



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI  
FEDERICO II



# Prototipazione Virtuale

## ***COLLEGAMENTI ALBERO MOZZO***

Giuseppe Di Gironimo

*giuseppe.digironimo@unina.it*

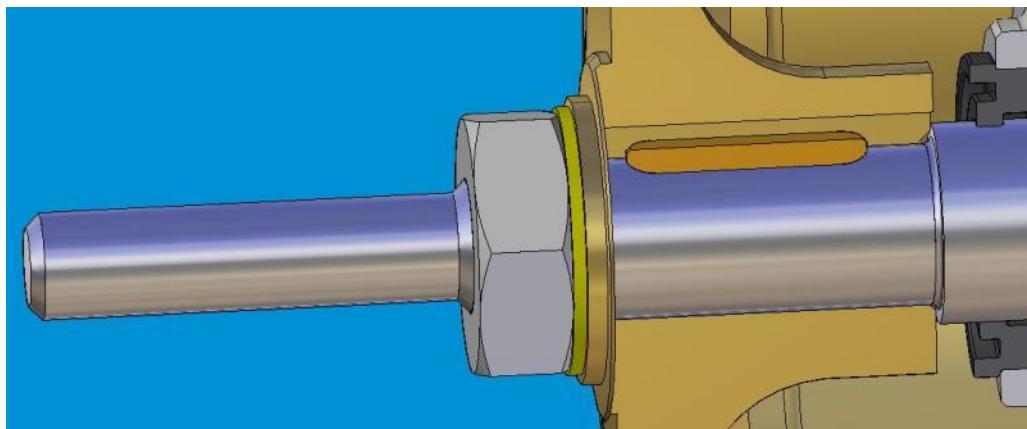
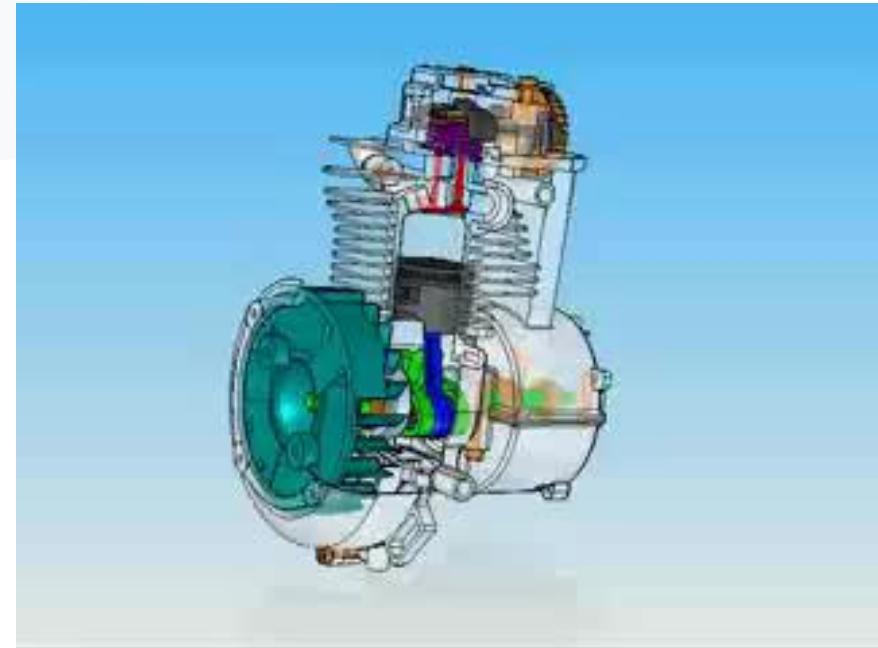
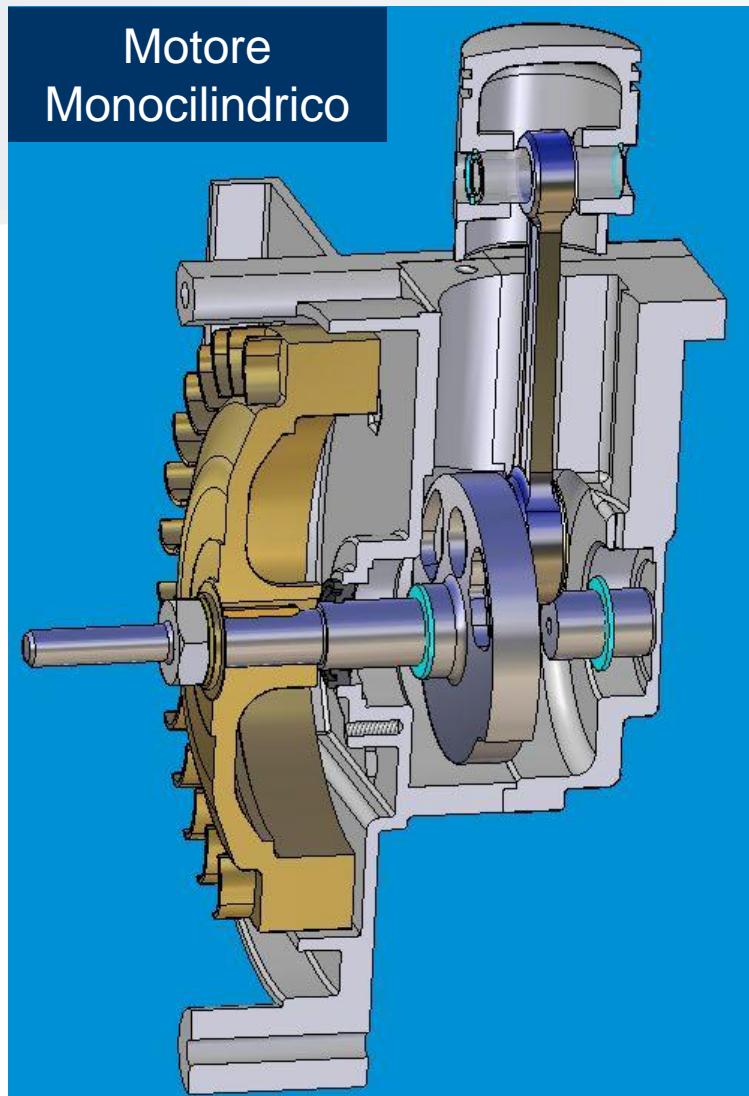
Raggruppamento Scientifico disciplinare ING- IND/15

# Agenda

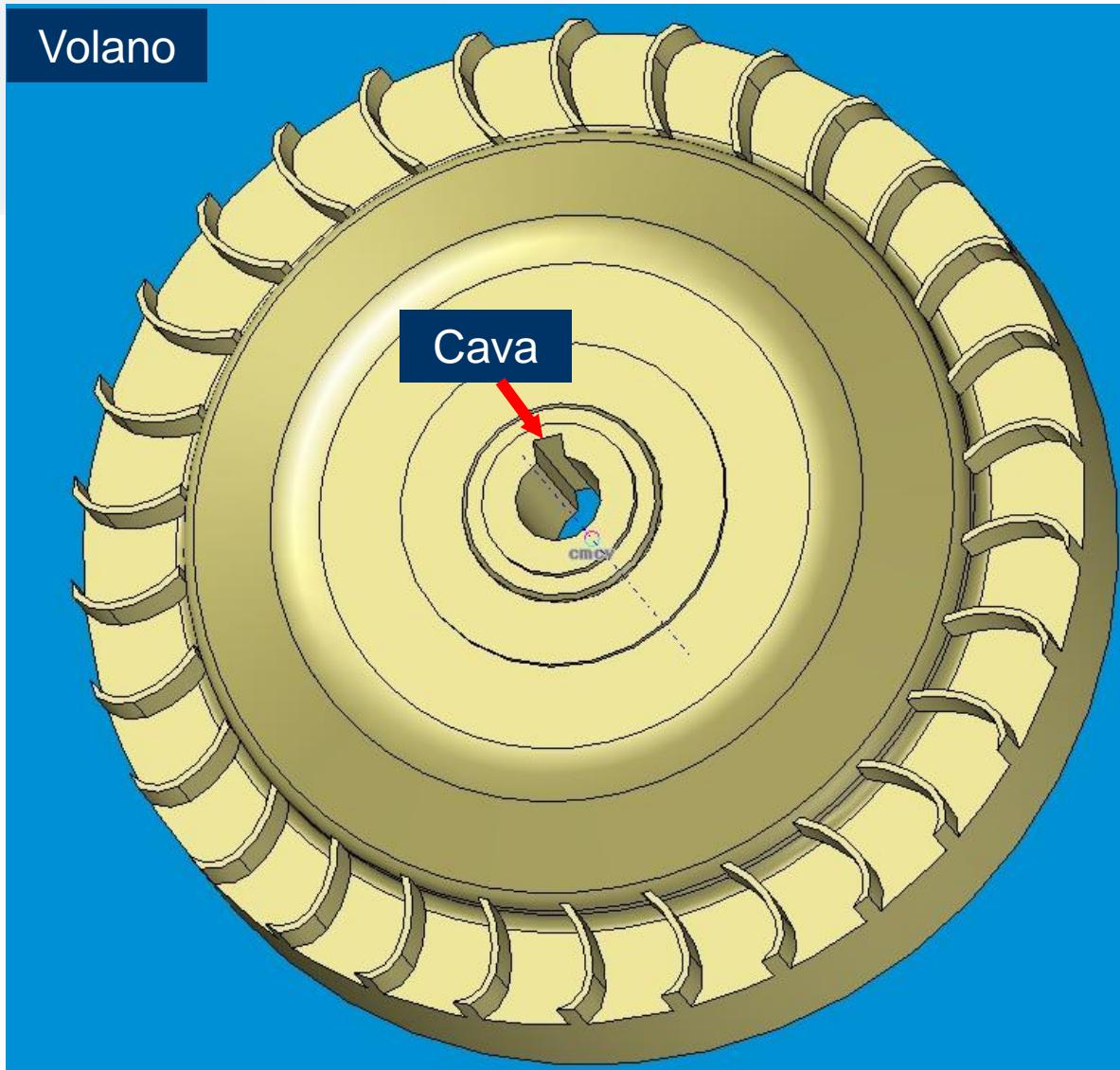
- Introduzione
- Chiavette e linguette
- Quotature cave
- Spine e perni
- Accoppiamenti scanalati
- Altri collegamenti
- Chiavette trasversali
- Anelli di sicurezza ed arresto



# Introduzione

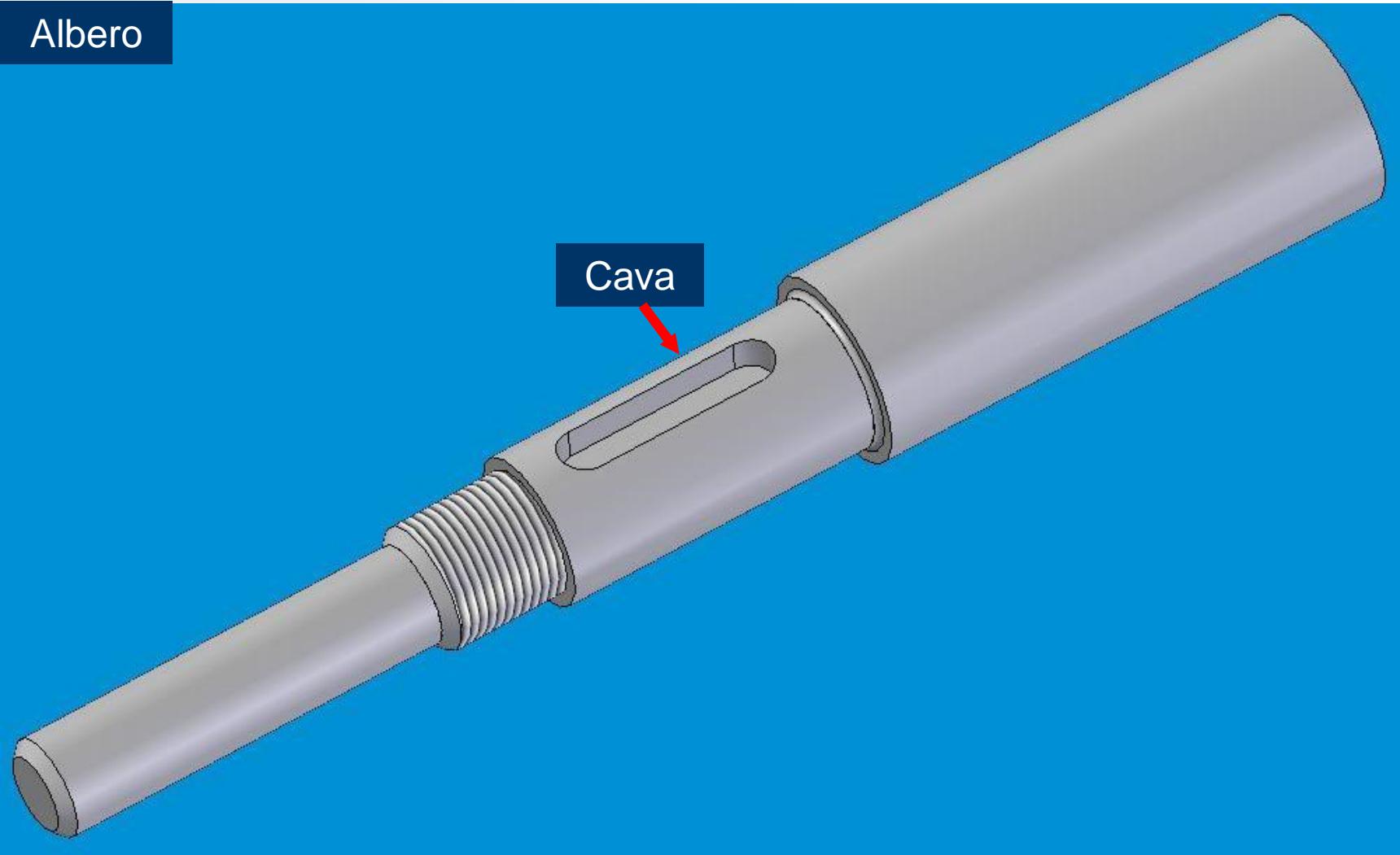


# Introduzione

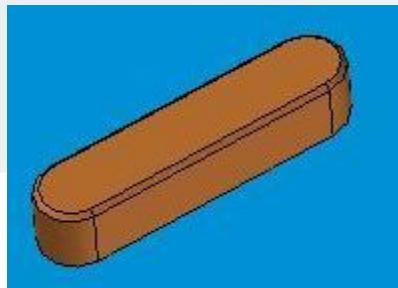


# Introduzione

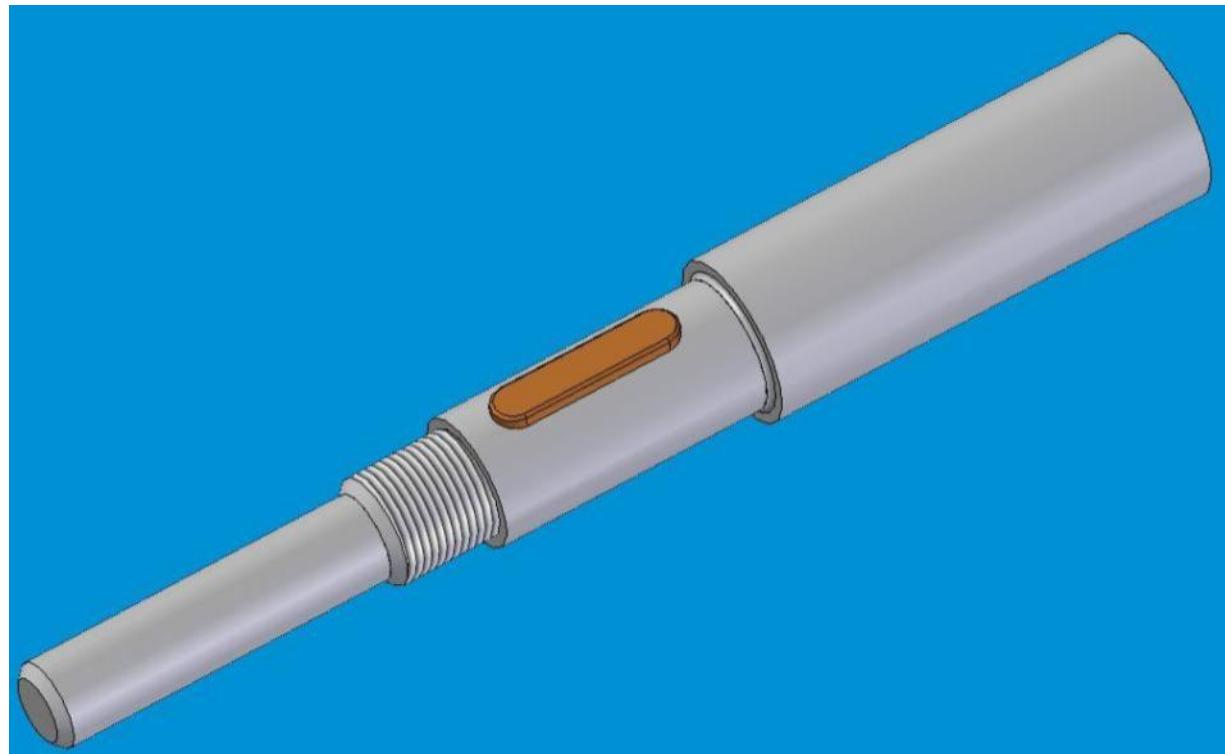
Albero



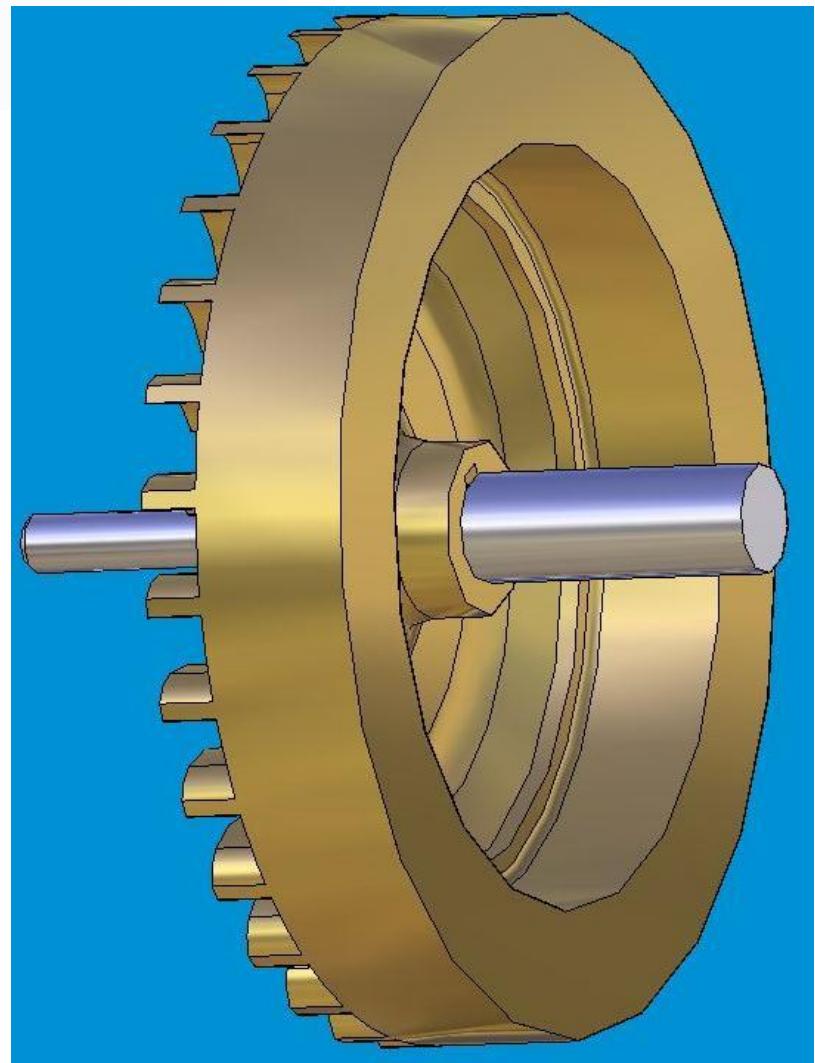
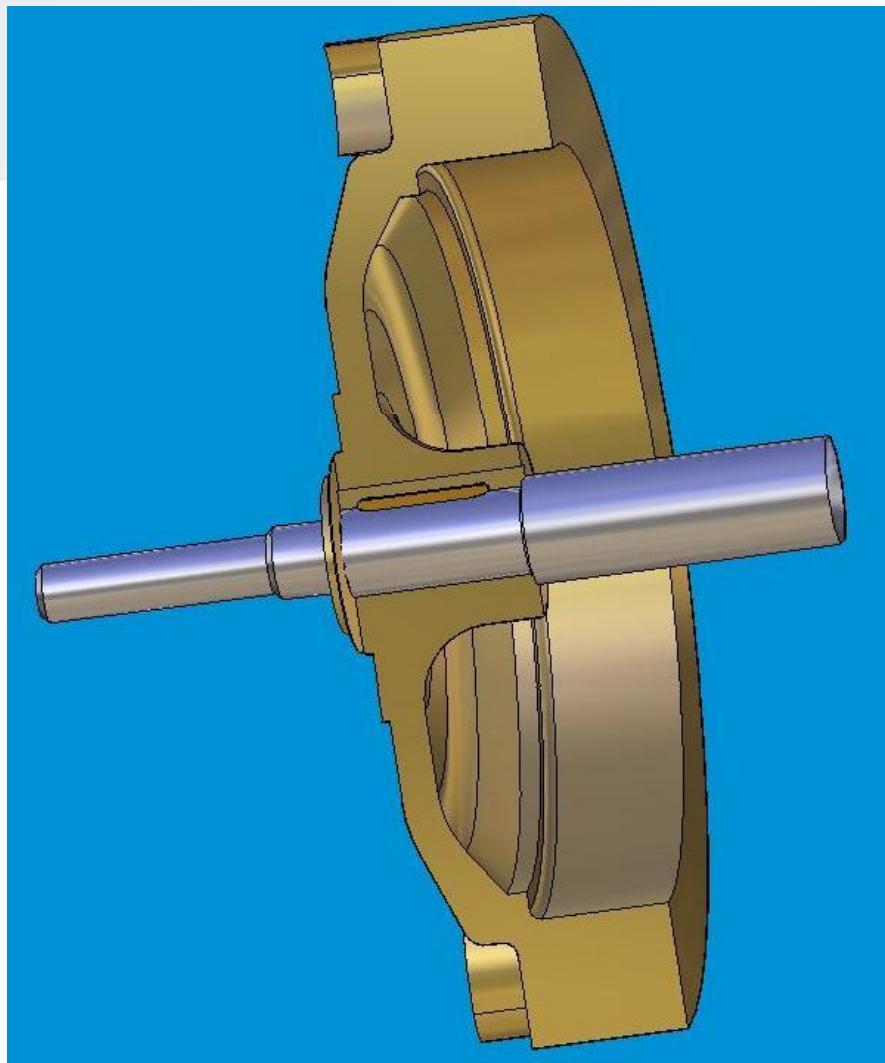
# Introduzione



