

Applicazione del sistema di tolleranza ISO

ARBRE · SHAFT · WELLE · ALBERO

mm	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	mm	
h12	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h11	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h10	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h9	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h8	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h7	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h6	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h5	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h4	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h3	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h2	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm
h1	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	500	µm

ISO * TOLERANCES * ISO

ENGLAND BS4500 | FRANCE PNE 02105-118 | BELGIQUE NBN 138 | SVEDEN SMS 2101-58 | PORTUGAL NP190 | HOLLAND NEN 2800 | JAPAN JIS B0401

ALESAGE · HOLE · BOHRUNG · FORO · AGUJERO

mm	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	mm
H12	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H11	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H10	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H9	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H8	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H7	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H6	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H5	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H4	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H3	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H2	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm
H1	3	6	10	14	18	24	30	40	50	65	80	100	120	140	160	180	200	225	250	280	315	355	400	450	µm

TOLERATOR
Pat. No. 499079

Modulo tematico sulle tecniche di disegno

Edizione senza soluzioni

Colophon

Editore: Edizione Swissmem

Titolo: Modulo tematico sulle tecniche di disegno
«Applicazione del sistema di tolleranza ISO»
Edizione senza soluzioni

Version: 1 edizione 2018
Copyright © bei Edition Swissmem, Zürich und Winterthur

ISBN: 978-3-03866-146-7

Responsabile di progetto: Joachim Pérez, Swissmem Formazione professionale, CH-8400 Winterthur

Autore: Willi Tschudi, CH-8355 Aadorf

Layout e disegni: Daniel Baur, Swissmem Formazione professionale, CH-8400 Winterthur

Fonte: Associazione svizzera di Normalizzazione SNV, Winterthur

Stampa: Printed in Switzerland

Ordinazioni: Swissmem Berufsbildung
Brühlbergstrasse 4
CH-8400 Winterthur
Telefon +41 52 260 55 55
Fax +41 52 260 55 59
vertrieb.berufsbildung@swissmem.ch
www.swissmem-berufsbildung.ch

Diritto d'autore

Tutti i diritti riservati. La presente opera e le sue parti sono tutelate dal diritto d'autore. Ogni utilizzo diverso da quello previsto dalla legge è soggetto a un'autorizzazione scritta da parte dell'editore.

Indice/Segni convenzionali:

Indice:

1. Introduzione	3
1.1 Sistema di tolleranza ISO per dimensioni lineari ISO 286-1	5
2. Sistema di tolleranza ISO	7
2.1 Termini	8
2.2 Tipo di accoppiamento	12
2.3 Sistema di accoppiamento	14
2.4 Valori di tolleranza (ISO 286-1)	18
2.5 Scelta delle classi di tolleranza	20
3. Metodica	21
3.1 Riflessione	22
4. Esercizi	23
5. Catalogo Competenze-risorse	33

Segni convenzionali:



Avvertenze importanti



Risolve questo compito con lo strumento più idoneo (scrivere, eseguire uno schizzo, con l'ausilio del CAD ecc.)

Test di lettura

Annotazioni

Test di lettura

1. Introduzione



1. Introduzione

Per i disegni di costruzione (disegni tecnici) realizzati sulla base delle norme ISO GPS attualmente in vigore a livello mondiale, vengono applicati per difetto (ossia senza accordi particolari) le regole, i concetti e i principi stabiliti nella norma ISO 8015.

L'ISO GPS è un sistema integrale di principi e strumenti che permette di **definire una geometria in modo completo e univoco** e di misurarla in maniera appropriata.

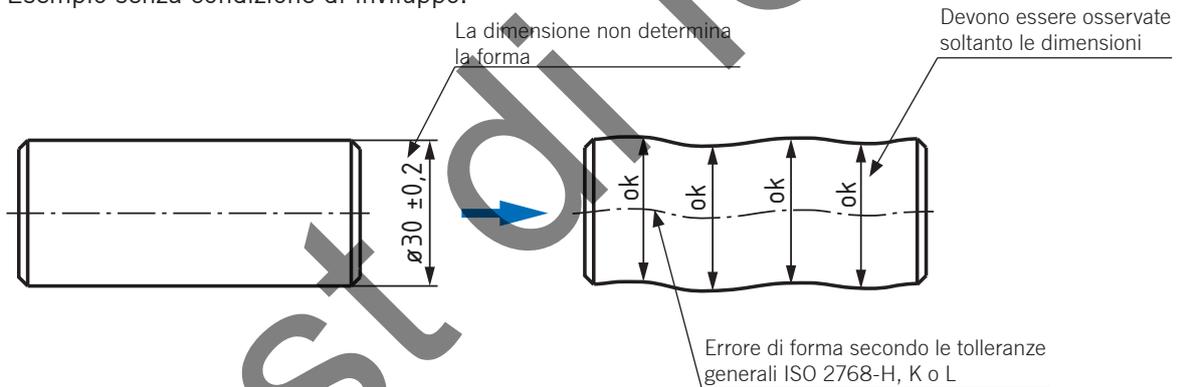
Sistema di norme ISO GPS



Una regola fondamentale descritta nella norma ISO 8015 è il **principio di indipendenza**.

