

GUIDA ISO GPS

Basi smart e compatte



SWISSMEM

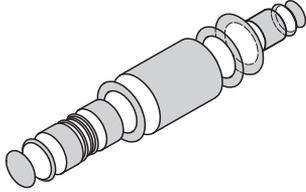
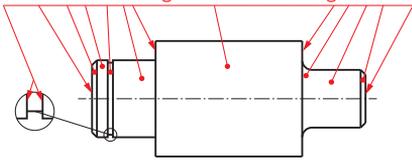
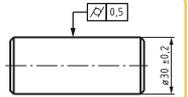
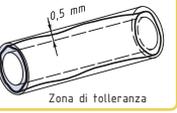
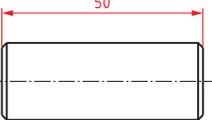
Colophon

Editore:	EDITION SWISSMEM
Titolo:	GUIDA ISO GPS Basi smart e compatte
Versione:	Nuova edizione 2024 Copyright © bei Edition Swissmem, Zürich e Winterthur
ISBN:	978-3-03866-518-2
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
Consulenza tecnica:	Prof. Dr.-Ing. Volker Läßle, Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-73614 Schorndorf www.toleranzen-beratung.de
Stampa:	Printed in Switzerland
Fonte:	Associazione svizzera di Normalizzazione (SNV)
Feedback-tool:	Proposte di miglioramento, correzioni od osservazioni https://www.swissmem-berufsbildung.ch/feedback-tool
Ordinazioni:	Swissmem Formazione professionale Brühlbergstrasse 4 CH-8400 Winterthur Telefono +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 pertanto soggetto al previo consenso scritto da parte dell'editore.

Indice

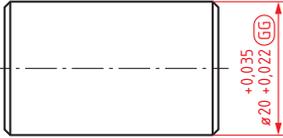
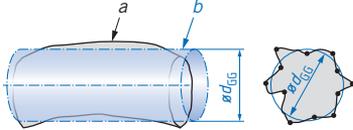
1	Principio fondamentali –concetti, principi e regole (ISO 8015)	7
	Principio	8
2	Tolleranze dimensionali–Dimensioni di accoppiamento lineari (ISO 14405-1)	15
	Panoramica delle caratteristiche dimensionali e dei modificatori per	16
	le dimensioni di accoppiamento lineari.....	16
	Caratteristiche dimensionali e modificatori per dimensioni di accoppiamento lineari	17
	Caratteristiche dim. complementari e modificatori per dimensioni di accoppiamento lineari.....	29
3	Tolleranze dimensionali–Dimensioni diverse dalle dimensioni lineari o angolari (ISO 14405-2)	39
	Dimensioni diverse dalle dimensioni lineari o angolari.....	40
4	Tolleranze dimensionali–Dimensioni angolari (ISO 14405-3)	47
	Panoramica delle caratteristiche dimensionali e dei modificatori per dimensioni angolari.....	48
	Caratteristiche dimensionali e modificatori per dimensioni angolari	49
	Caratteristiche dimensionali complementari e modificatori per le dimensioni angolari	61
	Operatore di specifica di default specifico al disegno per dimensioni angolari.....	63
5	Riferimenti e sistemi di riferimento (ISO 5459)	65
	Indicazioni e modificatori per i riferimenti	66
6	Tolleranze geometriche (ISO 1101)	71
	Indicatori di tolleranza.....	72
	Tolleranze di forma.....	74
	Tolleranze di orientamento	80
	Tolleranze di posizione.....	87
	Tolleranze di oscillazione	95
	Riepilogo delle caratteristiche geometriche incluse.....	100
	Modificatori per combinare le zone di tolleranza	101
	Modificatori per zone di tolleranza irregolari.....	103
	Modificatori per vincoli	104
	Modificatori per elementi geometrici tollerati associati.....	105
	Modificatori per elementi geometrici tollerati	108
	Indicazioni supplementari di elementi geometrici	112
	Segno grafico per dimensioni teoricamente esatte	120
7	Indicazione delle tolleranze geometriche (ISO 5458)	121
	Specifiche geometriche di serie di elementi	122
8	Stato della superficie: Profilo (ISO 21920-1, -2, -3)	125
	Requisiti allo stato della superficie.....	126
	Segni grafici per lo stato delle superfici	126
	Segno grafico per la direzione dei solchi o delle tracce di lavorazione	129
	Segno grafico per l'orientamento della superficie.....	130
	Segno grafico per indicare la direzione del profilo	130
	Indicazione minima di parametri senza valori di default predefiniti.....	131
	Indicazione completa per i parametri R basati sulla lunghezza di valutazione	131
	Indicazione completa per i parametri R basati sulla lunghezza della sezione	131
	Esempio di un'esigenza posta allo stato della superficie	132
9	Specifica di transizione (ISO 21204)	133
	Segno grafico per le specifiche di transizione con indicatori	134
10	Condizione di massimo materiale (ISO 2692)	141
	Modificatori per i requisiti del materiale	142
11	Specifiche geo. generali e specifiche di dimensioni di accoppiamento generali (ISO 22081)	145
	Specifiche geometriche generali	146
	Specifiche di dimensioni di accoppiamento generali	147
12	Specifiche e verifiche (ISO 22432/ISO 17450-1)	149
	Modelli di superficie secondo l'ISO 22432	150
	Modelli di superficie secondo l'ISO 17450-1.....	151
	Elemento di posizionamento secondo l'ISO 17450-1	152

