Introduzione alle norme ISO 8015 e ISO 14405



Testo in lettura

Modulo tematico sulle tecniche di disegno

Edizione con soluzioni

EDITION SWISSMEM

SWISSMEM
Formazione professionale

Colophon

Editore:	Edition Swissmem
Titolo:	Modulo tematico sulle tecniche di disegno «Introduzione alle norme ISO 8015 e ISO 14405» Edizione con soluzioni
Version:	Nuova edizione 2019
ISBN:	978-3-03866-157-3
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
Revisione specializzata:	Mathias von Flüe, esperto ISO GPS, CH-8488 Turbenthal
Stampa:	Printed in Switzerland
Fonte:	Prof. Dott.-Ing Volker Läpple, Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung, D-73614 Schorndorf www.toleranzen-beratung.de
Feedback-tool:	Per suggerimenti di miglioramento, correzioni o commenti https://www.swissmem-berufsbildung.ch/feedback-tool
Ordinazioni:	Swissmem Formazione professionale 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.

Test di lettura

Indice / Spiegazione dei pittogrammi

Indice:

1. Introduzione **3**
1.1 Cosa significa ISO GPS? 5
1.2 Ipotesi fondamentali per la lettura delle specifiche sui disegni 9
1.3 Modello di matrice ISO GPS (ISO 14638) 10
2. Principi e regole fondamentali della norma ISO 8015 **11**
2.1 Principio di invocazione 12
2.2 Principio di gerarchia delle norme GPS 13
2.3 Principio di disegno definitivo 13
2.4 Principio dell'elemento (geometrico) 14
2.5 Principio di indipendenza 15
2.6 Principio del decimale 16
2.7 Principio di default 16
2.8 Principio di condizione di riferimento 17
2.9 Principio di pezzo lavorato rigido 17
2.10 Principio di dualità 18
2.11 Principio del controllo funzionale 19
2.12 Principio di specifica generale 20
2.13 Principio di responsabilità 20
2.14 Regole per l'indicazione di operatori di specifica di default 20
2.15 Regole per l'indicazione di operatori di specifica speciali 20
3. Dimensioni di accoppiamento lineari (ISO 14405-1) **21**
3.1 Modificatori di specifica per dimensioni di accoppiamento lineari 22
3.2 Operatore di specifica ISO GPS di default per dimensioni di accoppiamento lineari 24
3.3 Spiegazione degli operatori di specifica per dimensioni di accoppiamento lineari 27
3.4 Indicazione di modificatori complementari (Ⓕ e CT) 30
3.5 Necessità di specificare le tolleranze geometriche 32
3.6 Relazione tra le tolleranze dimensionali e geometriche 33
4. Dimensioni diverse dalle dimensioni di accoppiamento lineari (ISO 14405-2) **37**
4.1 Dimensioni diverse dalle dimensioni di accoppiamento lineari 38
4.2 Esempi che illustrano l'utilizzo delle tolleranze geometriche sulle distanze 39
5. Dimensioni angolari (ISO 14405-3) **45**
5.1 Differenza tra dimensione angolare e distanza angolare 46
5.2 Operatore di specifica di dimensione angolare di default ISO GPS 48
5.3 Modificatori di specifica per dimensioni angolari 48
6. Esercizi **49**
6.1 Esercizio «Principio di invocazione» 50
6.2 Esercizio «Principio di gerarchia delle norme GPS» 51
6.3 Esercizio «Principio di disegno definitivo» 52
6.4 Esercizio «Principio dell'elemento (geometrico)» 53
6.5 Esercizio «Principio di indipendenza» 59
6.6 Esercizio «Principio di condizione di riferimento» 64
6.7 Esercizio «Principio di dualità» 64
6.8 Esercizio «Principio del controllo funzionale» 64
6.9 Esercizio «Principio di specifica generale» 65
6.10 Esercizio «Principio di responsabilità» 65
6.11 Esercizio «Dimensioni diverse dalle dimensioni di accoppiamento lineari» 66
6.12 Esercizio «Dimensioni angolari» 67
6.13 Esercizi combinati 68
7. Tabelle **73**
7.1 Tolleranze ISO 74
7.2 Tolleranze generali ISO 2768-1 e -2 76
7.3 Tolleranze generali per costruzioni saldate ISO 13920 77
7.4 Gradi di tolleranza normalizzati IT01 … IT18 78
8. Catalogo CoRi **79**

Testo di lettura

Indice / Spiegazione dei pittogrammi

Spiegazione dei pittogrammi:



Informazioni importanti



Informazione



Risolvete questi compiti servendovi degli strumenti appropriati (p. es. scrivere, disegnare a mano o mediante l'ausilio di un programma CAD).