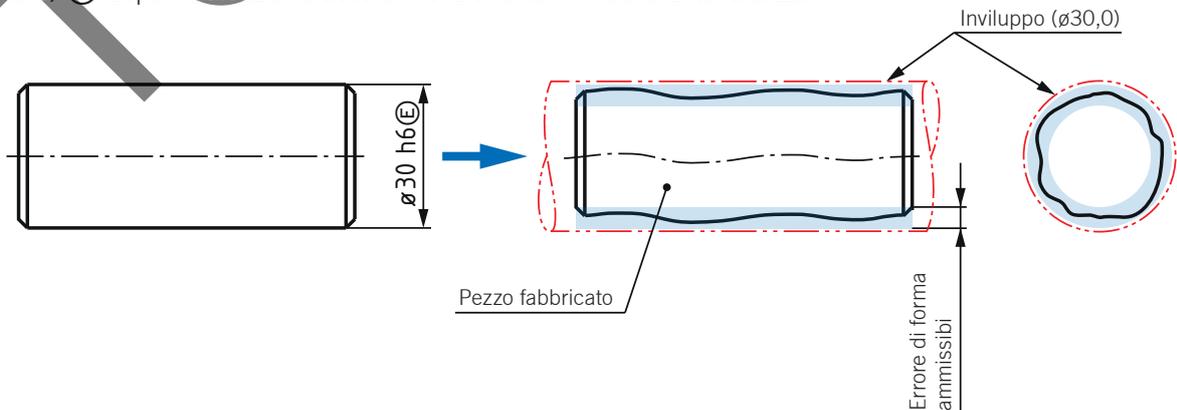
Il principio di indipendenza prevede che le esigenze, come ad esempio la tolleranza dimensionale e la tolleranza geometrica, non devono dipendere in alcun modo l'una dall'altra, ossia che devono essere rispettate e verificate indipendentemente l'una dall'altra.

Esempio senza condizione di inviluppo:



Esempio con condizione di inviluppo:

Nel caso in cui si applichi la condizione di inviluppo, quest'ultima deve essere indicata dal simbolo (modificatore) \textcircled{E} dopo l'indicazione della dimensione con il valore di tolleranza.

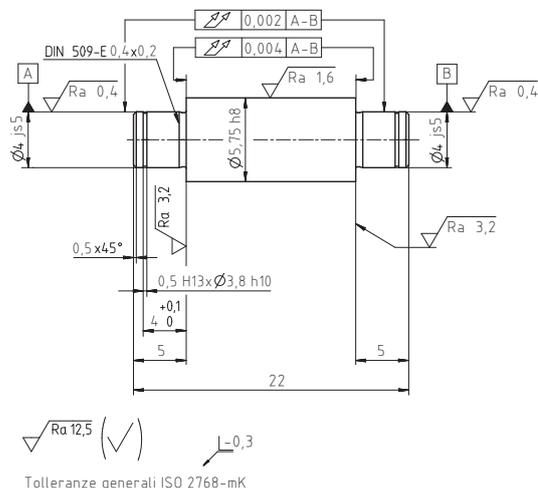


Secondo la norma ISO 14405-1, per le dimensioni (di accoppiamento) lineari, si applica per difetto la distanza tra due punti (LP). Ciò significa che la forma (p. es. la rettilineità) non dipende da una quota.

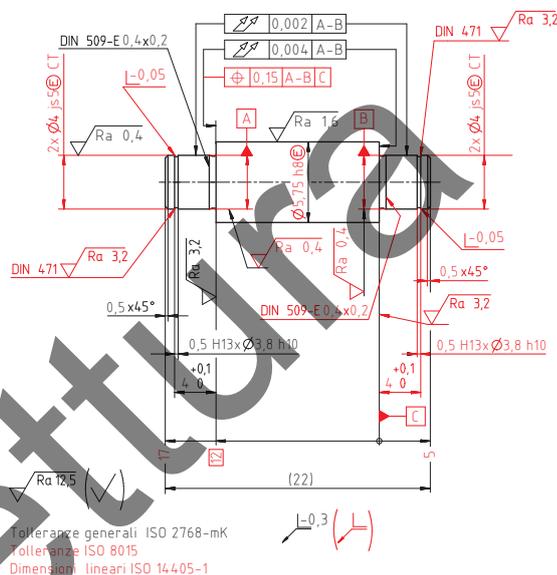
1. Introduzione

Esempio: disegno di fabbricazione albero (décolletage):

Quotatura non univoca dell'albero
metodo convenzionale



Quotatura completa e univoca secondo la funzione
conforme al sistema ISO GPS



- Il principio di indipendenza e dei singoli elementi geometrici non è stato applicato.
- Il metodo di misurazione per i diametri non è definito.

- Ciascuno degli elementi geometrici è definito in modo univoco.
- Il metodo di misurazione dei diametri è dato dall'operatore di specifica (E).

1.1 Sistema di tolleranza ISO per dimensioni lineari ISO 286-1

Le norme ISO, concernenti le tolleranze, vengono pubblicate sotto forma di specifiche SN e ISO. Il sistema comprende i principi e le indicazioni di cui i diversi rami industriali hanno bisogno a livello mondiale per fabbricare in maniera economica i pezzi tra loro intercambiabili. L'applicazione delle tolleranze ISO garantisce ad esempio l'assemblaggio di singoli pezzi fabbricati, evitando così onerosi costi di rifinitura.

Il sistema ISO per dimensioni limite e accoppiamenti viene utilizzato con successo già da più di 80 anni praticamente in tutti i paesi del mondo.

