GUIDA ISO GPS

Basi smart e compatte

Testa di lettura

2026

SWISSMEM

Colophon

Editore:	EDITION SWISSMEM
Titolo:	GUIDA ISO GPS Basi smart e compatte
Versione:	2ª edizione 2026
ISBN:	978-3-03866-684-4
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 Läpple, 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.

Testa di lettura

Indice

1 Principo 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) 73
Indicatori di tolleranza ... 74
Tolleranze di forma ... 76
Tolleranze di orientamento ... 82
Tolleranze di posizione ... 89
Tolleranze di oscillazione ... 97
Riepilogo delle caratteristiche geometriche incluse ... 102
Modificatori per combinare le zone di tolleranza ... 103
Modificatori per zone di tolleranza irregolari ... 105
Modificatori per vincoli ... 106
Modificatori per elementi geometrici tollerati associati ... 107
Modificatori per elementi geometrici tollerati ... 109
Modificatori per elementi geometrici tollerati derivati ... 114
Indicazioni supplementari di elementi geometrici ... 115
Segno grafico per dimensioni teoricamente esatte ... 123

7 Indicazione delle tolleranze geometriche (ISO 5458) 125
Specifiche geometriche di serie di elementi ... 126

8 Stato della superficie: Profilo (ISO 21920-1, -2, -3) 129
Requisiti allo stato della superficie ... 130
Segni grafici per lo stato delle superfici ... 130
Segno grafico per la direzione dei solchi o delle tracce di lavorazione ... 133
Segno grafico per l'orientamento della superficie ... 134
Segno grafico per indicare la direzione del profilo ... 134
Indicazione minima di parametri senza valori di default predefiniti ... 135
Indicazione completa per i parametri R basati sulla lunghezza di valutazione ... 135
Indicazione completa per i parametri R basati sulla lunghezza della sezione ... 135
Esempio di un'esigenza posta allo stato della superficie ... 136

9 Specifica di transizione (ISO 21204) 137
Segno grafico per le specifiche di transizione con indicatori ... 138

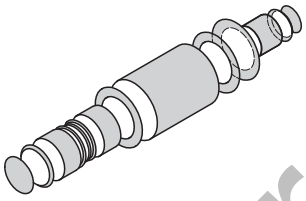
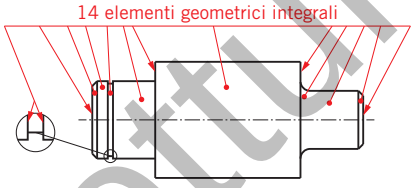
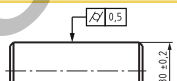
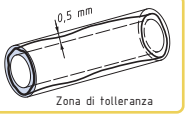
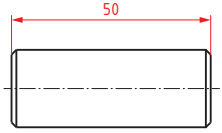
10 Condizione di massimo materiale (ISO 2692) 147
Modificatori per i requisiti del materiale ... 148

11 Specifiche geom. generali e specifiche di dimensioni di accoppiamento generali (ISO 22081) 151
Specifiche geometriche generali ... 152
Specifiche di dimensioni di accoppiamento generali ... 153

12 Specifiche e verifiche (ISO 22432/ISO 17450-1) 155
Modelli di superficie secondo l'ISO 22432 ... 156
Modelli di superficie secondo l'ISO 17450-1 ... 157
Elemento di posizionamento secondo l'ISO 17450-1 ... 158

Testo di lettura

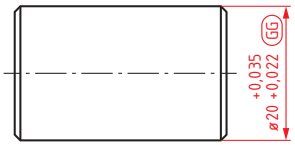
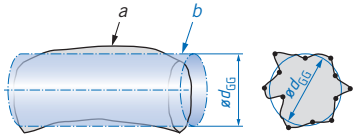
Fondamenti – concetti, principi e regole