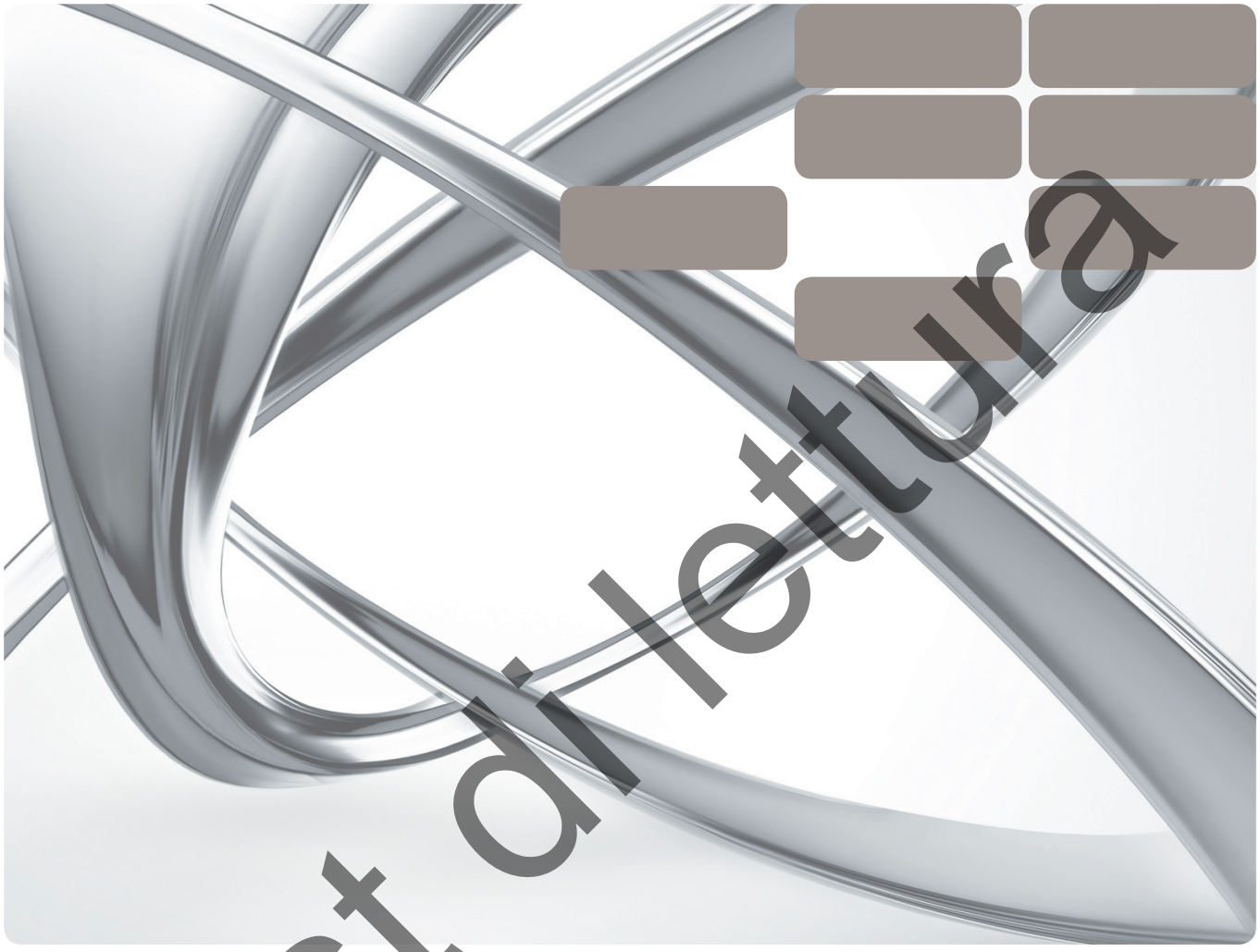


Codici QR: Link ai siti web



Test di lettura

1. Introduzione



Test di lettura

1. Introduzione

Il sistema di norme ISO GPS è un insieme di norme ampio e complesso, il cui scopo è di fornire regole coerenti che permettono di descrivere la funzione in maniera completa e univoca mediante gli strumenti disponibili nelle specifiche tecniche dei prodotti (specifica; vedi esempio alla pagina 7).

Il sistema di norme comprende inoltre le regole che consentono di controllare in maniera univoca la conformità del prodotto fabbricato alle specifiche. Questa verifica include gli strumenti di misura pertinenti, le procedure di calibrazione da adottare su questi ultimi nonché l'incertezza di misurazione.

ISO GPS significa «Specifica e verifica dimensionali e geometriche dei prodotti», designazione spesso abbreviata con la sigla «GPS». In questo contesto GPS significa «Specifica geometrica dei prodotti» e non «Global Position System».



Il sistema di norme ISO GPS richiede un nuovo approccio per l'elaborazione dei disegni.



«L'obiettivo del sistema ISO GPS non è di complicare l'indicazione delle specifiche, ma di mettere a disposizione un linguaggio con chiare regole e una cassetta di strumenti che permettono di definire i prodotti in maniera univoca e completa in base alla loro funzione e di verificarli con gli appropriati strumenti metrologici».