Vantaggi dell'utilizzo del sistema ISO per dimensioni limite e accoppiamenti

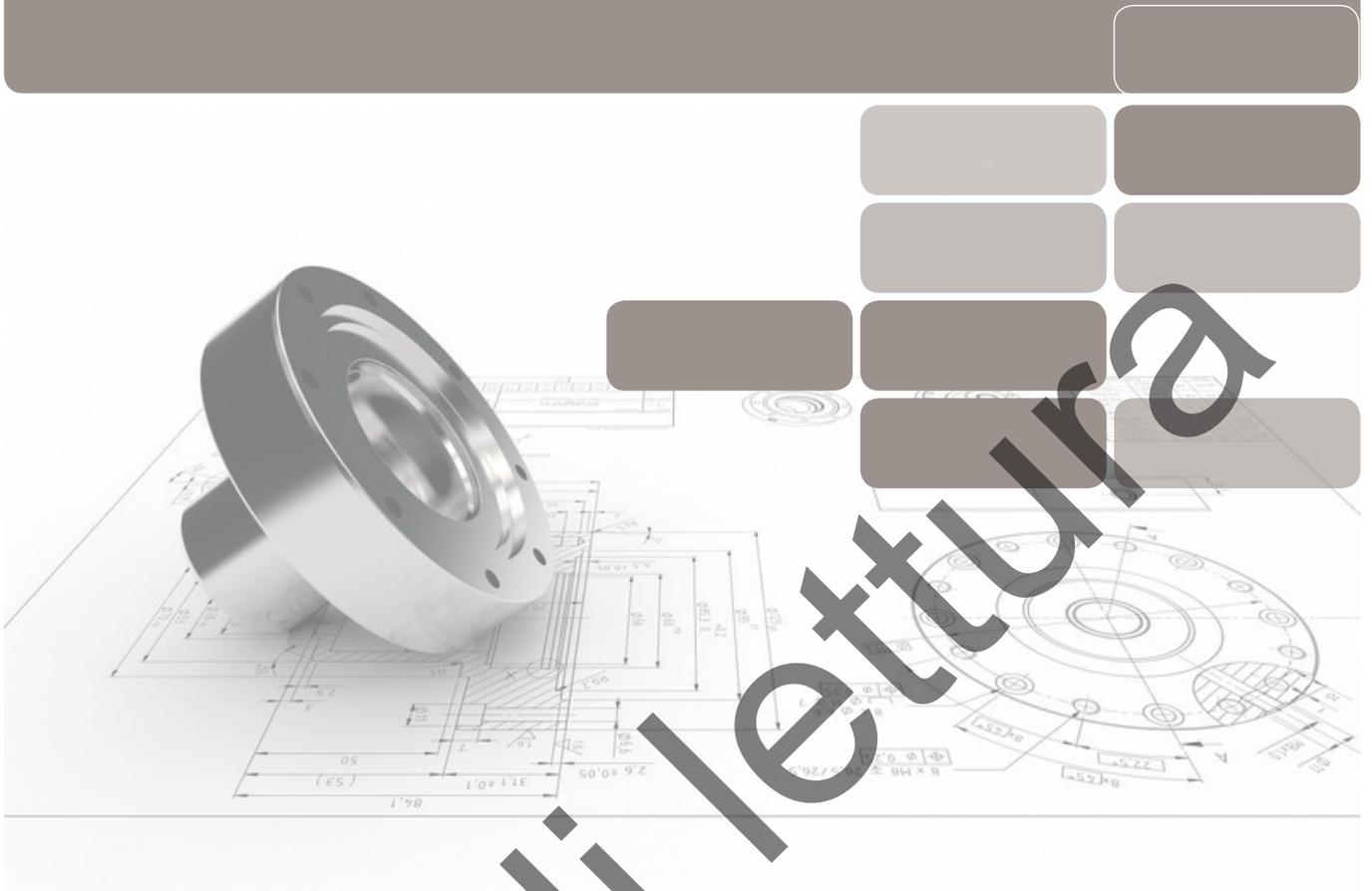
L'utilizzo del sistema ISO per dimensioni limite e accoppiamenti offre i seguenti vantaggi:

- il numero di possibilità di tolleranza si riduce;
- per requisiti funzionali simili è più facile trovare una tolleranza dimensionale appropriata (p. es. montaggio di cuscinetti volventi 30 k5);
- scelta e assegnazione più semplici degli utensili appropriati, delle macchine utensili e degli strumenti o dei sistemi di misurazione per la rispettiva esigenza di tolleranza;
- il numero di utensili necessari e di strumenti di misurazione si riduce, se si applicano le tolleranze preferenziali (vedi pagina 19).

Annotazioni

Test di lettura

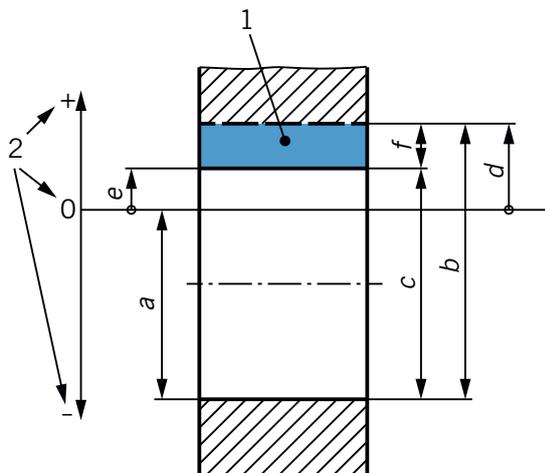
2. Sistema di tolleranza ISO



Test di lettura

2. Sistema di tolleranza ISO

2.1 Termini



Legende:

1 Intervallo di tolleranza
2 Segni per scostamenti

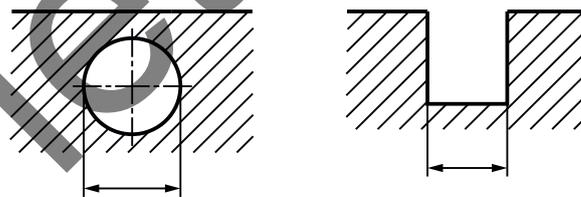
a Dimensione nominale
b Dimensione limite massima
c Dimensione limite minima
d Scostamento limite superiore
e Scostamento limite inferiore (qui anche scostamento fondamentale)
f Tolleranza

Nota:

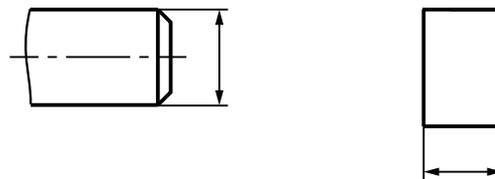
La linea retta orizzontale, che delimita la tolleranza (*f*), rappresenta lo scostamento fondamentale per un foro. La linea tratteggiata, che delimita la tolleranza (*f*), rappresenta l'altro scostamento fondamentale per un foro.

2.1.1 Foro/albero

Secondo la norma ISO 286-1, qui di seguito per «foro» si intende generalmente un elemento di forma interno di un pezzo. Rientrano in questa categoria anche i pezzi non cilindrici (p. es. due superfici parallele opposte, come nel caso della larghezza di una cava).



Secondo la norma ISO 286-1, qui di seguito per «albero» si intende generalmente un elemento di forma esterno di un pezzo. Rientrano in questa categoria anche i pezzi non cilindrici (p. es. lo spessore di una piastra).



2.1.2 Dimensione nominale

La dimensione nominale è la dimensione di un elemento geometrico di forma perfetta, come definito sul disegno (specifica). La dimensione nominale viene utilizzata per definire la posizione delle dimensioni limite mediante l'applicazione degli scostamenti limite superiori e inferiori. Nel sistema di tolleranza ISO gli scostamenti sono legati alla dimensione nominale, ossia più è grande la dimensione nominale, più sono grandi gli scostamenti (vedi tabelle alla pagina 19).

Esempio:

$10 \text{ H7} = 10 \begin{matrix} +0,015 \\ 0 \end{matrix} \text{ mm}$ $100 \text{ H7} = 100 \begin{matrix} +0,035 \\ 0 \end{matrix} \text{ mm}$

2.1.3 Dimensione effettiva

È la dimensione reale misurata sul pezzo.

2. Sistema di tolleranza ISO

2.1.4 Dimensioni limite

Sono le due dimensioni estreme ammesse (dimensione limite massima, dimensione limite minima) di un elemento, entro le quali, dimensioni estreme comprese, si deve trovare la dimensione effettiva.

Esempio:

10 H7 \Rightarrow 10,0 mm ... 10,015 mm

Dimensione limite massima

Dimensione più grande ammessa dell'elemento quotato, p. es. 10,015 mm.

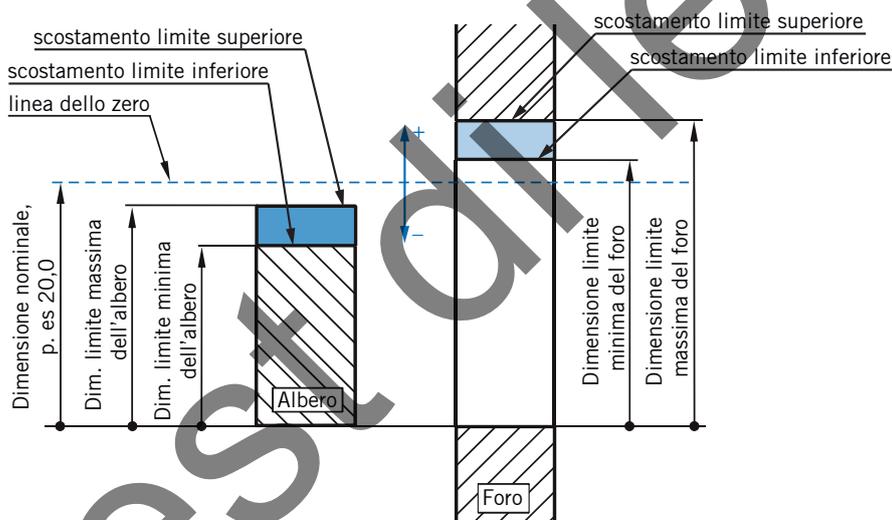
Dimensione limite minima

Dimensione più piccola ammessa dell'elemento quotato, p. es. 10,0 mm.

2.1.5 Linea dello zero

È, in una rappresentazione grafica delle tolleranze e degli accoppiamenti, la linea retta che rappresenta la dimensione nominale alla quale vengono riferiti gli scostamenti e le tolleranze. Per convenzione, la linea dello zero è tracciata orizzontalmente; gli scostamenti positivi sono al disopra e quelli negativi al di sotto.

