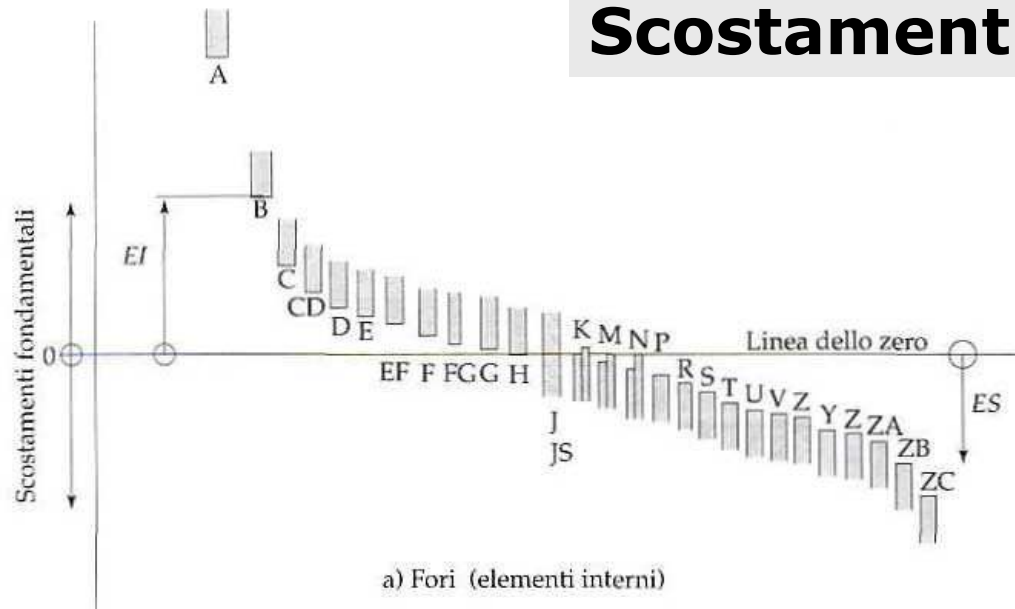


$es$  = scostamento fondamentale  
negativo

$$ei = es - IT$$

$ei$  = scostamento fondamentale  
positivo

$$es = ei + IT$$



DIMENSIONE NOMINALE mm		SCOSTAMENTI SUPERIORI es											SCOSTAMENTI INFERIORI ei																				
		GRADI DI TOLLERANZA: tutti											IT5 e IT6	IT7	IT8	IT4 a IT7	fino a IT3 e sopra a IT7	GRADI DI TOLLERANZA: tutti															
oltre	fino a	a <sup>1)</sup>	b <sup>1)</sup>	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js <sup>2)</sup>	j			k			m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
-	3 <sup>1)</sup>	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	Scostamenti = $\pm \frac{ITn}{2}$ , dove n è il valore del grado di tolleranza IT	-2	-4	-6	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	-290	-150	-95		-50	-32		-16		-6	0		-3	-6	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28			+33	+39	+45		+50	+64	+90	+130	
14	18																																
18	24	-300	-160	-110		-65	-40		-20		-7	0		-4	-8	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35		+41	+47	+54	+63	+73	+98	+136	+188		
24	30																							+41	+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218	
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																				+54	+70	+81	+97	+114	+136	+180	+242	+325	
50	65	-340	-190	-140																				+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	+41	+53		+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																				+104	+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690	
120	140	-460	-260	-200																				+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	+63	+92		+134	+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900	
160	180	-580	-310	-230																				+146	+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1000	
180	200	-660	-340	-240																				+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																				+196	+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1050	+1350	
250	280	-920	-480	-300																				+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																			+268	+390	+475	+590	+730	+900	+1150	+1500	+1900		
355	400	-1350	-680	-400		-210	-125		-62		-18	0	-18	-29	+4	0	+21	+37	+62	+108	+190		+294	+435	+530	+660	+820	+1000	+1300	+1650	+2100		
400	450	-1500	-760	-440																			+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																						+150	+280	+400	+600							
560	630					-260	-145		-76		-22	0											+155	+310	+450	+660							
630	710																						+175	+340	+500	+740							
710	800					-290	-160		-80		-24	0											+185	+380	+560	+840							
800	900																						+210	+430	+620	+940							
900	1000																						+220	+470	+680	+1050							
1000	1120																						+250	+520	+780	+1150							
1120	1250																						+260	+580	+840	+1300							
1250	1400																						+300	+640	+960	+1450							
1400	1600					-390	-220		-110		-30	0											+330	+720	+1050	+1600							
1600	1800																						+370	+820	+1200	+1850							
1800	2000																						+400	+920	+1350	+2000							
2000	2240																						+440	+1000	+1500	+2300							
2240	2500					-480	-260		-130		-34	0											+460	+1100	+1650	+2500							
2500	2800																						+550	+1250	+1900	+2900							
2800	3150					-520	-290		-145		-38	0											+580	+1400	+2100	+3200							

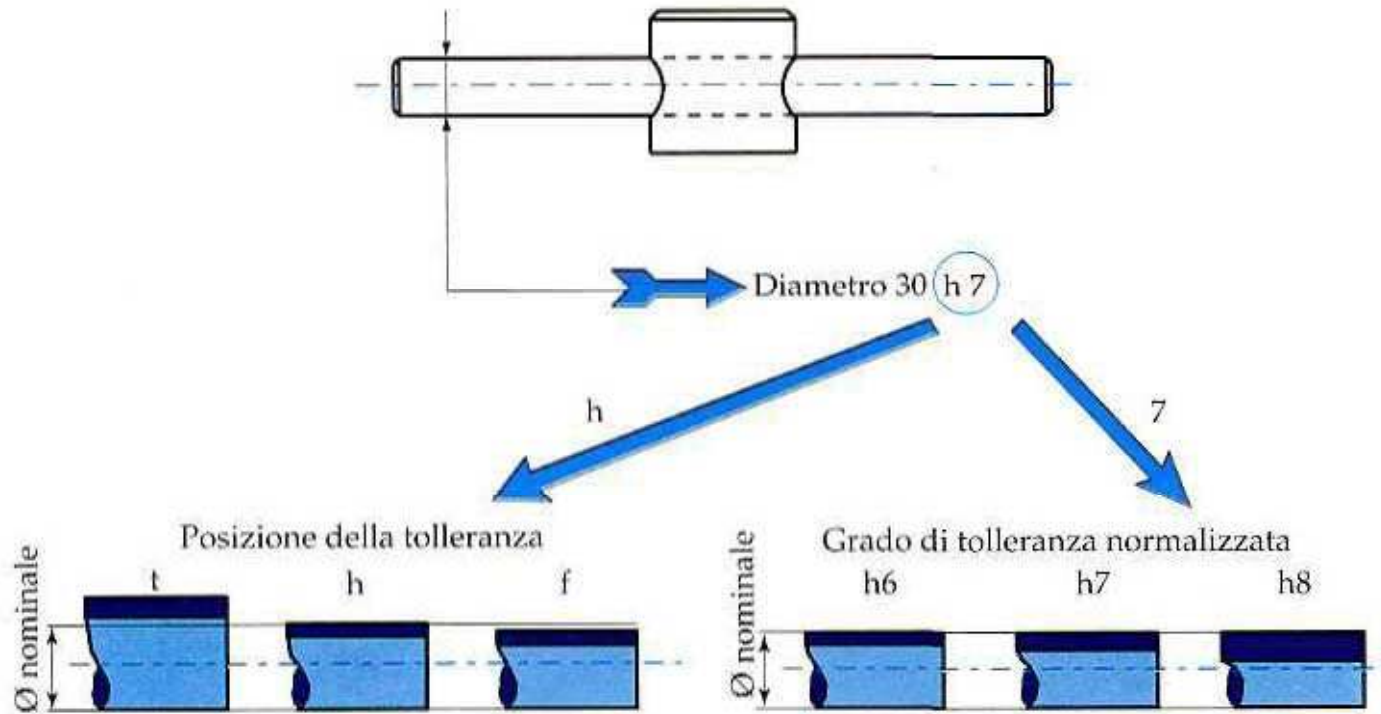


DIMENS. NOMINALE mm		SCOSTAMENTI INFERIORI E'											SCOSTAMENTI SUPERIORI ES																						
		GRADI DI TOLLERANZA: tutti											IT6	IT7	IT8	fino a IT8	oltre IT8	fino a IT8	oltre IT8	fino a IT8	oltre IT8	fino a IT7	GRADI DI TOLLERANZA SUPERIORI A IT7												
oltre	fino a	A1)	B1)	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	Js <sup>2)</sup>	J	K <sup>3)</sup>	M <sup>3)</sup>	N <sup>3)</sup>	PaZC <sup>3)</sup>	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 = $\pm \frac{ITn}{2}$ , 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				
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1+Δ	0	-4+Δ	-4	-8+Δ	0	-12	-15	-19	-23	-28	-34	-42	-50	-80				
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1+Δ	0	-6+Δ	-6	-10+Δ	0	-15	-19	-23	-28	-34	-42	-52	-67	-97				
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0		+6	+10	+15	-1+Δ	0	-7+Δ	-7	-12+Δ	0	-18	-23	-28	-33	-40	-50	-64	-90	-130				
14	18													-39	-45	-60	-77	-108	-150																
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0		+8	+12	+20	-2+Δ	0	-8+Δ	-8	-15+Δ	0	-22	-28	-35	-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136			
24	30													-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218														
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0		+10	+14	+24	-2+Δ	0	-9+Δ	-9	-17+Δ	0	-26	-34	-43	-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148			
40	50													-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325													
50	65	+340	+190	+140		+100	+60		+30		+10	0		+13	+18	+28	-2+Δ	0	-11+Δ	-11	-20+Δ	0	-32	-41	-53	-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226			
65	80													-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480											
80	100	+380	+220	+170		+120	+72		+36		+12	0		+16	+22	+34	-3+Δ	0	-13+Δ	-13	-23+Δ	0	-37	-51	-71	-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335			
100	120													-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585													
120	140	+460	+260	+200					+43		+14	0		+18	+26	+41	-3+Δ	0	-15+Δ	-15	-27+Δ	0	-43	-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535			
140	160													-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1000											
160	180	+520	+280	+210					+50		+15	0		+22	+30	+47	-4+Δ	0	-17+Δ	-17	-31+Δ	0	-50	-80	-130	-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740			
180	200													-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-860	-1150											
200	225	+660	+340	+240		+170	+100		+56		+17	0		+25	+36	+55	-4+Δ	0	-20+Δ	-20	-34+Δ	0	-55	-94	-158	-218	-315	-385	-475	-580	-710				
225	250													-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1000	-1300	-1700											
250	280	+920	+480	+300					+62		+18	0		+29	+39	+60	-4+Δ	0	-21+Δ	-21	-37+Δ	0	-62	-108	-190	-268	-390	-475	-590	-730	-900				
280	315													-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1000	-1300	-1650	-2100											
315	355	+1050	+540	+330		+190	+110		+68		+20	0		+33	+43	+66	-5+Δ	0	-23+Δ	-23	-40+Δ	0	-68	-126	-232	-330	-490	-595	-740	-920	-1100				
355	400													-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1000	-1250	-1600	-2100	-2600											
400	450	+1650	+840	+480					+76		+22	0		0				0	-26		-44	-78	-150	-280	-400	-600	-840	-1100	-1450	-1850					
450	500													-155	-310	-450	-660	-940	-1250	-1650	-2100														
500	560	+260	+145						+80		+24	0		0				0	-30		-50	-88	-175	-340	-500	-740	-1000	-1300	-1700	-2100					
560	630													-185	-380	-560	-840	-1150	-1500	-1900	-2400														
630	710	+290	+160						+86		+26	0		0				0	-34		-56	-100	-210	-430	-620	-940	-1300	-1750	-2300	-2900					
710	800												-220	-470	-680	-1050	-1450	-1950	-2500	-3200															
800	900	+320	+170						+98		+28	0	0				0	-40		-66	-120	-250	-520	-780	-1150	-1600	-2100	-2700	-3400						
900	1000												-260	-580	-840	-1300	-1850	-2500	-3200	-4000															
1000	1120	+350	+195						+110		+30	0	0				0	-48		-78	-140	-300	-640	-960	-1450	-2000	-2600	-3300	-4100						
1120	1250												-330	-720	-1050	-1600	-2100	-2700	-3400	-4200															
1250	1400	+380	+220						+120		+32	0	0				0	-58		-92	-170	-370	-820	-1200	-1850	-2500	-3200	-4000	-4900						
1400	1600												-400	-920	-1350	-2000	-2700	-3500	-4400	-5400															
1600	1800	+430	+240						+130		+34	0	0				0	-68		-110	-195	-440	-1000	-1500	-2300	-3000	-3900	-4900	-6000						
1800	2000												-460	-1100	-1650	-2500	-3400	-4400	-5500	-6700															
2000	2240	+480	+260						+145		+38	0	0				0	-76		-135	-240	-550	-1250	-1900	-2900	-3800	-4900	-6100	-7400						
2240	2500												-580	-1400	-2100	-3200	-4300	-5500	-6800	-8200															
2500	2800	+520	+290										0				0	-76		-135	-240	-550	-1250	-1900	-2900	-3800	-4900	-6100	-7400						
2800	3150												-580	-1400	-2100	-3200	-4300	-5500	-6800	-8200															