Fondamenti – concetti, principi e regole

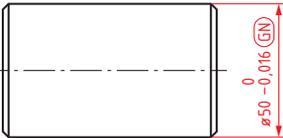
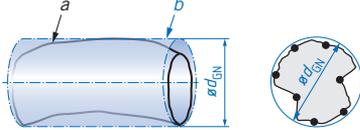
Principio	Contenuto	Esempi
<p>Principio dell'elemento geometrico</p>	<p>Ogni pezzo è composto da un numero finito di elementi geometrici (integrali o centrali). Ogni specifica GPS per un elemento geometrico, rispettivamente per una relazione tra elementi geometrici, si applica di norma all'intero elemento geometrico ed esclusivamente a un singolo elemento geometrico, rispettivamente, a una singola relazione tra elementi geometrici.</p>	<p>Grigio = elementi della geometria integrale</p>  <p>14 elementi geometrici reali integrali</p> 
<p>Principio di indipendenza</p>	<p>Tutti i requisiti GPS, come p. es. le dimensioni lineari, la forma, la direzione, la posizione, devono essere soddisfatti indipendentemente l'uno dall'altro, a meno che una dipendenza non sia stabilita da una norma o da una specifica particolare (p. es. la specifica di un gruppo di elementi secondo la ISO 5458 o la specifica della condizione di involuppo secondo la ISO 14405-1).</p>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Specifica</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Stato dopo la fabbricazione</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;"> <p>Misurazione e controllo La procedura di misurazione e/o gli strumenti di misura dipendono dalla tolleranza specificata (incertezza di misurazione)</p> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>Cilindricità indipendente dalla dimensione</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 45%;"> <p>Dimensione indipendente dalla forma del cilindro</p>  </div> </div>
<p>Principio del decimale</p>	<p>I decimali non indicati devono essere interpretati come zeri.</p>	<p>$50 \triangleq 50,000 \dots$</p> 

Tolleranze dimensionali - Dimensioni di accoppiamento lineari

Caratteristiche dimensionali e modificatori per dimensioni di accoppiamento lineari

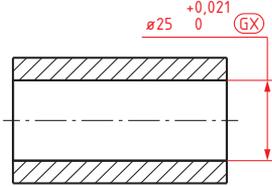
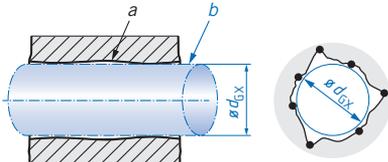
Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
<p>Dimensione lineare dei minimi quadrati</p> <p></p>	<p>Cilindro</p> 	 <p>20,022 mm \sim $\varnothing d_{GG} \sim$ 20,035 mm</p> <p><i>a</i> = superficie integrale estratta <i>b</i> = cilindro ideale associato Funzione obiettivo: metodo dei minimi quadrati totali (L_2 o Gauss). Vincoli dell'associazione: nessuna</p>