Fonte: M. von Flüe



Le immagini e i disegni sono riportati a titolo esemplificativo. Sono completi soltanto nella misura in cui essi rappresentano i fatti descritti. Le tolleranze di forma, di orientamento e di posizione indicate rappresentano una possibile soluzione; possono essere appropriate anche altre iscrizioni. I valori di tolleranza specificati sono stati scelti come esempi e devono essere determinati in funzione delle esigenze.



Le versioni nazionali (SN EN ISO, DIN EN ISO, …) possono contenere errori di traduzione e/o errori di interpretazione. In caso di dubbi, va sempre data la priorità alle norme ISO (documenti originali).

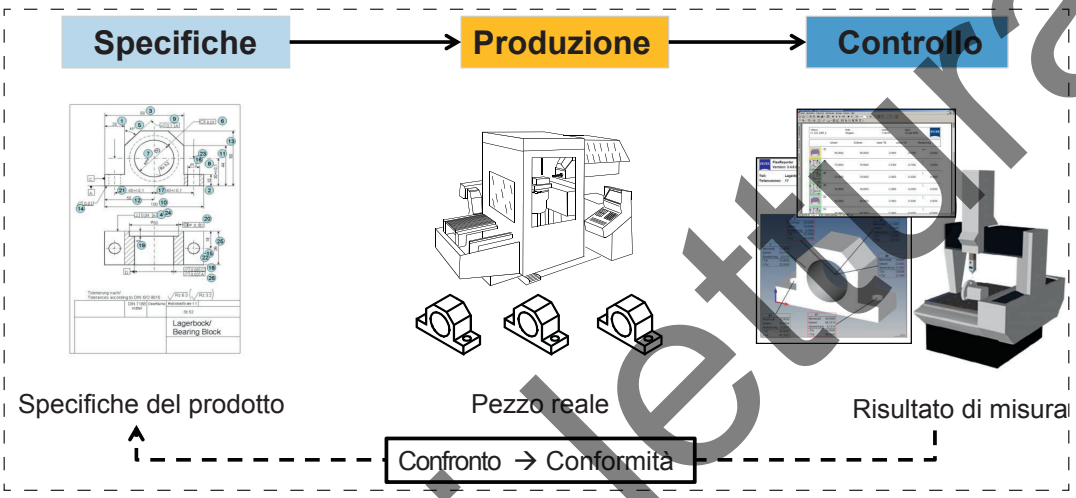
Test di lettura

1. Introduzione

1.1 Cosa significa ISO GPS?

La specifica geometrica dei prodotti (GPS) è un concetto riconosciuto a livello internazionale che descrive le regole che permettono di definire su una specifica di prodotto (p. es. disegno tecnico) tutti i differenti requisiti posti alle caratteristiche geometriche dei singoli elementi di un pezzo (p. es. dimensione, forma, orientamento, posizione e stato della superficie) e i relativi principi in materia di controlli, strumenti di misura utilizzati e della loro calibrazione (sistema a matrice ISO GPS 14638). In altre parole: tutte le esigenze funzionali poste a un prodotto possono essere definite e verificate in maniera univoca e completa.

Garanzia della funzionalità dei prodotti



Fonte: Carl Zeiss SA, Svizzera

«Il sistema ISO GPS definisce la sintassi e la sua semantica (significato) della specifica dei prodotti in termini di linguaggio, grafici e principi matematici. Queste regole rappresentano le basi matematiche del formato di scambio di dati neutrale CAD ISO STEP (ISO 10303-242) e ne garantiscono la leggibilità da parte delle macchine. I modelli ISO STEP moderni e le relative regole del sistema ISO GPS sono alla base dei sistemi di fabbricazione intelligenti e di conseguenza dell'aspirata digitalizzazione dell'industria (parola chiave: Industria 4.0)».

Fonte: «A Portrait of an ISO STEP Tolerancing Standard as an Enabler of Smart Manufacturing Systems», Journal of Computing and Information Science in Engineering, 2015 Juni

Quali sono i possibili vantaggi del sistema ISO GPS?
- **Ottenere una specifica univoca, completa e in sintonia con la funzione**
- **Sopprimere le specifiche (nascoste) non descritte sul disegno**
- **Limitare i rischi di responsabilità tramite tolleranze geometriche in linea con la funzione, la produzione, la verifica e i costi**
- **Aumentare la qualità dei prodotti**
- **Ridurre gli scarti, grazie a specifiche e verifiche univoche**
- **Globalizzazione: permettere una costruzione, produzione e garanzia della qualità decentralizzate**
- **Promuovere la digitalizzazione di sistemi di produzione e di misurazione e di conseguenza ridurre i tempi di sviluppo e di controllo**
- **Ridurre i costi**

Testo di lettura

1. Introduzione

1.1.1 Specifica (definire la geometria nominale e le tolleranze)

Nel campo della specificazione, il sistema di norme ISO GPS stabilisce i simboli grafici, le specifiche (p. es. i modificatori), le regole di applicazione, le esigenze poste agli elementi geometrici (p. es. caratteristiche di tolleranza e parametri) e infine le caratteristiche di elementi geometrici (p. es. superfici, bordi, cilindri, sfere e linee mediane).