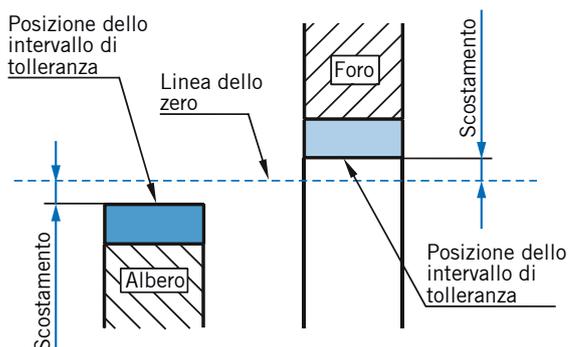
Esempio:



2.1.6 Scostamento fondamentale

Specifica la posizione della zona di tolleranza per rapporto alla dimensione nominale, quindi la deviazione limite superiore o inferiore che è più vicina alla dimensione nominale.

Esempio:



2. Sistema di tolleranza ISO

2.1.7 Tolleranza

Differenza tra i limiti di tolleranza superiore e inferiore. È un valore assoluto senza segno.

2.1.8 Tolleranza fondamentale IT

La tolleranza fondamentale è il valore della tolleranza attribuito ai singoli gradi di tolleranza normalizzati e per i singoli gruppi di dimensioni nominali. Le lettere della sigla «IT» stanno per «International Tolerance».

Esempio:

Dalla dimensione nominale 30 mm e un grado di tolleranza normalizzato IT7 si ottiene un valore di tolleranza fondamentale di 0,021 mm (vedi tabella alla pagina 18).

2.1.9 Gradi di tolleranza normalizzati

I gradi di tolleranza normalizzati sono contrassegnati dalle lettere IT e da un numero che le segue, p. es. IT7. Qualora i gradi di tolleranza si riferiscano a uno scostamento fondamentale per formare una classe di tolleranza ISO, le lettere IT vengono soppresse. Un determinato grado di tolleranza corrisponde al livello di precisione per tutte le quote nominali.

Esempio:

Dimensione nominale 40, grado di tolleranza normalizzato IT8 ⇒ 40 H8, 40 G8, 40 js8, 40 f8

Il sistema ISO prevede 20 gradi di tolleranze normalizzate. Il grado IT01 è il più fine; il grado IT18 il più grossolano. I gradi IT1 fino a IT18 sono di uso generale; mentre i gradi IT01 e IT0 sono destinati a usi particolari.

Campi di applicazione usuali:

- grado di tolleranza normalizzato IT01 ... IT4: costruzione di strumenti di misura
- grado di tolleranza normalizzato IT5 ... IT11: costruzione di macchine e apparecchi
- grado di tolleranza normalizzato IT12 ... IT18: prodotti laminati e stampati

2.1.10 Intervallo di tolleranza

L'intervallo tra la quota massima e quella minima (inclusa) determina il valore della tolleranza e la sua posizione rispetto alla quota nominale. I limiti delle tolleranze possono trovarsi a cavallo della quota nominale oppure su un lato della stessa.

Esempio:

+0,015	+0,035
10 - 0,005 mm	100 +0,010 mm

Nota:

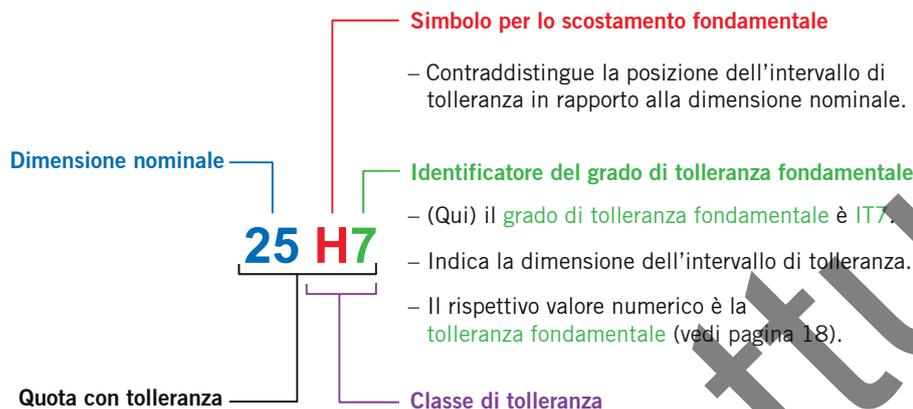
Dal termine «zona di tolleranza», utilizzato in passato in rapporto alla quotatura dimensionale (secondo ISO 286-1:1998) si è passati al termine «intervallo di tolleranza», in quanto un intervallo si riferisce a un settore di una scala, mentre in base alle tolleranze geometriche secondo la norma ISO 1101 una zona di tolleranza nel GPS si riferisce a un settore di uno spazio o di una superficie.

2. Sistema di tolleranza ISO

2.1.11 Classe di tolleranza

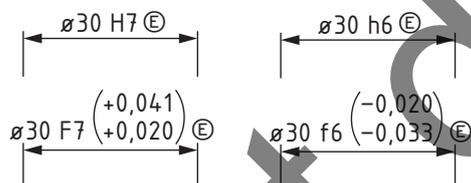
È il termine che identifica l'insieme di uno scostamento fondamentale con il grado di tolleranza, p. es. h9, D10 ecc.