Linguetta



# Introduzione



# Introduzione

---

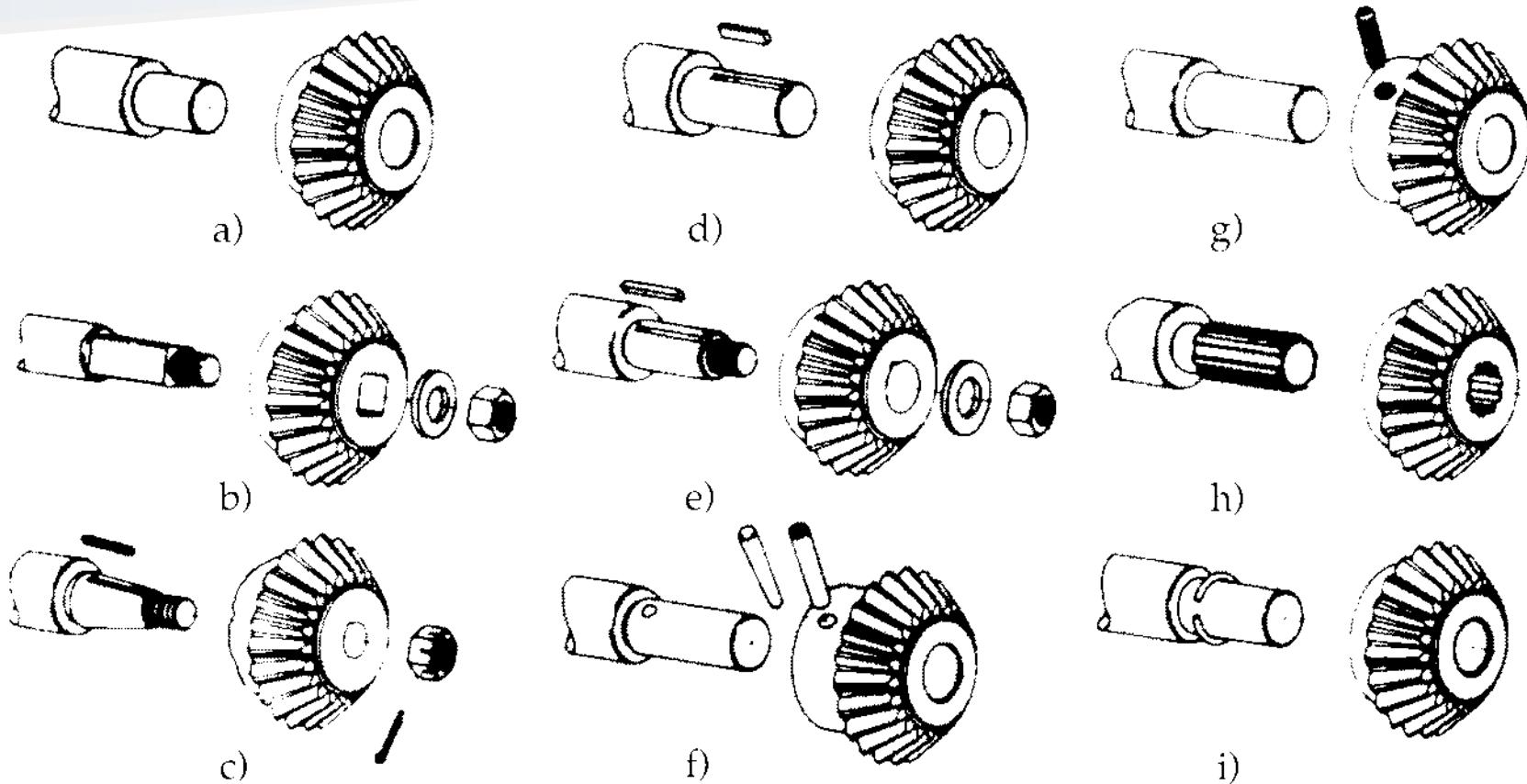
Il collegamento fra due o più parti può essere realizzato per:

- a) Evitare la **traslazione** reciproca
- b) Evitare la **rotazione** reciproca
- c) Assicurare un **centraggio** od una posizione
- d) Garantire una **sicurezza** contro uno smontaggio spontaneo od impedire lo spostamento oltre un certo limite



# Introduzione

Uno dei problemi più frequenti da risolvere è il collegamento fra un **albero rotante** ed il **mozzo** di una puleggia o di una ruota dentata, in modo che possano **ruotare solidalmente**.



# Introduzione

ESIGENZE	ELEMENTI	CHIAVETTE	LINGUETTE	SPINE	ANELLI ELASTICI	SCANALATI
IMPEDIMENTO ALLA ROTAZIONE		●	●	●		●
IMPEDIMENTO ALLA TRASLAZIONE	●			●	●	
CENTRAGGIO O RIFERIMENTO		●		●		●
SICUREZZA OD ARRESTO				●	●	

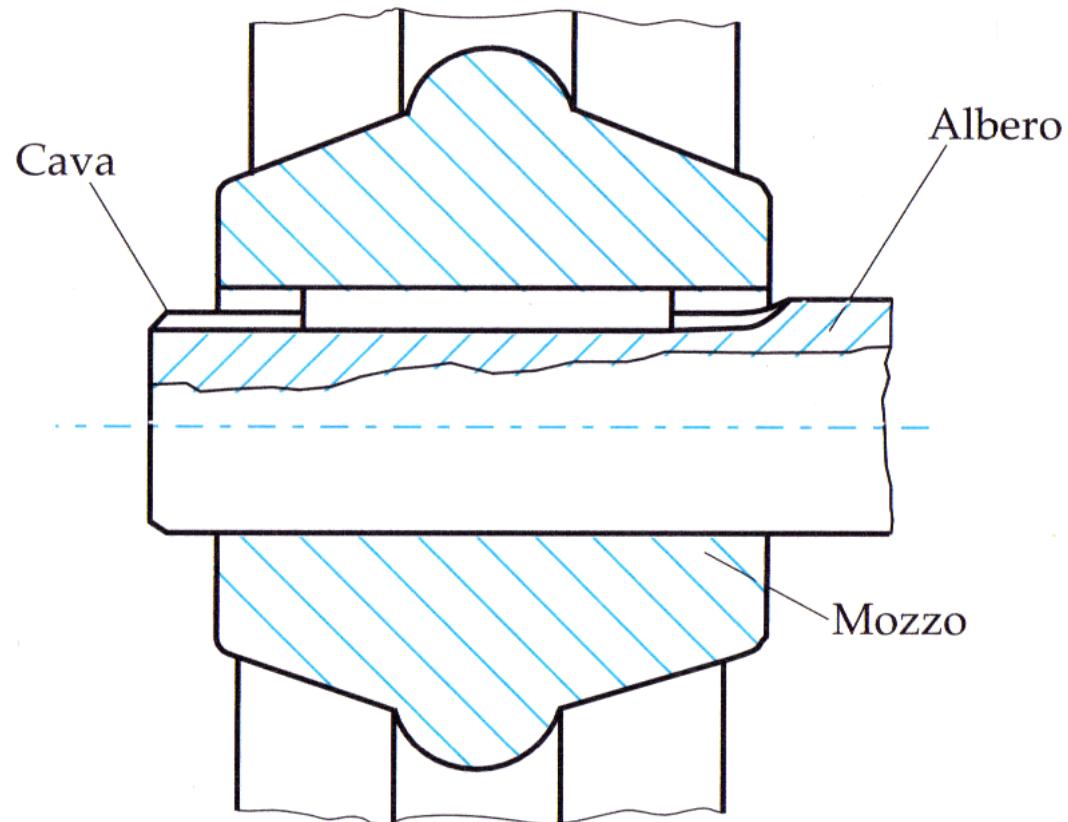
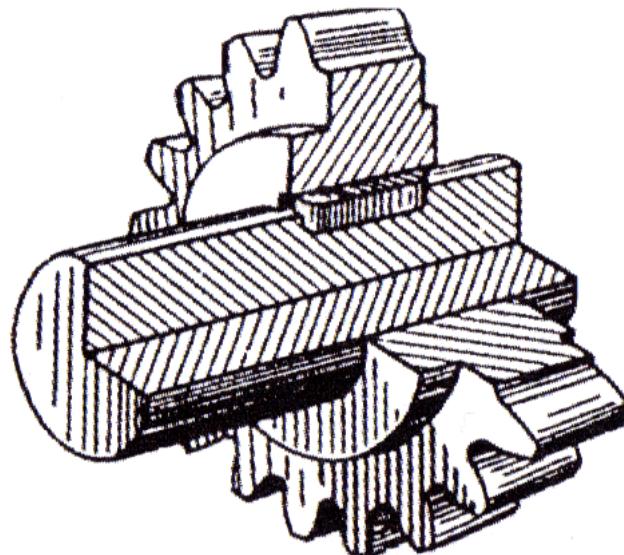
Correlazione tra le varie esigenze con i tipi fondamentali di elementi di *collegamento non filettati*.

Uno stesso elemento può soddisfare anche più esigenze.



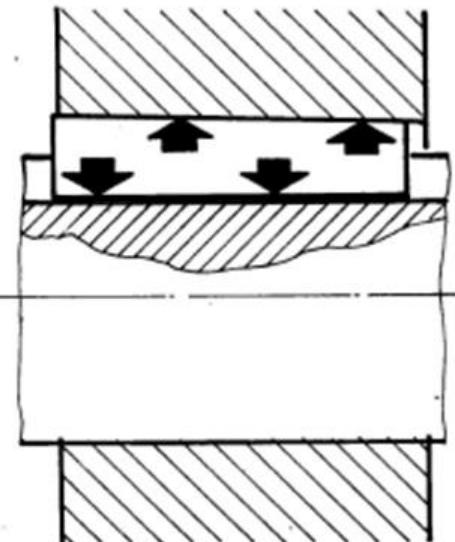
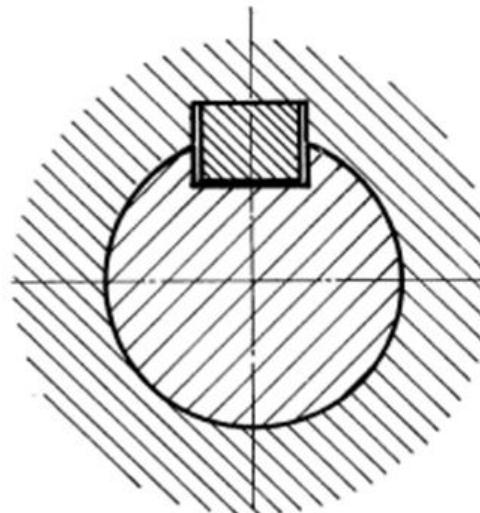
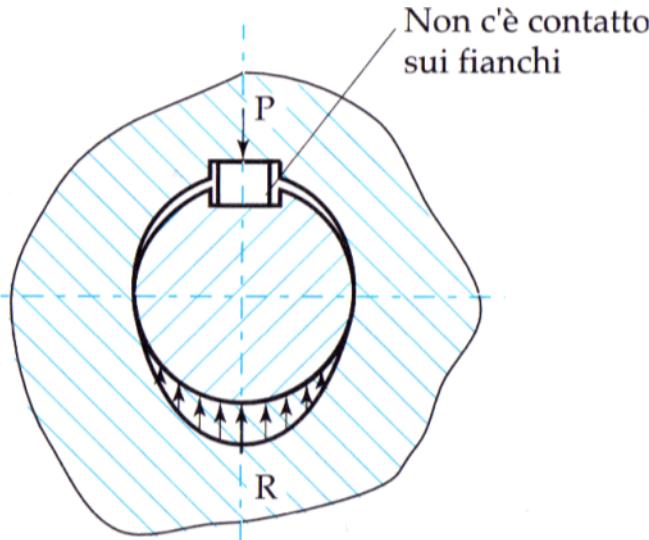
# Chiavette

Sono dei **prismi a sezione rettangolare** a larghezza costante e spessore decrescente da un'estremità all'altra, incastrate, con forzamento radiale, per circa metà del loro spessore nel mozzo e per l'altra metà nell'albero, in apposite scanalature, dette **cave**.



# Chiavette

- Tra i fianchi della chiavetta ed i fianchi della cava vi è **gioco**.
- Tra le facce superiori ed inferiori della chiavetta e le rispettive facce della cava vi è **forzamento**. Il forzamento si realizza grazie alla forma della chiavetta, la quale ha la faccia superiore inclinata di 1:100.
- La trasmissione del momento torcente avviene grazie alle **forze di attrito** che si generano sulle facce della chiavetta.
- Il forzamento radiale provoca **eccentricità** (disassamento di albero e mozzo), con conseguenti vibrazioni. Non sono adatte a collegamenti di parti veloci.
- Non è consentito lo scorrimento assiale relativo.

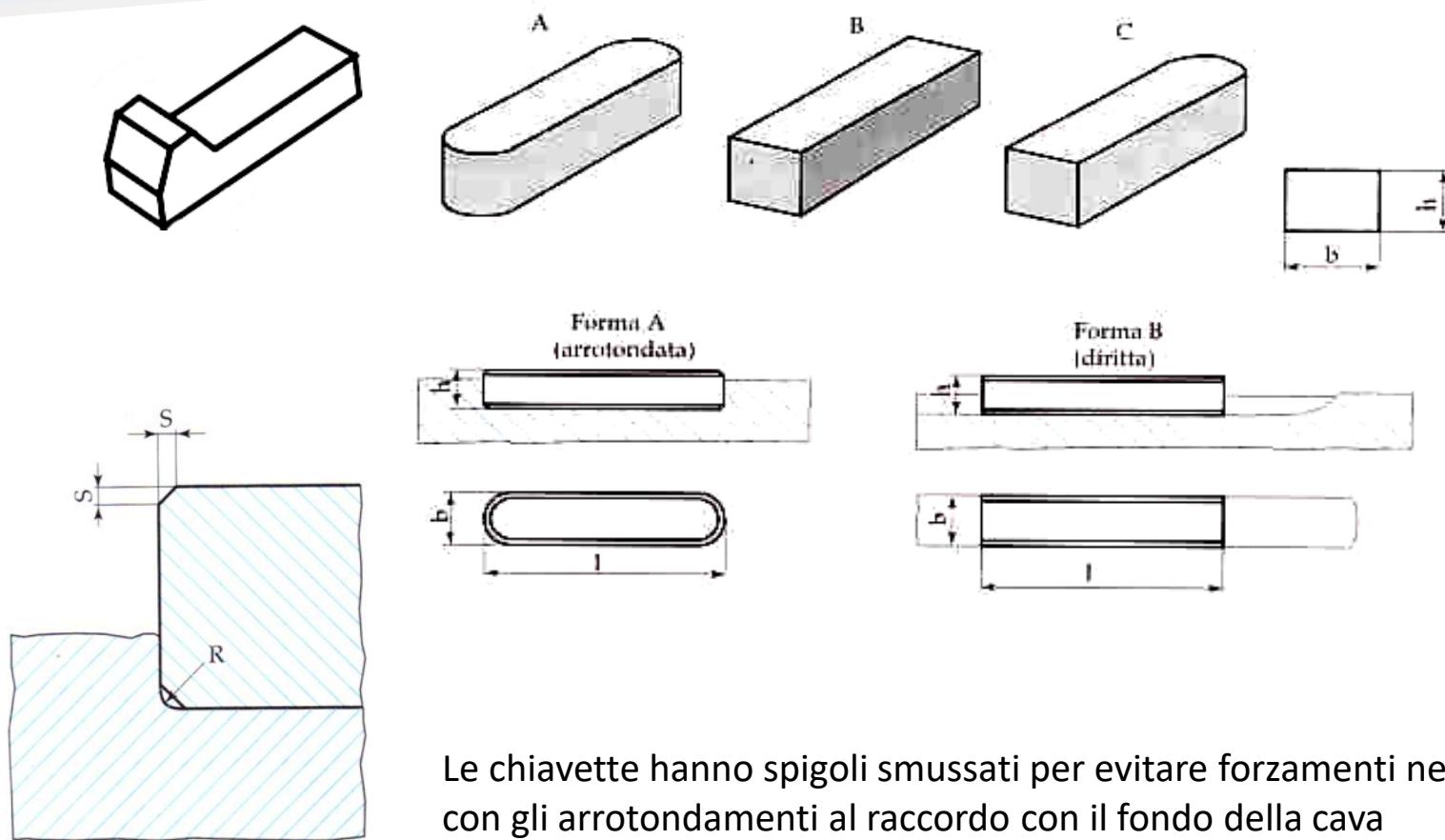


# Chiavette: *Forme*

In base alla forma generale si hanno i seguenti tipi di chiavette:

**diritte (forma B), dritte con nasello, arrotondate (forma A).**

Esiste anche una forma mista (C) usata quando la cava si trova all'estremità di un albero



Le chiavette hanno spigoli smussati per evitare forzamenti nel contatto con gli arrotondamenti al raccordo con il fondo della cava



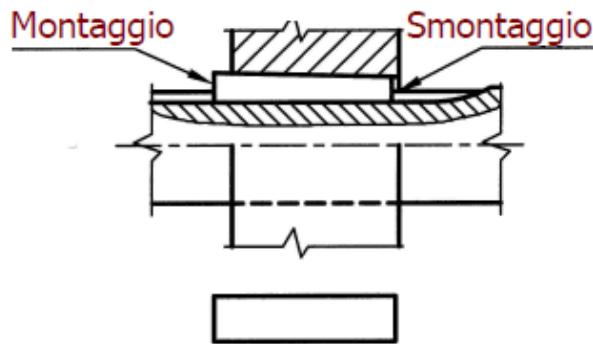
# Chiavette: *Forme*

In base alla forma generale si hanno i seguenti tipi di chiavette:

**diritte (forma B), dritte con nasello, arrotondate (forma A).**

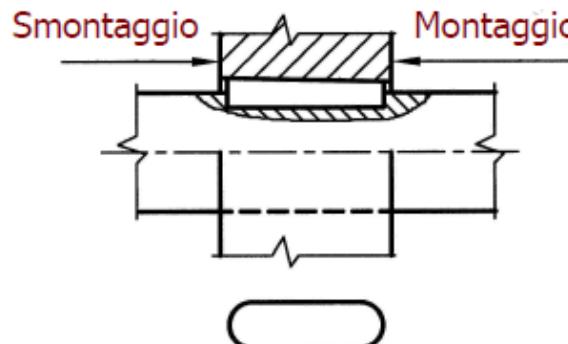
Esiste anche una forma mista (C) usata quando la cava si trova all'estremità di un albero

Le differenti forme sono legate a differenti **procedure di montaggio e smontaggio**,



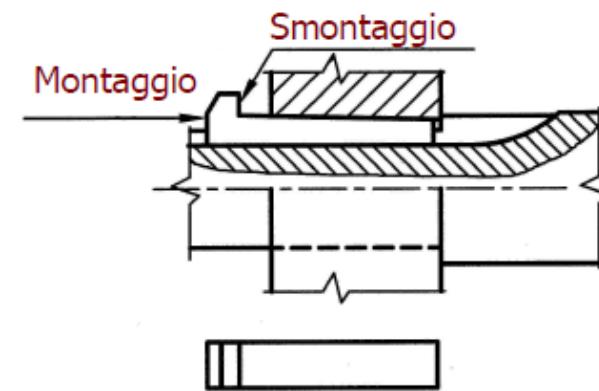
**Chiavetta diritta (tipo B)**

Il montaggio e lo smontaggio si eseguono agendo sulla chiavetta.



**Chiavetta arrotondata (tipo A)**

Il montaggio e lo smontaggio si eseguono agendo sul mozzo.