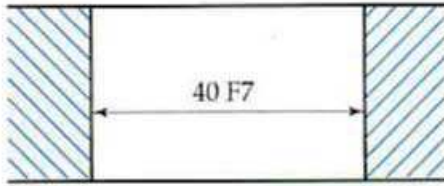
Valori come per i gradi di tolleranza normalizzati sopra IT7 incrementate da Δ



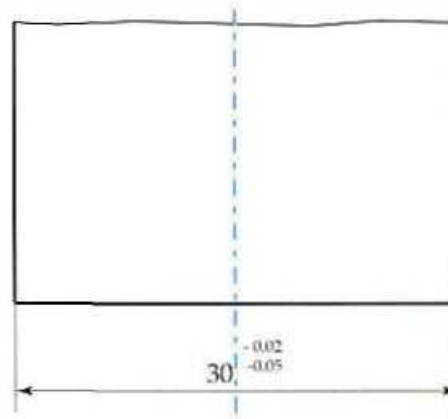
# Posizione e grado di tolleranza



# Indicazione di tolleranze

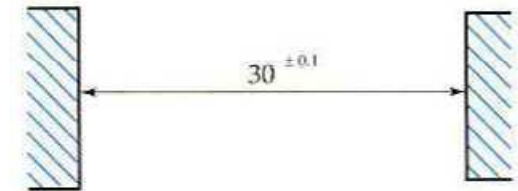


simbologia ISO

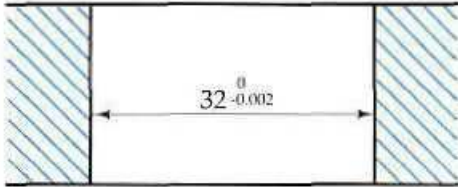


indicazione degli scostamenti

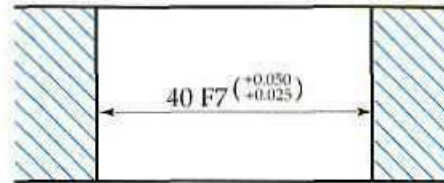
scostamenti simmetrici



# Indicazione di tolleranze

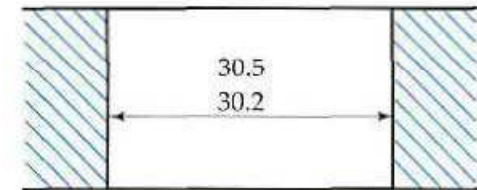


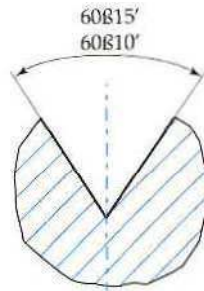
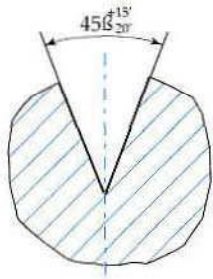
uno scostamento  
nullo

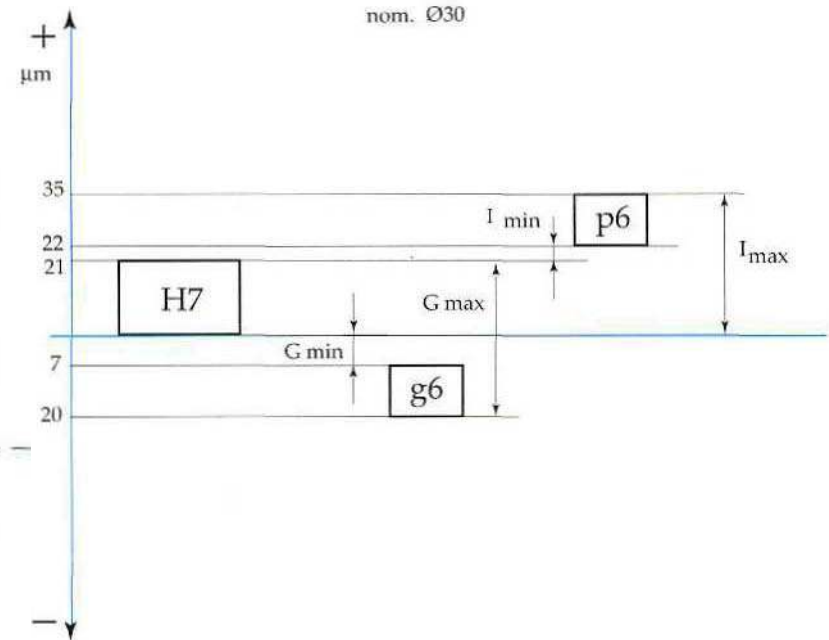
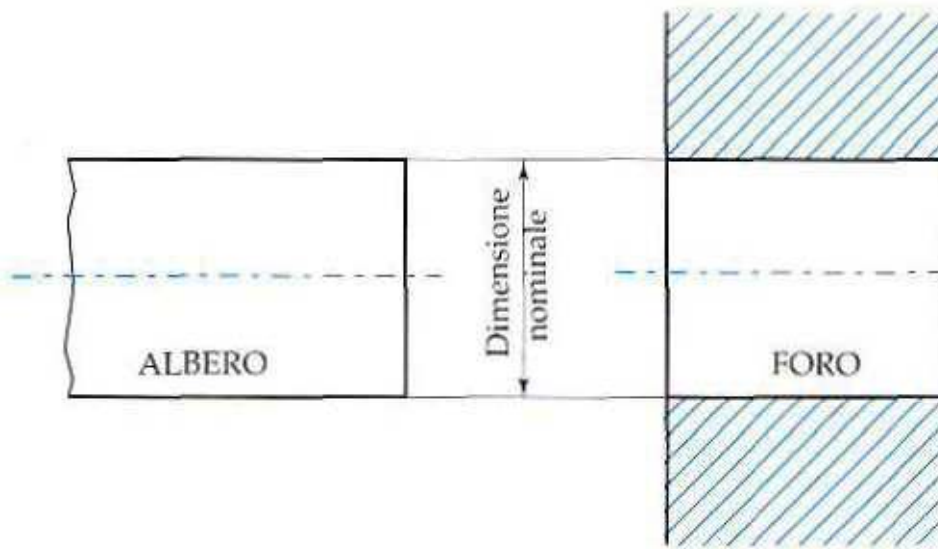