– **Specifica**
  Definizione di condizioni poste a una o più caratteristiche degli elementi geometrici.
– **Specifiche tecniche di un prodotto (p. es. disegno tecnico, set di dati CAD)**
  Il disegno tecnico e/o il set di dati CAD stabiliscono le dimensioni teoricamente esatte di un pezzo (TEF = theoretically exact feature).
– **Tolleranze**
  Le tolleranze stabiliscono i limiti entro i quali deve trovarsi il pezzo reale al fine di soddisfare la funzione, p. es. 85 H7. Le tolleranze delimitano dunque lo scostamento ammissibile delle caratteristiche geometriche (p. es. dimensione, forma, posizione e stato della superficie) di elementi geometrici sul pezzo fabbricato in rapporto alla sua forma ottimale.

Test di lettura

1. Introduzione

Esempio di specifica di caratteristiche geometriche

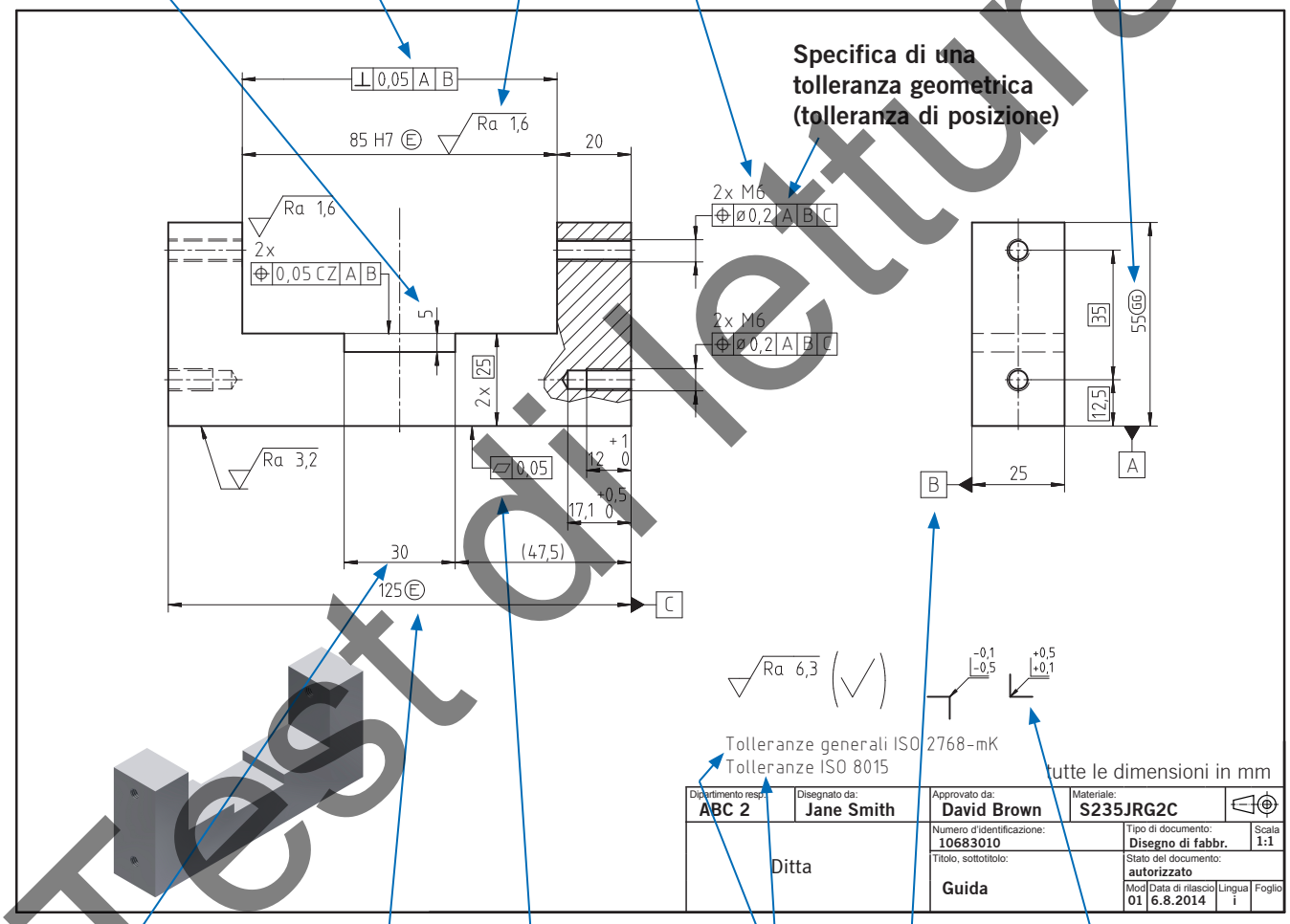
Specifica di una tolleranza geometrica (tolleranza di orientamento)

Specifica di uno stato di superficie

Specifica di una dimensione di accoppiamento lineare (univoca)
caratteristica dimensionale = quota lineare di Gauss