**Chiavetta con nasello**

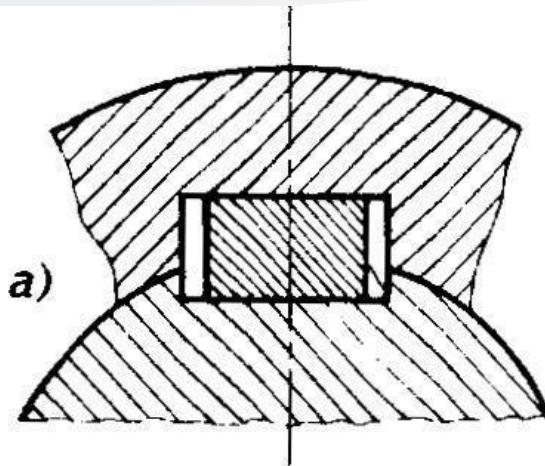
Il montaggio e lo smontaggio si eseguono agendo sul nasello della chiavetta e si impiegano quando un lato non è accessibile



# Chiavette: *Tipologie*

In base alla forma della sezione trasversale le chiavette possono essere di tre tipi:  
**incassate, ribassate o ribassate concave.**

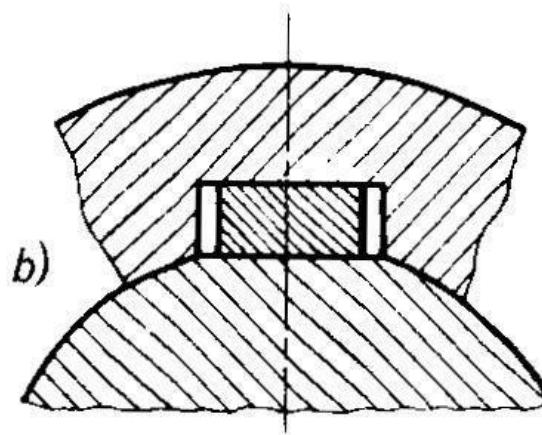
**Incassate**



a)

Il loro montaggio richiede l'esecuzione di una **sede sia sul mozzo, sia sull'albero.**  
Consentono di trasmettere il massimo momento torcente

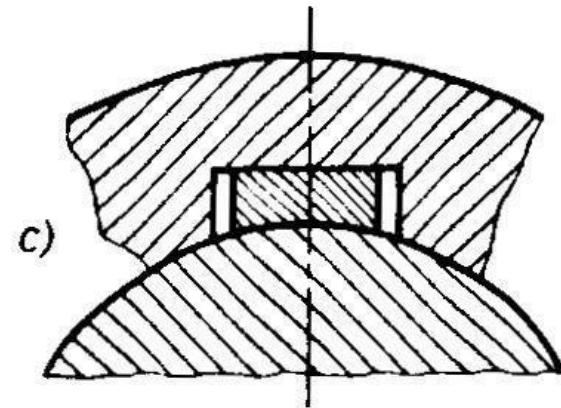
**Ribassate**



b)

Il loro montaggio richiede l'esecuzione di una **sede sul mozzo e di una spianatura sull'albero.**  
Consentono di trasmettere circa la metà del momento torcente che è in grado di sopportare l'albero

**Concave**

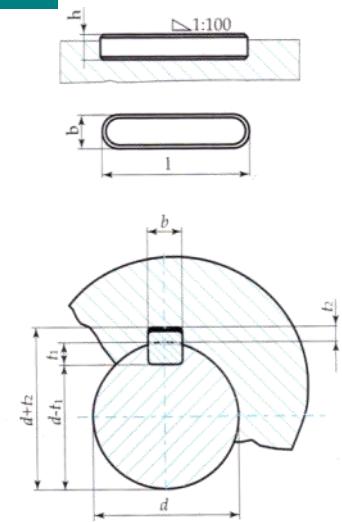
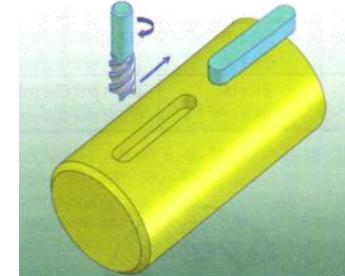
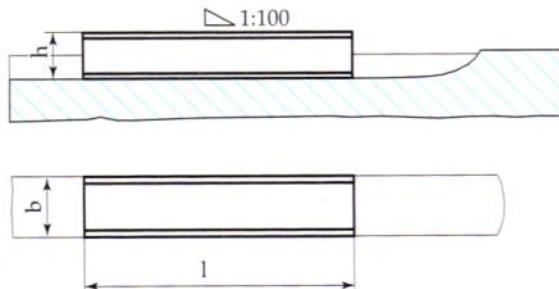
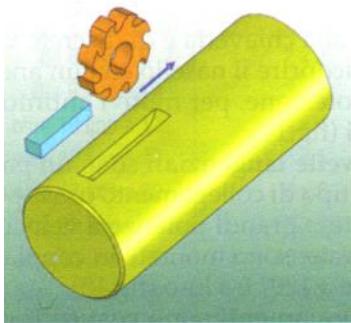
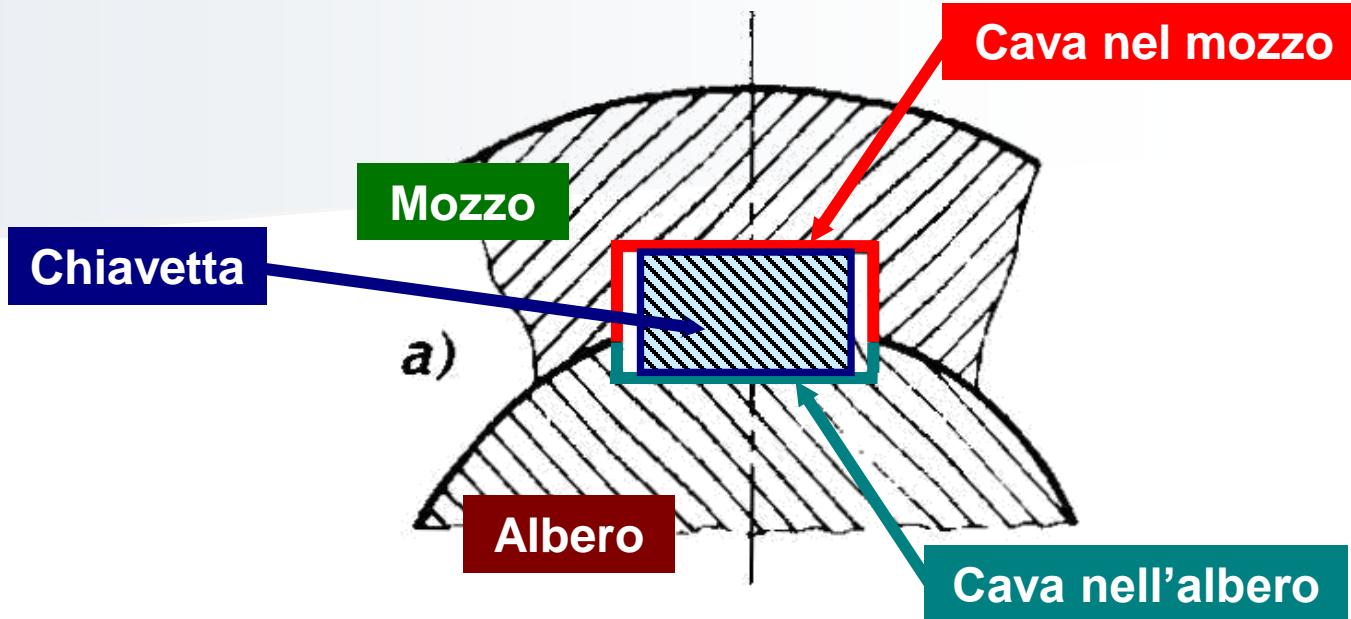


c)

Il loro montaggio richiede l'esecuzione di una **sede sul mozzo e nessuna lavorazione sull'albero.**  
Consentono di trasmettere circa 1/4 del momento torcente che è in grado di sopportare l'albero



# Chiavette: *incassate*

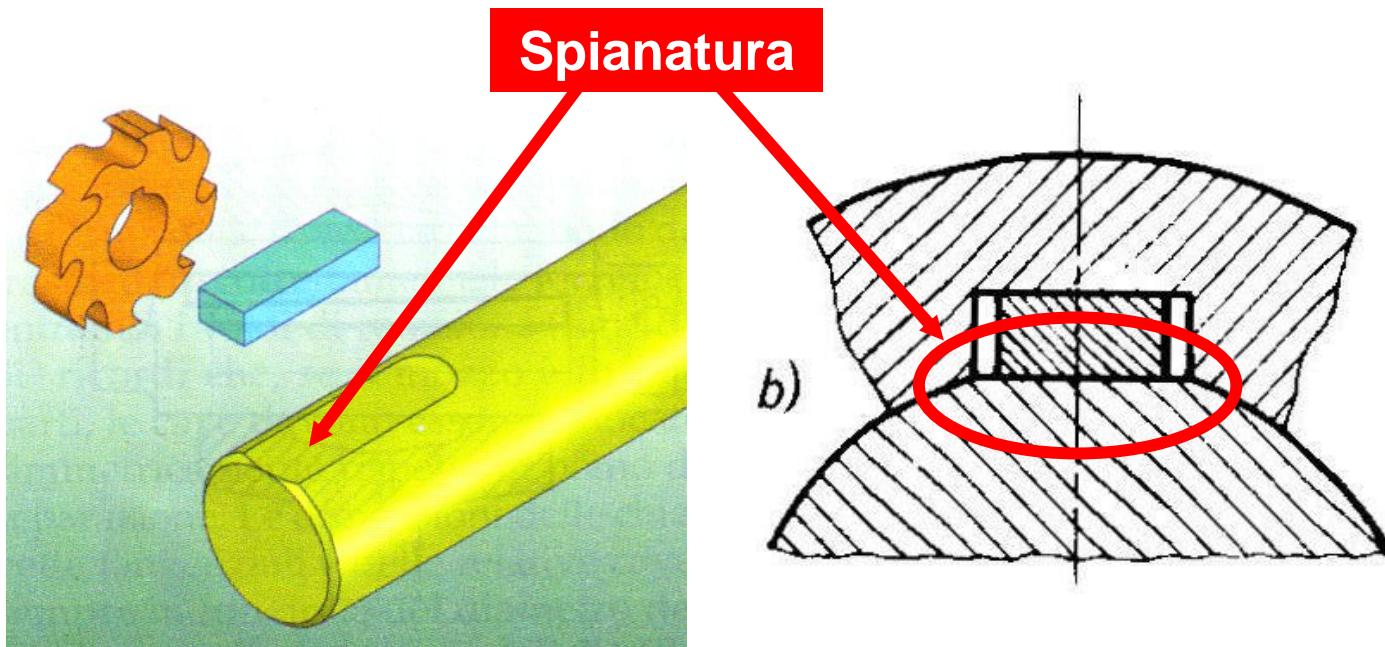


Forme: dritta, arrotondata, mista



# Chiavette: *ribassate*

La cava è solo nel mozzo, mentre l'appoggio sull'albero è una semplice spianatura.

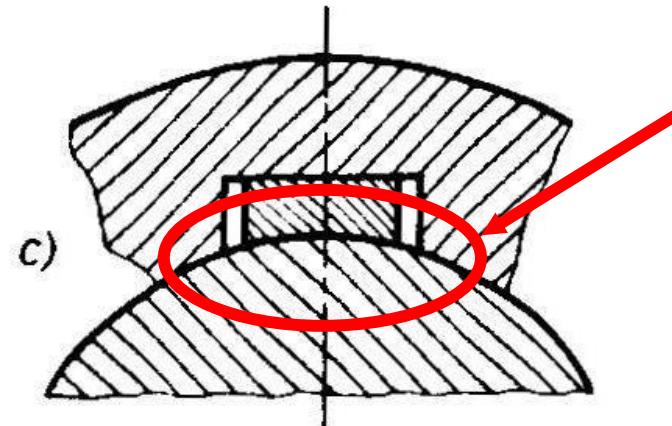
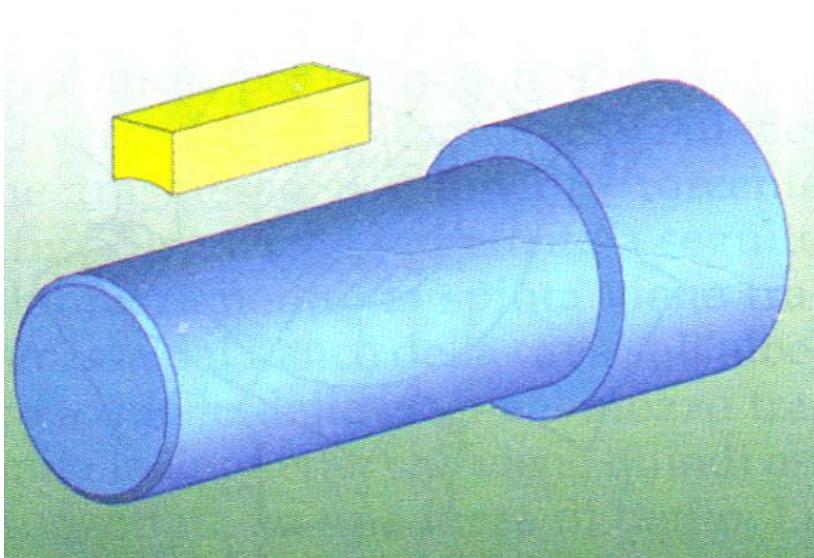


Forme: dritta, arrotondata



## Chiavette: **concave**

La faccia inferiore presenta una **concavità** in senso trasversale e si appoggia semplicemente sull'albero, mentre sul mozzo è praticata la cava .



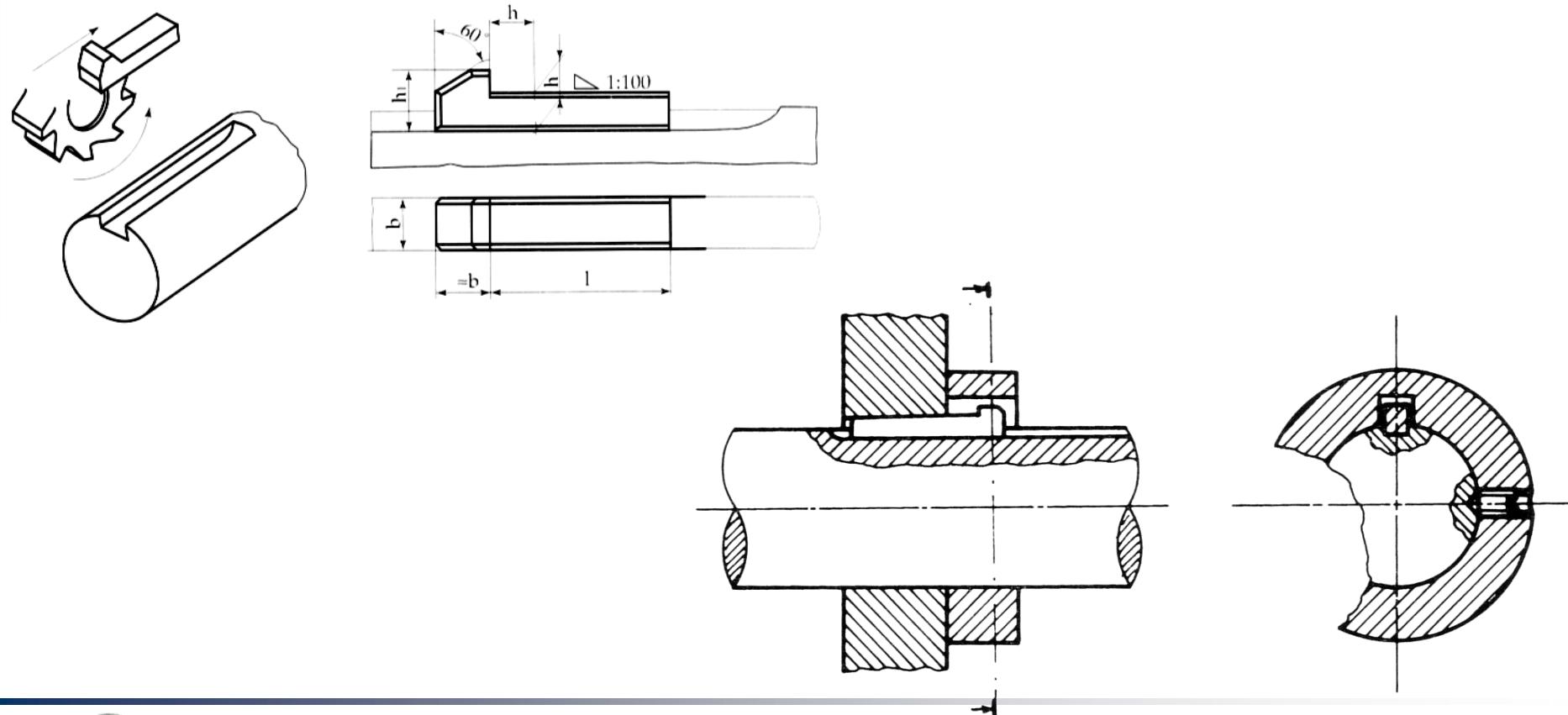
Forme: solo dritta



# Chiavette: **con nasello** (*incassate o ribassate*)

Le chiavette possono avere un **nasello** ovvero un **rialzo all'estremità di spessore maggiore**, in grado di fornire un appoggio per rimuovere la chiavetta (quando non sia possibile fare ciò spingendola dal lato opposto a quello da quale è stata inserita).

In genere, conviene ricoprire il nasello con un anello di protezione, per motivi di sicurezza (nel caso in cui vi sia facile accesso alla chiavetta).

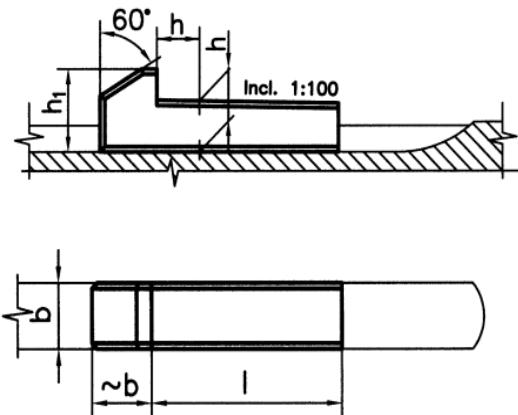


# Chiavette: UNI 6607 (normali A e B) e 6608 (nasello)

Esempio di **designazione** di una **chiavetta forma B**, sezione  $b \times h = 18 \times 11$  mm e lunghezza  $l = 125$  mm:

**Chiavetta B 18 x 11 x 125 - UNI 6607**

## Nasello



Diametro albero <b>d</b>	CHIAVETTA			NAS	CAVA			Raggio di arrotondamento <b>r</b>
	Sezione <b>b x h</b>	Lunghezza <b>l</b>	Smusso <b>s</b>		Altezza nasello <b>h<sub>1</sub></b>	Larghezza <b>b</b>	Profondità	
da 6 fino a 8	2 x 2	da 6 fino a 20		–	2	1,2	0,5	0,08 ÷ 0,16
oltre 8 fino a 10	3 x 3	da 6 fino a 36	0,16 ÷ 0,25	–	3	1,8	0,9	
oltre 10 fino a 12	4 x 4	da 8 fino a 45		7	4	2,5	1,2	0,16 ÷ 0,25
oltre 12 fino a 17	5 x 5	da 10 fino a 56		8	5	3	1,7	
oltre 17 fino a 22	6 x 6	da 14 fino a 70	0,25 ÷ 0,40	10	6	3,5	2,2	2,0 ÷ 2,5
oltre 22 fino a 30	8 x 7	da 18 fino a 90		11	8	4	2,4	
oltre 330 fino a 380	80 x 40	da 220 fino a 400		63	80	25	14,1	2,0 ÷ 2,5
oltre 380 fino a 400	90 x 45	da 250 fino a 400	2,50 ÷ 3,00	70	90	28	16,1	
oltre 400 fino a 500	100 x 50	da 280 fino a 400		80	100	31	18,1	

Lunghezze **l** unificate: 6 - 8 - 10 - 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 25 - 28 - 32 - 36 - 40 - 45 - 50 - 56 - 63 - 70 - 80 - 90 - 100 - 110 - 125 - 140 - 160 - 180 - 200 - 220 - 250 - 280 - 320 - 360 - 400.

Tolleranze:

- per la chiavetta,  $h_9$  su  $b$ ,  $h_{11}$  su  $h$  ( $h_9$  fino a  $d = 22$ )
- per la cava,  $D_{10}$  su  $b$ , su  $t$ , e  $t_2 + 0,1$  fino a  $d = 17$ ,  $+ 0,2$  fino a  $d = 110$ ,  $+ 0,3$  per  $d$  oltre 110.
- per la lunghezza  $l$ : per  $l$  sino a 28 mm  $-0,2$  mm per la chiavetta e  $+ 0,2$  mm per la cava; per  $l$  oltre 28 sino a 80 mm  $-0,3$  mm per la chiavetta e  $+ 0,3$  per la cava;
- per  $l$  oltre 80 mm  $-0,5$  mm per la chiavetta e  $+ 0,5$  mm per la cava.



# Chiavette ribassate: UNI 7511 (normali) e 7512 (nasello)

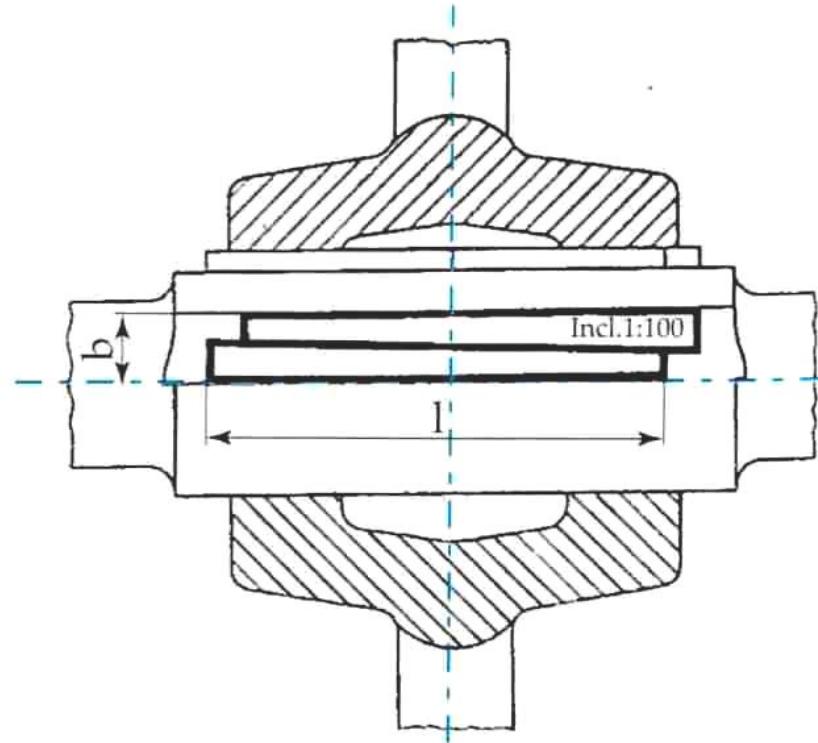
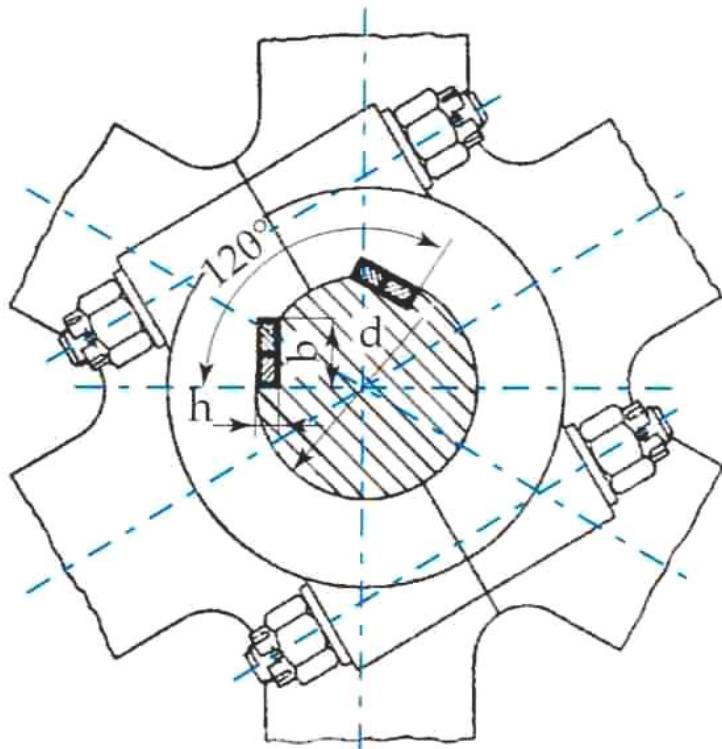
Diametro albero <i>d</i>	CHIAVETTA					CAVA			Raggio di arrotondamento <i>r</i>
	Sezione Dimensioni nominali <i>b x h</i>	Lunghezza <i>l</i>	Smusso <i>s</i>	Altezza nasello <i>h<sub>1</sub></i>	Larghezza <i>b</i>	Profondità	Albero <i>t<sub>1</sub></i>	Mozzo <i>t<sub>2</sub></i>	
da 22 fino a 30	8 x 5	20 ÷ 70	0,25 ÷ 0,40	8	8	3	1,7		0,16 ÷ 0,25
oltre 30 fino a 38	10 x 6	25 ÷ 90		10	10	3,5	2,2		
oltre 38 fino a 44	12 x 6	32 ÷ 125		10	12	3,5	2,2		
oltre 44 fino a 50	14 x 6	36 ÷ 140	0,40 ÷ 0,60	10	14	3,5	2,2		0,25 ÷ 0,40
oltre 50 fino a 58	16 x 7	45 ÷ 180		11	16	4	2,4		
oltre 58 fino a 65	18 x 7	50 ÷ 200		11	18	4	2,4		
oltre 65 fino a 75	20 x 8	56 ÷ 220		12	20	5	2,4		
oltre 75 fino a 85	22 x 9	63 ÷ 250		14	22	5,5	2,9		
oltre 85 fino a 95	25 x 9	70 ÷ 280	0,60 ÷ 0,80	14	25	5,5	2,9		0,40 ÷ 0,60
oltre 95 fino a 110	28 x 10	80 ÷ 320		16	28	6	3,4		
oltre 110 fino a 130	32 x 11	90 ÷ 360		18	32	7	3,4		
oltre 130 fino a 150	36 x 12	100 ÷ 400		20	36	7,5	3,9		
oltre 150 fino a 170	40 x 14	125 ÷ 400		22	40	9	4,4		
oltre 170 fino a 200	45 x 16	140 ÷ 400	1,00 ÷ 1,20	25	45	10	5,4		0,70 ÷ 1,00
oltre 200 fino a 230	50 x 18	160 ÷ 400		28	50	11	6,4		

Tolleranze su *t<sub>1</sub>* e *t<sub>2</sub>*, +<sup>0,1</sup> per *d* fino a 50, +<sup>0,2</sup> per *d* oltre 50. Le altre tolleranze come nella tabella I; così anche le lunghezze *l*.