Principio	Contenuto	Esempi
Principio dell'elemento geometrico	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.	Grigio = elementi della geometria integrale  14 elementi geometrici integrali 
Principio di indipendenza	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 inviluppo secondo la ISO 14405-1).	**Specifica**  **Stato dopo la fabbricazione**  **Misurazione e controllo** La procedura di misurazione e/o gli strumenti di misura dipendono dalla tolleranza specificata (incertezza di misurazione) Cilindricità indipendente dalla dimensione  Dimensione indipendente dalla forma del cilindro 
Principio del decimale	I decimali non indicati devono essere interpretati come zeri.	50 ≙ 50,000 … 

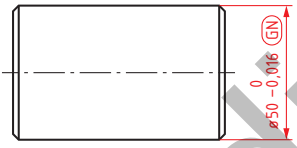
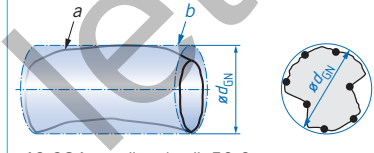
Testa di lettura

Tolleranze dimensionali - Dimensioni di accoppiamento lineari

Caratteristiche dimensionali e modificatori per dimensioni di accoppiamento lineari

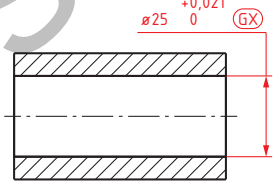
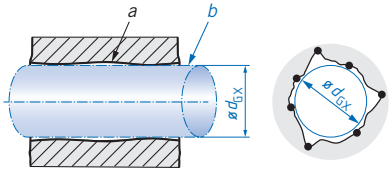
Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Dimensione lineare dei minimi quadrati (GG)	Cilindro 	 20,022 mm ˆ ød$_{GG}$ ˆ 20,035 mm *a* = superficie integrale estratta *b* = cilindro ideale associato Funzione obiettivo: metodo dei minimi quadrati totali (L_2 o Gauss). Vincoli dell'associazione: nessuna

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.

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Dimensione lineare minima circoscritta (GN)	Cilindro 	 49,984 mm ˇ ød$_{GN}$ ˇ 50,0 mm *a* = superficie integrale estratta *b* = cilindro minimo circoscritto (cilindro di inviluppo)

– 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.

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Dimensione di accoppiamento lineare massima inscritta (GX)	Cilindro 	 25 mm ˙ ød$_{GX}$ ˙ 25,021 mm *a* = superficie integrale estratta *b* = cilindro massimo inscritto (cilindro chiuso)

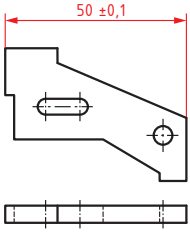
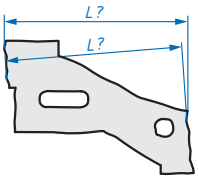
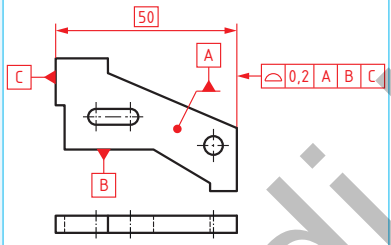
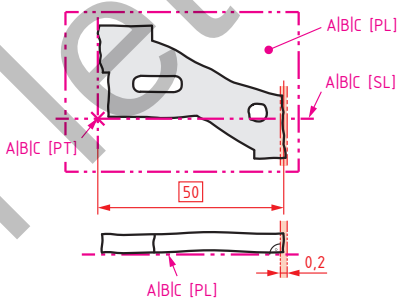
– Possibile applicazione della dimensione di accoppiamento lineare massima inscritta: per garantire una funzione di accoppiamento (accoppiamenti incerti, con gioco o con interferenza).
– La dimensione di accoppiamento lineare massima inscritta può essere applicata a elementi con dimensioni di accoppiamento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

Testa di lettura

Tolleranze dimensionali - Dim. diverse dalle dimensioni di accoppiamento lineari o angolari

Dimensioni diverse dalle dimensioni lineari o angolari

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Distanza lineare tra due elementi geometrici integrali	Ambiguo 	 La specifica («tolleranza più-meno») non può essere interpretata, in quanto è ambigua.
	Univoco con tolleranza geometrica 	 = zona di tolleranza AIBIC [PL] = elemento di posizionamento piano del sistema di riferimento AIBIC AIBIC [SL] = elemento di posizionamento retta del sistema di riferimento AIBIC AIBIC [PT] = elemento di posizionamento punto del sistema di riferimento AIBIC Per motivi di leggibilità, le superfici associate non sono disegnate.