simbologia ISO  
e scostamenti limite

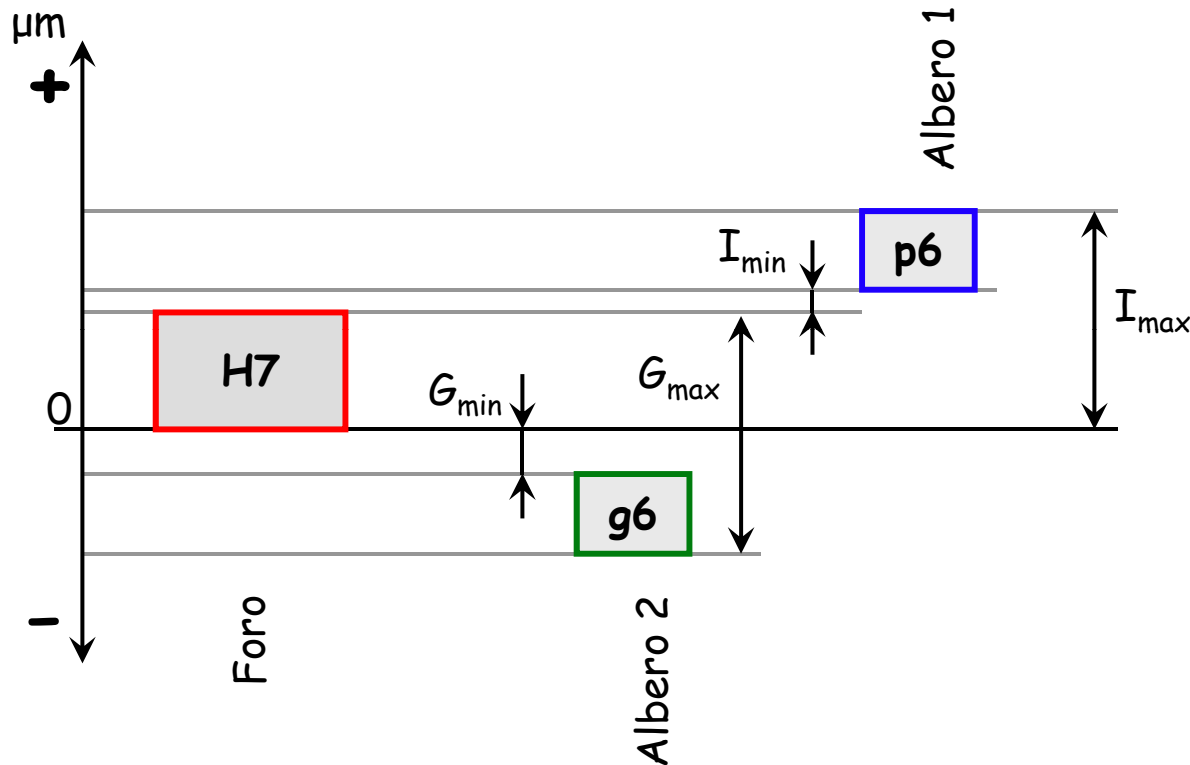
due dimensioni  
limite







# Esercizio



Dimensione nominale =  $\varnothing 30$

Foro =  $\varnothing 30$  H7

Albero 1 =  $\varnothing 30$  p6

Albero 2 =  $\varnothing 30$  g6

Primo accoppiamento

$\varnothing 30$  H7/p6

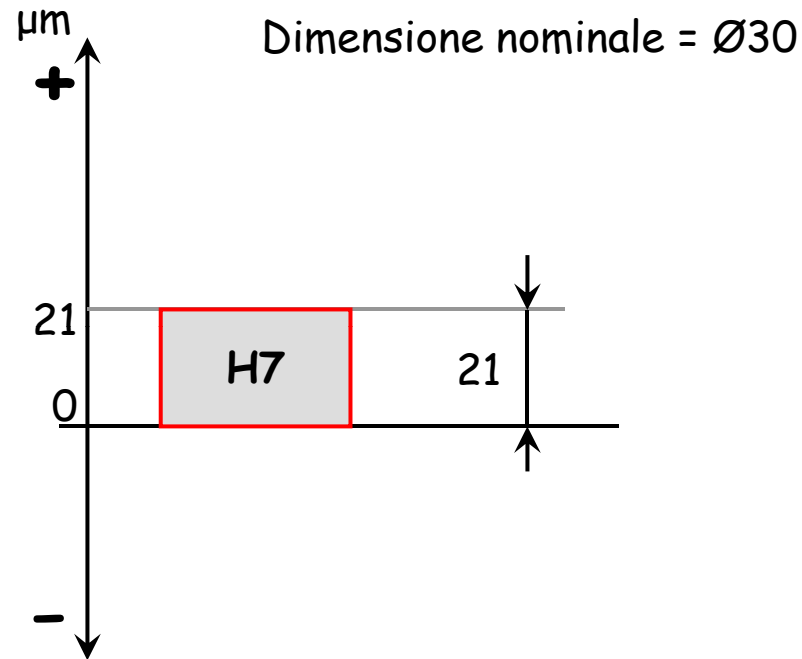
Secondo Accoppiamento

$\varnothing 30$  H7/g6



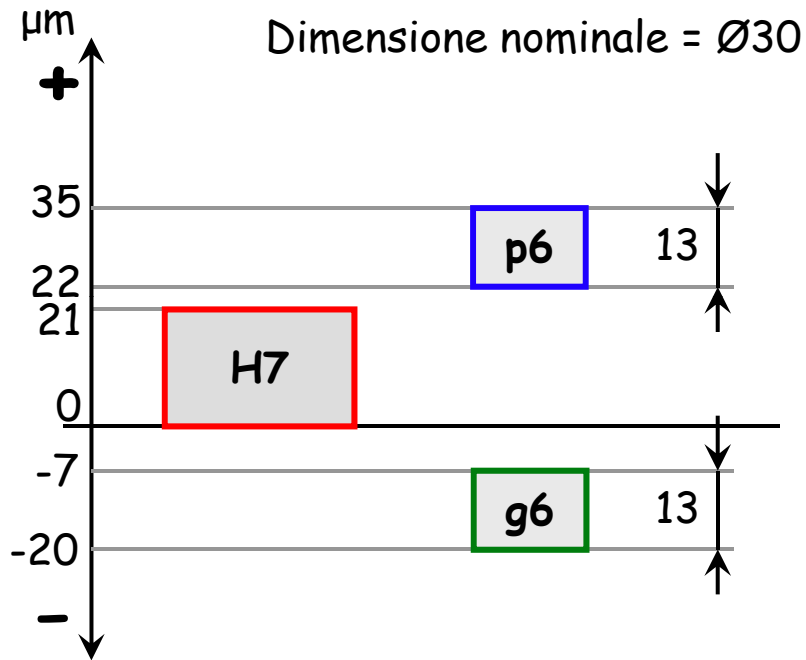
DIMENS. NOMINALE mm		SCOSTAMENTI INFERIORI E/											GRADI DI TOLLERANZA: tutti				IT6	IT7	IT8	fin a f
		oltre	fino a	A <sup>1)</sup>	B <sup>1)</sup>	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	Js <sup>2)</sup>	J				
-	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	Tolleranza IT	+2	+4	+6	0			
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0		+5	+6	+10	-1			
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0		+5	+8	+12	-1			
10	14	+290	+150	+95		+50	+32		+16		+6	0			+6	+10	+15	-1		
14	18																			
18	24	+300	+160	+110		+65	+40		+20		+7	0			+8	+12	+20	-2		
24	30																			
30	40	+310	+170	+120		+80	+50		+25		+9	0		+10	+14	+24	-2			
40	50	+320	+180	+130		+100	+60		+30		+10	0			+13	+18	+28	-2		
50	65	+340	+190	+140																
65	80	+360	+200	+150		+120	+72		+36		+12	0			+16	+22	+34	-3		
80	100	+380	+220	+170																
100	120	+410	+240	+180																
120	140	+460	+260	+200																

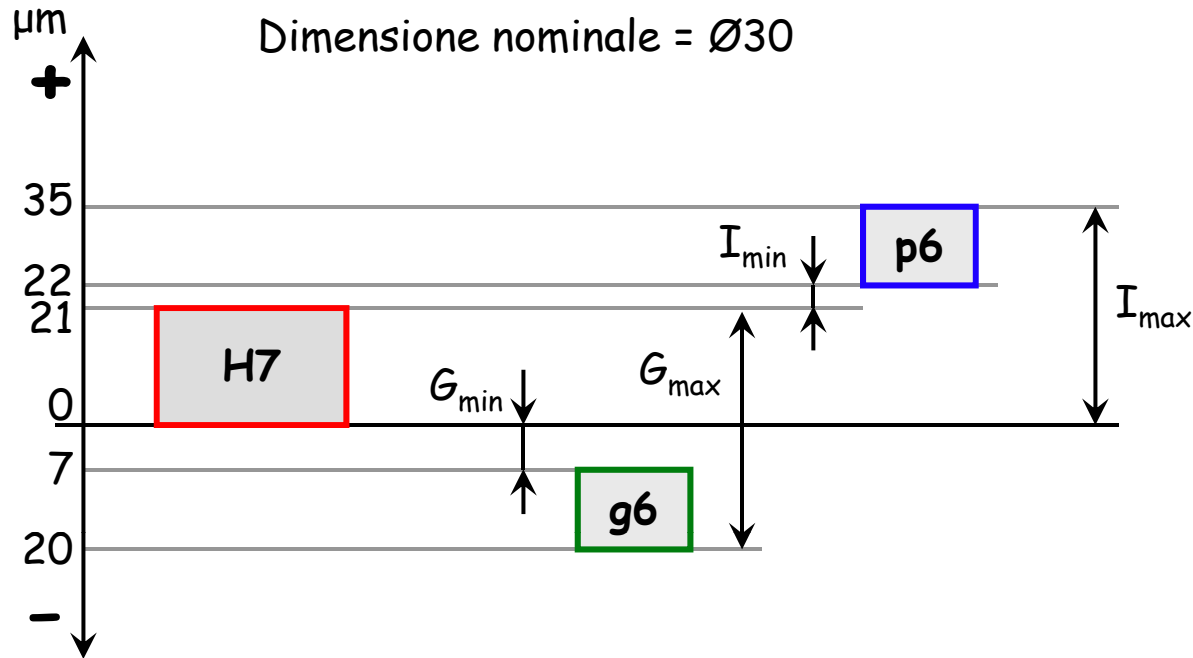
Dimensione nominale mm		GRADI DI TOLLERANZA NORMALIZZATI																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
oltre	fino a	Tolleranze																	
		µm									mm								
-	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,60	1	1,4
3	6	1	1,5	2,5	4	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	15	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	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	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	0,4	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



DIMENSIONE NOMINALE mm		SCOSTAMENTI SUPERIORI es											SCOSTAMENTI INFERIORI ei												
		GRADI DI TOLLERANZA: tutti											IT5 e IT6	IT7	IT8	IT4 a IT7	fino a IT3 e sopra a IT7	GRADI DI TOLL							
oltre	fino a	a <sup>1)</sup>	b <sup>1)</sup>	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js <sup>2)</sup>	j			k		m	n	p	r	s	t	u
-	3 <sup>1)</sup>	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0	Tolleranza IT	-2	-4	-6	0	0	+2	+4	+6	+10	+14		+18
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0		-2	-4		+1	0	+4	+8	+12	+15	+19		+23
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0		-2	-5		+1	0	+6	+10	+15	+19	+23		+28
10	14	-290	-150	-95		-50	-32		-16		-6	0		-3	-6		+1	0	+7	+12	+18	+23	+28		+33
14	18																								
18	24	-300	-180	-110		-65	-40		-20		-7	0		-4	-8		+2	0	+8	+15	+22	+28	+35		+41
24	30																								
30	40	-310	-170	-120		-80	-50		-25		-9	0		-5	-10		+2	0	+9	+17	+26	+34	+43		+48
40	50	-320	-180	-130		-80	-50		-25		-9	0		-5	-10		+2	0	+9	+17	+26	+34	+43		+60
50	65	-340	-190	-140		-100	-60		-30		-10	0		-7	-12		+2	0	+11	+20	+32	+41	+53		+66
65	80	-360	-200	-150		-100	-60		-30		-10	0	-7	-12		+2	0	+11	+20	+32	+43	+59		+75	
80	100	-380	-220	-170		-120	-72		-36		-12	0	-9	-15		+3	0	+13	+23	+37	+51	+71		+91	
100	120	-410	-240	-180		-120	-72		-36		-12	0	-9	-15		+3	0	+13	+23	+37	+54	+79		+104	

Dimensione nominale mm		GRADI DI TOLLERANZA NORMALIZZATI																	
		IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
oltre	fino a	Tolleranze																	
		$\mu\text{m}$											mm						
-	3	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,60	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	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	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	0,4	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





Primo accoppiamento  
 $\varnothing 30$  H7/p6  
 Accoppiamento con interferenza  
 $I_{\min} = 1 \mu\text{m}$   
 $I_{\max} = 35 \mu\text{m}$

Secondo accoppiamento  
 $\varnothing 30$  H7/g6  
 Accoppiamento con gioco  
 $G_{\min} = 7 \mu\text{m}$   
 $G_{\max} = 41 \mu\text{m}$

CLASSE DI TOLLERANZA		SCOSTAMENTI LIMITE PER CAMPI DI DIMENSIONI NOMINALI							
Designazione	Denominazione	da 0,5 <sup>1)</sup> fino a 3	oltre 3 fino a 6	oltre 6 fino a 30	oltre 30 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400 fino a 1.000	oltre 1.000 fino a 2.000	oltre 2.000 fino a 4.000
f	fine	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-
m	media	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	grossolana	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	molto grossolana	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

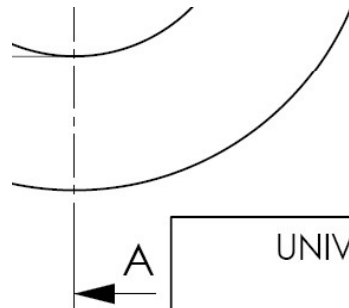
1) per le dimensioni nominali minori di 0,5 mm, lo scostamento deve essere indicato dopo la dimensione nominale



CLASSE DI TOLLERANZA		SCOSTAMENTI LIMITE IN FUNZIONE DEI CAMPI DI LUNGHEZZA, IN MILLIMETRI, DEL LATO PIU' CORTO DELL'ANGOLO CONSIDERATO				
Designazione	Denominazione	fino a 10	oltre 10 fino a 50	oltre 50 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400
f	fine	± 1°	± 0°30'	± 0°20'	± 0°10'	± 0°5'
m	media					
c	grossolana	± 1°30'	± 1°	± 0°30'	± 0°15'	± 0°10'
v	molto grossolana	± 3°	± 2°	± 1°	± 0°30'	± 0°20'