## Chiavette: *tangenziali*

Le **chiavette tangenziali** sono un particolare tipo di collegamento usato per trasmettere *grandi potenze* a velocità non elevate: sono montate in coppia e collocate a  $120^\circ$  fra loro.

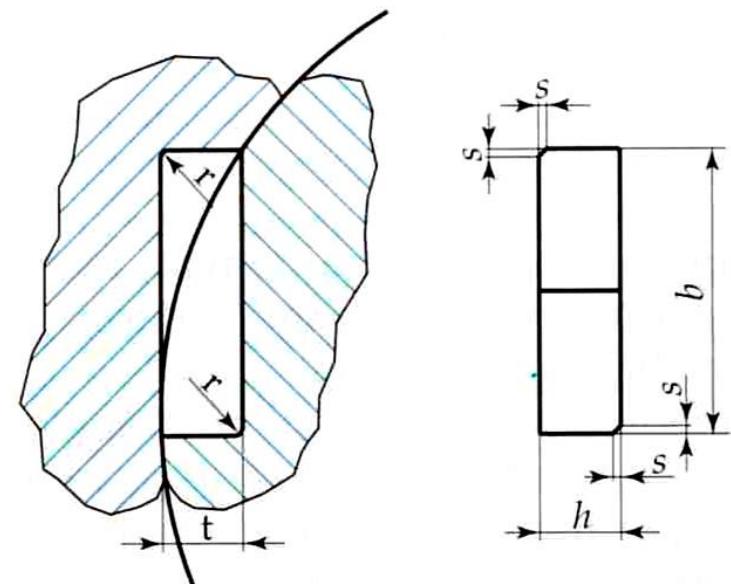


## Chiavette: *tangenziali*

Gli alloggiamenti sono rappresentati da due coppie di cave di forma diversa nell'albero e nel mozzo. In essi vengono poste due chiavette inserite in verso opposto a contatto fra loro sulle superfici inclinate.

Il forzamento reciproco esercita una spinta in direzione tangente alla superficie di contatto albero – mozzo.

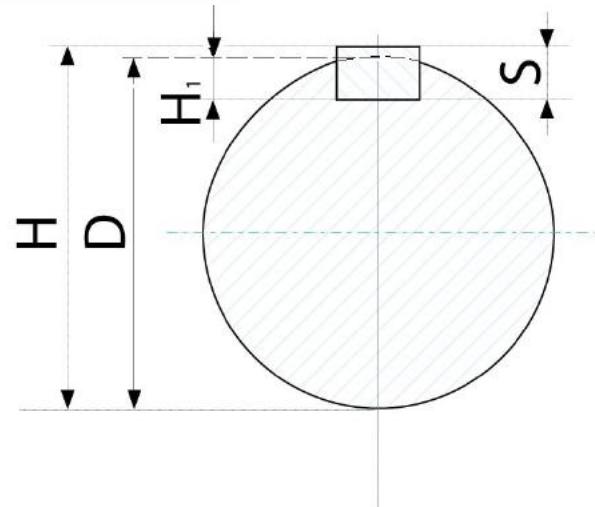
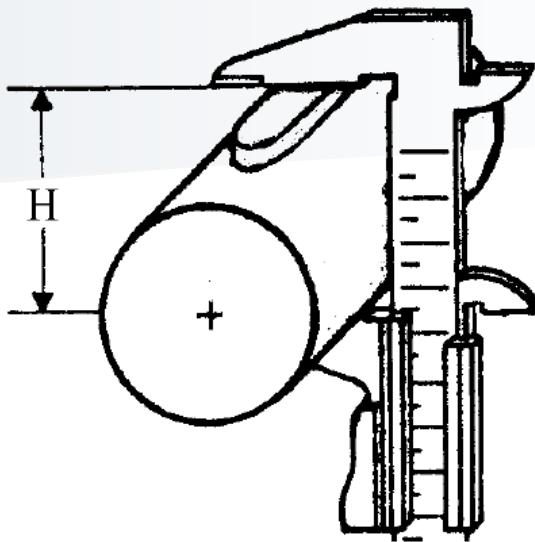
La forma delle cave deve essere tale da trasmettere correttamente le forze per entrambi i versi di rotazione.



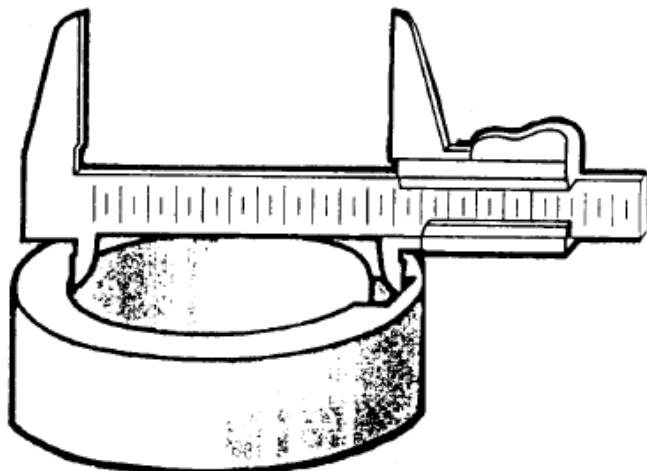
# Chiavette: *misura della profondità delle cave*

## ALBERO

Misura della profondità di una cava con l'aiuto di un **blocchetto di riscontro**



$$S - (H - D) = H_1$$



## MOZZO

Misura interna della cava sommata al diametro interno del mozzo



# Chiavette

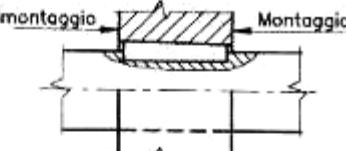
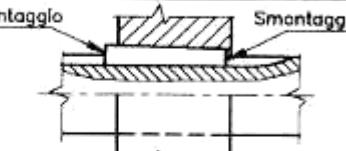
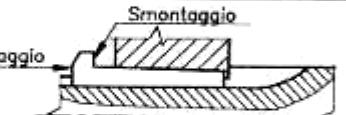
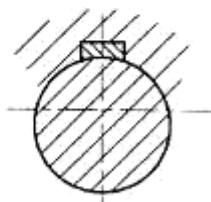
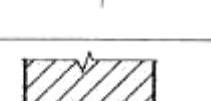
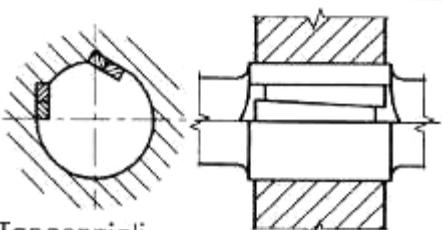
## Schema riepilogativo



Unità 0

Tipi di chiavette

Tabella 0-12

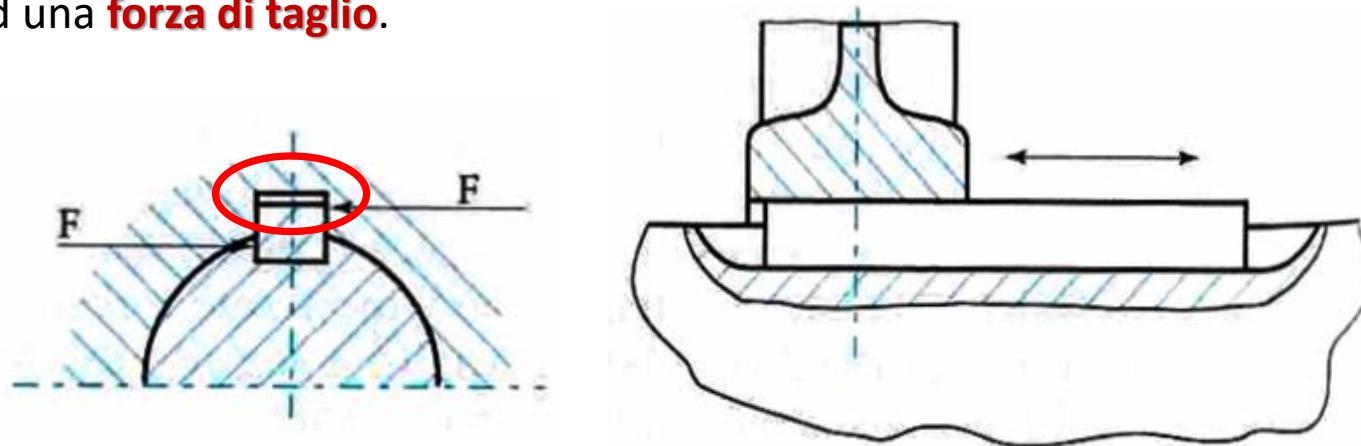
Denominazione e rappresentazione	Caratteristiche	UNI
 Arrotondata	<p><b>Normale</b> : La chiavetta trasmette al mozzo tutto il momento torcente dell'albero.</p> <p><b>Forma A</b> : Più usata. Sede con fresa a candela.</p>	6607
 Diritta	<p><b>Forma B</b> : Meno costosa, sede con fresa a disco.</p> <p><b>Ribassata</b> : La chiavetta di spessore ridotto trasmette solo metà del momento torcente dell'albero. Applicazione più economica con cava sull'albero sostituita da spianatura.</p>	7511
 Con nasello	<p><b>Normale</b> : La chiavetta trasmette tutto il momento dell'albero. Usata quando un lato del collegamento non è accessibile per effettuare lo smontaggio.</p> <p><b>Ribassata</b> : La chiavetta di spessore ridotto trasmette metà momento torcente. È più economica.</p>	6608 7512
 Ribassata concava	<p>Non richiede alcuna lavorazione sull'albero. Trasmette un quarto del momento torcente dell'albero. Non riferisce assialmente.</p>	7513 7514
 Ribassata concava con nasello		
 Tangenziali	<p>Lavorano a coppie, per compressione e sono disposte a 120°.</p> <p>Adatte per trasmettere momenti torcenti elevati, in applicazioni con brusche inversioni del senso di rotazione.</p>	7515



# Linguette

Anche le linguette sono elementi prismatici che si interpongono tra albero e mozzo, tuttavia con un principio di funzionamento differente.

Il **momento torcente** è trasmesso grazie al contatto che si instaura sui fianchi della linguetta, mentre non c'è forzamento radiale. La spinta viene trasmessa dal fianco della cava sull'albero a quello della cava nel mozzo tramite la linguetta, che viene quindi assoggettata ad una **forza di taglio**.



## Caratteristiche:

- ✓ L'assenza di forzamento radiale **non provoca eccentricità**. Sono adatte anche a collegamenti di parti veloci e/o che richiedono specifiche di coassialità.
- ✓ **È consentito lo scorrimento assiale relativo.** In generale si deve prevedere un opportuno sistema di bloccaggio radiale dell'insieme, per evitare lo smontaggio spontaneo.



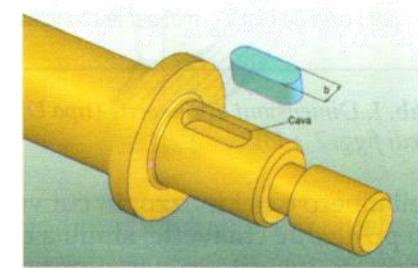
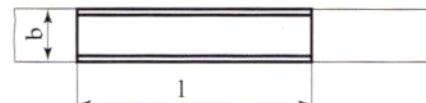
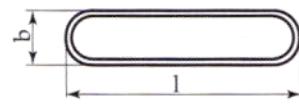
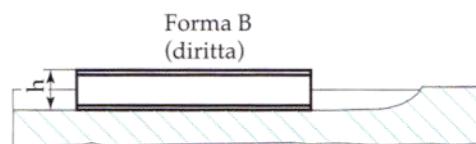
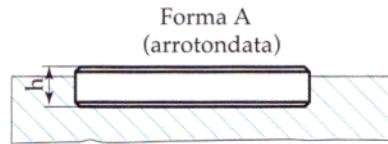
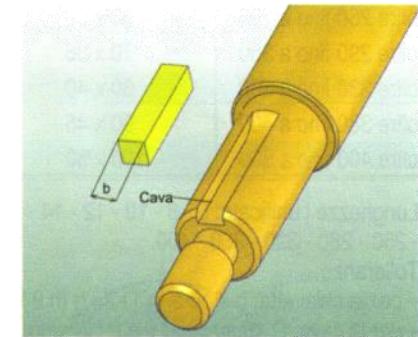
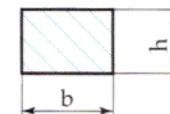
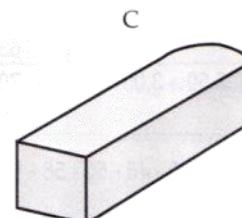
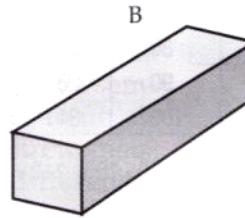
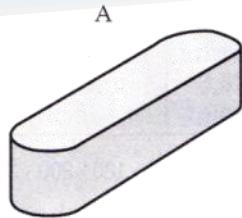
# Linguette: *forma*

Anch'esse possono avere forma:

**A - arrotondata**

**B - diritta**

**C - mista**

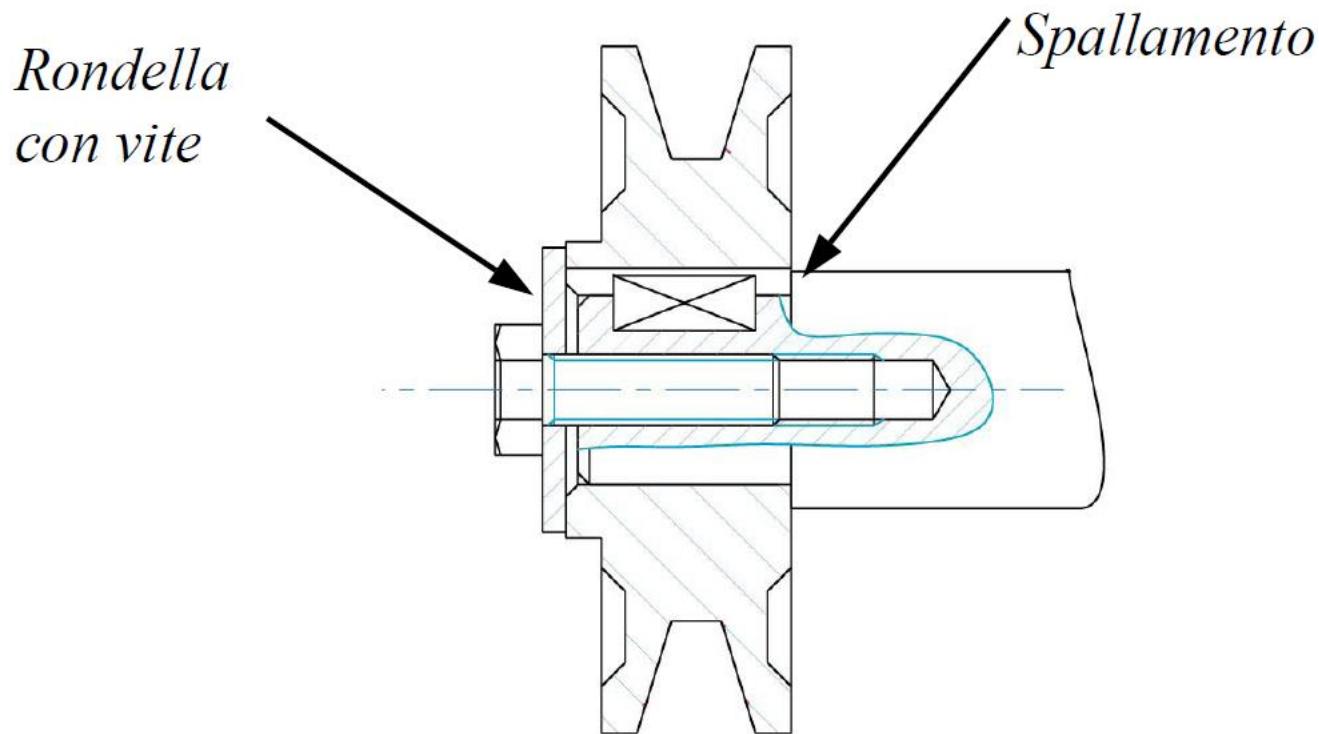


Quanto è stato detto per le chiavette (forma delle cave, esecuzione, misura, indicazione) vale anche nel caso delle linguette.



## Linguette: *caratteristiche*

Le linguette, a differenza delle chiavette, non offrono nessun ostacolo al **movimento assiale** quindi occorre predisporre un arresto in tale direzione.

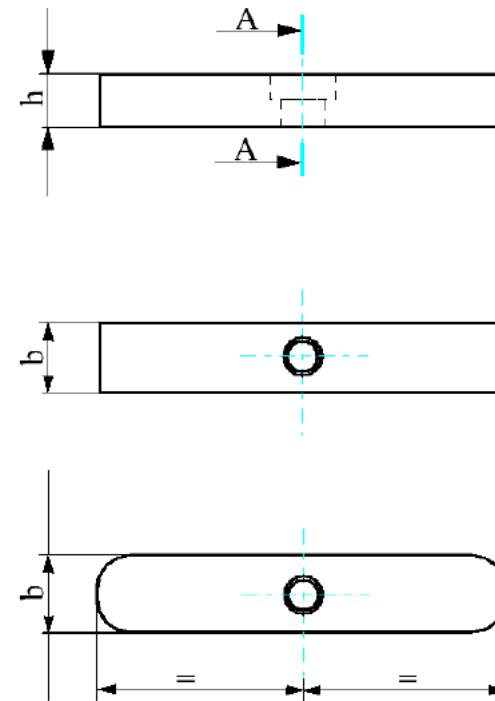
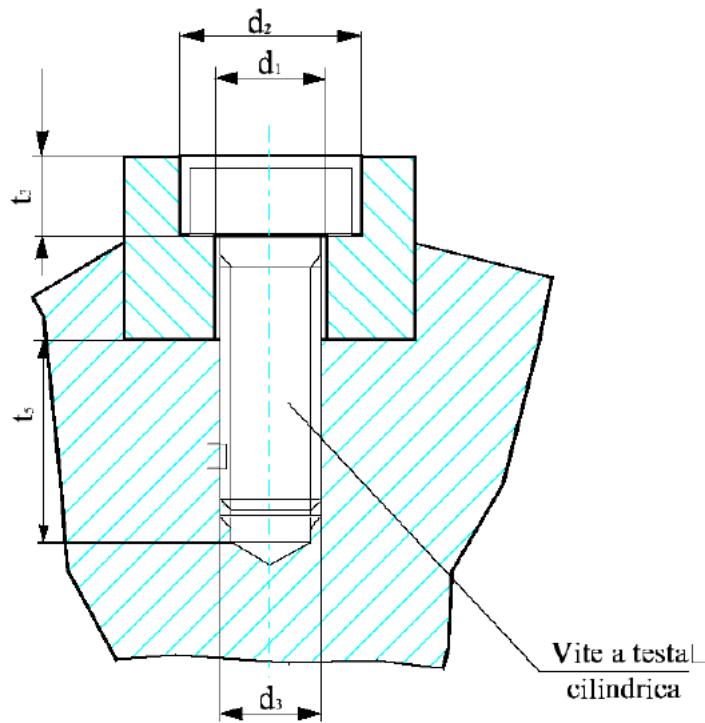


La precisione sui fianchi assicura, se necessario, un buon *centraggio circonferenziale*



## Linguette: *caratteristiche*

Per bloccare le linguette nella sede stabilita si può far ricorso ad opportuni fori che ne consentano il fissaggio sull'albero mediante viti.