2.1.12 Riassunto sulla base di una quota tollerata



2.1.13 Quote tollerate secondo ISO 286-1 e ISO 14405-1

Esempi di iscrizione con sistema di tolleranza ISO (ISO 286-1):



Esempi di iscrizione con tolleranze più/meno (ISO 14405-1):



2. Sistema di tolleranza ISO

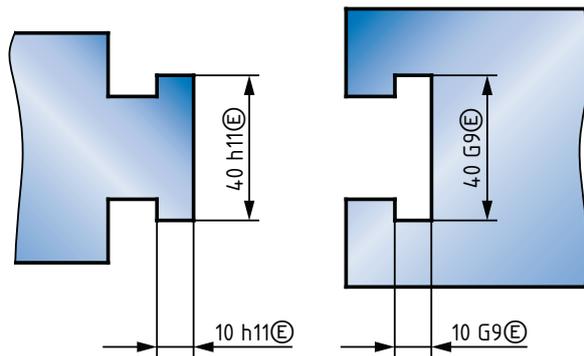
2.2 Tipo di accoppiamento

Secondo la norma ISO 286-1, per accoppiamento si intende la relazione che risulta dalla differenza tra le dimensioni effettive di due elementi di forma di stessa dimensione nominale («albero» e «foro») accoppiati tra loro.

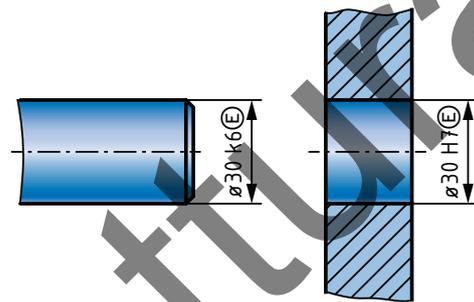
Le tolleranze e gli accoppiamenti si applicano anche ai pezzi non cilindrici.

Esempi:

p. es. accoppiamento con gioco



p. es. accoppiamento incerto



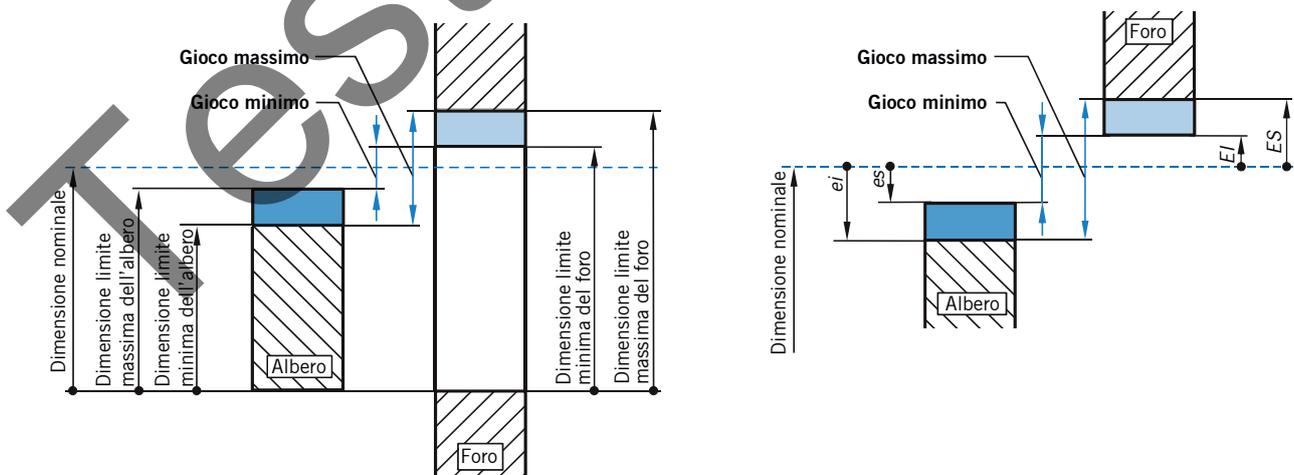
Esistono tre diversi tipi di accoppiamento:

- accoppiamento con gioco;
- accoppiamento incerto;
- accoppiamento con interferenza.

2.2.1 Accoppiamento con gioco

Assicura sempre del gioco tra foro e albero dopo il montaggio. La dimensione minima del foro è maggiore, o nel caso estremo uguale, alla dimensione massima dell'albero. La condizione per un accoppiamento con gioco è pertanto la seguente:

La dimensione limite minima del «foro» è maggiore o uguale alla dimensione limite massima dell'«albero»



es = scostamento limite superiore dell'albero (e = extreme sta per limite; s = superior sta per superiore)

ei = scostamento limite inferiore dell'albero (e = extreme sta per limite; i = inferior sta per inferiore)

ES = scostamento limite superiore del foro (E = extreme sta per limite; S = superior sta per superiore)

EI = scostamento limite inferiore del foro (E = extreme sta per limite; I = inferior sta per inferiore)

Gioco minimo = dimensione limite minima del foro – dimensione limite massima dell'albero

Gioco massimo = dimensione limite massima del foro – dimensione limite minima dell'albero