# Tolleranze generali

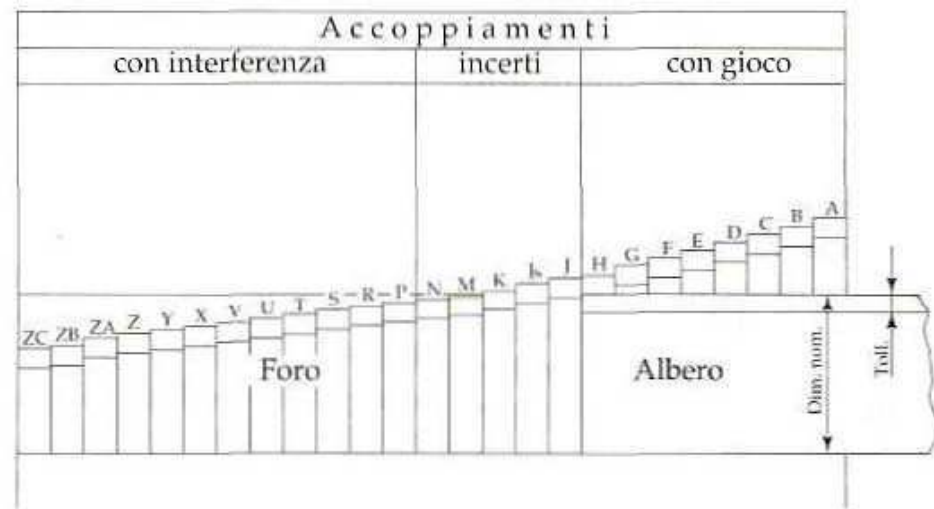
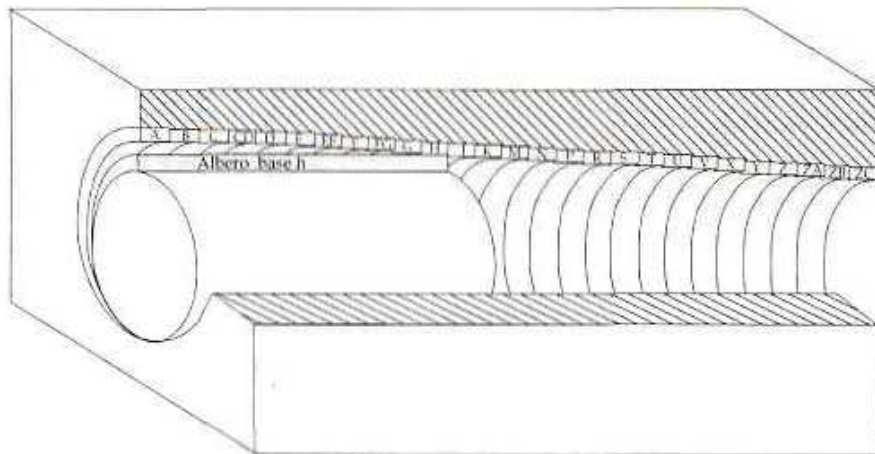
## Indicazioni sulla tavola

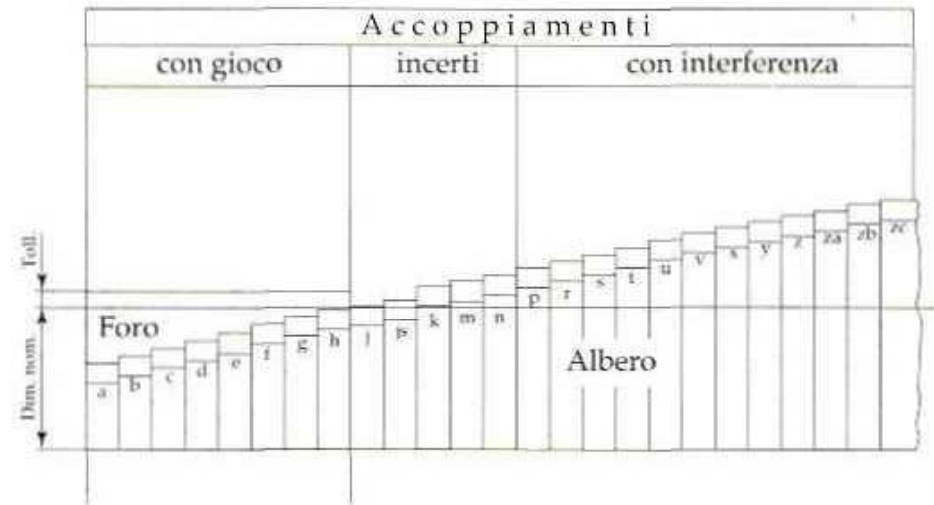
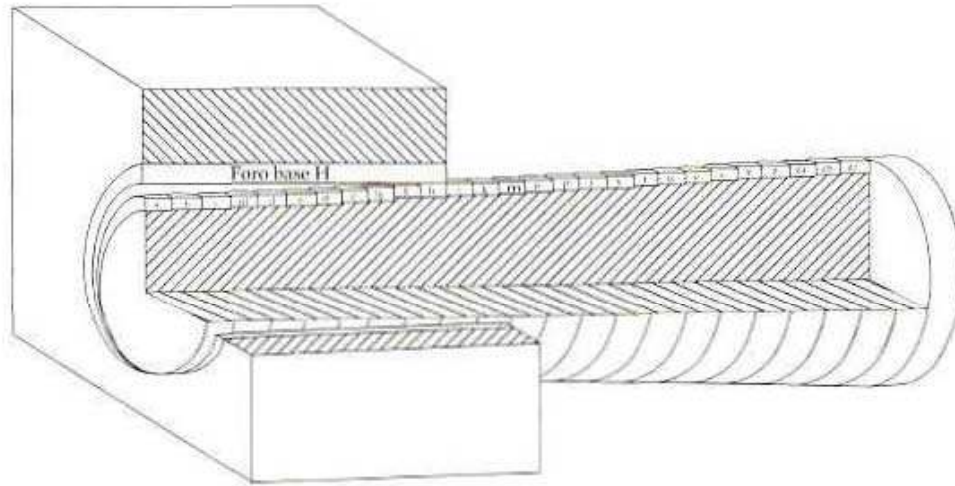


Note:  
Raccordi non quotati R3.  
Smussi non quotati 0.5x45°.  
Eliminare spigoli vivi.

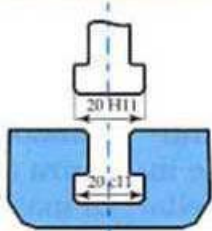
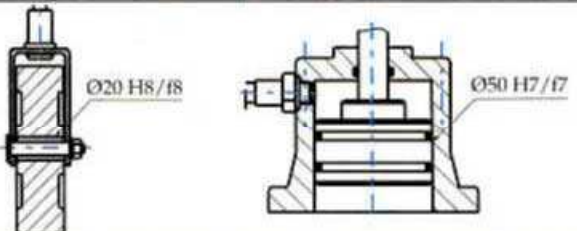
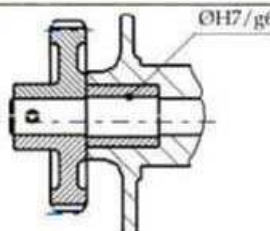
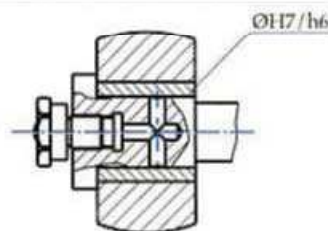
3.2/(1.6)

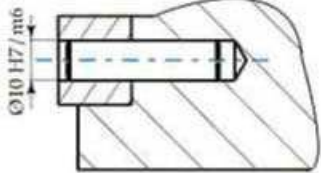
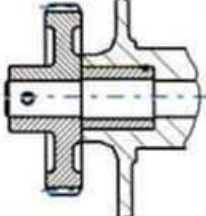
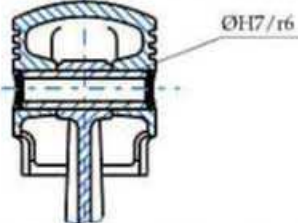
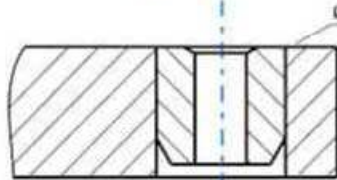
UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI BRESCIA - FACOLTA' DI INGEGNERIA			
DISEGNO TECNICO INDUSTRIALE			
	Scala: 2:1	Foglio: A3	a.a.: 2005/06 Data: 29/08/2006
Toll.gen.: ISO 2768-m			Cognome, Nome, matricola, c.so laurea.
Denominazione: MANOVELLA			Materiale: Acciaio





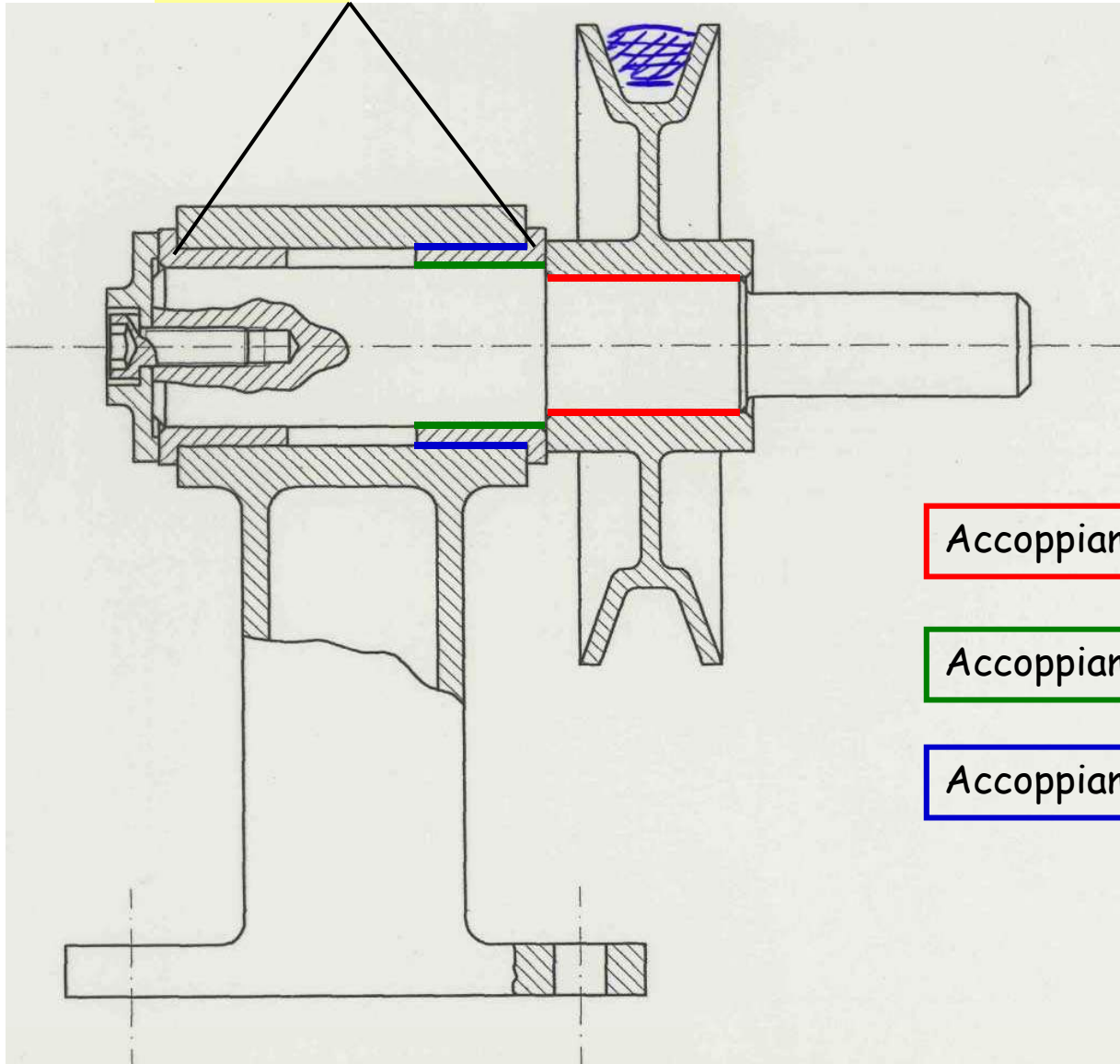
Extra Precisi								Precisi									Medio Precisi								Grossolani						
Foro		Albero						Foro		Albero							Foro		Albero						Foro						
H6	p5	n5	k6	js6	h6	g5	f6	H7	u7	s6	r6	p7	n6	m6	k7	h6	g6	f7	H8	n8	k7	js7	h7	h8	f7	f8	e8	d8	H11	h11	c11
<b>Tipo di accoppiamento</b>	Bloccato alla pressa	Bloccato serrato	Bloccato leggero	Bloccato a spinta	Con scorrimento	Libero stretto	Libero normale	<b>Tipo di accoppiamento</b>	Bloccato a caldo	Bloccato a caldo	Bloccato alla pressa	Bloccato serrato	Bloccato serrato	Bloccato normale	Bloccato leggero	Con scorrimento	Libero stretto	Libero normale	<b>Tipo di accoppiamento</b>	Bloccato serrato	Bloccato leggero	Bloccato a spinta	Con scorrimento	Con scorrimento	Libero normale	Libero normale	Libero largo	Libero ampio	<b>Tipo di accoppiamento</b>	Con scorrimento	Libero amplissimo
Rettificatura, alta precisione Montaggio cuscinetti, tenute idrauliche								Rettificatura, media precisione Rettificatura alberi, alesatura									Lavorazioni alle macchine utensili Tornitura, fresatura, alesatura								Qualsiasi tipo di macchina						
<p>Bloccato a spinta: montaggio a mano forzando leggermente</p> <p>Bloccato leggero: montaggio a pressione con torchietto</p> <p>Bloccato normale: montaggio a pressione con torchietto</p> <p>Bloccato serrato: montaggio a pressione eventualmente con differenza di temperatura</p> <p>Bloccato alla pressa: montaggio a pressione eventualmente con differenza di temperatura</p>																		<p>Bloccato a caldo: con differenza di temperatura tra i due pezzi</p> <p>Con scorrimento: parti rotanti o scorrevoli con buona lubrificazione</p> <p>Libero stretto: accoppiamenti mobili a bassa velocità</p> <p>Libero normale: pezzi rotanti ad alta velocità</p> <p>Libero largo e ampio: pezzi che richiedono molto gioco</p>													