Specifica di un filetto secondo ISO 965-1 (univoca)
Distanza tra due punti con condizione di inviluppo

Specifica di una distanza lineare
(ambigua)



Specifica di una dimensione di accoppiamento lineare (univoca)
caratteristica dimensionale = distanza tra due punti

Specifica di una tolleranza geometrica (tolleranza di forma)

Specifica mediante rinvio alle norme

Specifica dello stato dei bordi
(ambigua)

Specifica di una dimensione lineare (univoca)
caratteristica dimensionale = condizione di inviluppo

Specifica di un riferimento

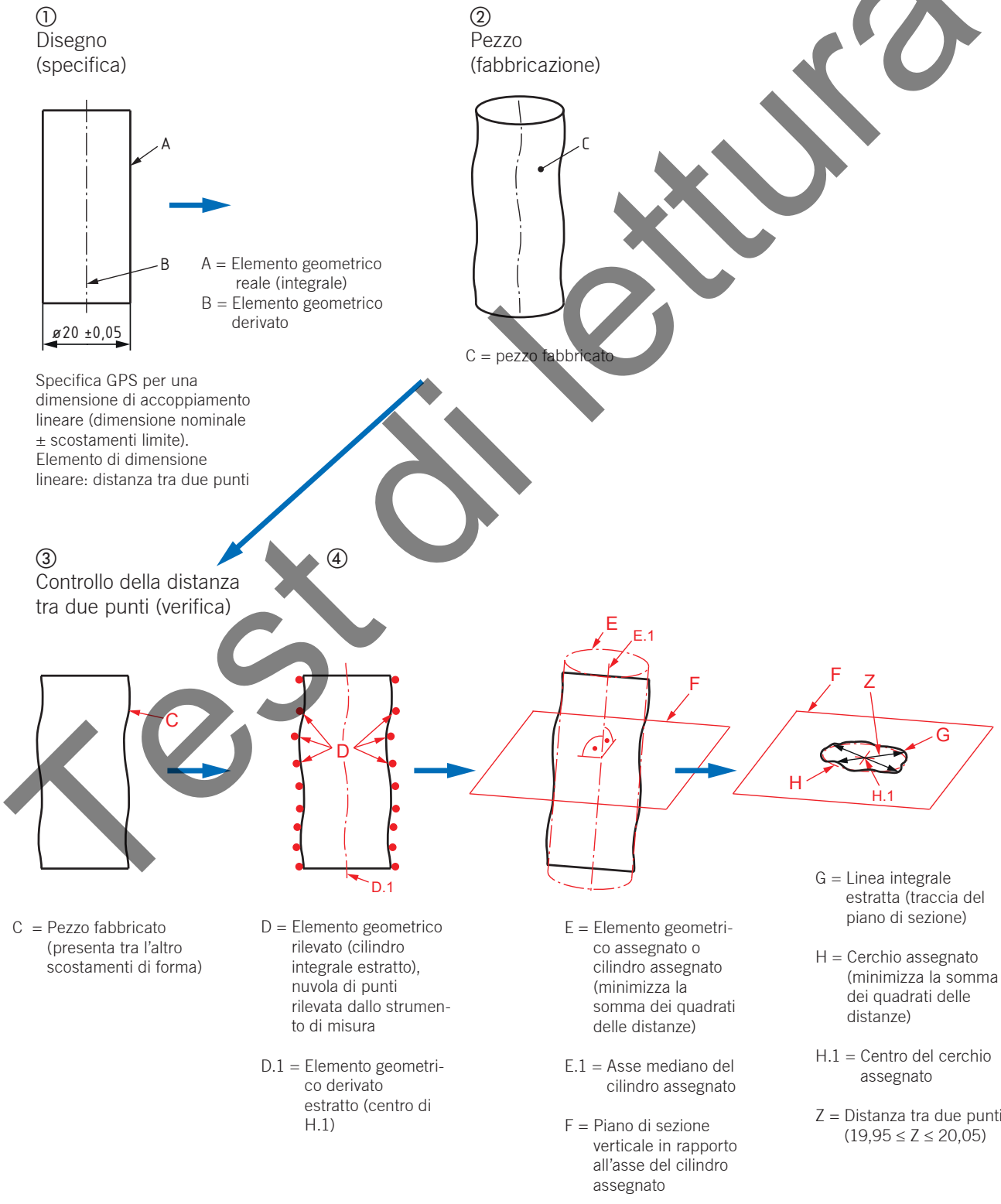
Test di lettura

1. Introduzione

1.1.2 Verifica (controllare la geometria)

Le tolleranze definite nella specifica del prodotto (p. es. tolleranze dimensionali, tolleranze geometriche, stato della superficie) devono essere verificate (mediante una misurazione). Ne campo della verifica, il sistema di norme ISO GPS stabilisce i requisiti posti alla misurazione, gli strumenti di misura per la misurazione, la calibrazione nonché le procedure di calibrazione da svolgere sui suddetti strumenti e infine le esigenze poste al confronto dei risultati di verifica in rapporto alla specifica.