2. Sistema di tolleranza ISO

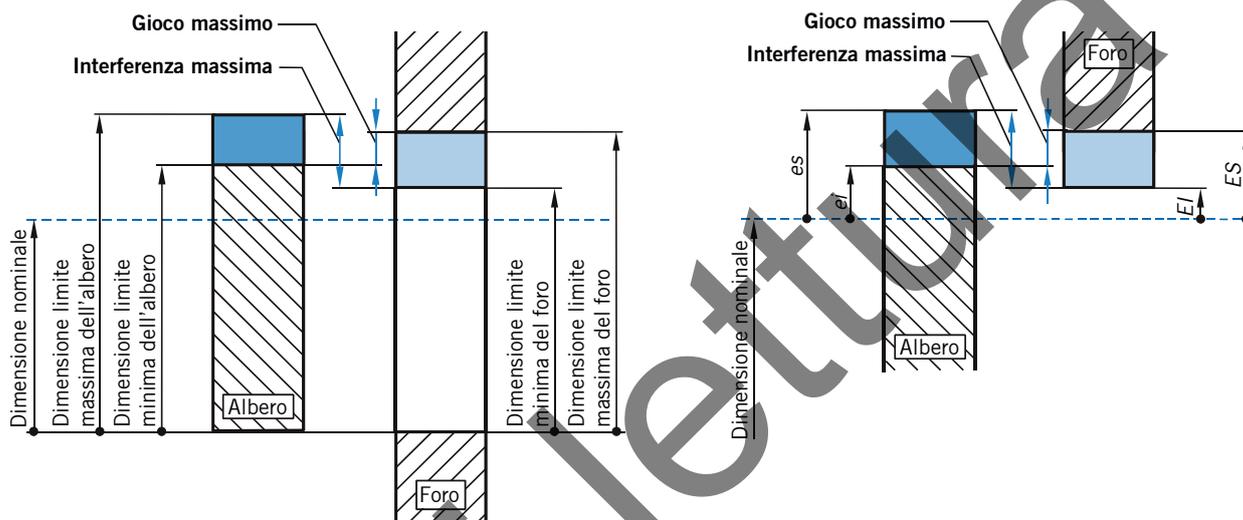
2.2.2 Accoppiamento incerto

È un accoppiamento in cui, dopo il montaggio, si ha gioco o interferenza secondo la dimensione effettiva di foro e albero, ossia quando le zone di tolleranza del foro e dell'albero si sovrappongono completamente oppure in parte. Pertanto, la condizione posta a un accoppiamento incerto è la seguente:

La dimensione limite minima del «foro» è inferiore alla dimensione limite massima dell'«albero»

e

La dimensione limite massima del «foro» è superiore alla dimensione limite minima dell'«albero»



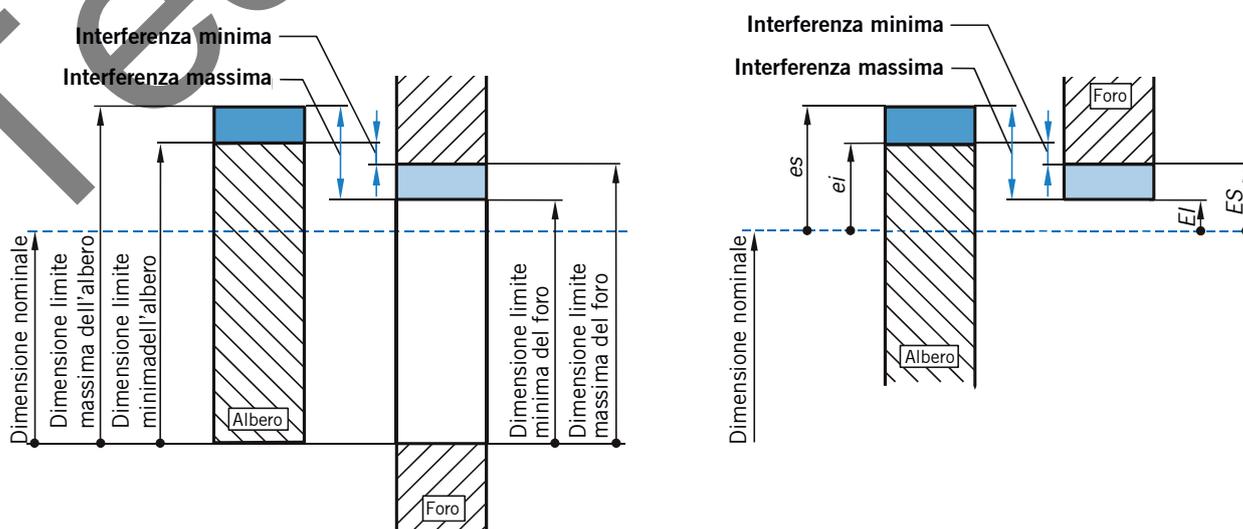
Gioco massimo = dimensione limite massima del foro – dimensione limite minima dell'albero

Interferenza massima = dimensione limite minima del foro – dimensione limite massima dell'albero

2.2.3 Accoppiamento con interferenza

Dopo il montaggio, assicura sempre interferenza tra foro e albero. La dimensione massima del foro è minore, o nel caso estremo uguale, alla dimensione minima dell'albero. Pertanto, la condizione posta a un accoppiamento con interferenza è la seguente:

La dimensione limite massima del «foro» è uguale o inferiore alla dimensione limite minima dell'«albero»



Interferenza minima = dimensione limite massima del foro – dimensione limite minima dell'albero

Interferenza massima = dimensione limite minima del foro – dimensione limite massima dell'albero

2. Sistema di tolleranza ISO

2.3 Sistema di accoppiamento

Nell'industria meccanica, il sistema di accoppiamento permette di fabbricare a bassi costi e rappresenta uno strumento per evitare un elevato numero di tolleranze. I sistemi di accoppiamento garantiscono dunque una fabbricazione economica e ottimizzata in termini di costi e vengono molto spesso impiegati nei collegamenti albero-mozzo.