	ACCOPIAMENTO	APPLICAZIONE	ESEMPI
Precisione ↑	H8/e8 H8/d8 H11/c11  Libero largo	Montaggio con giuoco abbondante; perni per leve e articolazioni in macchine agricole, senza esigenze di precisione.	 Guida
Precisione ↑	H7/f6 H7/f7 H8/f7 H8/f8 Libero normale	Accoppiamenti rotanti molto veloci, con centratura anche imperfetta e bassi carichi; accoppiamenti pistone cilindro nei comandi oleodinamici.	 Accoppiamento albero-bronzina, pistone-cilindro
Precisione ↑	H6/g5 H7/g6  Libero stretto	Accoppiamenti rotanti a bassa velocità, con buona centratura e precisione di guida; accoppiamento albero-bronzina.	 Accoppiamenti rotanti con buona centratura
Precisione ↑	H6/h5 H6/h6 H7/h6 H11/h11 Di scorrimento	Montaggi e centrature ad alta precisione, scorrevoli assialmente e dotati di moto rotatorio lento o a carattere oscillante con buona lubrificazione; accoppiamento biella-manovella, anelli interni di cuscinetti a sfere.	 Accoppiamento albero-bronzina con buona lubrificazione

	ACCOPPIMENTO	APPLICAZIONE	ESEMPI
Precisione ↑	H6/js5 H6/js6 H7/m6  <b>Bloccato a spinta</b>	Accoppiamenti di precisione di parti reciprocamente fisse; accoppiamenti stretti scorrevoli assialmente; montaggio a mano con mazzuolo.	 Spina cilindrica di riferimento
Precisione ↑	H6/n5 H7/n6 H8/n8  <b>Bloccato serrato</b>	Accoppiamenti bloccati, non smontabili a mano; parti che non necessitano di essere bloccate assialmente, ma solo assicurate contro la reciproca rotazione; bronzine nella loro sede esterna, boccole di guida, ingranaggi collegati con linguetta.	 Montaggio di bronzine nella loro sede esterna
Precisione ↑	H6/p5 H7/p7 H7/r6  <b>Bloccato alla pressa</b>	Accoppiamenti bloccati, non scomponibili, adatti a trasmettere forti carichi assiali e momenti torcenti; trasmissioni senza linguette o scanalati, bronzine nella loro sede da non smontarsi mai.	 Accoppiamento spinotto-pistone
Precisione ↑	H7/s6 H7/u7  <b>Bloccato a caldo</b>	Organi fissi a bloccaggio fortissimo, non scomponibili senza danneggiare irreparabilmente i pezzi; accoppiamenti per trasmettere forti carichi, senza chiavette; giranti per pompe nella loro sede.	 Bussola di guida per utensili

# Esempio - Sistema Foro Base

Bronzine

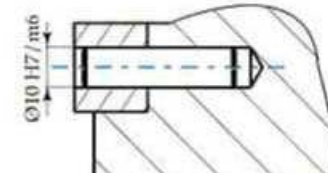
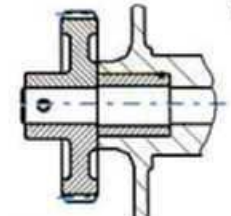
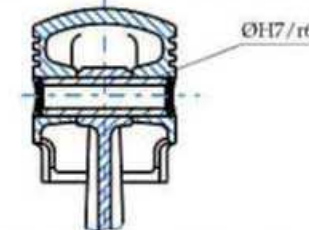
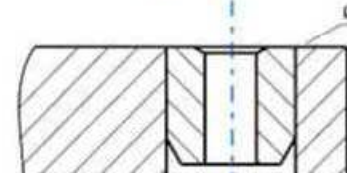


Accoppiamento con interferenza

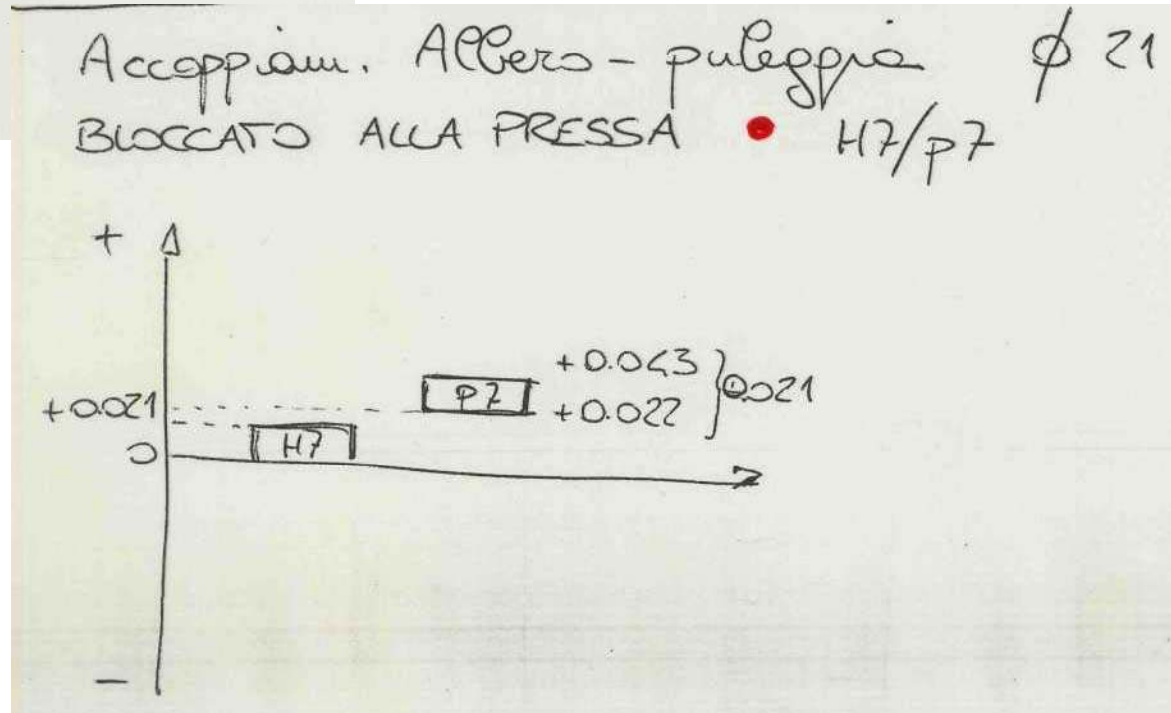
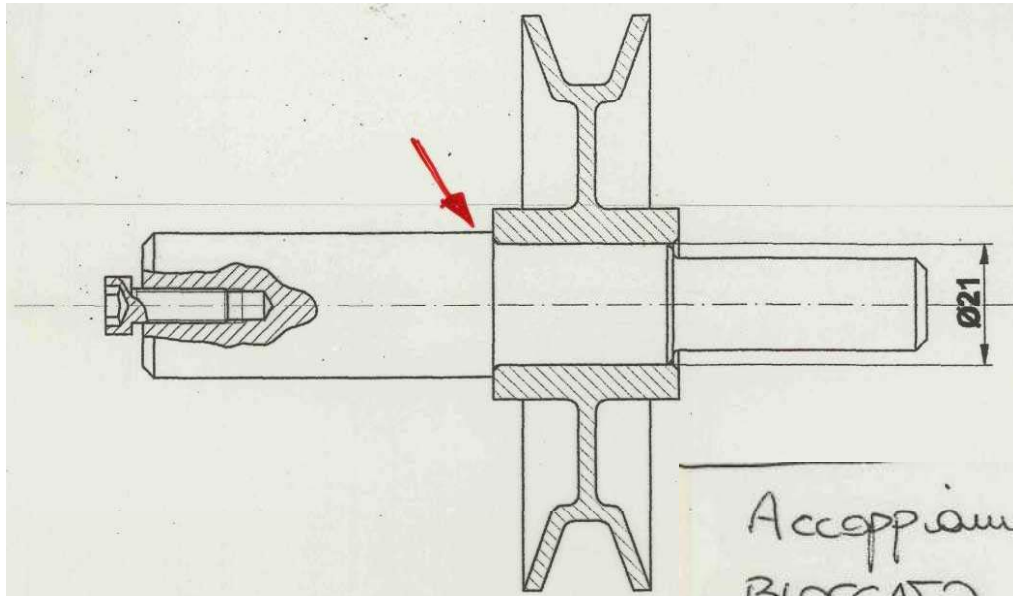
Accoppiamento con gioco

Accoppiamento incerto

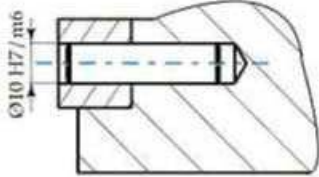
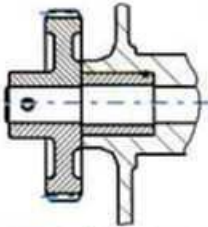
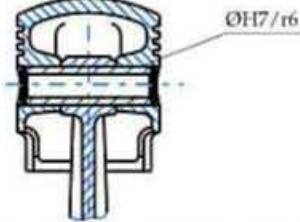
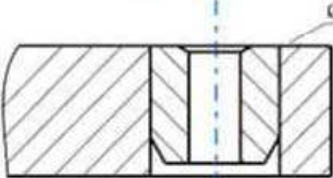


	ACCOPIAMENTO	APPLICAZIONE	ESEMPI
Precisione ↑	H6/js5 H6/js6 H7/m6  <b>Bloccato a spinta</b>	Accoppiamenti di precisione di parti reciprocamente fisse; accoppiamenti stretti scorrevoli assialmente; montaggio a mano con mazzuolo.	 Spina cilindrica di riferimento
Precisione ↑	H6/n5 H7/n6 H8/n8  <b>Bloccato serrato</b>	Accoppiamenti bloccati, non smontabili a mano; parti che non necessitano di essere bloccate assialmente, ma solo assicurate contro la reciproca rotazione; bronzine nella loro sede esterna, boccole di guida, ingranaggi collegati con linguetta.	 Montaggio di bronzine nella loro sede esterna
Precisione ↑	H6/p5 <b>H7/p7</b> H7/r6  <b>Bloccato alla pressa</b>	Accoppiamenti bloccati, non scomponibili, adatti a trasmettere forti carichi assiali e momenti torcenti; trasmissioni senza linguette o scanalati, bronzine nella loro sede da non smontarsi mai.	 Accoppiamento spinotto-pistone
Precisione ↑	H7/s6 H7/u7  <b>Bloccato a caldo</b>	Organi fissi a bloccaggio fortissimo, non scomponibili senza danneggiare irreparabilmente i pezzi; accoppiamenti per trasmettere forti carichi, senza chiavette; giranti per pompe nella loro sede.	 Bussola di guida per utensili