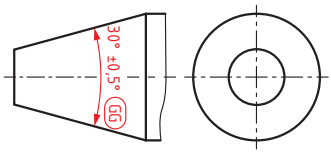
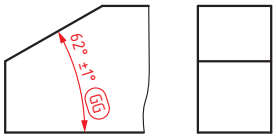
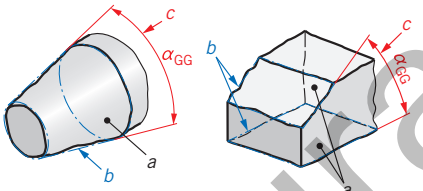
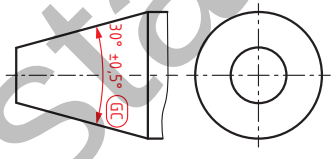
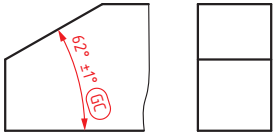
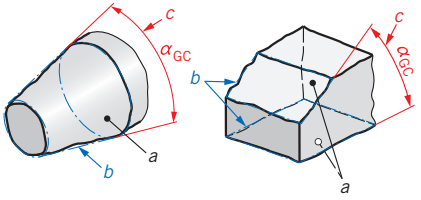
La superficie tollerata estratta deve trovarsi all'interno della zona di tolleranza (lineare, larghezza 0,2 mm). La zona di tolleranza è limitata rispetto agli elementi di posizionamento del sistema di riferimento AIBIC in quanto all'orientamento e alla posizione.

Annotazioni

Testa di lettura

Tolleranze dimensionali - Dimensioni angolari

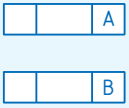
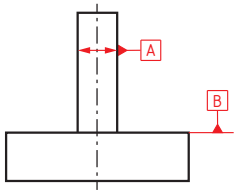
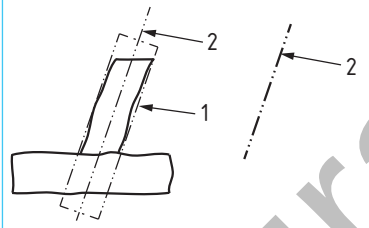
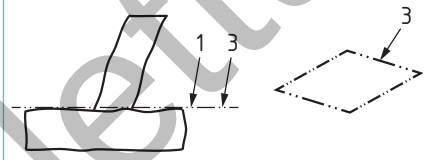
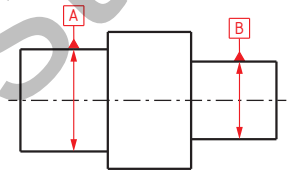
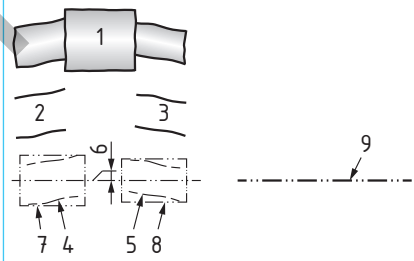
Caratteristiche dimensionali e modificatori per dimensioni angolari