# Linguette: **UNI 6604** (normali - forme A e B)

**Esempio di designazione** di una linguetta di forma B, sezione b x h = 20 x 12 mm e lunghezza l = 90 mm:

Linguetta UNI 6604 – B 20 x 12 x 90

Diametro albero d	LINGUETTA			CAVA			
	Sezione b x h	Lunghezza l	Smusso s	Larghezza b	Profondità		Raggio di arrotondamento r
					Albero t <sub>1</sub>	Mozzo t <sub>2</sub>	
da 6 fino a 8	2 x 2	da 6 fino a 20		2	1,2	1	
oltre 8 fino a 10	3 x 3	da 6 fino a 36	0,16 ÷ 0,25	3	1,8	1,4	0,08 ÷ 0,16
oltre 10 fino a 12	4 x 4	da 8 fino a 45		4	2,5	1,8	
oltre 12 fino a 17	5 x 5	da 10 fino a 56		5	3	2,3	
oltre 17 fino a 22	6 x 6	da 14 fino a 70	0,25 ÷ 0,40	6	3,5	2,8	0,16 ÷ 0,25
oltre 22 fino a 30	8 x 7	da 18 fino a 90		8	4	3,3	
oltre 30 fino a 38	10 x 8	da 22 fino a 110		10	5	3,3	
oltre 38 fino a 44	12 x 8	da 28 fino a 140		12	5	3,3	
oltre 44 fino a 50	14 x 9	da 36 fino a 160	0,40 ÷ 0,60	14	5,5	3,8	0,25 ÷ 0,40
oltre 50 fino a 58	16 x 10	da 45 fino a 180		16	6	4,3	
oltre 58 fino a 65	18 x 11	da 50 fino a 200		18	7	4,4	
oltre 65 fino a 75	20 x 12	da 56 fino a 220		20	7,5	4,9	
oltre 75 fino a 85	22 x 14	da 63 fino a 250	0,60 ÷ 0,80	22	9	5,4	
oltre 85 fino a 95	25 x 14	da 70 fino a 280		25	9	5,4	0,40 ÷ 0,60
oltre 95 fino a 110	28 x 16	da 80 fino a 320		28	10	6,4	
oltre 110 fino a 130	32 x 18	da 90 fino a 360		32	11	7,4	
oltre 130 fino a 150	36 x 20	da 100 fino a 400		36	12	8,4	
oltre 150 fino a 170	40 x 22	da 110 fino a 400	1,00 ÷ 1,20	40	13	9,4	0,70 ÷ 1,00
oltre 170 fino a 200	45 x 25	da 125 fino a 400		45	15	10,4	
oltre 200 fino a 230	50 x 28	da 140 fino a 400		50	17	11,4	
oltre 230 fino a 260	56 x 32	da 160 fino a 400		56	20	12,4	
oltre 260 fino a 290	63 x 32	da 180 fino a 400	1,60 ÷ 2,00	63	20	12,4	1,2 ÷ 1,6
oltre 290 fino a 330	70 x 36	da 200 fino a 400		70	22	14,4	
oltre 330 fino a 380	80 x 40	da 220 fino a 400		80	25	15,4	
oltre 380 fino a 440	90 x 45	da 250 fino a 400	2,50 ÷ 3,00	90	28	17,4	2,0 ÷ 2,5
oltre 440 fino a 500	100 x 50	da 280 fino a 400		100	31	19,5	

Lunghezze unificate, come in tab. I. Tolleranze su b, h ed l della linguetta come in tab. I Per la larghezza b della cava si possono prevedere accoppiamenti liberi (H 9 sull'albero, D 10 sul mozzo), incerti (N 9 albero, J<sub>s</sub> 9 mozzo) o bloccati (P 9 su entrambi). Per le profondità t si ha +0,1/0 per d fino a 22, + 0,2/0 fino a 130, + 0,3/0 oltre.



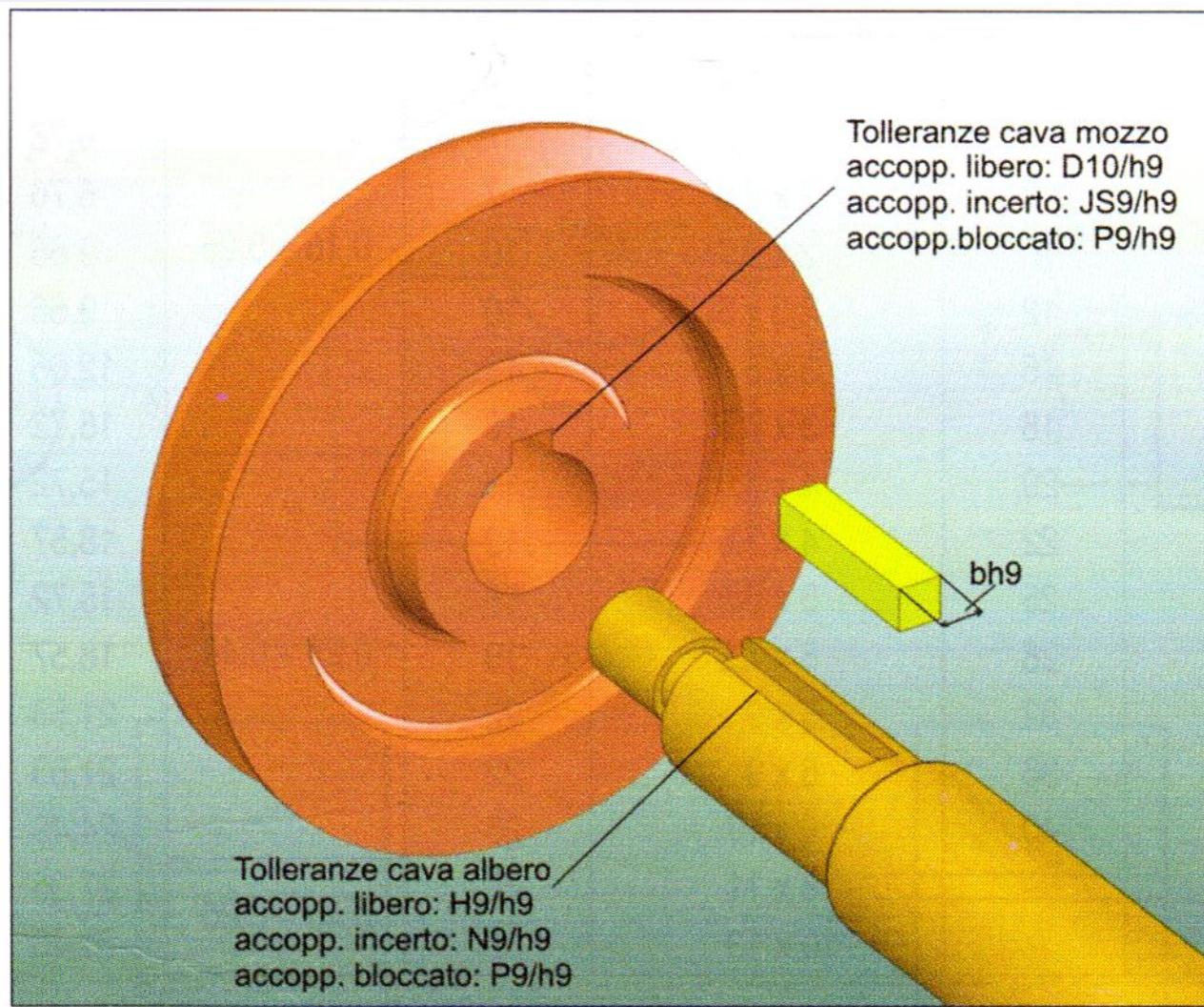
## Linguette: **UNI 5710 (ribassate)**

Anche per le linguette è previsto dall'unificazione un tipo **ribassato**. Esse sono leggermente più basse delle precedenti ( a parità di diametro dell'albero) e così anche le cave nell'albero e nel mozzo.

Diametro albero $d$	Sezione Dimensioni nominali $b \times h$	Profondità	
		Albero $t_1$	Mozzo $t_2$
da 12 fino a 17	5 x 3	1,8	1,4
oltre 17 fino a 22	6 x 4	2,5	1,8
oltre 22 fino a 30	8 x 5	3	2,3
oltre 30 fino a 38	10 x 6	3,5	2,8
oltre 38 fino a 44	12 x 6	3,5	2,8
oltre 44 fino a 50	14 x 6	3,5	2,8
oltre 50 fino a 58	16 x 7	4	3,3
oltre 58 fino a 65	18 x 7	4	3,3
oltre 65 fino a 75	20 x 8	5	3,3
oltre 75 fino a 85	22 x 9	5,5	3,8
oltre 85 fino a 95	25 x 9	5,5	3,8
oltre 95 fino a 110	28 x 10	6	4,3
oltre 110 fino a 130	32 x 11	7	4,4
oltre 130 fino a 150	36 x 12	7,5	4,9

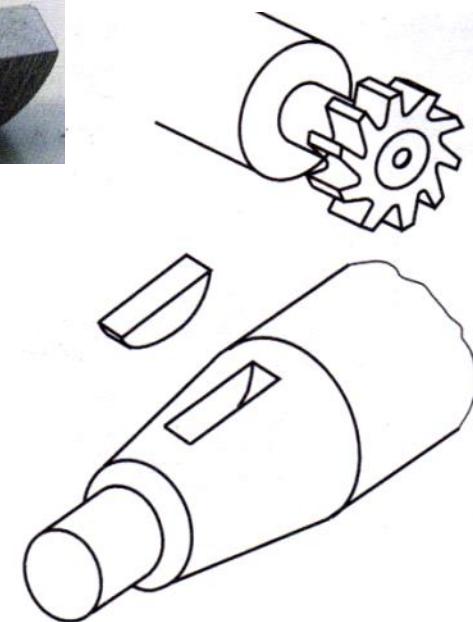
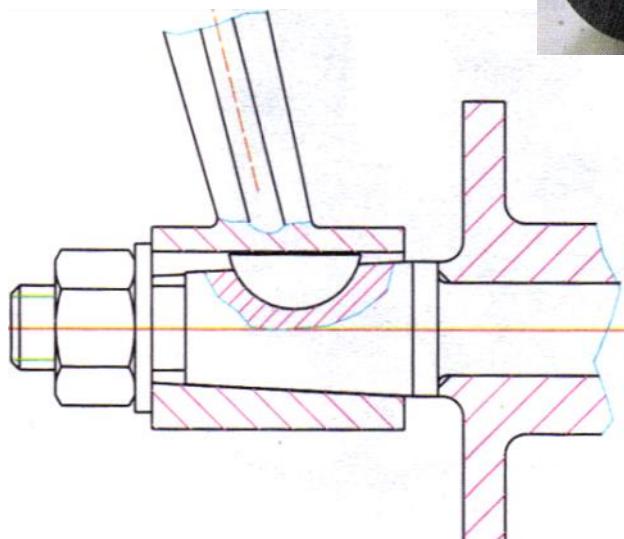
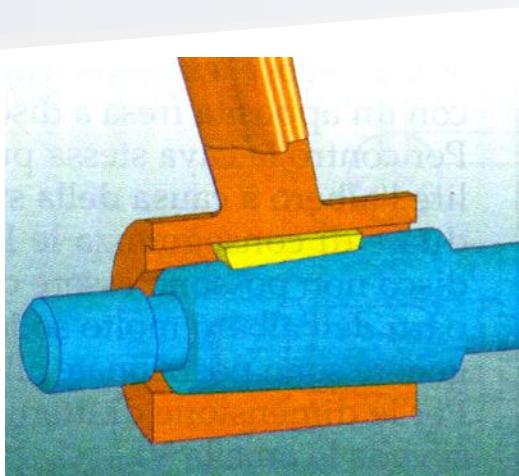


## Linguette: **Tolleranze raccomandate**



# Linguette a disco – UNI 6606

Alla famiglia delle linguette (trasmissione del moto con spinta sui fianchi), appartengono le **linguette a disco** (linguette americane o *Woodruff*).



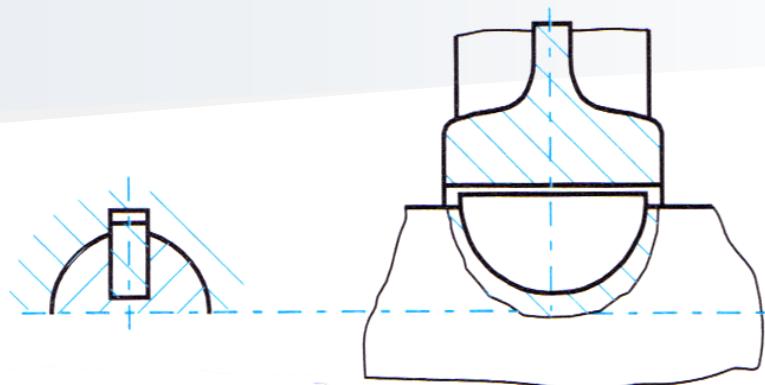
## Caratteristiche

- Non sono adatte a trasmettere forti momenti torcenti
- Rendono facili le fasi di montaggio (possono assumere inclinazioni variabili)
- Sono relativamente meno costose (la cava sull'albero è eseguita rapidamente con una fresa a disco)

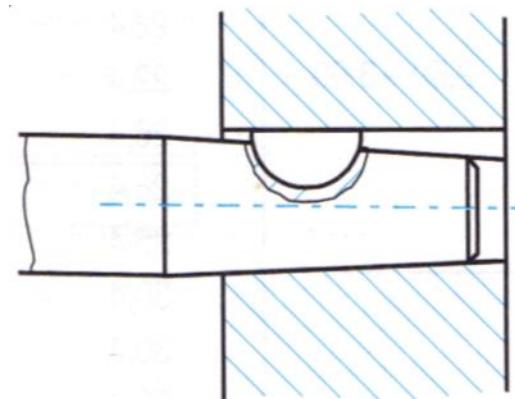


# Linguette a disco – UNI 6606

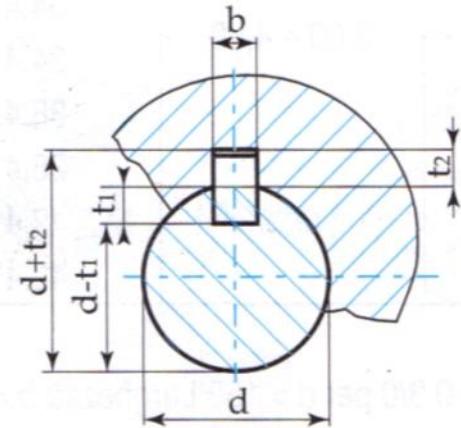
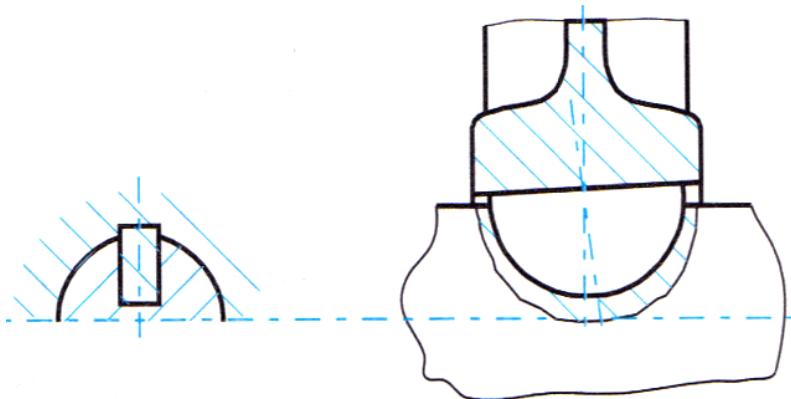
Fondo parallelo all'asse



Esempio di montaggio su estremità conica di albero



Fondo inclinato



# Linguette a disco – UNI 6606

**Serie 1:** linguette utilizzate per trasmettere momenti torcenti

**Serie 2:** linguette utilizzate solo per il posizionamento reciproco di albero e mozzo

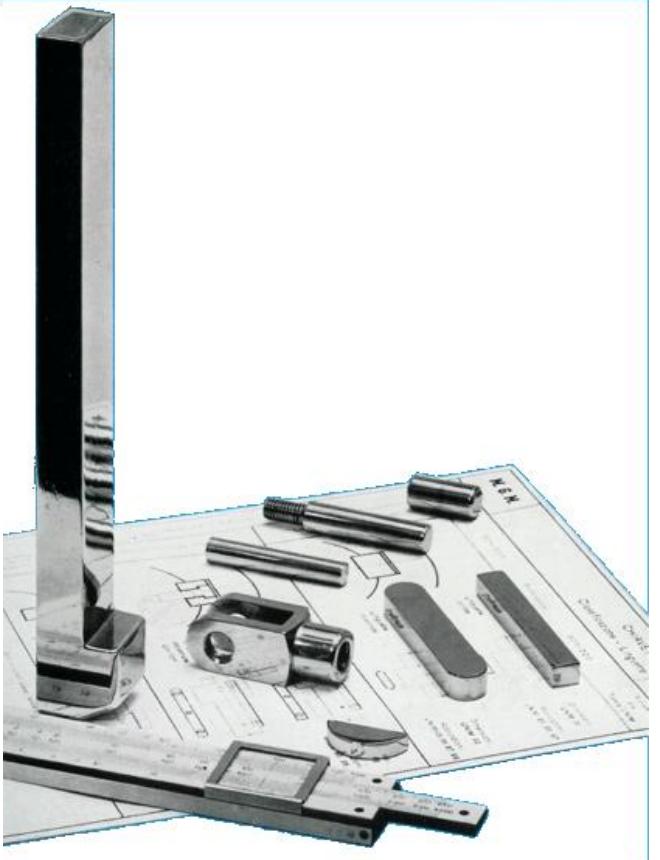
Serie 1		Serie 2		Linguetta				Cava			Raggio di arrotondamento <i>r</i>	
Diametro dell'albero <i>d</i>				Dimensioni nominali <i>b x h</i>	Diametro <i>D</i>	Smusso <i>s</i>	Lunghezza <i>l</i>	Larghezza <i>b</i>	Profondità			
oltre	fino a	oltre	fino a						Albero <i>t<sub>1</sub></i>	Mozzo <i>t<sub>2</sub></i>		
3	4	3	4	1 x 1,4	4		3,82	1	1	0,6		
4	5	4	6	1,5 x 2,6	7		6,76	1,5	2	0,8		
5	6	6	8	2 x 2,6	7		6,76	2	1,8	1		
6	7	8	10	2 x 3,7	10	0,16 ÷ 0,25	9,66	2	2,9	1	0,08 ÷ 0,16	
7	8	10	12	2,5 x 3,7	10		9,66	2,5	2,7	1,2		
8	10	12	15	3 x 5	13		12,65	3	3,8	1,4		
10	12	15	18	3 x 6,5	16		15,72	3	5,3	1,4		
12	14	18	20	4 x 6,5	16		15,72	4	5	1,8		
14	16	20	22	4 x 7,5	19		18,57	4	6	1,8		
16	18	22	25	5 x 6,5	16		15,72	5	4,5	2,3		
18	20	25	28	5 x 7,5	19	0,25 ÷ 0,40	18,57	5	5,5	2,3	0,16 ÷ 0,25	
20	22	28	32	5 x 9	22		21,63	5	7	2,3		
22	25	32	36	6 x 9	22		21,63	6	6,5	2,8		
25	28	36	40	6 x 10	25		24,49	6	7,5	2,8		
28	32	40	–	8 x 11	28	0,40 ÷ 0,60	27,35	8	8	3,3	0,25 ÷ 0,40	
32	38	–	–	10 x 13	32		31,43	10	10	3,3		

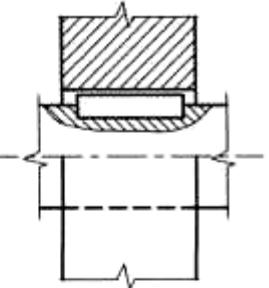
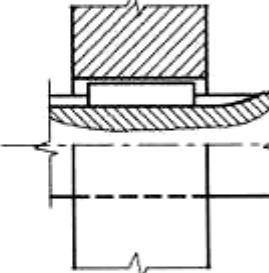
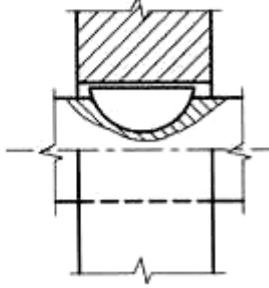
Tolleranze: per la linguetta, h 9 su b, h 11 su l ed h 12 su h; per la cava, sulla larghezza b N 9 sull'albero e Js 9 sul mozzo (accoppiamento incerto) oppure P 9 su entrambi (accoppiamento bloccato); sulla profondità  $t_1$ , + 0,1/0 fino alle linguette 2,5 x 3,7, + 0,3/0 oltre 5 x 7,5, + 0,2/0 per i casi intermedi; su  $t_2$  + 0,1/0 fino a 6 x 9, poi + 0,2/0



# Linguette

## Schema riepilogativo

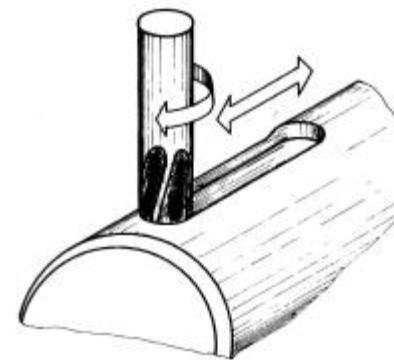


Denominazione e rappresentazione	Caratteristiche	UNI	Tab.
 Arrotondata 	<p><b>Normale</b> : la linguetta trasmette al mozzo tutto il momento torcente dell'albero.</p> <p><b>Forma A</b> : più usata. Sede sull'albero con fresa a candela.</p>	6604	50 51
 Diritta 	<p><b>Forma B</b> : meno costosa. Sede sull'albero con fresa a disco.</p> <p><b>Ribassata</b> : usata quando lo sforzo da trasmettere è ridotto.</p>	7510	52
 A disco 	<p>È la linguetta più economica per la facile esecuzione della sede sull'albero. Adatta per le estremità coniche degli alberi. Usato per sollecitazioni moderate.</p>	6606	53

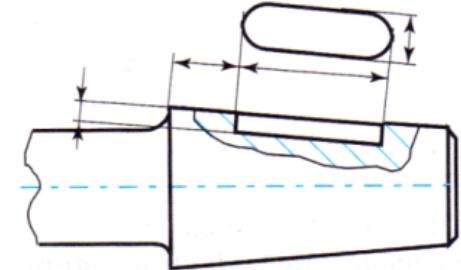
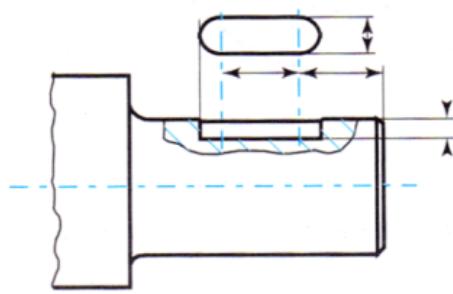
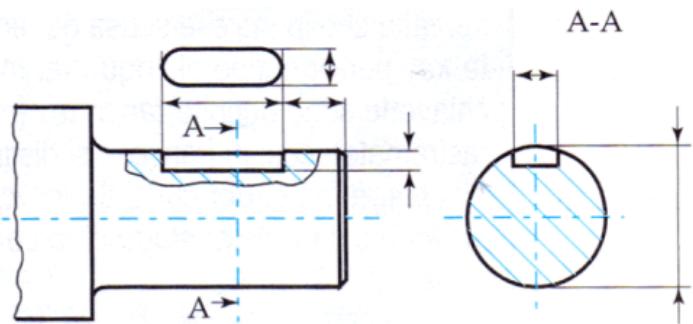