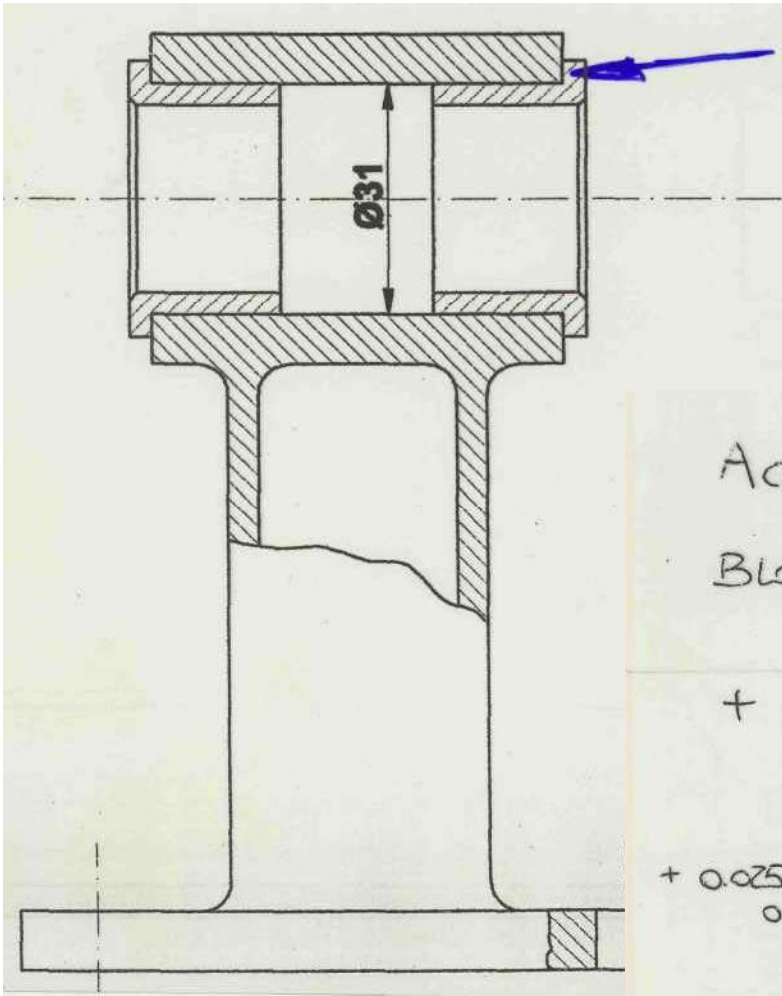
# Esempio - Sistema Foro Base



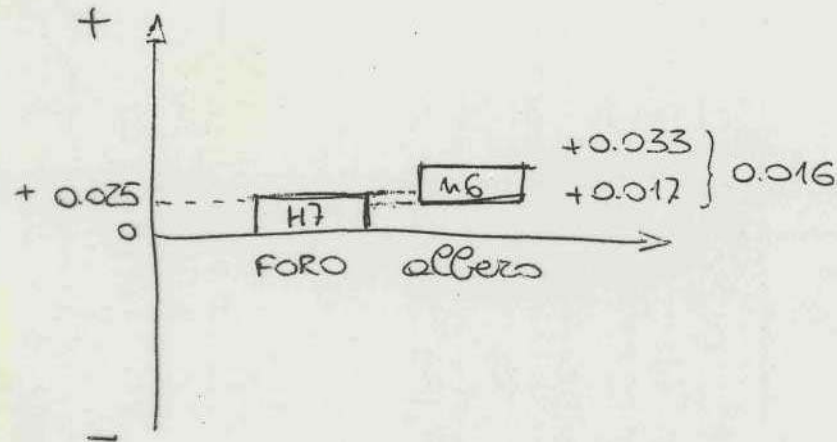
## Accoppiamento Bronzina-Sede : INCERTO

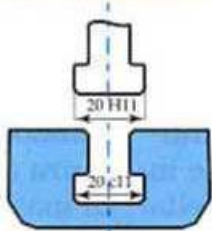
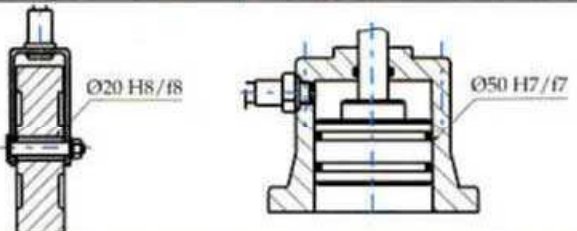
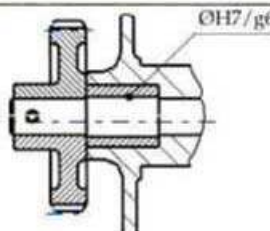
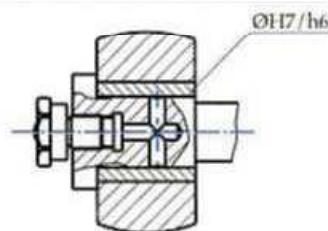
	ACCOPIAMENTO	APPLICAZIONE	ESEMPI
Precisione ↑	H6/js5 H6/js6 H7/m6  Bloccato a spinta	Accoppiamenti di precisione di parti reciprocamente fisse; accoppiamenti stretti scorrevoli assialmente; montaggio a mano con mazzuolo.	 Spina cilindrica di riferimento
Precisione ↑	H6/n5 H7/n6 H8/n8  Bloccato serrato	Accoppiamenti bloccati, non smontabili a mano; parti che non necessitano di essere bloccate assialmente, ma solo assicurate contro la reciproca rotazione; bronzine nella loro sede esterna, boccole di guida, ingranaggi collegati con linguetta.	 Montaggio di bronzine nella loro sede esterna
Precisione ↑	H6/p5 H7/p7 H7/r6  Bloccato alla pressa	Accoppiamenti bloccati, non scomponibili, adatti a trasmettere forti carichi assiali e momenti torcenti; trasmissioni senza linguette o scanalati, bronzine nella loro sede da non smontarsi mai.	 Accoppiamento spinotto-pistone
Precisione ↑	H7/s6 H7/u7  Bloccato a caldo	Organi fissi a bloccaggio fortissimo, non scomponibili senza danneggiare irreparabilmente i pezzi; accoppiamenti per trasmettere forti carichi, senza chiavette; giranti per pompe nella loro sede.	 Bussola di guida per utensili

# Esempio - Sistema Foro Base

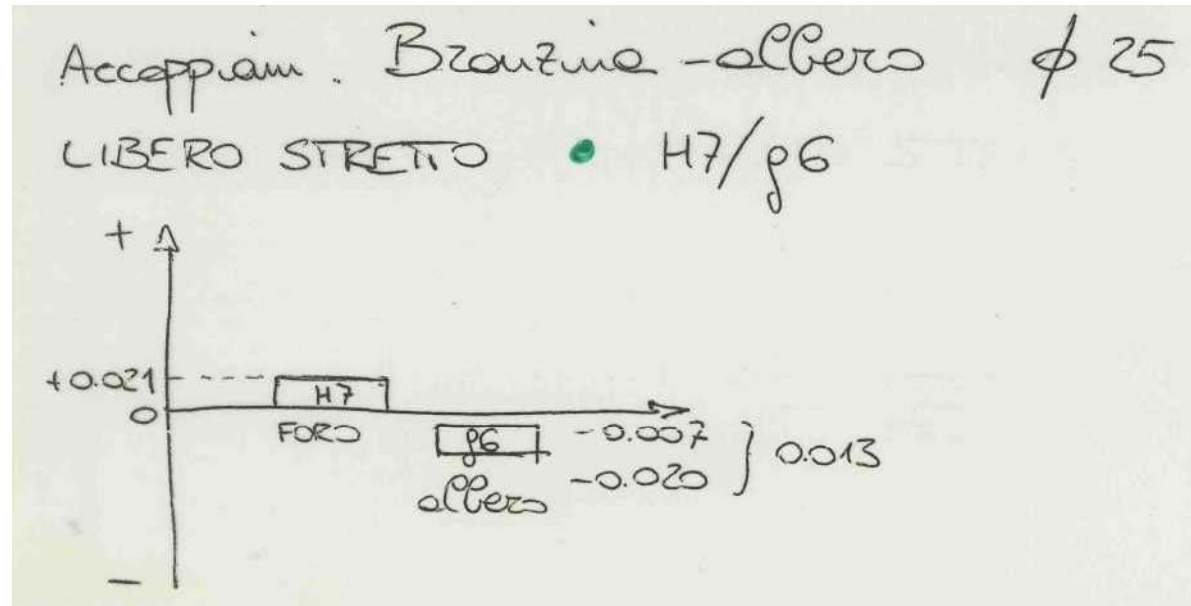
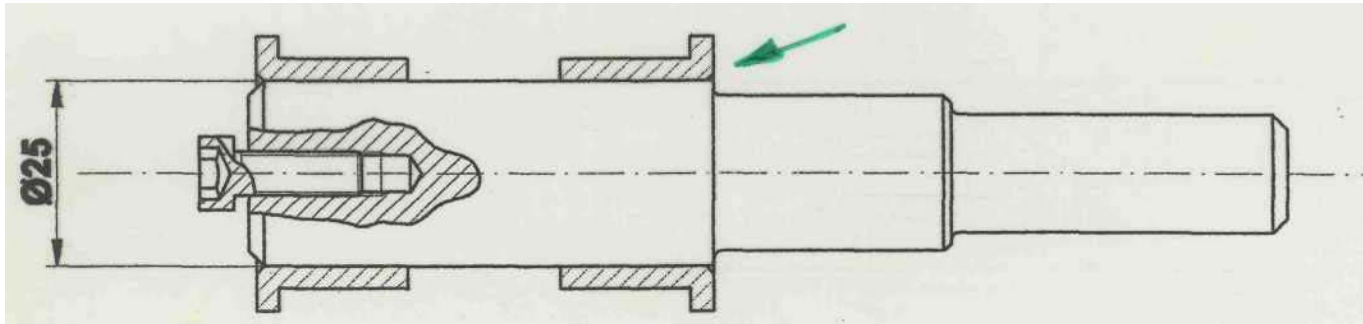


Accoppiam. Bronzina - sede  $\phi 31$   
BLOCCATO SERRATO • H7/m6



	ACCOPIAMENTO	APPLICAZIONE	ESEMPI
Precisione ↑	H8/e8 H8/d8 H11/c11  Libero largo	Montaggio con giuoco abbondante; perni per leve e articolazioni in macchine agricole, senza esigenze di precisione.	 Guida
Precisione ↑	H7/f6 H7/f7 H8/f7 H8/f8 Libero normale	Accoppiamenti rotanti molto veloci, con centratura anche imperfetta e bassi carichi; accoppiamenti pistone cilindro nei comandi oleodinamici.	 Accoppiamento albero-bronzina, pistone-cilindro
Precisione ↑	H6/g5 H7/g6 Libero stretto	Accoppiamenti rotanti a bassa velocità, con buona centratura e precisione di guida; accoppiamento albero-bronzina.	 Accoppiamenti rotanti con buona centratura
Precisione ↑	H6/h5 H6/h6 H7/h6 H11/h11 Di scorrimento	Montaggi e centrature ad alta precisione, scorrevoli assialmente e dotati di moto rotatorio lento o a carattere oscillante con buona lubrificazione; accoppiamento biella-manovella, anelli interni di cuscinetti a sfere.	 Accoppiamento albero-bronzina con buona lubrificazione

# Esempio - Sistema Foro Base



Gli errori che possono verificarsi in un elemento filettato, vite o madrevite, sono:

- errori sul diametro medio;
- errori sul diametro esterno;
- errori sul diametro di nocciolo;
- errori di passo (somma degli errori riscontrati sui passi compresi nella lunghezza di avvitamento);
- errori sull'angolo del profilo.