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Dimensione angolare globale diretta con il criterio di associazione dei minimi quadrati totali GG	Cono o tronco di cono  Cuneo o cuneo tagliato 	 La dimensione angolare globale diretta con il criterio di associazione dei minimi quadrati totali (α_{GG}) deve trovarsi tra 29,5° e 30,5° (cono) o in ciascuna sezione trasversale (cuneo) tra 61° e 63°. *a* = superficie integrale estratta *b* = cono ideale associato Funzione obiettivo: metodo dei minimi quadrati totali (L_2 o Gauss) senza vincoli di materiale. cono: l'angolo del cono è variabile (non viene menzionato esplicitamente nell'ISO 14405-3). cuneo: i due piani vengono associati indipendentemente l'uno dall'altro. *c* = caratteristica di dimensione angolare specificata: dimensione angolare globale diretta con criterio di associazione dei minimi quadrati totali
Dimensione angolare globale diretta con il criterio di associazione minimax GC	Cono o tronco di cono  Cuneo o cuneo tagliato 	 La dimensione angolare globale diretta con il criterio di associazione minimax (α_{GC}) deve trovarsi tra 29,5° e 30,5° (cono) o tra 61° e 63° (cuneo). *a* = superficie integrale estratta *b* = cono ideale o piani ideali associati Funzione obiettivo: minimax ($L\infty$). cono: l'angolo del cono è variabile cuneo: i due piani vengono associati indipendentemente l'uno dall'altro. *c* = caratteristica di dimensione angolare specificata: dimensione angolare globale diretta con criterio d'associazione minimax

Testa di lettura

Riferimenti e sistemi di riferimenti per tolleranze geometriche

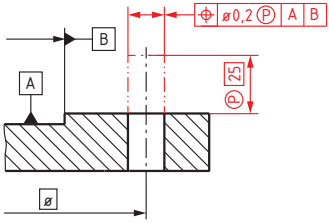
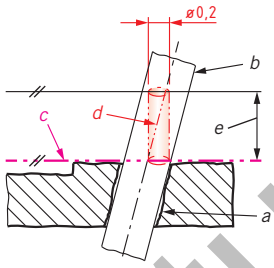
Riferimenti singoli e riferimenti comuni

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Riferimento singolo 		 1 = elemento geometrico associato 2 = l'elemento di riferimento A è l'asse del cilindro associato.  1 = Assoziiertes Geometrieelement 3 = Bezugselement B ist die assoziierte Ebene.
Riferimento comune 		 1 = pezzo reale 2 = elemento di riferimento della superficie di riferimento per il riferimento comune 3 = elemento di riferimento della superficie di riferimento per il riferimento comune 4 = elemento di riferimento filtrato di 2 5 = elemento di riferimento filtrato di 3 6 = restrizione di orientamento e di posizione tra gli elementi geometrici associati della superficie di raccolta (coassialità) 7 = elemento geometrico associato dell'elemento di riferimento 2, tenendo conto del vincolo 6 8 = elemento geometrico associato dell'elemento di riferimento 3, tenendo conto del vincolo 6 9 = riferimento comune (in questo caso l'asse della raccolta di superfici dei due cilindri coassiali associati)

Testa di lettura

Indicazione delle tolleranze geometriche

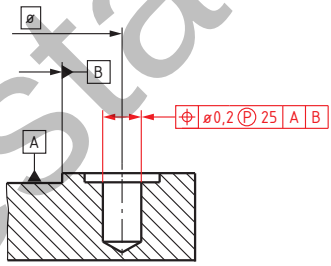
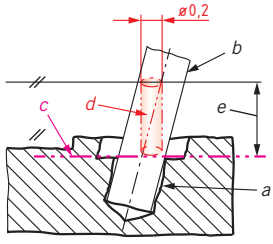
Modificatori per elementi geometrici tollerati derivati

Benennung	Spezifikation (Beispiele)	Interpretation
Zona di tolleranza proiettata Ⓟ		

= zona di tolleranza

a = superficie integrale estratta
b = elemento geometrico esteso
c = piano di riferimento
d = elemento geometrico tollerato proiettato
e = lunghezza dell'elemento geometrico tollerato proiettato

Indicazione di una specifica geometrica con modificatore di tolleranza proiettato, specificando direttamente la lunghezza dell'estensione tramite TED. La specifica geometrica viene misurata attraverso la superficie di riferimento (qui 25 mm).