Possibile applicazione per la dimensione lineare dei minimi quadrati: buona riproducibilità («stabile») dei risultati di misura, in quanto i valori anomali di norma hanno generalmente una scarsa influenza sul risultato di misura. Per questo motivo, la dimensione dei minimi quadrati è adatta, tra l'altro, al monitoraggio del processo di fabbricazione.

<p>Dimensione lineare minima circoscritta</p> <p></p>	<p>Cilindro</p> 	 <p>49,984 mm \sim $\varnothing d_{GN} \sim$ 50,0 mm</p> <p><i>a</i> = superficie integrale estratta <i>b</i> = cilindro minimo circoscritto (cilindro di inviluppo)</p>
--	---	--

- Possibile applicazione della dimensione di accoppiamento minima circoscritta: per garantire una funzione di accoppiamento (accoppiamento con gioco, incerto o con interferenza).
- La dimensione lineare minima circoscritta può essere applicata a elementi con dimensioni di accoppiamento lineari esterni e interni.

Nota: le deviazioni locali non sono circoscritte dalla caratteristica dimensionale. Solo la dimensione di accoppiamento lineare dell'elemento geometrico associato deve trovarsi all'intero dei limiti specificati.

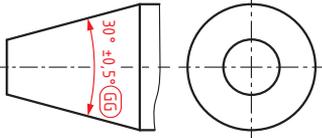
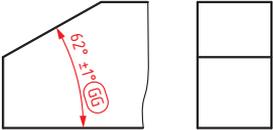
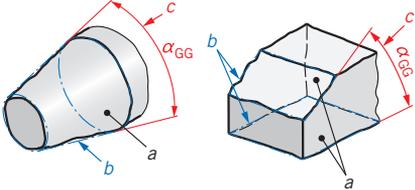
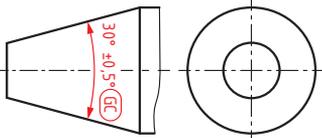
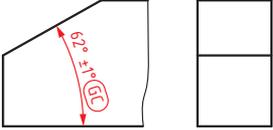
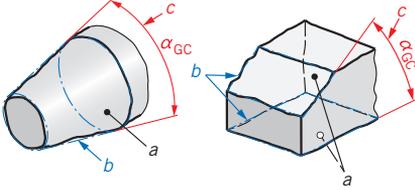
<p>Dimensione di accoppiamento lineare massima inscritta</p> <p></p>	<p>Cilindro</p> 	 <p>25 mm \cdot $\varnothing d_{GX} \cdot$ 25,021 mm</p> <p><i>a</i> = superficie integrale estratta <i>b</i> = cilindro massimo inscritto (cilindro chiuso)</p>
---	---	---

- Possibile applicazione della dimensione di accoppiamento lineare massima inscritta: per garantire una funzione di accoppiamento (accoppiamenti incerti, con gioco o con interferenza).
- La dimensione di accoppiamento lineare massima inscritta può essere applicata a elementi con dimensioni di accoppiamento lineari esterni e interni.

Nota: le deviazioni locali non sono circoscritte dalla caratteristica dimensionale. Solo la dimensione di accoppiamento lineare dell'elemento geometrico associato deve trovarsi all'intero dei limiti specificati.