# Quotatura per cave sedi di chiavette e linguette

ALBERI: cave per forma A - arrotondata

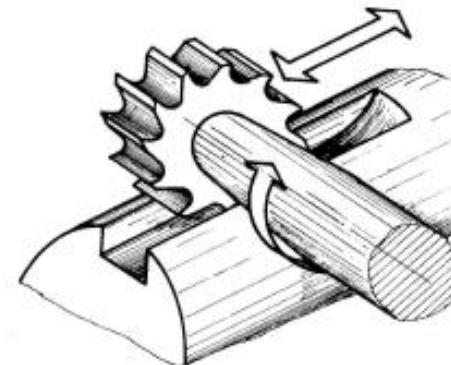


Fresa a  
candela

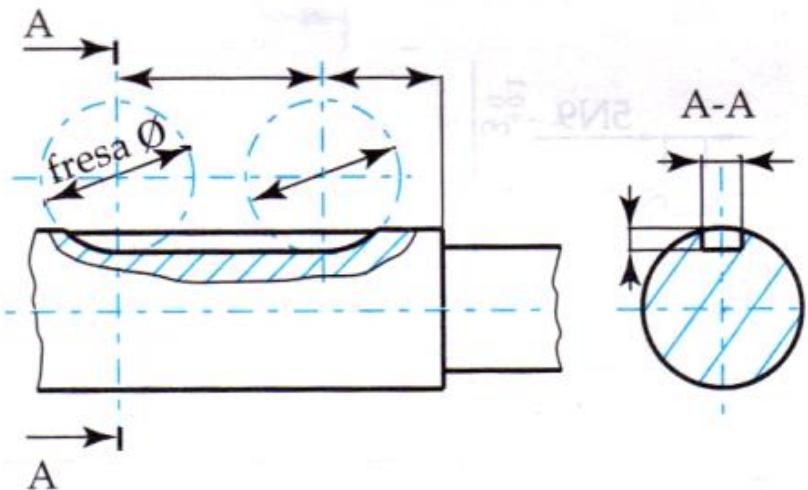
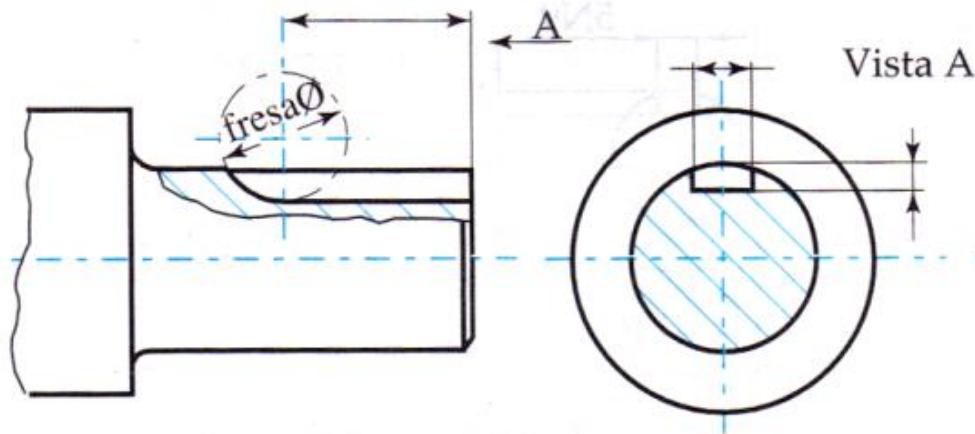


# Quotatura per cave sedi di chiavette e linguette

ALBERI: cave per forma B - diritta

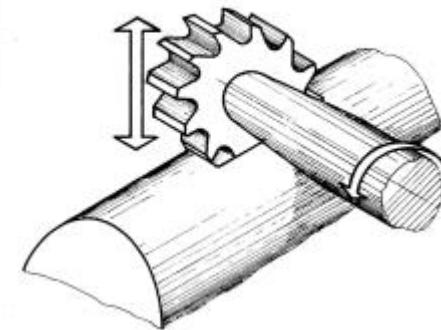


Fresa a  
disco

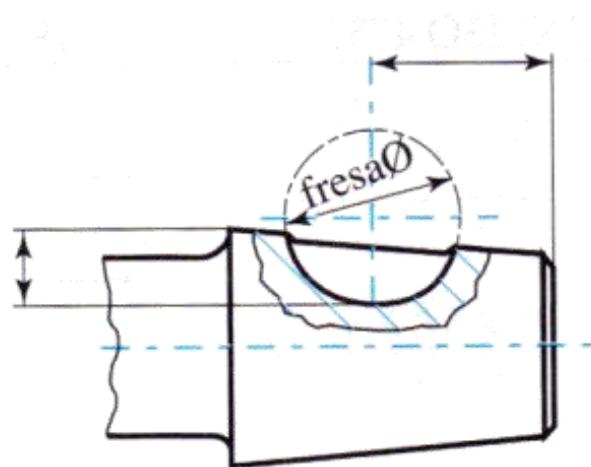
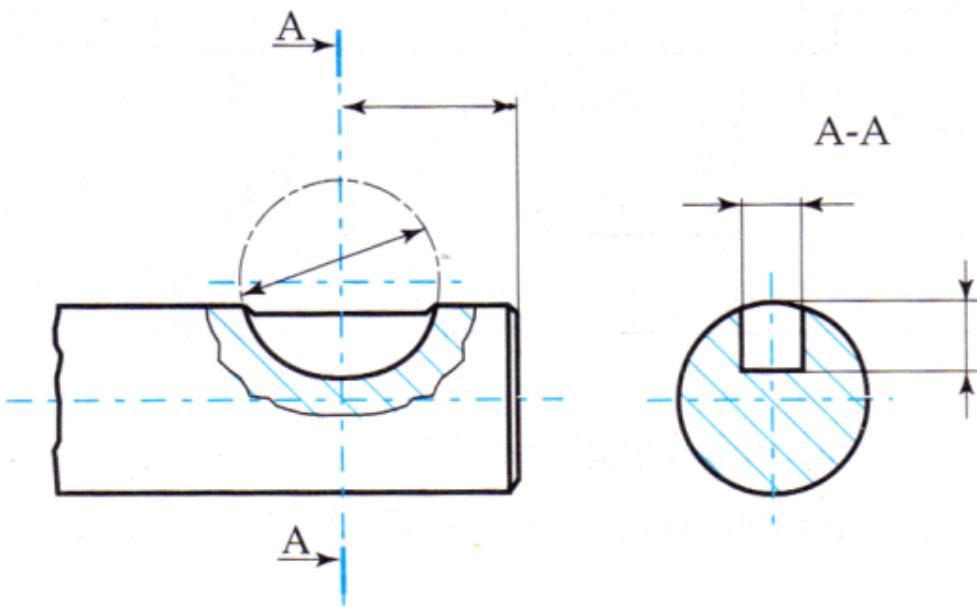


# Quotatura per cave sedi di chiavette e linguette

ALBERI: cave per linguette a disco

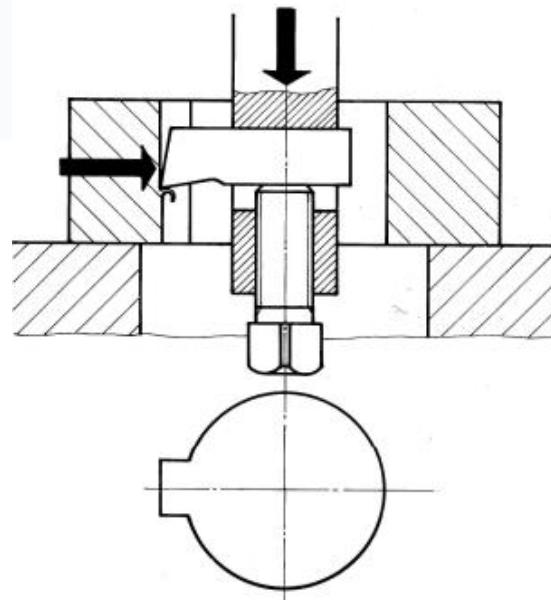
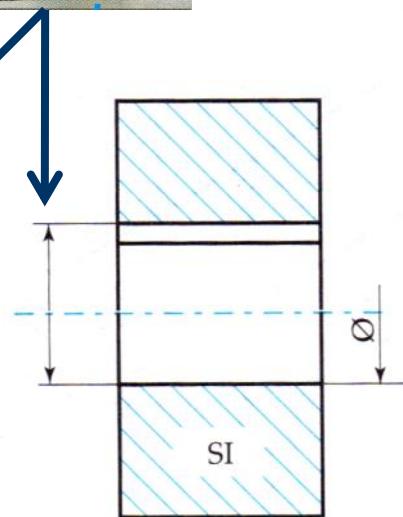
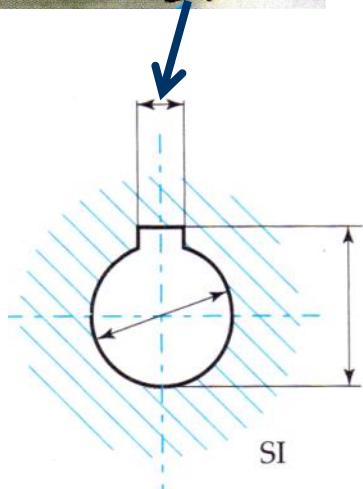
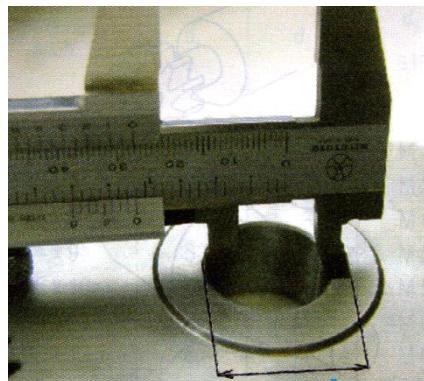
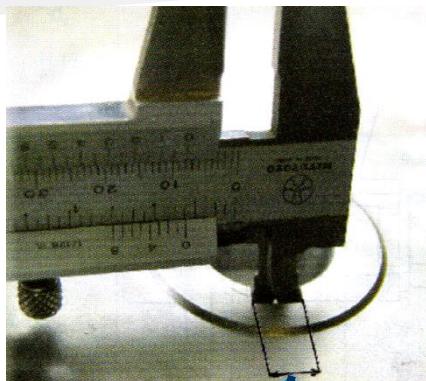


Fresa a  
disco

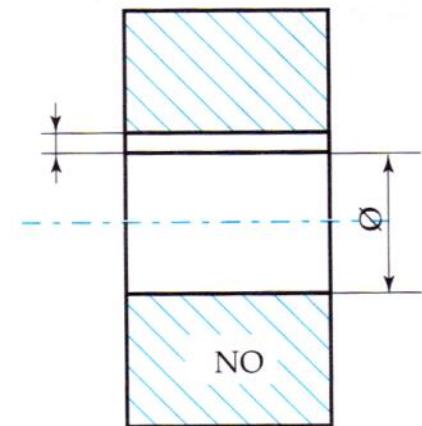


# Quotatura per cave sedi di chiavette e linguette

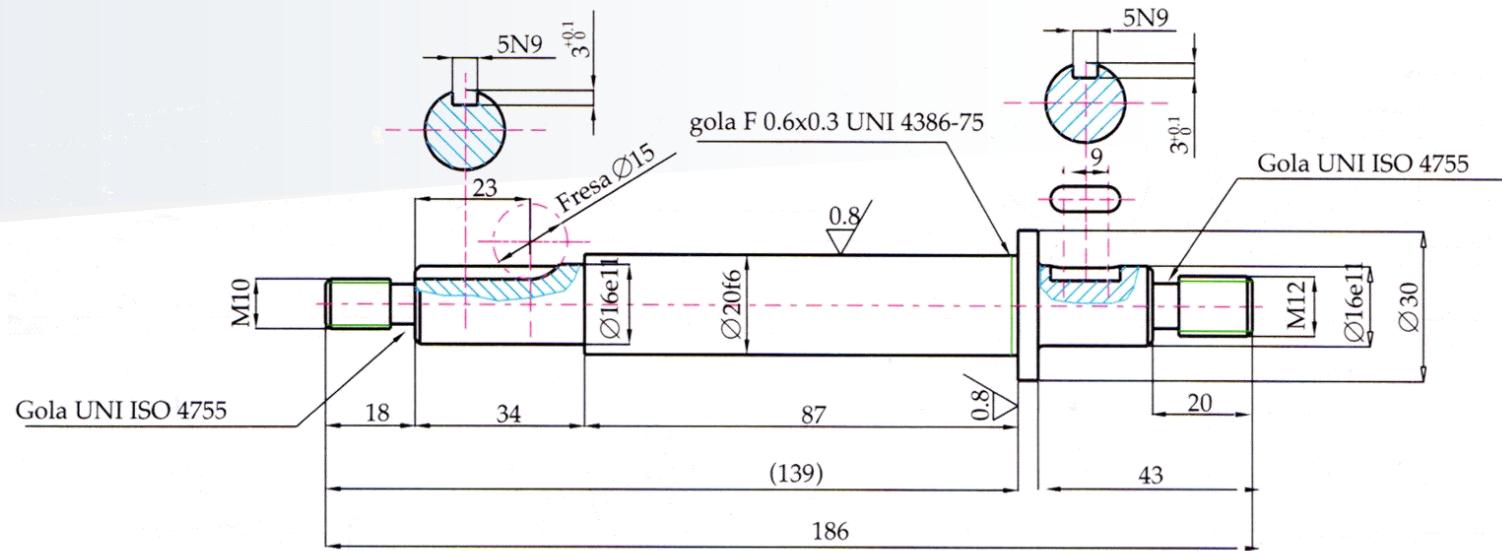
MOZZI: cave per linguette e chiavette



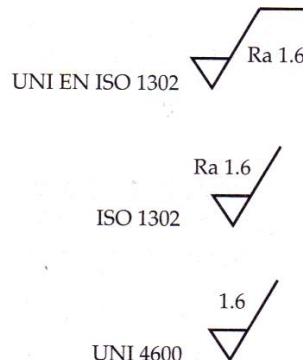
Stozzatrice



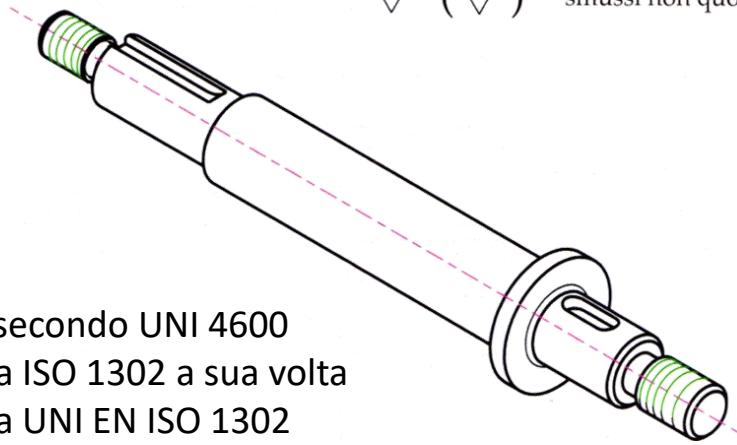
# Quotatura per cave sedi di chiavette e linguette: esempio 1



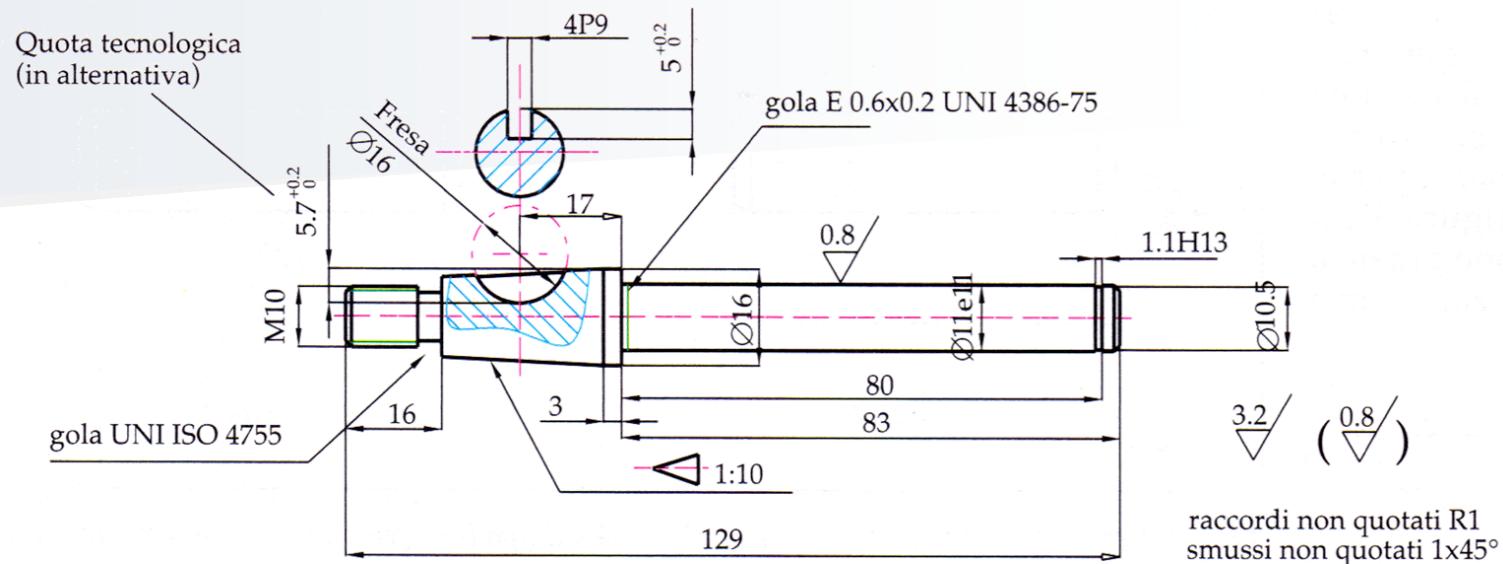
$\nabla\ 3.2 / \quad ( \nabla\ 0.8 / )$  raccordi non quotati R1  
smussi non quotati 1x45°



Indicazioni di **rugosità** secondo UNI 4600  
sostituita nel 2001 dalla ISO 1302 a sua volta  
sostituita nel 2004 dalla UNI EN ISO 1302



# Quotatura per cave sedi di chiavette e linguette: esempio 2

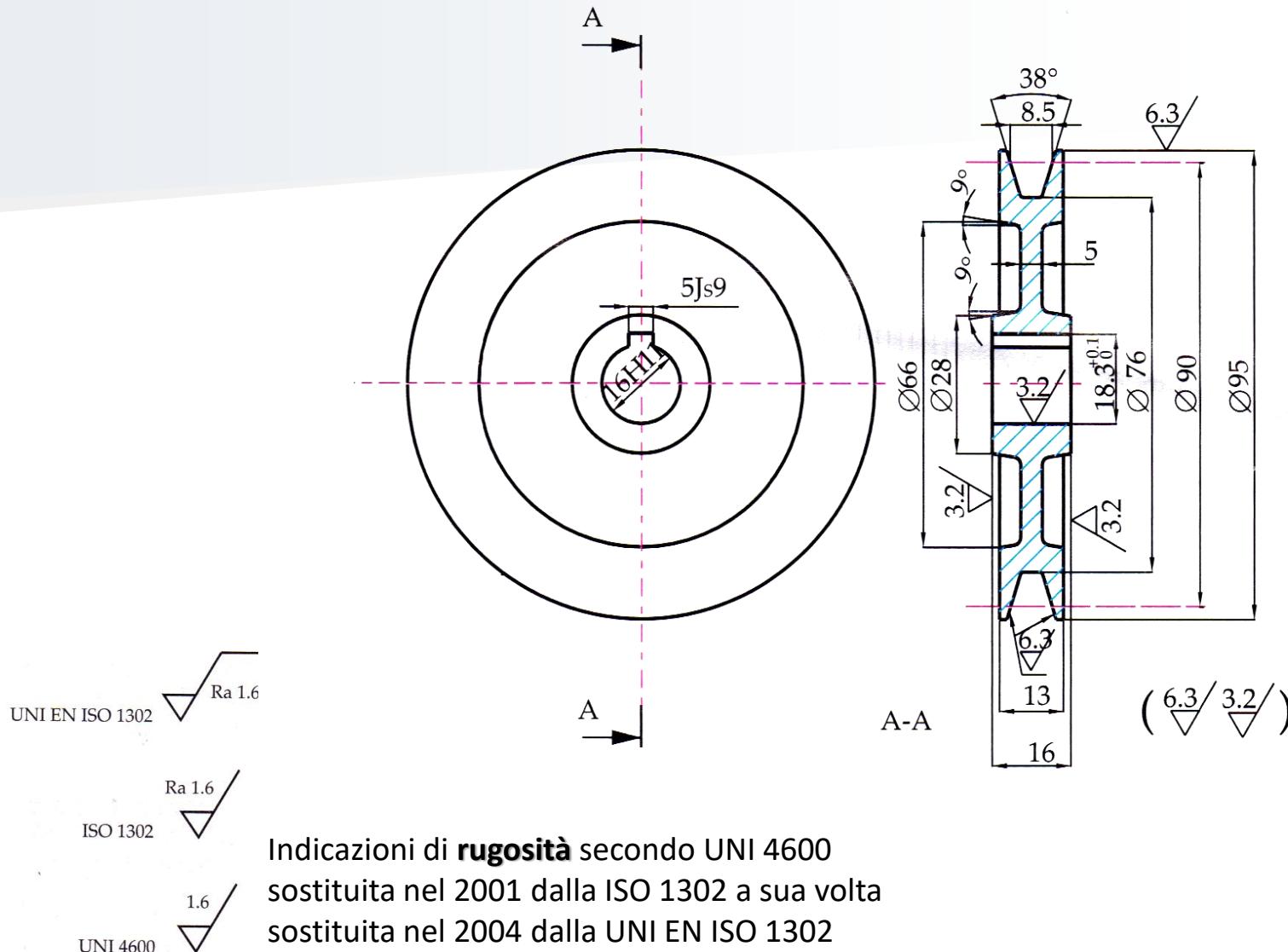


UNI EN ISO 1302  $\nabla$  Ra 1.6  
ISO 1302  $\nabla$  Ra 1.6  
UNI 4600  $\nabla$  1.6

Indicazioni di **rugosità** secondo UNI 4600 sostituita nel 2001 dalla ISO 1302 a sua volta sostituita nel 2004 dalla UNI EN ISO 1302



# Quotatura per cave sedi di chiavette e linguette: esempio 2

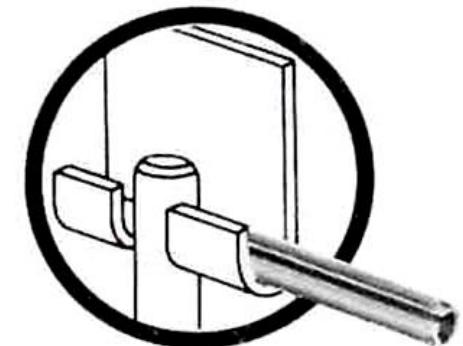
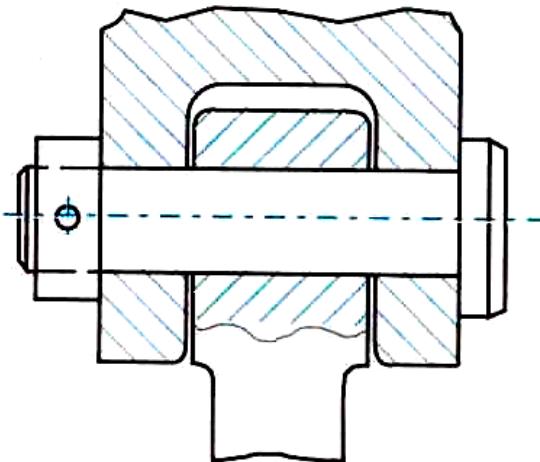


# Perni e spine

**Perni**: elementi cilindrici costituenti particolari di macchine, con funzione di **fulcro** per parti rotanti.

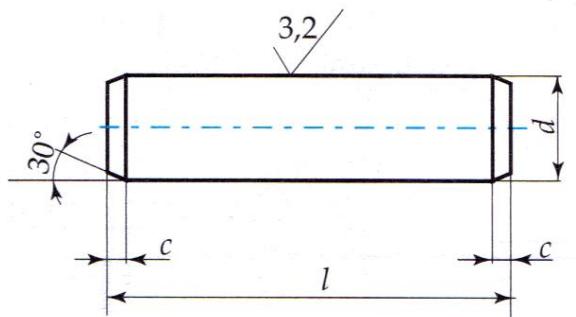
**Spine**: elementi cilindrici costituenti particolari di macchine, con funzione di **arresto**, di **centraggio**, di **collegamento**. Possono avere anche forma conica od essere deformabili. Sono realizzate in materiali particolari, come acciai duri od acciai per molle.