Zona di tolleranza proiettata Ⓟ		

= zona di tolleranza

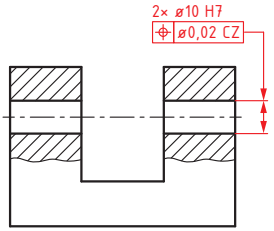
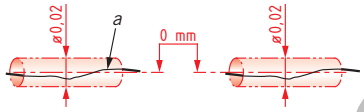
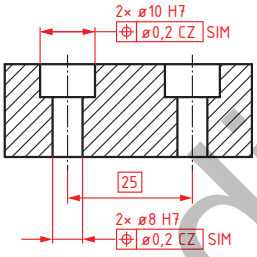
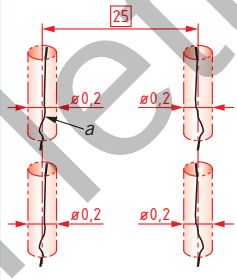
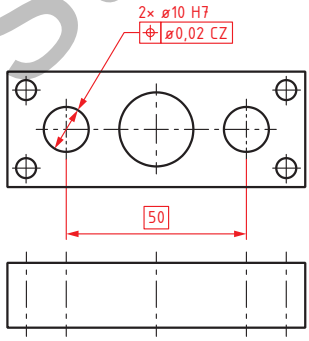
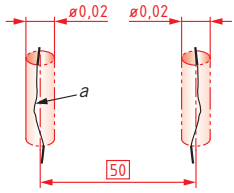
a = superficie integrale estratta
b = elemento geometrico esteso
c = piano di riferimento
d = elemento geometrico tollerato proiettato
e = lunghezza dell'elemento geometrico tollerato proiettato

– Indicazione di una specifica geometrica con modificatore di tolleranza proiettato rispetto a un piano di riferimento. Il piano di riferimento è il primo piano che interseca l'elemento geometrico in questione. La specifica geometrica viene misurata attraverso il piano di riferimento (qui 25 mm).
– Di default, l'origine dell'elemento geometrico proiettato si trova nel punto del piano di riferimento. La fine corrisponde allo spostamento della lunghezza dell'elemento geometrico proiettato dall'origine in direzione opposta al materiale.

Testa di lettura

Specifiche geometriche composte di serie di elementi

Specifiche geometriche di serie di elementi

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Localizzazione (di più linee mediane) 		 = zone di tolleranza *a* = linee mediane estratte Tra gli elementi di posizionamento (rette) delle zone di tolleranza esistono vincoli di orientamento (0° o parallelismo) e di posizione (0 mm o coassialità) definiti dalla linea simmetrica passante indicata.
	 Il modificatore SIM (requisito simultaneo) trasforma un gruppo di più di una specifica geometrica in una specifica combinata (specifica di serie di elementi).	 = zone di tolleranza *a* = linee mediane estratte Tra gli elementi di posizionamento (rette) delle zone di tolleranza esistono vincoli di orientamento interni (0° o parallelismo) e di posizione (0 mm o coassialità) nonché una distanza di 25 mm l'uno dall'altro.
		 = zone di tolleranza *a* = linee mediane estratte Vincolo implicito dell'orientamento di 0° o parallelismo ed esplicito della posizione (50 mm).

– Specificando il modificatore «CZ», le zone di tolleranza formano una serie di zone di tolleranza e sono singole specifiche di serie di elementi.
– Senza riferimento/sistema di riferimento.

Testo di lettura

Stato della superficie: Profilo

Segni grafici per lo stato delle superfici

Segno grafico	Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Rz	**Indicazione minima, p. es. con un parametro Rz**	Rz 10 ø10 ±0,1 ⌖ ø0,2 A B	a b c Rz 10 *a* = segno grafico (asportazione del materiale richiesta) *b* = parametro R: Rz (altezza massima) *c* = valore limite numerico: 10 µm

Nel caso in cui si intenda applicare tutti i valori di default, per i parametri con valori di default predefiniti (p. es. Rz, Ra vedi l'ISO 21920-3) è sufficiente specificare un'indicazione minima, composta dal segno grafico, dal segno del parametro e dal valore limite numerico (p. es. Rz 10).

Rz (Rz)	**Specifica di più elementi geometrici con gli stessi requisiti**	Rz 25 Rz 10 Rz 25 Rz 40 (Rz) oppure Rz 40 (Rz 25 Rz 10)	Superficie con un'altezza massima di: — = 40 µm — = 25 µm — = 10 µm

Le indicazioni generali per gli stessi requisiti di superficie devono essere collocate in prossimità del cartiglio del disegno.