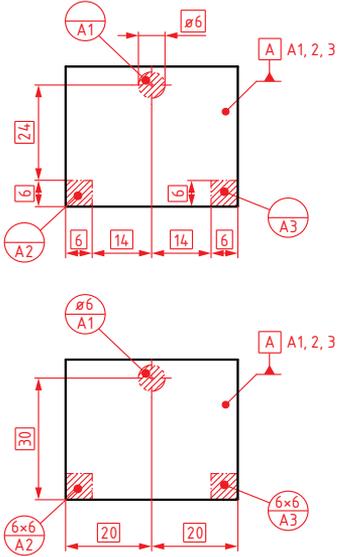
Tolleranze dimensionali - Dimensioni angolari

Caratteristiche dimensionali e modificatori per dimensioni angolari

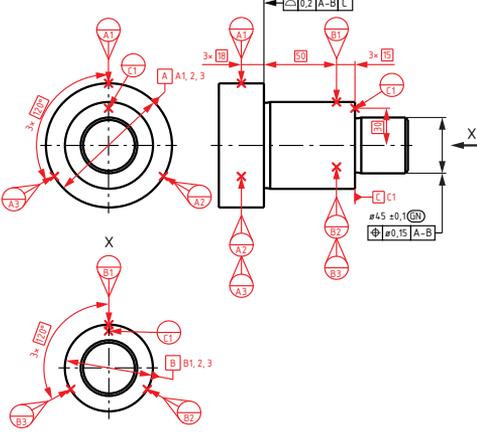
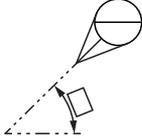
Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
<p data-bbox="99 467 239 621">Dimensione angolare globale diretta con il criterio di associazione dei minimi quadrati totali</p> 	<p data-bbox="254 219 436 240">Cono o tronco di cono</p>  <p data-bbox="254 467 444 488">Cuneo o cuneo tagliato</p> 	 <p data-bbox="632 493 1067 581">La dimensione angolare globale diretta con il criterio di associazione dei minimi quadrati totali (α_{GG}) deve trovarsi tra $29,5^\circ$ e $30,5^\circ$ (cono) o in ciascuna sezione trasversale (cuneo) tra 61° e 63°.</p> <p data-bbox="632 597 898 618">a = superficie integrale estratta</p> <p data-bbox="632 621 847 643">b = cono ideale associato</p> <p data-bbox="667 646 1067 688">Funzione obiettivo: metodo dei minimi quadrati totali (L_2 o Gauss) senza vincoli di materiale.</p> <p data-bbox="667 691 1067 753">cono: l'angolo del cono è variabile (non viene menzionato esplicitamente nell'ISO 14405-3).</p> <p data-bbox="667 756 1024 799">cuneo: i due piani vengono associati indipendentemente l'uno dall'altro.</p> <p data-bbox="632 802 1067 889">c = caratteristica di dimensione angolare specificata: dimensione angolare globale diretta con criterio di associazione dei minimi quadrati totali</p>
<p data-bbox="99 1133 239 1271">Dimensione angolare globale diretta con il criterio di associazione minimax</p> 	<p data-bbox="254 945 436 966">Cono o tronco di cono</p>  <p data-bbox="254 1198 444 1219">Cuneo o cuneo tagliato</p> 	 <p data-bbox="632 1195 1067 1256">La dimensione angolare globale diretta con il criterio di associazione minimax (α_{GC}) deve trovarsi tra $29,5^\circ$ e $30,5^\circ$ (cono) o tra 61° e 63° (cuneo).</p> <p data-bbox="632 1273 898 1294">a = superficie integrale estratta</p> <p data-bbox="632 1297 953 1318">b = cono ideale o piani ideali associati</p> <p data-bbox="667 1321 953 1343">Funzione obiettivo: minimax (L_∞).</p> <p data-bbox="667 1346 965 1367">cono: l'angolo del cono è variabile</p> <p data-bbox="667 1370 1024 1412">cuneo: i due piani vengono associati indipendentemente l'uno dall'altro.</p> <p data-bbox="632 1416 1067 1503">c = caratteristica di dimensione angolare specificata: dimensione angolare globale diretta con criterio d'associazione minimax</p>