2.3.1 Scopo dei sistemi di accoppiamento

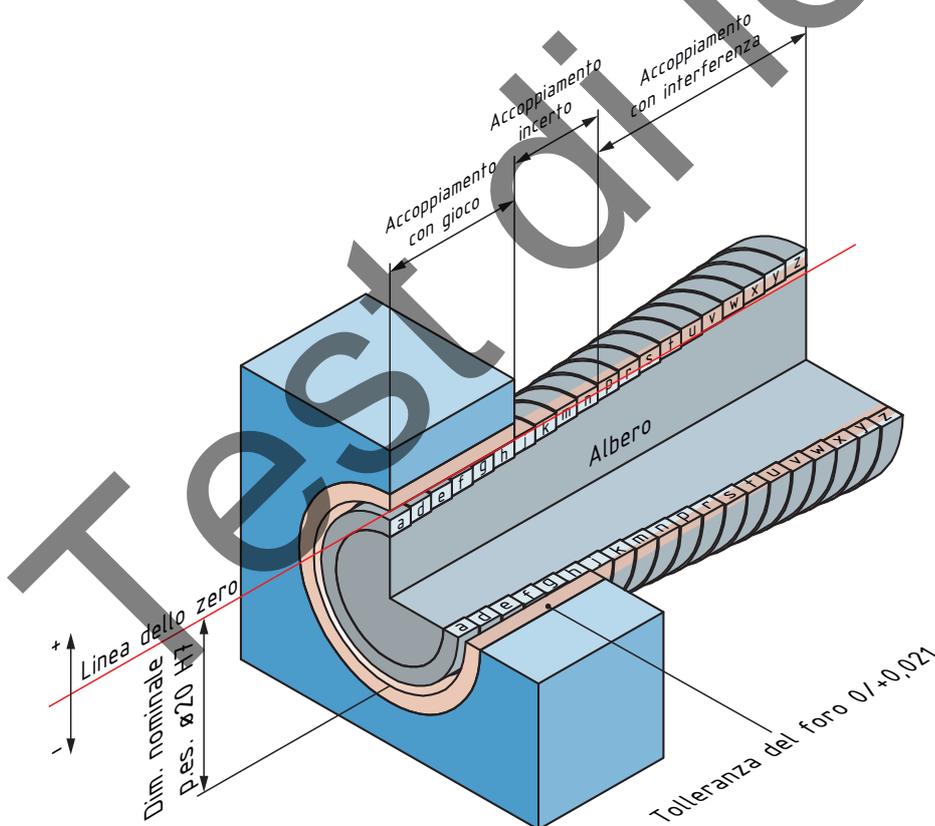
Un sistema di accoppiamento serve per fabbricare uno dei due pezzi nella maniera più uniforme possibile e spostare le tolleranze necessarie sull'altro pezzo. Si fa pertanto la distinzione tra due procedure, ovvero il sistema di accoppiamento «albero base» e il sistema di accoppiamento «foro base».

2.3.2 Foro base

In base al sistema di tolleranza ISO, le tolleranze del diametro del foro base (H) (p. es. nel caso di un collegamento albero-mozzo) vengono sempre indicate mediante un campo H. All'occorrenza, il diametro dell'albero pertinente può essere assegnato a una posizione dell'intervallo di tolleranza a libera scelta. Ciò può essere messo in pratica con semplicità durante la procedura di fabbricazione della fornitura.

Il foro base è una procedura che permette di impiegare gli utensili a costi contenuti e in maniera economica ed è la più diffusa nel settore dell'ingegneria meccanica.

Il motivo è semplice: i comuni utensili di foratura dispongono di due o più taglienti, la cui geometria può essere modificata solo mediante un considerevole onere tecnico.



Nota:
Non sono evidenziati tutti i simboli.

Sistema foro base		
Foro	Albero	Tipo di accoppiamento
H	a b c cd d e ef f fg g h	Accoppiamenti con gioco (sempre con gioco)
	js j k m n	Accoppiamento incerto (con possibile gioco o interferenza)
	p r s t u v x y z za zb zc	Accoppiamenti con interferenza (sempre con interferenza)

2. Sistema di tolleranza ISO

Esempi di applicazione del sistema di accoppiamento «foro base»

Foro base (H8, H7), accoppiato con i rispettivi alberi

Accoppiamento	H8	H7	Tipo di accoppiamento	Esempi di applicazione
	Albero			
Gioco	d9		Gioco notevole	Albero che gira su diversi cuscinetti, cuscinetto liscio per una gamma estesa di temperature, cuscinetto per leva di comando
	e8		Gioco percettibile	
	h9		Facilmente scorrevole	Innesto scorrevole, anello distanziatore
	f7		Piccolo gioco	Corsoio, guida di scorrimento di una testa a croce
	g6		Gioco impercettibile	Cuscinetto radente di precisione
	h7	h6	Scorrimento ancora possibile per l'azione di un lubrificante	Anello di arresto, ruota intercambiabile, centratura, contropunta
Incerto		js6	Scorrimento possibile con un leggero sforzo	Centratura di precisione
		k6	Collegamento ottenuto senza sforzo considerevole	Volano, giunto, puleggia
		n6	Collegamento ottenuto sotto pressione	Trasmissione di una coppia mediante elementi che impediscono la reciproca rotazione (chiavette, spine, ecc.)
Interferenza		p6	Collegamento alla pressa oppure calettato con interferenza	Trasmissione di piccole coppie senza elementi che impediscono la reciproca rotazione
		r6		
		s6		

Per il sistema foro base si applica la classe di tolleranza H6, **H7, H8**, H9, H10 o H11. Per motivi economici, la prima scelta dovrebbe cadere sulle classi di tolleranza evidenziate in grassetto.

Altri accoppiamenti, p. es. H7/f6 possono variare da azienda ad azienda.