Ra vecchio: Ra	**Specifica profilo «completo»**	Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 3,2 Ra 6,3 (Ra)	secondo la norma ISO 1302 Ra 3,2 Ra 6,3 (Ra)

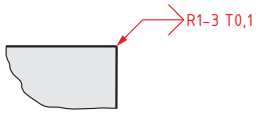
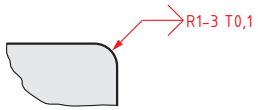
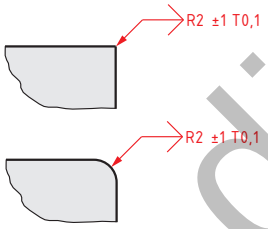
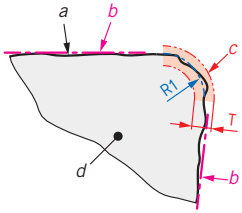
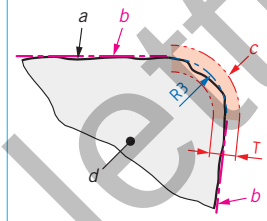
Per evitare ambiguità, nella ISO 21920-1 il segno grafico per il profilo «completo» non è più definito.

Annotazioni

Testa di lettura

Specifica di elementi di transizione

Segno grafico per le specifiche di transizione con indicatori

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Specifica di un profilo con raggio variabile e zona di tolleranza 	Semplificato (non modellato):  Dettagliato (modellato):  Oppure: 	Raggio minimo:  Raggio massimo:  *a* = pezzo reale/modello di superficie *b* = sezioni di riferimento adiacenti (norma L_2, all'esterno del materiale) *c* = zone di tolleranza *d* = lato materiale T = valore di tolleranza (0,1 mm) per la tolleranza di transizione

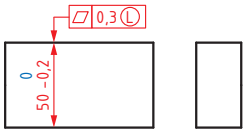
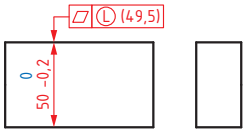
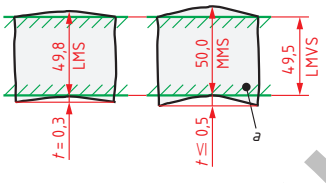
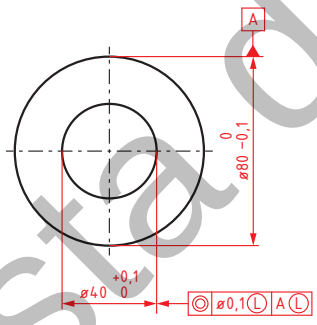
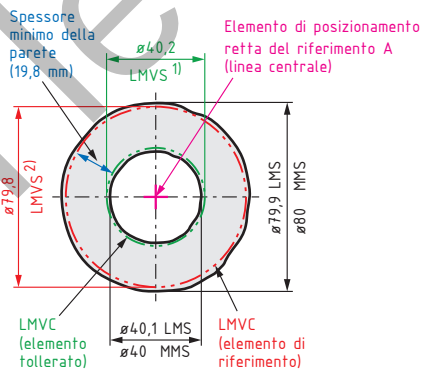
Il raggio del profilo nominale può essere compreso tra 1 mm e 3 mm in qualsiasi sezione trasversale, con una larghezza della zona di tolleranza di 0,1 mm.

Annotazioni

Testa di lettura

Condizione di massimo materiale

Modificatori per i requisiti del materiale

Denominazione	Specifiche (esempi)	Interpretazione
Requisito di minimo materiale (LMR) Ⓛ	Senza indicazione diretta della LMVS:  Con indicazione diretta della LMVS: 	 *a* = condizione virtuale di minimo materiale LMVC LMVS = dimensione virtuale di minimo materiale LMVS = LMS − *t* MMS = dimensione di massimo materiale LMS = dimensione di minimo materiale
	Spessore minimo della parete: 	 LMVC = condizione virtuale di minimo materiale LMVS = dimensione virtuale di minimo materiale MMS = dimensione di massimo materiale LMS = dimensione di minimo materiale *t* = tolleranza geometrica 1) Per i pezzi interni (foro): LMVS = LMS + *t* (LMVS = 40,1 + 0,1 = 40,2 mm) 2) Per i pezzi esterni (albero): LMVS = LMS − *t* (LMVS = 79,9 − 0,1 = 79,8 mm)