Riferimenti e sistemi di riferimenti per tolleranze geometriche

Indicazioni e modificatori per i riferimenti

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
<p>Quadro di riferimento parziale con riferimento del tipo superficie (fisso)</p> 		<p>Segno grafico per un riferimento parziale del tipo superficie:</p> 

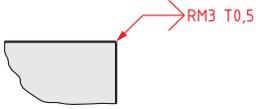
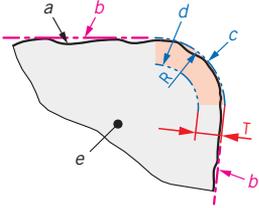
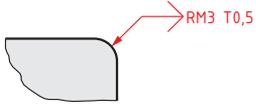
- Riferimento parziale a forma di superficie.
- La dimensione della superficie può essere quotata direttamente (con TED) o tramite un'indicazione nel quadro del riferimento parziale.

<p>Quadro di riferimento parziale con modificatore per riferimenti parziali mobili</p>  <p>Modificatore:</p> 		<p>orizzontale</p>  <p>verticale</p>  <p>inclinato</p> 
---	--	---

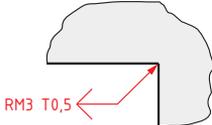
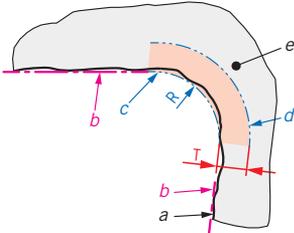
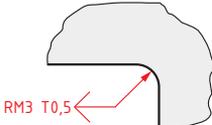
- La direzione del segmento rettilineo centrale del modificatore per un riferimento parziale mobile definisce la direzione del movimento.
- Il modificatore per un riferimento parziale mobile indica la direzione del movimento di un elemento geometrico fisico utilizzato per la creazione del riferimento.
- La posizione del riferimento parziale viene indicata dalle dimensioni TED.

Specifica di elementi di transizione

Segno grafico per le specifiche di transizione con indicatori

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Specifica di massimo materiale con specifica del profilo (esterno) 	Semplificato (non modellato): 	Transizione esterna:  <p> <i>a</i> = pezzo reale/modello di superficie <i>b</i> = sezioni di riferimento adiacenti (norma L_2, all'esterno del materiale) <i>c</i> = limite restrittivo di massimo materiale <i>d</i> = limite di minimo materiale della zona di tolleranza <i>e</i> = lato materiale <i>T</i> = valore di tolleranza (0,5 mm) per la tolleranza di transizione <i>R</i> = raggio nominale (3 mm) del profilo di transizione </p>
	Dettagliato (modellato): 	

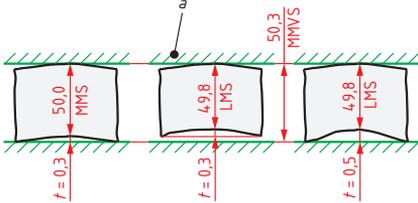
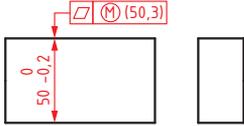
- Il profilo di transizione dello spigolo deve essere circondato da un limite circolare di massimo materiale con un raggio di 3.
- L'elemento geometrico tollerato deve trovarsi all'interno di una zona di tolleranza con una larghezza di 0,5 mm.

Specifica di massimo materiale con specifica del profilo (interno) 	Semplificato (non modellato): 	Transizione interna:  <p> <i>a</i> = pezzo reale/modello di superficie <i>b</i> = sezioni di riferimento adiacenti (norma L_2, all'esterno del materiale) <i>c</i> = limite restrittivo di massimo materiale <i>d</i> = limite di minimo materiale della zona di tolleranza <i>e</i> = lato materiale <i>T</i> = valore di tolleranza (0,5 mm) per la tolleranza di transizione <i>R</i> = raggio nominale (3 mm) del profilo di transizione </p>
	Dettagliato (modellato): 	