Perni e spine si differenziano per la tipologia di impiego e, quindi, per le dimensioni (campo dei diametri normalizzati) e per le tolleranze di lavorazione sul diametro (vedi tabelle)

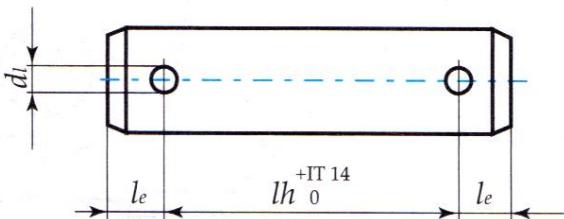


# Perni senza testa – UNI EN 22340

## Perni senza testa



Tipo A



Tipo B

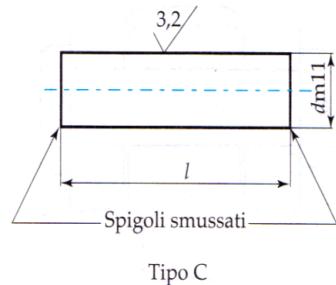
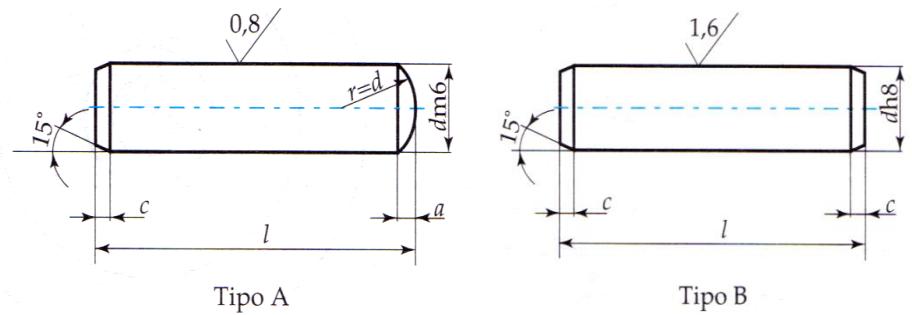
$d_{h\ 11}$	$d_1_{h\ 13}$	$c_{\max.}$	$l_e_{\min}$	$l_{j_s\ 14}$
3	0,8	1	1,6	6 ÷ 30
4	1	1	2,2	8 ÷ 40
5	1,2	2	2,9	10 ÷ 50
6	1,6	2	3,2	12 ÷ 60
8	2	2	3,5	16 ÷ 80
10	3,2	2	4,5	20 ÷ 100
12	3,2	3	5,5	24 ÷ 120
14	4	3	6	28 ÷ 140
16	4	3	6	32 ÷ 160
18	5	3	7	35 ÷ 180
20	5	4	8	40 min
22	5	4	8	45 "
24	6,3	4	9	50 "
27	6,3	4	9	55 "
30	8	4	10	60 "
33	8	4	10	65 "
36	8	4	10	70 "
40	8	4	10	75 "
45	10	4	12	90 "
50	10	4	12	100 "
55	10	6	14	120 "
60	10	6	14	120 "
70	13	6	16	140 "
80	13	6	16	160 "
90	13	6	16	180 "
100	13	6	16	200 "

Lunghezze unificate: 6; 8; 10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140; 160; 180; 200, poi con incrementi di 20 in 20 mm.



# Spine cilindriche – UNI EN 22338

## Spine cilindriche



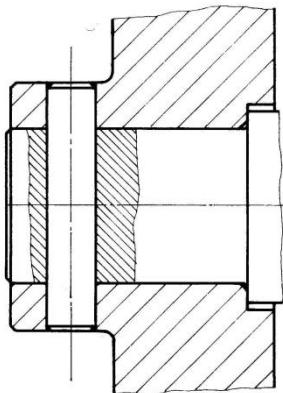
d	a ≈	c ≈	$I_{s 14}$
0,6	0,08	0,12	2 ÷ 6
0,8	0,1	0,16	2 ÷ 8
1	0,12	0,2	4 ÷ 10
1,2	0,16	0,25	4 ÷ 12
1,5	0,2	0,3	4 ÷ 16
2	0,25	0,35	6 ÷ 20
2,5	0,3	0,4	6 ÷ 24
3	0,4	0,5	8 ÷ 30
4	0,5	0,63	8 ÷ 40
5	0,63	0,8	10 ÷ 50
6	0,8	1,2	12 ÷ 60
8	1	1,6	14 ÷ 85
10	1,2	2	18 ÷ 100
12	1,6	2,5	22 ÷ 140
16	2	3	24 ÷ 180
20	2,5	3,5	35 min
25	3	4	50 "
30	4	5	60 "
40	5	6,3	80 "
50	6,3	8	95 "

Lunghezze  $l$  unificate: 2; 3; 4; 5; 6; 8; 10; 12; 14;  
16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30; 32; 35; 40; 45; 50;  
55; 60; 65; 70; 75; 80; 85; 90; 95; 100; 120; 140;  
160; 180; 200; poi con incrementi di 20 in 20  
mm.



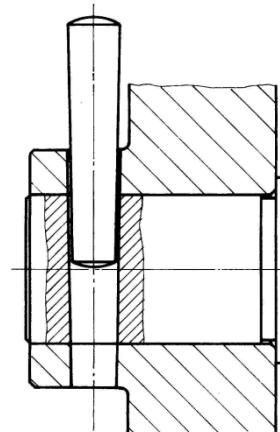
# Spine

Principale utilizzo delle spine è quello di **trasmettere il momento torcente** tra albero e mozzo attraverso sollecitazioni di **taglio**, in sostituzione delle più costose linguette. Si tratta di una condizione sfavorevole di funzionamento, per cui sono adatte alla trasmissione soltanto di deboli momenti torcenti.



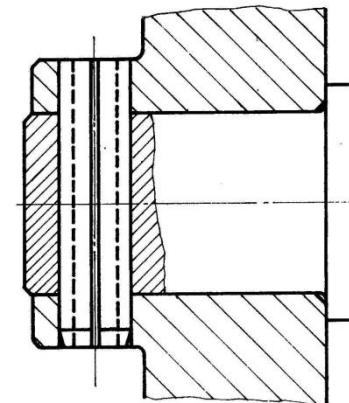
## Spina cilindrica

La spina deve essere montata con accoppiamento senza gioco in uno dei due pezzi da unire. È necessario lavorare con precisione (alesare) il foro.



## Spina conica

La spina conica (conicità 1:50) viene forzata in un foro di uguale conicità eseguito all'atto del montaggio delle parti. Anche in questo caso il foro necessita di alesatura.

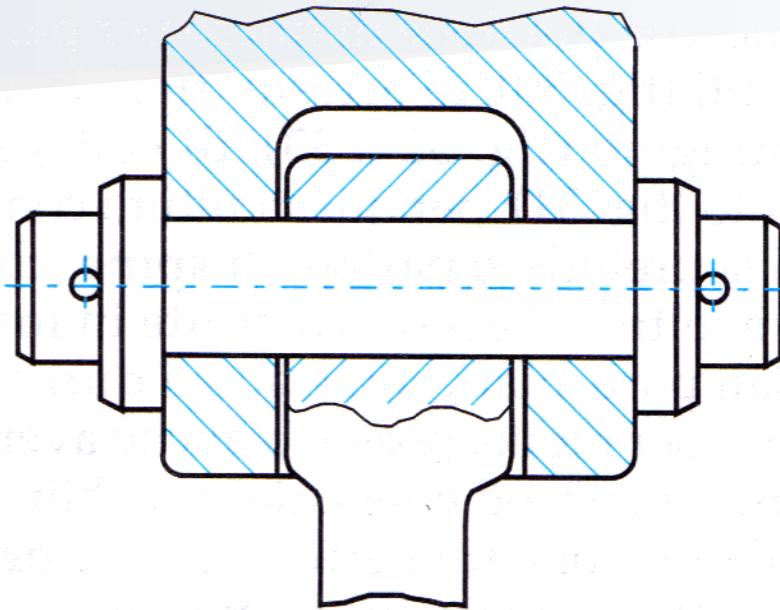


## Spina elastica

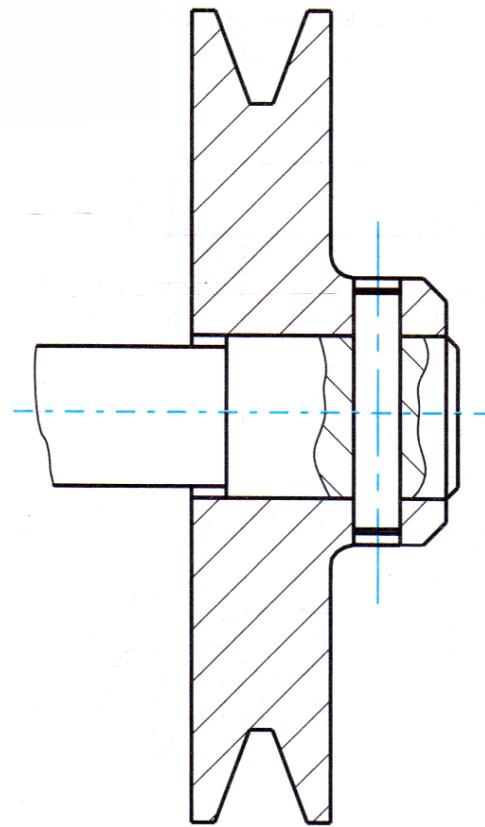
La spina elastica, adattandosi spontaneamente alle rispettive sedi, elimina la necessità di alesatura dei fori.



# Perni e spine cilindriche: *designazione ed impieghi*



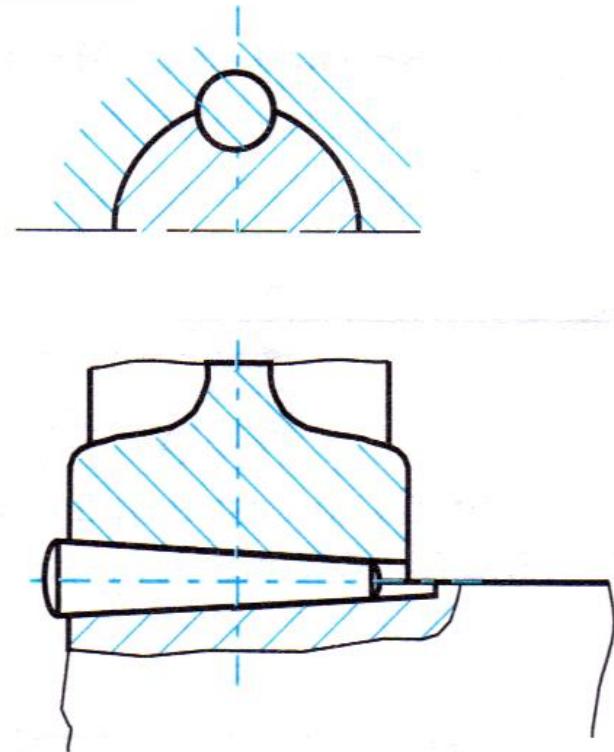
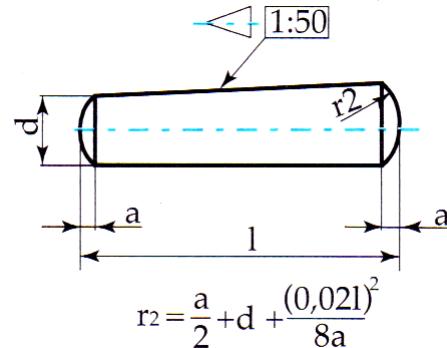
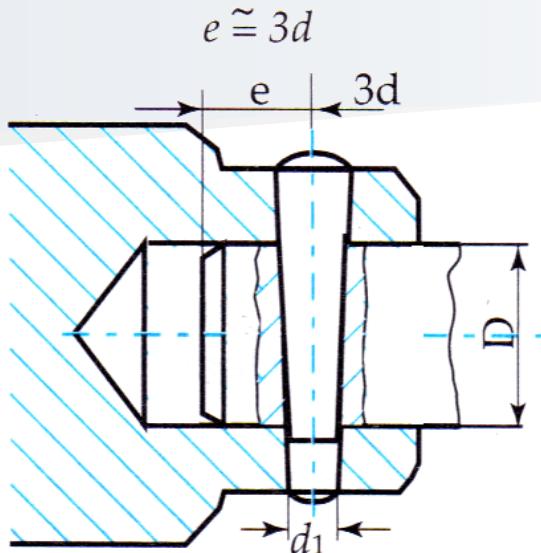
**Articolazione con perno tipo  
*UNI EN 22340 – B - 14 x 60 x 4*,**  
tenuto in posizione con due  
**spine cilindriche tipo  
*UNI EN 22338 – B - 4 x 18***



**Spina cilindrica** usata per la  
***trasmissione del moto rotatorio***,  
sollecitata a taglio trasversalmente



# Spine coniche: *designazione ed impieghi*



**Spina conica** per la **trasmissione del moto**,  
sollecitata a taglio trasversalmente.

La spina conica ha un'azione  
**autocentrante**

**UNI EN 22339 - 4 x 18**

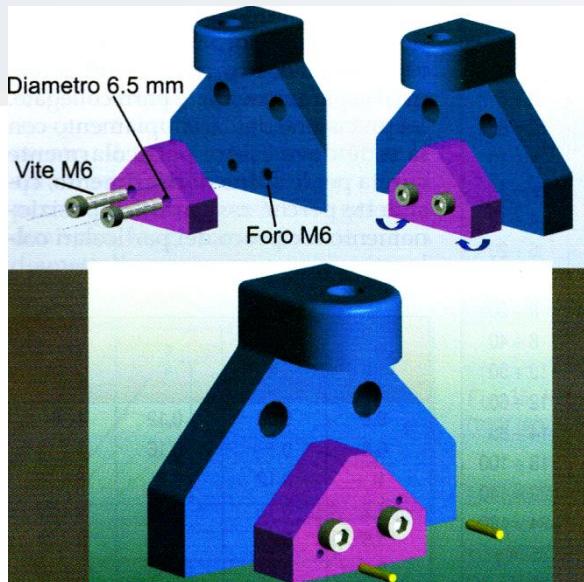
**Spine coniche** per la  
**trasmissione del moto**, con  
forzamento longitudinale

**UNI EN 22339 - 4 x 18**

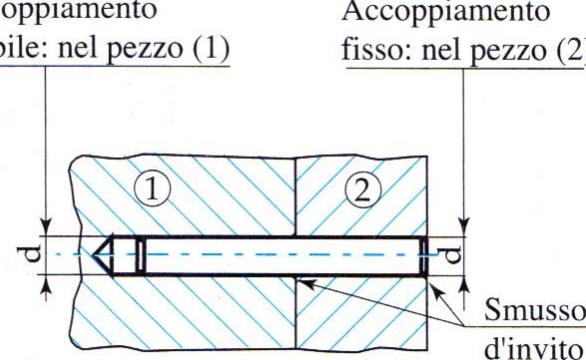


# Spine di riferimento: *impieghi*

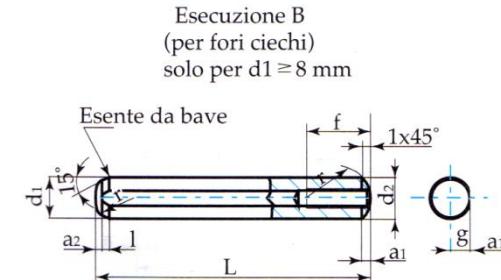
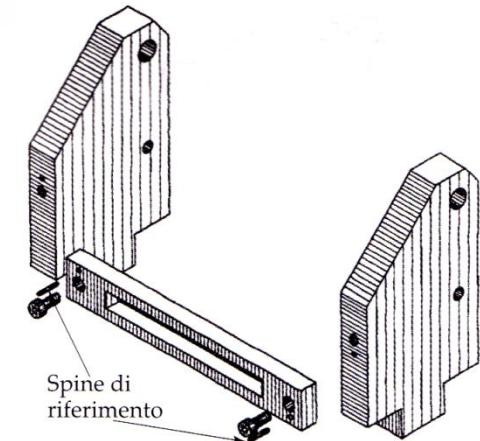
Assicurano il posizionamento reciproco dei particolari collegati



foro G6  
Accoppiamento  
mobile: nel pezzo (1)



foro P6  
Accoppiamento  
fisso: nel pezzo (2)



**Le tolleranze nelle sedi** sono scelte in modo da realizzare un accoppiamento forzato in un pezzo e scorrevole preciso nell'altro. **Tolleranza sulla spina m6**



# Spine elastiche

Le spine elastiche, si basano sul **principio** di avere ***una spina che in condizioni libere ha un diametro leggermente maggiore di quello del foro*** in cui deve essere inserita.

Quando la spina si trova forzata nel foro reagisce con una spinta elastica radiale che ne assicura il buon ancoraggio, in grado di ***assorbire vibrazioni senza allentarsi***.

Queste spine non richiedono una lavorazione accurata dei fori.

Tre principali tipologie:

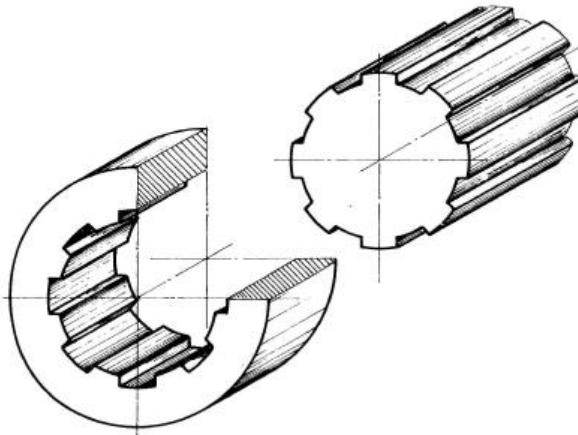
- a) **Spine tagliate**: sono costituite da un elemento tubolare tagliato longitudinalmente, in modo da consentire la deformazione della sezione a C così ottenuta.
- b) **Spine a spirale**: sono formate da un foglio di lamierino avvolto a formare un cilindro deformabile.
- c) **Spine ad intagli**: sono realizzate praticando sul corpo cilindrico dei solchi longitudinali per deformazione, senza asportazione di materiale.



# Accoppiamenti scanalati

**Alberi troppo piccoli** o **momenti torcenti da trasmettere troppo elevati** non consentono l'impiego di semplici linguette (l'albero si indebolirebbe troppo)

In questi casi si utilizzano i cosiddetti *accoppiamenti scanalati*.



Si differenziano in base alla **forma del profilo** ed al **tipo di centraggio**

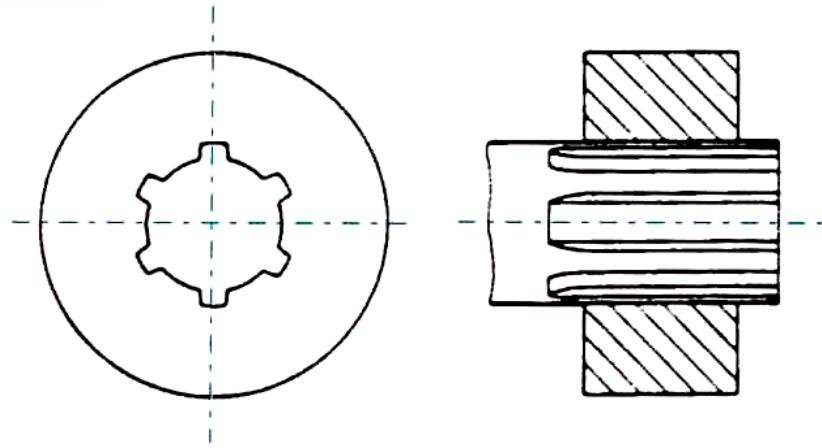


# Accoppiamenti scanalati: *forma del profilo*

Le scanalature, a seconda dei profili, sono classificate in:

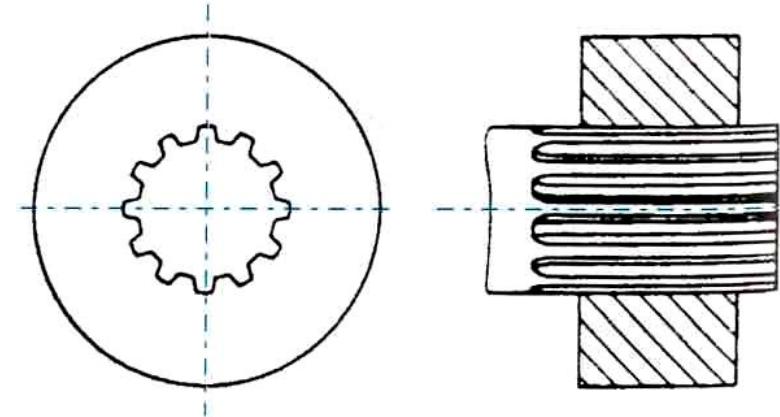
## - Scanalature a fianchi paralleli:

Sono formate da un certo numero di sporgenze sull'albero e di cave sul mozzo longitudinali diritte, a sezione rettangolare.