Esempio di una specifica e verifica di una distanza tra due punti secondo la norma ISO 17450-3:



Test di lettura

1. Introduzione

1.2 Ipotesi fondamentali per la lettura delle specifiche sui disegni

1.2.1 Generalità

Le ipotesi riportate qui di seguito relative all'interpretazione dei limiti di tolleranza costituiscono le basi per le regole generali del sistema ISO GPS.

Le specifiche generali e individuali iscritte nel disegno devono sempre essere osservate e sono di default legate alle ipotesi indicate da 1.2.2 a 1.2.4.

1.2.2 Limiti funzionali

Per l'interpretazione, si parte dal presupposto che i limiti funzionali si basino su uno studio esaustivo realizzato in base a esperienze o teorie o a una combinazione di entrambe al fine di garantire che i limiti funzionali siano noti senza incertezze.

1.2.3 Limiti di tolleranza

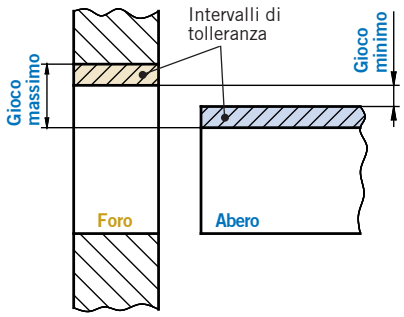
Per l'interpretazione si parte dal presupposto che i limiti di tolleranza coincidano con i limiti funzionali.

Prima di tutto, il progettista-meccanico si concentra unicamente sulla geometria del pezzo perfetto. Tuttavia, durante i processi di fabbricazione le imprecisioni o un'assenza di specifiche portano sempre a scostamenti dimensionali, di forma, di posizione e dello stato delle superfici degli elementi geometrici. Per rimediare a questa situazione, il progettista meccanico deve definire i limiti funzionali per la fabbricazione sotto forma di tolleranze. A questo scopo nelle norme GPS sono descritte diverse regole per l'indicazione delle tolleranze.
Se l'esigenza di tolleranza è soddisfatta, la funzionalità del pezzo è garantita.

Esempio di funzionamento: Nel foro l'albero deve presentare gioco malgrado lo scostamento dimensionale e di forma.

⇒ Definire il valore dei limiti funzionali (p. es. gioco minimo e gioco massimo)

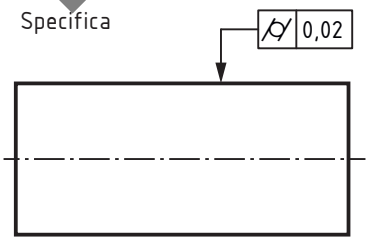
⇒ Scegliere in base ai limiti funzionali una tolleranza dimensionale (p. es. classe di tolleranza ISO H6/f7) e una tolleranza geometrica (p. es. circolarità) appropriate

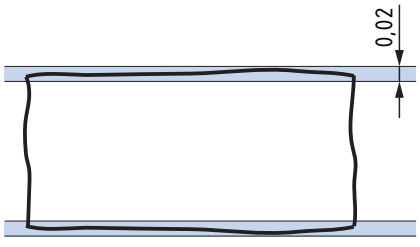


1.2.4 Livello funzionale del pezzo

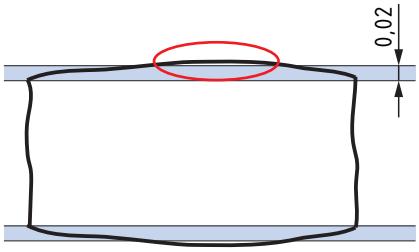
Per l'interpretazione, si parte dal presupposto che il pezzo funzioni al 100% all'interno dei limiti di tolleranza e allo 0% al di fuori dei limiti di tolleranza.

Esempio:





All'interno della zona di tolleranza (limite di tolleranza)
⇒ la funzione viene soddisfatta al 100%



All'esterno della zona di tolleranza (limite di tolleranza)
⇒ 0%, la funzione non viene soddisfatta

Testdilettura

1. Introduzione

1.3 Modello di matrice ISO GPS (ISO 14638)

L'ISO GPS è un sistema di norme per la descrizione di caratteristiche geometriche di pezzi. Secondo la matrice delle norme GPS generali riportata qui di seguito, al momento identifichiamo 9 caratteristiche geometriche (p. es. dimensioni, distanza, forma). Ognuna di queste 9 categorie corrisponde a una catena di norme composta da 7 maglie («chain links»).