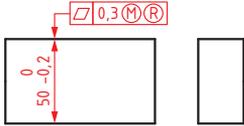
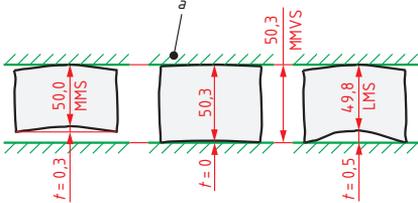
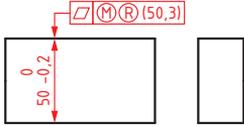
- Il profilo di transizione dello spigolo deve essere circondato da un limite circolare di massimo materiale con un raggio di 3.
- L'elemento geometrico tollerato deve trovarsi all'interno di una zona di tolleranza con una larghezza di 0,5 mm.

Condizione di massimo materiale

Modificatori per i requisiti del materiale

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Requisito di massimo materiale (MMR) 	Senza indicazione diretta della MMVS: 	 <p> a = condizione virtuale di massimo materiale MMVC (dimensione di un contorno ideale da non violare) MMVS = dimensione virtuale di massimo materiale $MMVS = MMS + t$ MMS = dimensione di massimo materiale LMS = dimensione di minimo materiale </p>
	Con indicazione diretta della MMVS: 	

- La condizione di massimo materiale consente di superare una tolleranza geometrica inscritta, purché venga osservata la somma totale delle tolleranze. Le tolleranze dimensionali devono invece essere rispettate.
- La condizione di massimo materiale può essere applicata solo agli elementi geometrici derivati (assi, piani di simmetria) di elementi geometrici semplici (cilindri, coppie di piani paralleli).

Requisito di reciprocità (RPR) 	Senza indicazione diretta della MMVS: 	 <p> a = condizione virtuale di massimo materiale MMVC (dimensione di un contorno ideale da non violare) MMVS = dimensione virtuale di massimo materiale $MMVS = MMS + t$ MMS = dimensione di massimo materiale LMS = dimensione di minimo materiale </p>
	Con indicazione diretta della MMVS: 	

- Se oltre alla condizione di massimo materiale si applica anche il requisito di reciprocità, la somma delle due tolleranze (dimensionale e geometrica) può essere ripartita liberamente tra la tolleranza dimensionale e la tolleranza geometrica. Tuttavia, la tolleranza dimensionale può essere estesa solo verso il lato di massimo materiale, mentre il limite di minimo materiale deve sempre essere rispettato.
- La condizione di reciprocità può essere applicata solo in combinazione con la condizione di massimo o minimo materiale.

Specifiche geometriche generali e specifiche di dimensioni di accoppiamento generali

Specifiche di dimensioni di accoppiamento generali

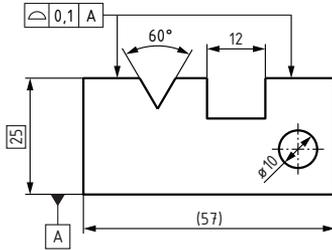
Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
---------------	---------------------	-----------------

ISO 22081
(Specifiche di dimensione)

Specifiche di dimensioni lineari generali

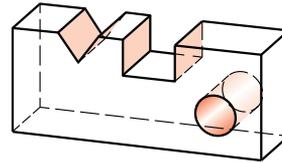
Le specifiche di dimensioni lineari generali si applicano a tutte le caratteristiche dimensionali identificate in base alla norma secondo una delle seguenti regole:
 – attraverso un attributo CAD che definisce il valore nominale dell'elemento di dimensione lineare.
 – attraverso un'indicazione di dimensione che definisce il valore nominale della dimensione lineare o angolare, la quale non ha tolleranze individuali e non è una dimensione TED né una dimensione ausiliaria.