## - Scanalature ad evolvente:

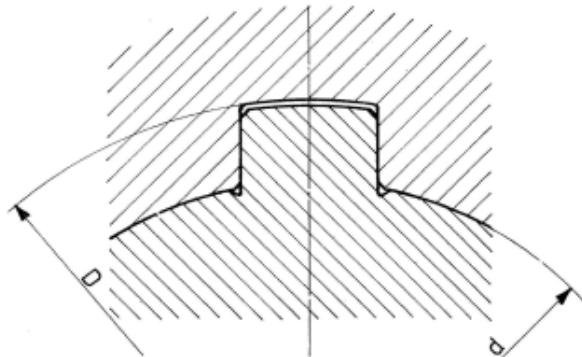
Realizzano un ottimo centraggio sui fianchi stessi, consentendo alte velocità di rotazione. Sono costruite in modo analogo alle dentature per ingranaggi risultando pertanto di esecuzione più economica rispetto ai precedenti, che richiedono lavorazioni di fresatura con frese di forma.



# Accoppiamenti scanalati: *forma del profilo e centraggio*

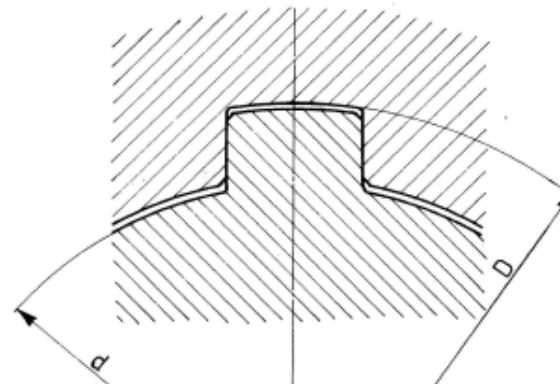
## Profilo a fianchi paralleli, **centraggio interno**

Molto utilizzato



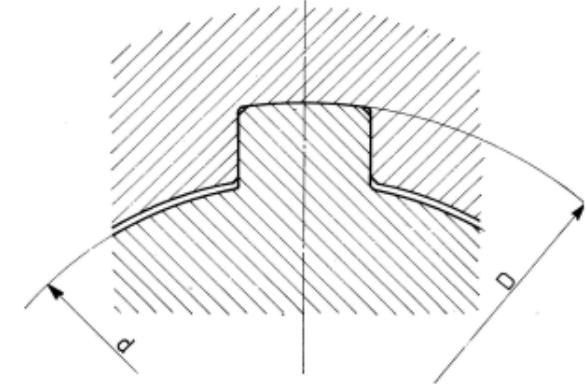
## Profilo a fianchi paralleli, **centraggio sui fianchi**

In disuso



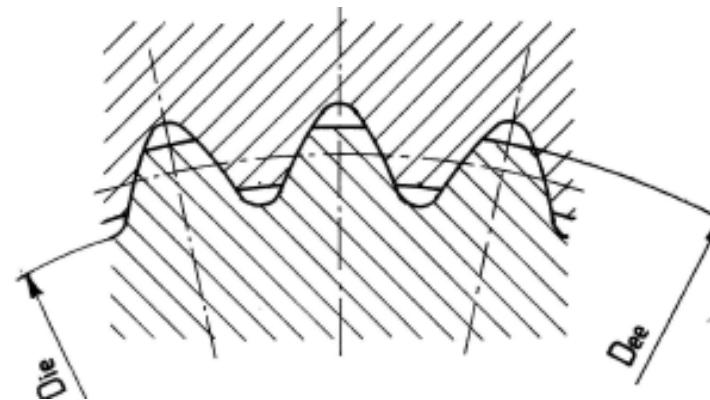
## Profilo a fianchi paralleli, **centraggio esterno**

In disuso



## Profilo ad evolvente **ottimo centraggio sui fianchi**

Alte velocità di rotazione  
Trasmissione di elevati momenti torcenti

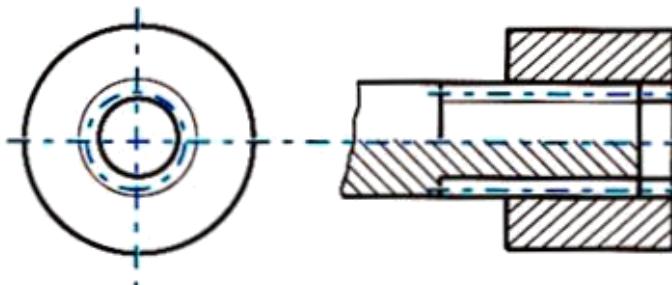
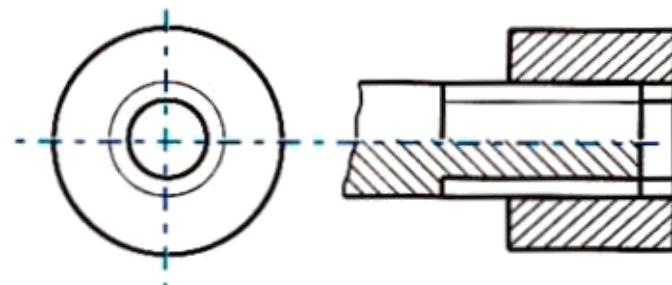
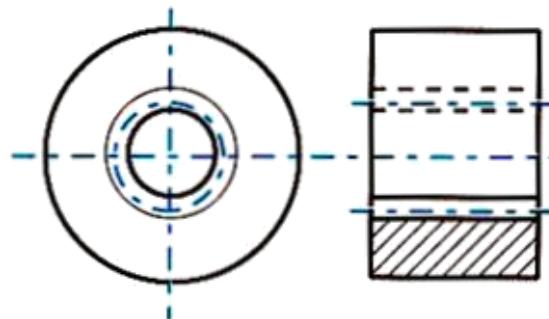
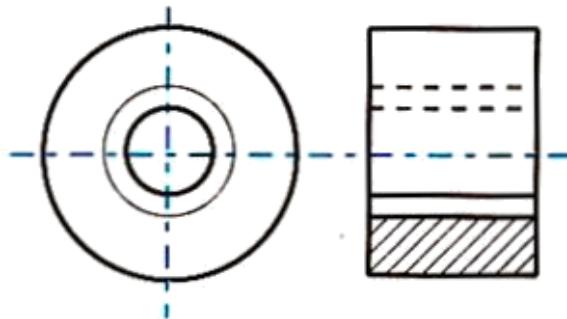


# Accoppiamenti scanalati: *rappresentazione – UNI EN ISO 6413*

a) Fianchi rettilinei 



b) Fianchi ad evolvente 



# Accoppiamenti scanalati: **rappresentazione – UNI EN ISO 6413**

---

La superficie primitiva delle scanalature ad evolvente è rappresentata con **linea mista fine**.

**Come nelle filettature** una linea grossa (perpendicolarmente all'asse) indica la fine del tratto utile di scanalatura: con una linea, *obliqua o curva*, si rappresenta eventualmente il tratto di disimpegno dell'utensile.

Nel **disegno di due elementi accoppiati**, l'albero è sempre disegnato *sovraposto* al mozzo nel disegno longitudinale, viceversa in quello frontale.

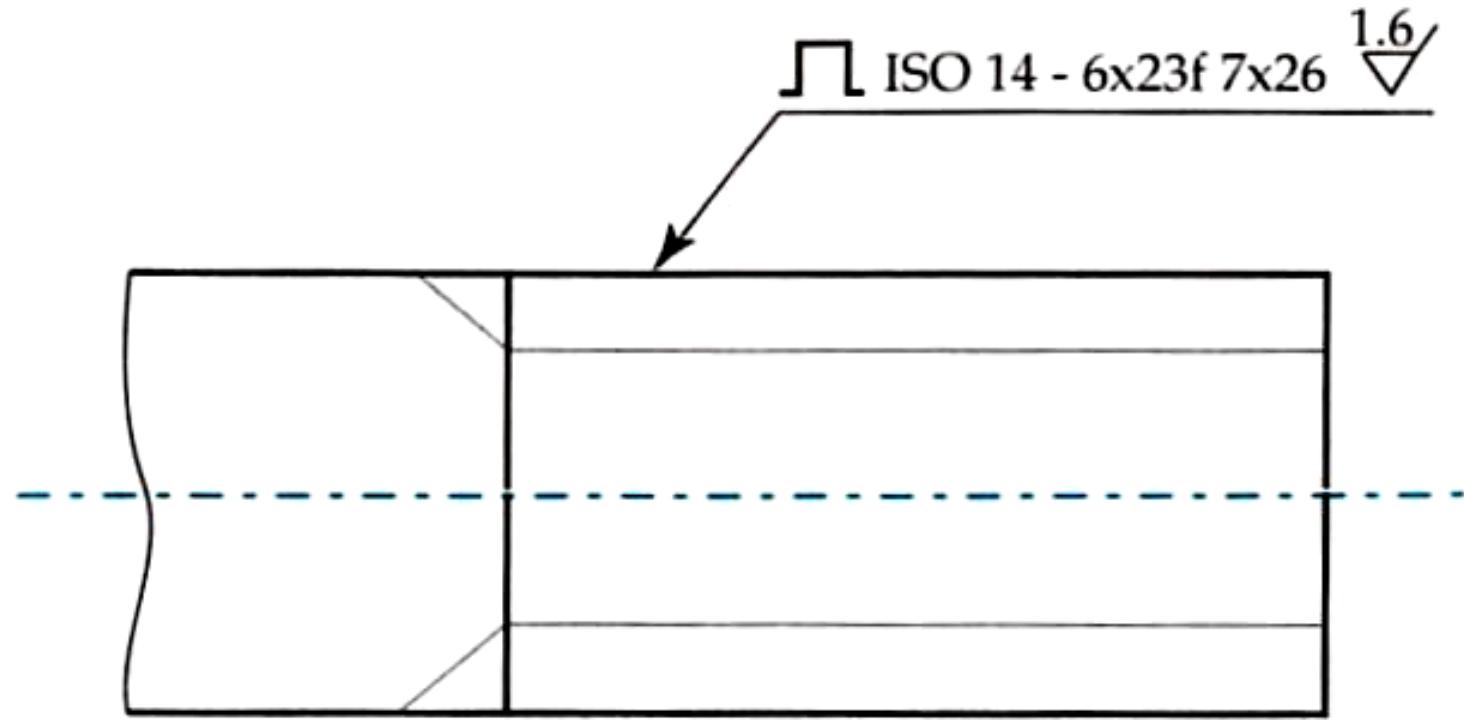
**Nelle sezioni** si rappresentano sempre gli scanalati come se fossero sezionate due scanalature diametralmente opposte.

È anche possibile **designare un accoppiamento** in forma sintetica con un'indicazione unica.



## Accoppiamenti scanalati: *designazione*

L'elemento di accoppiamento scanalato, albero e mozzo, è indicato con il simbolo grafico caratterizzante il tipo di scanalatura, seguito dal riferimento alla norma e dalle dimensioni caratteristiche, integrate con eventuali tolleranze e finiture superficiali, il tutto collegato all'elemento con la consueta linea di richiamo.



# Accoppiamenti scanalati: *designazione*

## Scanalati cilindrici a fianchi paralleli centraggio interno (UNI 8953)

- Simbolo grafico relativo al profilo
- Indicazione albero, mozzo o albero/mozzo;
- Riferimento norma;
- Numero denti x diametro interno x diametro esterno;
- Tolleranze:
  - Per l'albero: **S** (scorrevole), **SC** (scorrevole sotto carico), **F** (fisso);
  - Per il mozzo: **T** (trattato dopo la broccatura), **NT** (non trattato dopo la broccatura)

### Esempi:

Albero UNI 8953 – 6 x 23 x 26 S

Mozzo UNI 8953 – 6 x 23 x 26 T

Albero/mozzo UNI 8953 – 6 x 23 x 26 S/T

## Scanalati cilindrici con profilo ad evolente, centraggio sui fianchi (UNI ISO 4156)

- Indicazione **INT** (mozzo), **EXT** (albero) o **INT/EXT** (accoppiamento);
- Numero denti;
- Modulo;
- Angolo di pressione seguito da tipo fondo **P** (piatto), **R** (raccordato);
- Tolleranza;
- Riferimento norma

### Esempi:

EXT 24Z x 2,5 m x 30R x 5f UNI ISO 4156

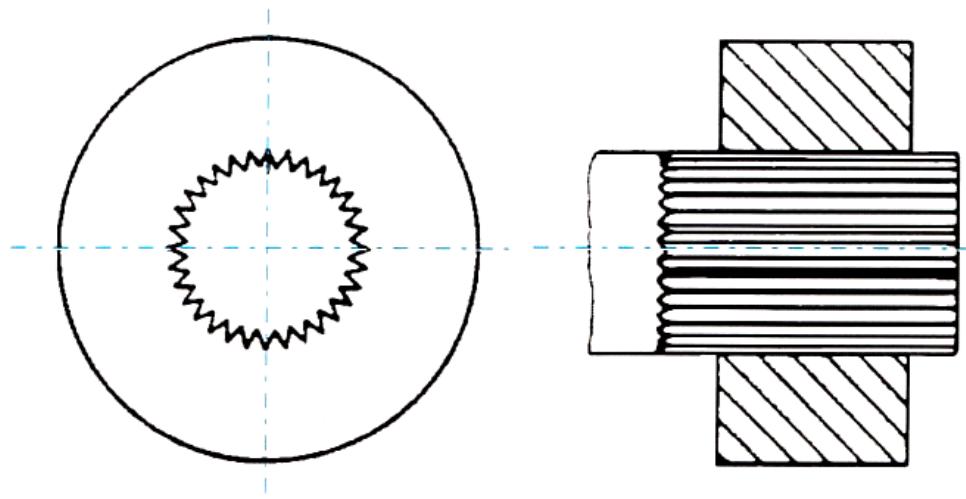
INT 24Z x 2,5 m x 30R x 5H UNI ISO 4156

INT/EXT 24Z x 2,5 m x 30R x 5H/5f UNI ISO 4156



## Altri collegamenti: *alberi striati*

**Alberi striati:** simili alle scanalature, sono *dentature assiali* costituite da un gran numero di rilievi a sezione triangolare.



In genere l'accoppiamento è però forzato, con l'inserzione dell'albero dentato in un foro liscio, con deformazione essenzialmente elastica di quest'ultimo.

La rappresentazione semplificata è uguale a quella degli scanalati ad evolvente.



# Altri collegamenti

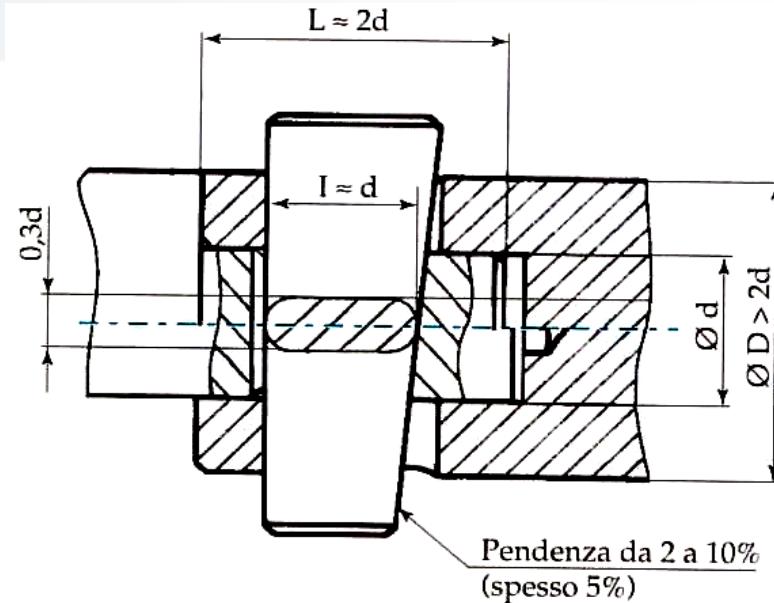
Altri tipi di collegamenti sono:

- **Zigrinature**
- **Manicotti elastici**
- **Bussole coniche**
- **Dentature frontali**
- **Collegamenti a pressione**



# Chiavette trasversali

Vengono utilizzate per realizzare un bloccaggio contro la traslazione e rotazione reciproca di due pezzi. Sono anche dette **biette**.



Si tratta di collegamenti rigidi, di costo elevato a causa dei precisi aggiustamenti richiesti.

Sono efficienti particolarmente in senso assiale.

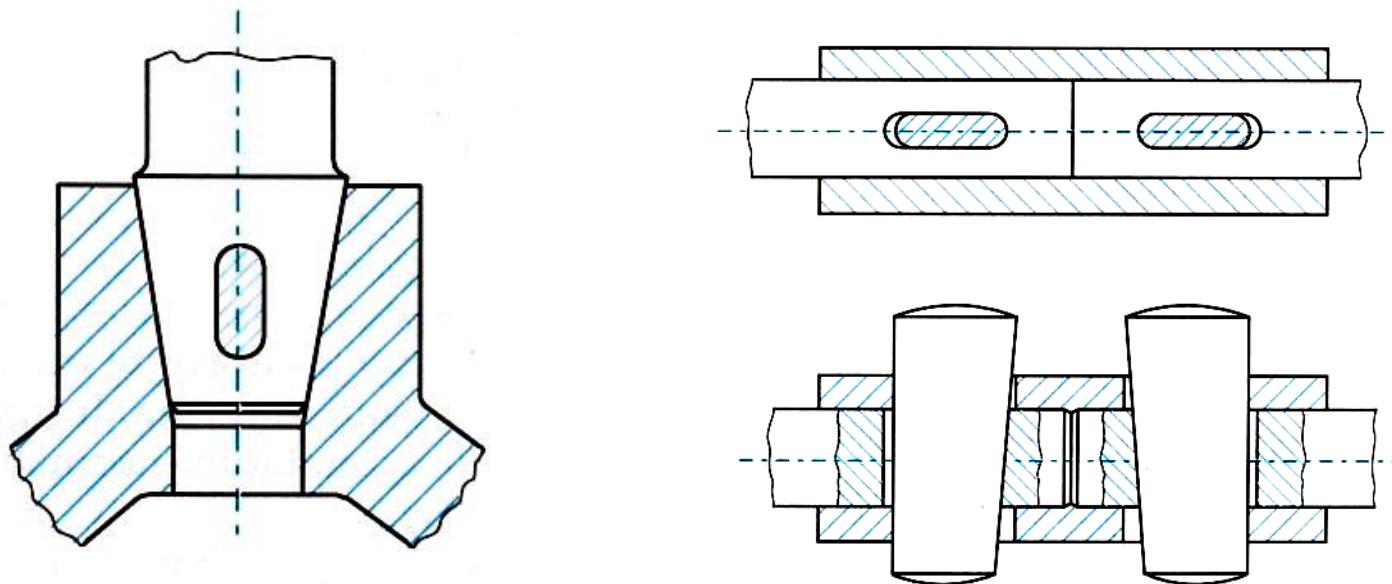
Non sono adatti in presenza di forti momenti torcenti.



# Chiavette trasversali

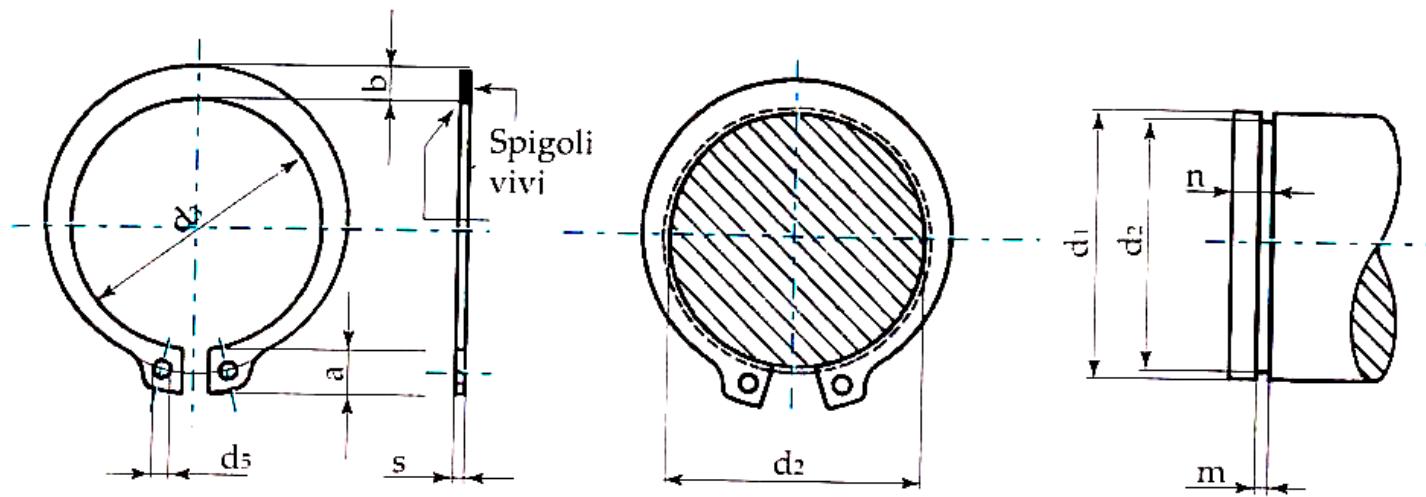
Nel collegare due pezzi, la chiavetta, che ha un lato con inclinazione generalmente di 1:50, li spinge assialmente in senso opposto.

Per realizzare un collegamento stabile è necessario indurre nelle zone d'appoggio una *deformazione elastica*, con conseguente reazione, il che si ottiene impedendo lo spostamento provocato dall'introduzione della chiavetta.



# Anelli di sicurezza ed arresto

**Anelli elastici** (detti anche di sicurezza o di arresto): elementi necessari ad impedire lo spostamento assiale relativo di due elementi.



Sono costituiti da anelli in acciaio per molle, aperti per un breve tratto di circonferenza, con diametro interno leggermente inferiore a quello dell'albero su cui verranno collocati in modo da subire al montaggio una deformazione elastica che provoca una reazione diretta radialmente in grado di bloccarli nella sede.



# Anelli di sicurezza ed arresto

---

Il tipo più comune di anello elastico è il cosiddetto **anello Seeger**, a sezione rettangolare, leggermente maggiore nella zona diametralmente opposta a quella di taglio, dove si ha la *maggior sollecitazione di flessione conseguente alla deformazione dell'anello*.

Sono collocati in apposite cave a forma di circonferenza, a sezione rettangolare, ricavate sugli alberi o nei fori, ma esistono anche anelli in grado di sopportare leggere spinte assiali solo grazie all'azione di compressione da essi esercitata direttamente sull'albero.



# Anelli di sicurezza ed arresto

Anelli di arresto ad inserzione radiale (UNI 7434)