Esempio di una posizione nel modello di matrice GPS per le norme ISO 14405-1, ISO 1101 e ISO 10360-2

Matrice delle norme GPS generali							
Categoria caratteristiche geometriche	**Maglie**						
	A	**B**	**C**	**D**	**E**	**F**	**G**
Dimensione							
Distanza							
Forma							
Orientamento							
Posizione							
Oscillazione circolare							
Stato della superficie: Profilo							
Stato della superficie: Superficie							
Difetti della superficie							
	Specifica			Conformità [1]	Verifica		

Legenda:
A = Simboli e indicazioni, B = Esigenze poste all'elemento, C = Caratteristiche dell'elemento, D = Conformità e non-conformità, E = Misurazione, F = Strumenti di misura, G = Calibrazione

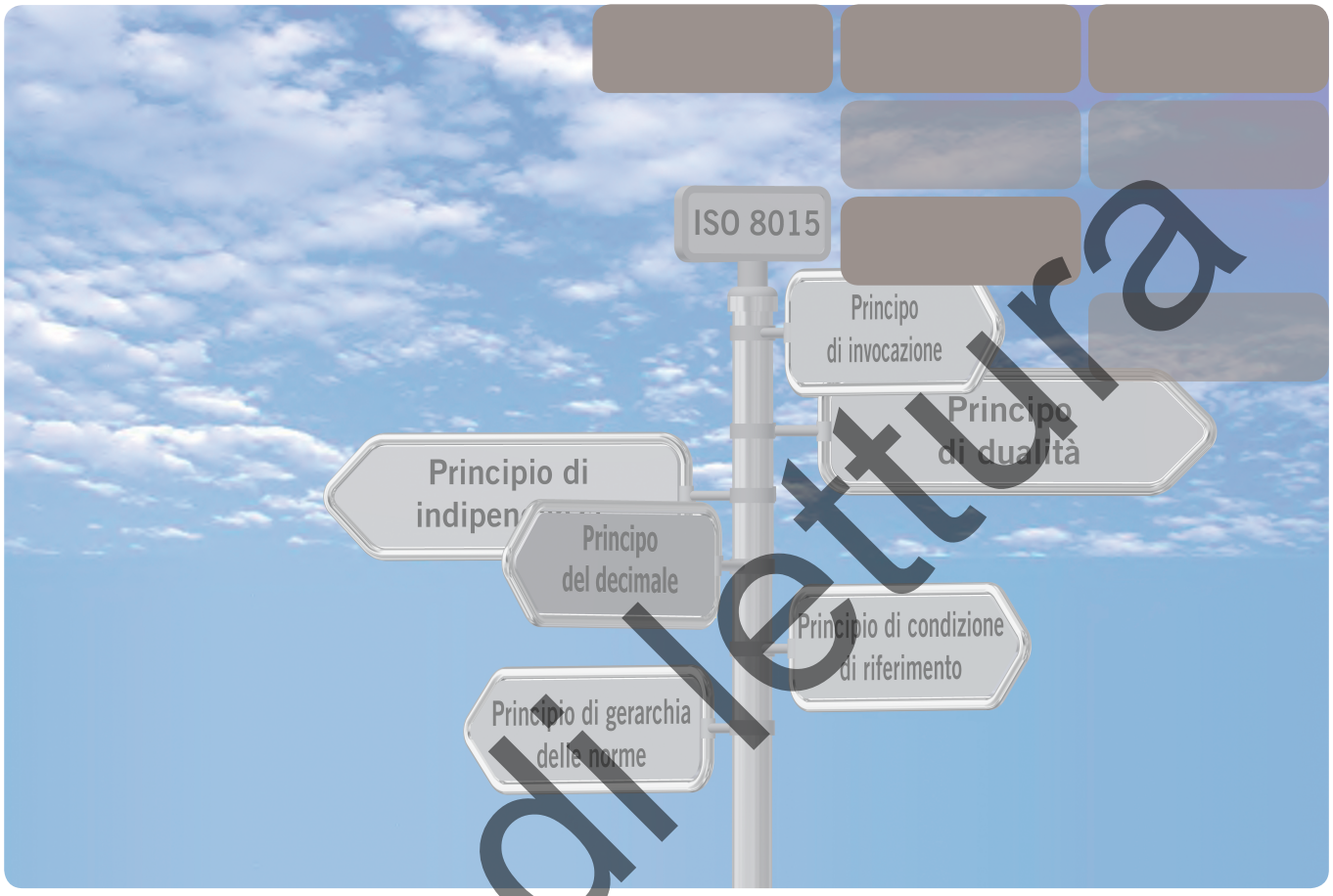
= ISO 14405-1:2016 (Tolleranze dimensionali – parte 1: dimensioni di accoppiamento lineari)
= ISO 1101:2017 (Indicazione delle tolleranze geometriche – Tolleranze di forma, orientamento, localizzazione e oscillazione
= ISO 10360-2:2009 (Prove di accettazione e prove di verifica periodica per macchine di misura a coordinate (CMM) – parte 2: CMM usate per la misura delle dimensioni lineari

http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_tc_browse.htm?commid=54924&published=on
(lista completa di tutte le norme attualmente disponibili incluse nel sistema ISO GPS)

1) Definisce le regole per la decisione di conformità o non-conformità, tra l'altro tra il risultato di misura e la specifica, tenendo conto dell'incertezza di misurazione.