Tolleranza generale per specifiche di dimensione lineare



Tolleranze generali ISO 22081
 Dimensioni lineari: $\pm 0,2(E)$
 Dimensioni angolari: $\pm 0,5^\circ$

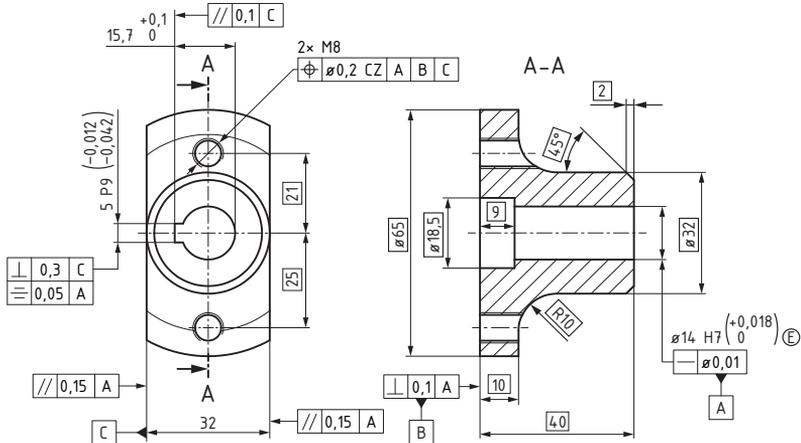
Dati di definizione del prodotto ISO 16792
 Codice di classificazione 3
 con modello 1234.xyz



Le specifiche di dimensione generale si applicano solo alle superfici rosse.

Le specifiche di dimensione generale si applicano solo alle specifiche di dimensione lineare e angolare (ISO 14405-1 e -3), ma non alle «dimensioni diverse dalle dimensioni di accoppiamento lineari e angolari (ISO 14405-2)».

ISO 22081
(Specifica completa)



Tolleranze generali ISO 22081

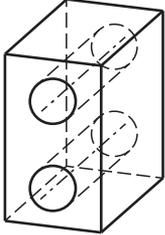
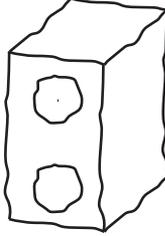
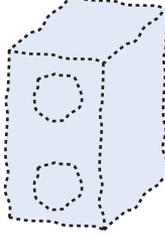
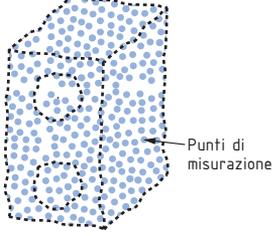
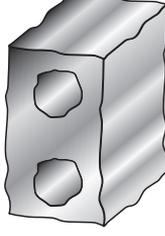


Dimensioni lineari: classe di tolleranza «m», vedi ISO 2768-1:1989

Esempio di una specifica di tolleranza geometrica e dimensionale generale con riferimento alla norma ISO 2768-1 per le dimensioni lineari.

Specifiche e verifiche

Modelli di superficie secondo l'ISO 22432

Modelli di superficie	Presentazione	Spiegazione
<p>Modello di superficie nominale (modello nominale)</p>		<p>Modello di superficie con geometria ideale, definito dalle specifiche tecniche del prodotto. Corrisponde al modello nominale del disegno cartaceo o del modello CAD (solo per i valori TED).</p>
<p>Modello di superficie non ideale («skin model»)</p>		<p>Modello di superficie con geometria non ideale (modello virtuale). Deviazione dalla forma ideale, ossia con deviazioni dimensionali e geometriche dovute a influenze della fabbricazione e alle specifiche del prodotto. Questo modello permette al progettista di ottimizzare i limiti di tolleranza consentiti che garantiscono ancora la funzione.</p>
<p>Modello di superficie discreto</p>		<p>Modello di superficie ottenuto per estrazione dal modello di superficie non ideale (skin model). Il modello di superficie discreto viene utilizzato per rappresentare l'operatore di specifica e l'operatore di verifica assumendo un numero finito di punti.</p>
<p>Modello di superficie campionato</p>		<p>Modello di superficie campionato ottenuto per estrazione fisica dal modello del pezzo reale. Il punti di misura vengono rilevati dai dispositivi di misurazione. Oltre ai punti richiesti, la verifica può comprendere implicitamente un'interpolazione.</p>
<p>Superficie reale di un pezzo</p>		<p>Pezzo reale fabbricato.</p>