La tabella UNI 5541 definisce il sistema di tolleranze da adottare per le filettature metriche ISO.

Le tolleranze vengono previste:

- sul diametro esterno della vite -  $d$
- sul diametro medio della vite -  $d_2$
- sul diametro di nocciolo della madrevite -  $D_1$
- sul diametro medio della madrevite -  $D_2$

### Qualità:

PRECISA - filettature di precisione con piccoli giochi

MEDIA - applicazioni generiche

GROSSOLANA - in caso di difficoltà costruttive (ad es. all'interno di fori profondi)

### Lunghezza di Avvitamento:

S - Corta

N - Normale

L - Lunga

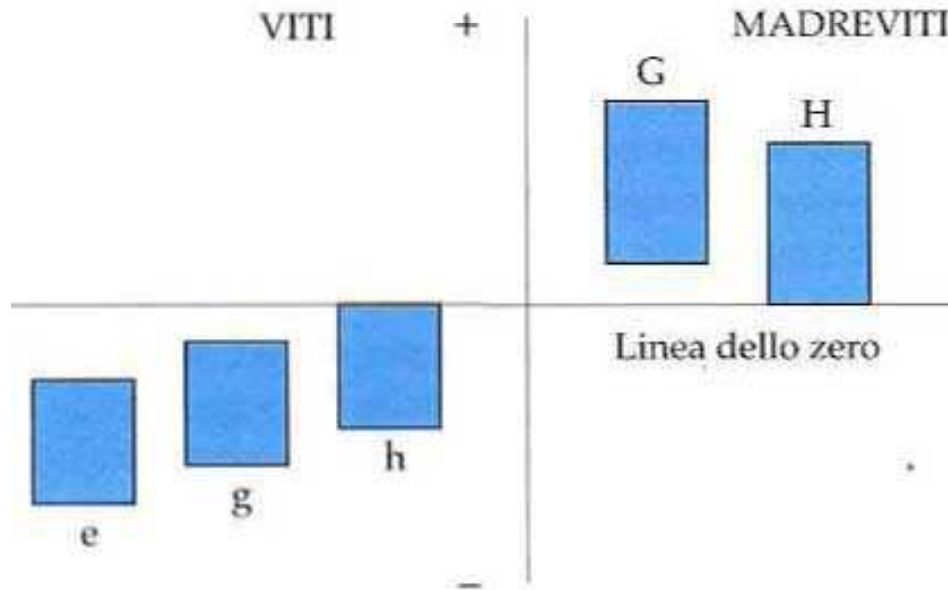
Qualità e Lunghezza di Avvitamento determinano il **GRADO DI PRECISIONE**

DIAMETRI	Qualità di lavorazione								
	precisa	media	grossolana	precisa	media	grossolana	precisa	media	grossolana
diametro esterno vite $d$	4	6	-	4	6	8	4	6	8
Vite diametro medio vite $d_1$	3	5	-	4	6	8	5	7	9
diametro di nocciolo madre vite $D_1$	4	5	-	5	6	7	6	7	8
Madre vite diametro medio madre vite $D_2$	4	5	-	4	6	7	6	7	8
	S			N			L		
	Gruppi di lunghezze di avvitamento								



# Tolleranze filettature

## Posizione del campo di tolleranza



# Tolleranze filettature

## ISO - Campi di Tolleranza Consigliati

Lunghezza di avvitamento	Qualità di lavorazione	Filettatura	CAMPI DI TOLLERANZA PER FILETTATURE		
			senza rivestimento	fosfatate oppure con rivestimento galvanico	con rivestimento galvanico a grande spessore
S (corta)	precisa	vite madre vite	3h 4h 4H	- -	- -
	media	vite madre vite	5h 6h oppure 5g 6g 5H	5g 6g 5H **	5g 6g 5G
	grossolana	vite madre vite	- -	- -	- -
N (normale)	precisa	vite madre vite	4h oppure 4g 4H 5H	4g 4H 5H **	4e 4G 5G
	media	vite madre vite	6h oppure 6g 6H	6g 6H **	6e 6G
	grossolana	vite madre vite	8g 7H	8g 7H **	8e 7G
L (lunga)	precisa	vite madre vite	5h 4h 6H	5h 4h ** 6H **	- -
	media	vite madre vite	7h 6h oppure 7g 6g 7H	7g 6g 7H **	7e 6e 7G
	grossolana	vite madre vite	9g 8g 8H	9g 8g 8H **	9e 8e 8G

Designazione della filettatura	Campo di tolleranza attribuito al diametro medio	Campo di tolleranza attribuito al diametro esterno
M 8	- 5 g	6 g

Grado di precisione attribuito al diametro medio ↑  
 Posizione della tolleranza attribuita al diametro medio ↑

Grado di precisione attribuito al diametro esterno ↑  
 Posizione della tolleranza attribuita al diametro esterno ↑

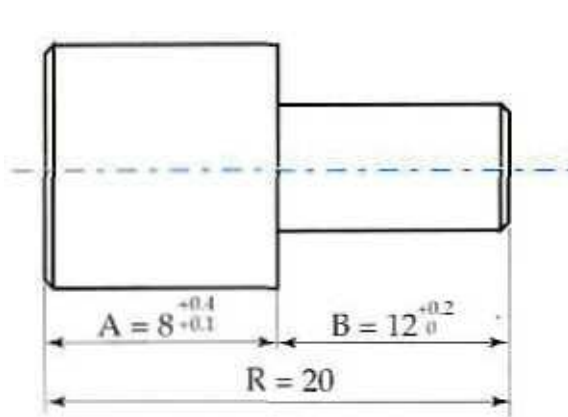
Designazione della filettatura	Campo di tolleranza comune al diametro medio ed al diametro esterno
M 8	- 6 g

Grado di precisione attribuito al diametro medio ed al diametro esterno ↑  
 Posizione della tolleranza comune al diametro medio ed al diametro esterno ↑

Designazione della filettatura	Tolleranze della madrevite relative a:		Tolleranze della vite relative a:		
	di diametro medio	di diametro di nocciolo	di diametro medio	di diametro esterno	raggio minimo del raccordo sul diametro di nocciolo
M 10	- 4 H	5 H	/ 4 h	6 h	(r = 0,135)

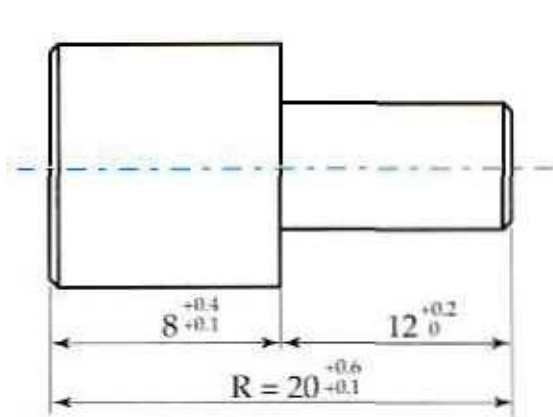
# Serie e catene di quote tollerate

## Sullo stesso componente



$$R_{\min} = A_{\min} + B_{\min} = 8.1 + 12.0 = 20.1$$

$$R_{\max} = A_{\max} + B_{\max} = 8.4 + 12.2 = 20.6$$



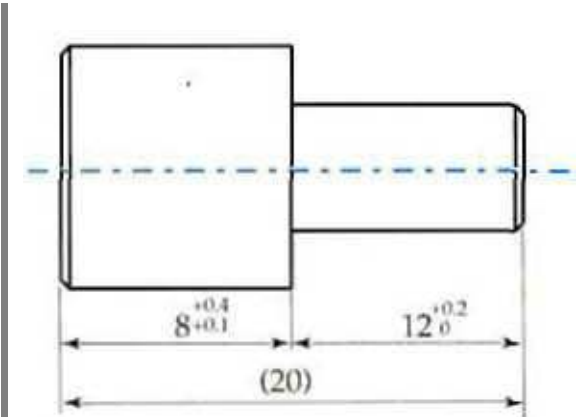
Se ora verificiamo A:

$$A_{\min} = R_{\min} - B_{\max} = 20.1 - 12.2 = 7.9$$

$$A_{\max} = R_{\max} - B_{\min} = 20.6 - 12.0 = 8.6$$

$$A = 8^{+0.6}_{-0.1} \text{ anziché } 8^{+0.4}_{-0.1}$$

c'è qualcosa che non va !



Le quote sovrabbondanti o ausiliarie

vengono poste tra parentesi

perché sono sottratte ad ogni condizione di tolleranza, anche generale

NON devono essere oggetto di verifica

# Serie e catene di quote tollerate

Su pezzi accoppiati

Problema:

Stabilire le tolleranze delle parti in modo tale che il gioco "G" si mantenga entro valori corretti

- A = 22 spessore supporto
- B = 3 spessore rosetta
- G = 0 gioco
- C = 1 spessore anello elastico
- R = 26 dimensione tra spallamento e parete gola

$$G = R - A - B - C$$

$$G_{\max} = R_{\max} - (A + B + C)_{\min}$$

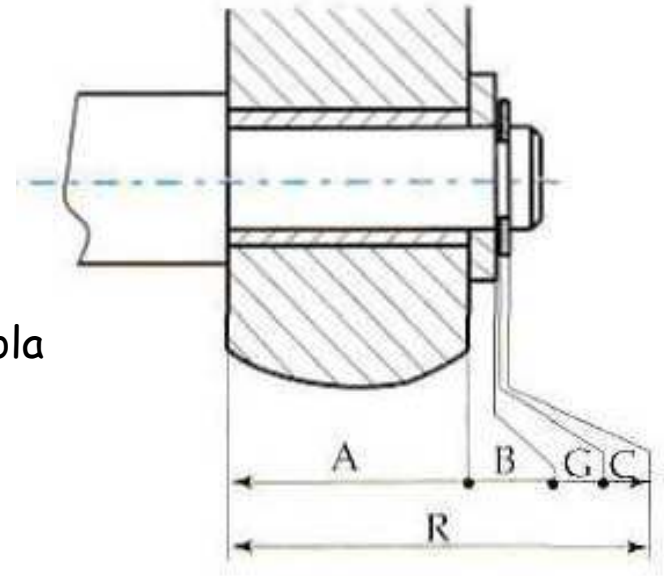
$$G_{\min} = R_{\min} - (A + B + C)_{\max}$$

$$G_{\max} - G_{\min} = R_{\max} - R_{\min} + (A + B + C)_{\max} - (A + B + C)_{\min}$$

Indicando con  $T_X = X_{\max} - X_{\min}$

$$T_G = T_R + T_A + T_B + T_C$$

La somma di tutte le tolleranze della catena uguaglia la tolleranza del gioco



# Serie e catene di quote tollerate

Su pezzi accoppiati

## REGOLA GENERALE

La tolleranza su ogni condizione di funzionamento derivante da somma o differenza di quote è uguale alla somma delle tolleranze sulle quote stesse.