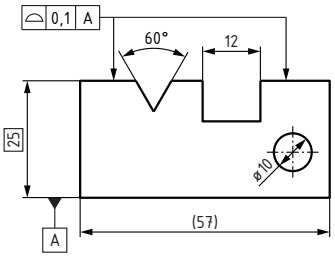
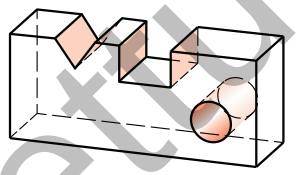
– La condizione di minimo materiale consente di superare una tolleranza geometrica inscritta.
– Elemento tollerato:
  - la deviazione massima della coassialità può essere di 0,2 mm (se il foro è ø40,0 (MMS)).
  - le dimensioni ø40,1 (LMS) e ø40 (MMS) devono essere rispettate.
  - LMVC, che ha una dimensione di ø40,2 (LMVS), non deve essere superata.

– Elemento di riferimento:
  - LMVC dell'elemento di riferimento (albero) non deve superare il diametro ø79,8 (LMVS).

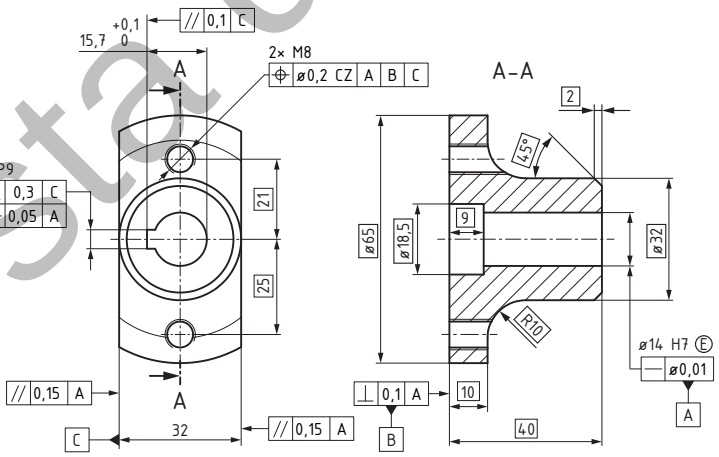
Testa di lettura

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: ±0,2 E Dimensioni angolari: ±0,5° 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)».

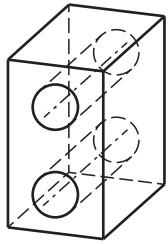
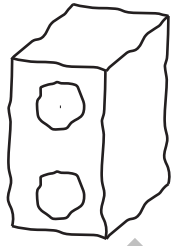
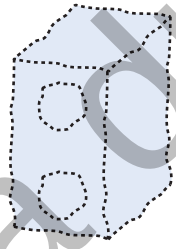
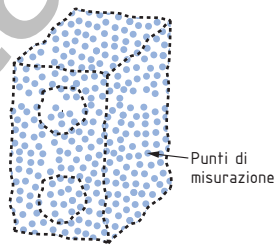
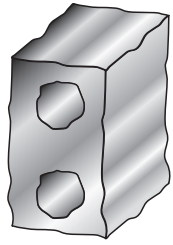
ISO 22081 (Specifica completa)	 Tolleranze generali ISO 22081 0,2 A B C Dimensioni lineari: classe di tolleranza «m», vedi ISO 2768-1:1989	

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

Testa di lettura

Specifiche e verifiche

Modelli di superficie secondo l'ISO 22432

Modelli di superficie	Presentazione	Spiegazione
Modello di superficie nominale (modello nominale)		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).
Modello di superficie non ideale («skin model»)		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.
Modello di superficie discreto		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.
Modello di superficie campionato		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.
Superficie reale di un pezzo		Pezzo reale fabbricato.

Testa di lettura