Passando ai valori numerici:

$$A = 22 \begin{matrix} +0.052 \\ 0 \end{matrix}$$

$$B = 3 \begin{matrix} +0.025 \\ 0 \end{matrix}$$

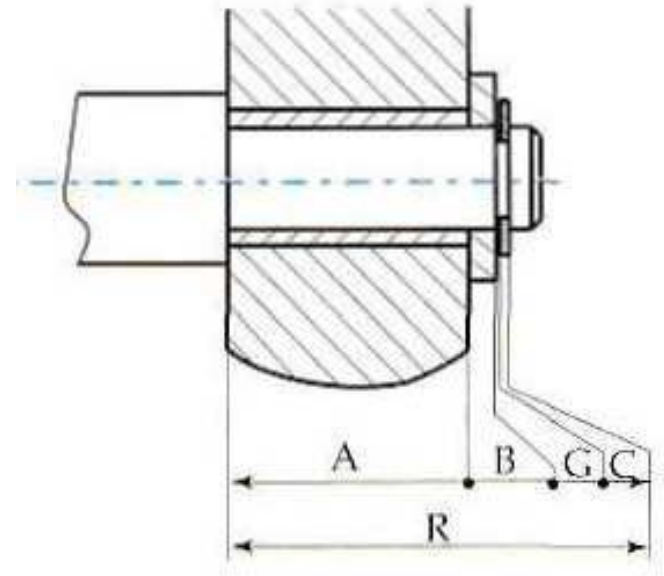
$$C = 1 \begin{matrix} 0 \\ -0.06 \end{matrix}$$

$$R = 26 \begin{matrix} +0.4 \\ +0.2 \end{matrix}$$

$$G_{\max} = R_{\max} - (A + B + C)_{\min} = \\ = 26.4 - (22.0 + 3.0 + 0.94) = 0.46$$

$$G_{\min} = R_{\min} - (A + B + C)_{\max} = \\ = 26.2 - (22.052 + 3.025 + 1) = 0.123$$

$$TG = G_{\max} - G_{\min} = 0.46 - 0.123 = 0.337$$



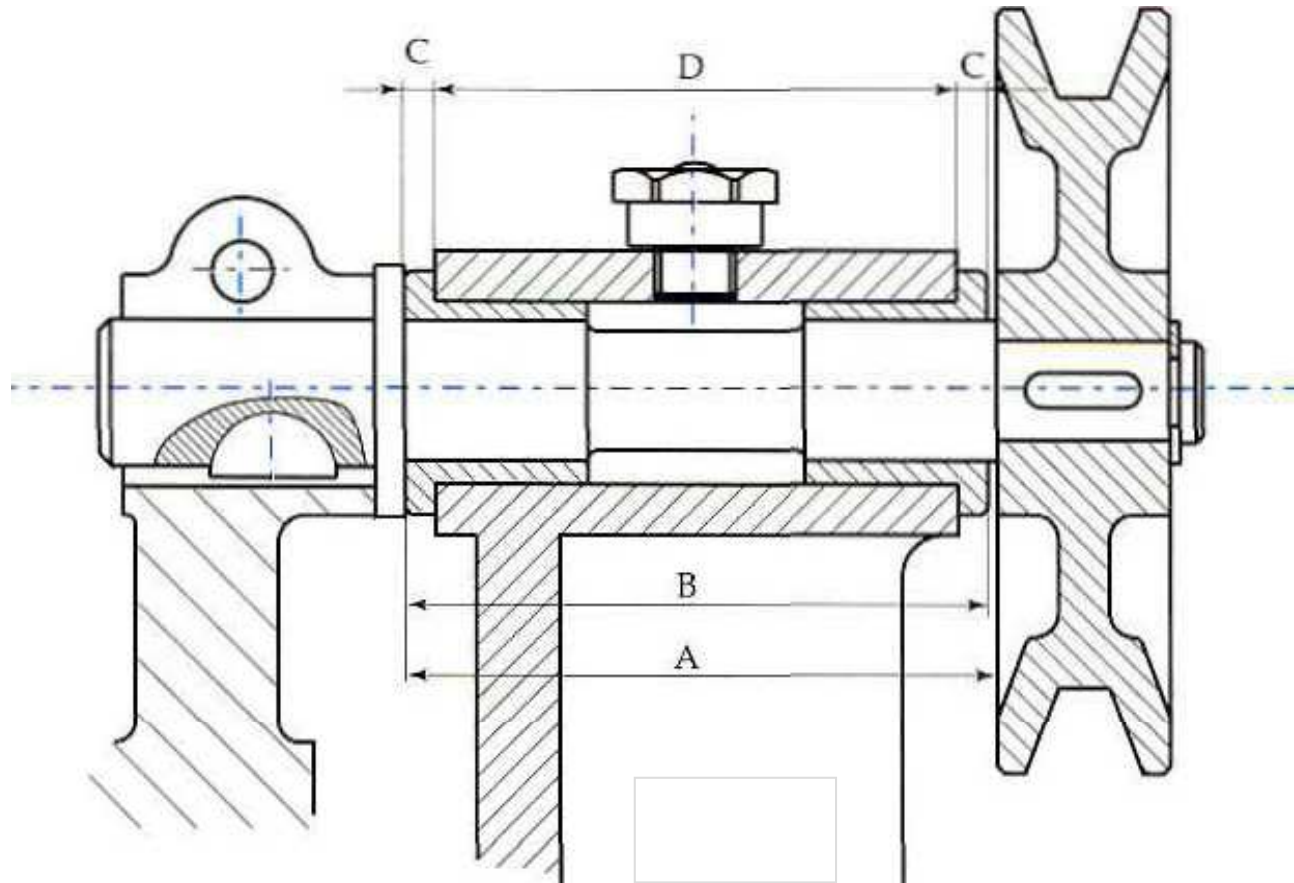
Verifica:

$$TG = TR + TA + TB + TC = \\ = 0.2 + 0.052 + 0.025 + 0.06 = 0.337$$

# Serie e catene di quote tollerate

Su pezzi accoppiati

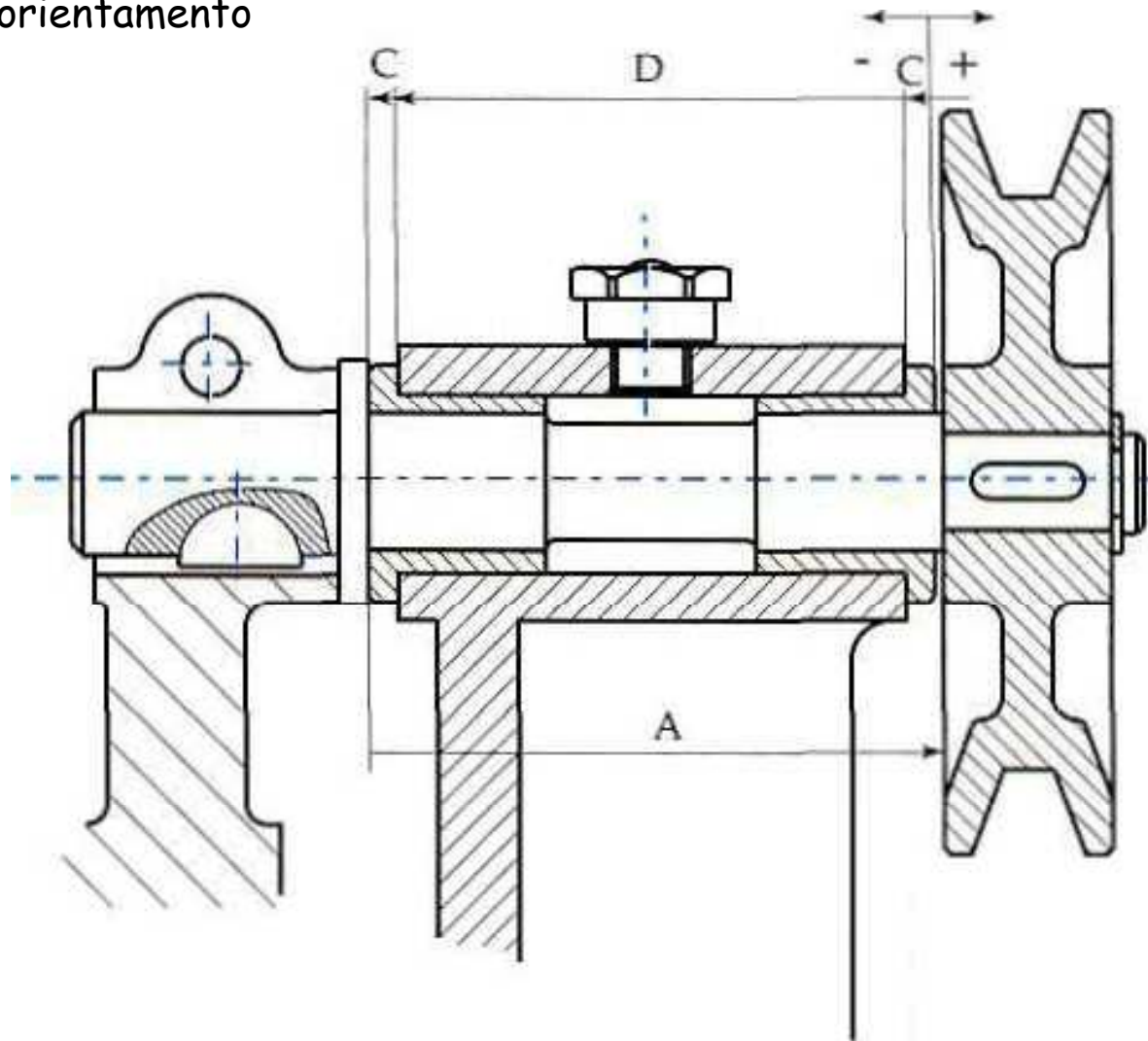
In realtà il progettista determina prima il gioco corretto e poi sistema quote nominali e tolleranze dei componenti



# Serie e catene di quote tollerate

Su pezzi accoppiati

La catena di quote viene contrassegnata da un origine e da un orientamento

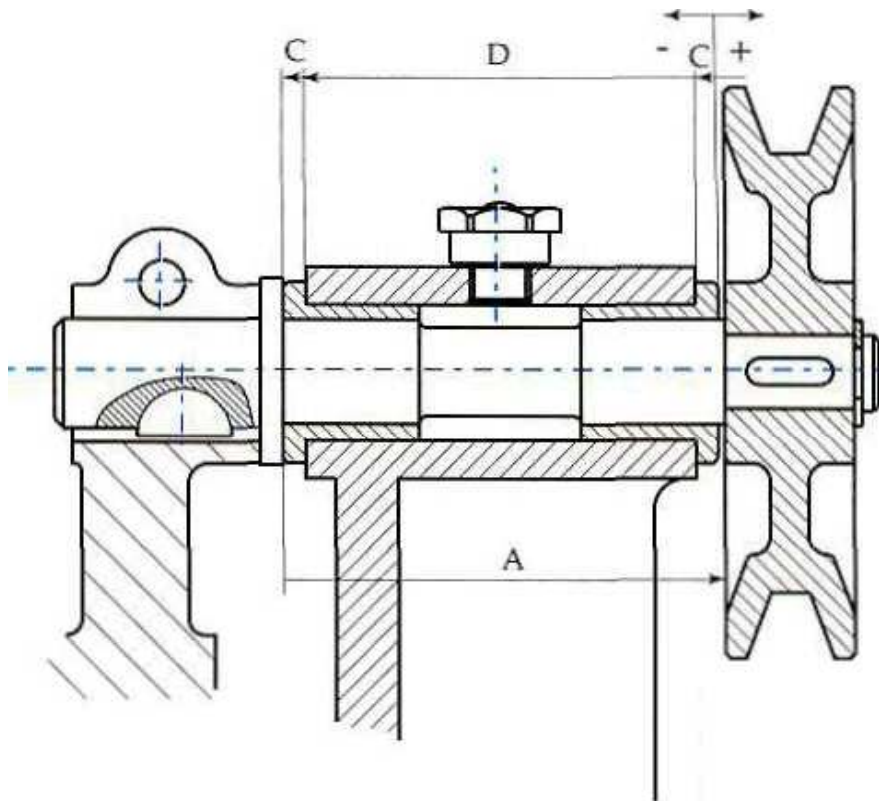




# Serie e catene di quote tollerate

Su pezzi accoppiati

Le singole tolleranze vengono ottimizzate al fine di ottenere il risultato voluto



Elemento	+	+Max -Min	-	+Min -Max	Tolleranza
C - Boccola	-	3.9	-	4.1	0.2
D - Supporto	-	75.7	-	76.3	0.6
C - Boccola	-	3.9	-	4.1	0.2
A - Albero	+	84.9	+	84.7	0.2
Gioco totale	+	1.4	+	0.2	1.2
Gioco previsto		+1		+0.5	0.5
Differenza		-0.4		+0.3	