Test di lettura

2. Principi e regole fondamentali della norma ISO 8015



Test di lettura

2. Principi e regole fondamentali della norma ISO 8015

La ISO 8015 è una norma GPS di base. Le norme GPS di base stabiliscono le regole e i principi che permettono di creare, interpretare e applicare tutte le altre norme internazionali, le specifiche tecniche e i rapporti tecnici relativi alla specificazione e alla verifica dimensionale e
geometrica dei prodotti (GPS). Queste regole e questi principi si applicano a tutte le categorie di caratteristiche geometriche e a tutte le maglie della matrice ISO GPS (vedi pagina 10). Oltre alla norma ISO 8015, il sistema di norme ISO GPS comprende altre norme GPS di base (p. es. ISO 17450-3, ISO 22432).

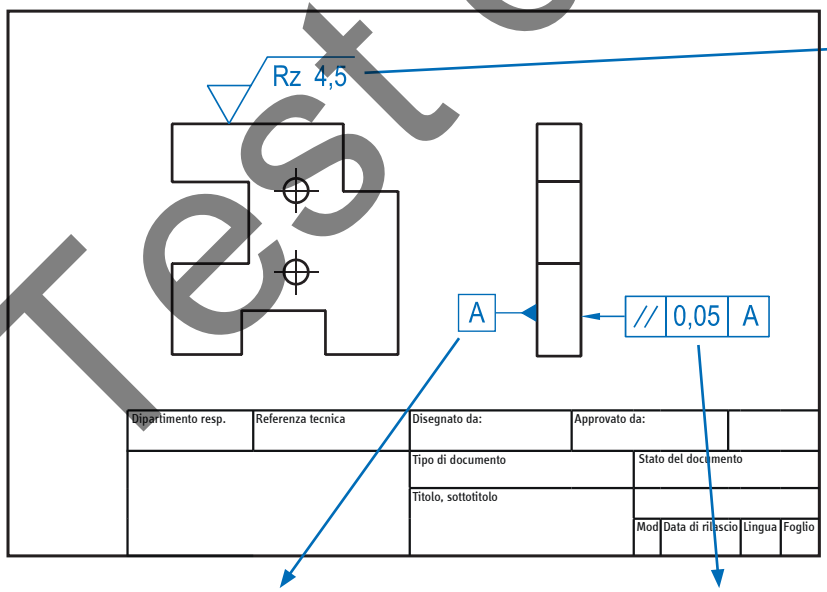
La norma ISO 8015 comprende tra l'altro i seguenti 13 principi:
– Principio di invocazione
– Principio di gerarchia delle norme GPS
– Principio di disegno definitivo
– Principio dell'elemento (geometrico)
– Principio di indipendenza
– Principio del decimale
– Principio di default
– Principio di condizione di riferimento
– Principio di pezzo lavorato rigido
– Principio di dualità
– Principio del controllo funzionale
– Principio di specifica generale
– Principio di responsabilità

Test di lettura

2.1 Principio di invocazione

Il principio di invocazione stabilisce che con l'utilizzo di una parte del sistema ISO GPS (p. es. menzione di una norma ISO GPS o utilizzo dei simboli ISO GPS) trova applicazione l'intero sistema di norme ISO GPS. Una deroga è consentita solo in caso di un'indicazione contraria iscritta sul documento (vedi capitolo 3.2).

Esempio:



Viene «invocata» la ISO 1302. Di conseguenza l'intero contenuto del documento «invocato» e tutte le regole del sistema ISO GPS hanno validità vincolante e devono pertanto essere applicati (ISO 8015, principio di invocazione).

Viene «invocata» la ISO 5459. Di conseguenza l'intero contenuto del documento «invocato» e tutte le regole del sistema ISO GPS hanno validità vincolante e devono pertanto essere applicati (ISO 8015, principio di invocazione).

Viene «invocata» la ISO 1101. Di conseguenza l'intero contenuto del documento «invocato» e tutte le regole del sistema ISO GPS hanno validità vincolante e devono pertanto essere applicati (ISO 8015, principio di invocazione).

Se su un disegno è iscritta una norma ISO GPS o una specifica ISO GPS (p. es. simbolo dello stato di superficie), l'intero sistema ISO GPS viene considerato come «invocato».

2. Principi e regole fondamentali della norma ISO 8015

2.2 Principio di gerarchia delle norme GPS

Il principio di gerarchia ISO GPS specifica che le regole definite nelle norme a un livello superiore, si applicano in ogni caso alle norme di livello inferiore, salvo disposizioni contrarie a quel livello.

1. Gerarchia

Norme fondamentali ISO GPS
p. es. ISO 8015 Specificazione geometrica dei prodotti (GPS)-
Principi fondamentali – concetti, principi e regole

Regole per tutte le maglie della catena e caratteristiche geometriche

2. Gerarchia

Norme ISO GPS generali
p. es. ISO 1101
Specificazione geometrica dei prodotti (GPS) – Indicazione delle tolleranze dimensionali; indicazione delle tolleranze di forma, orientamento, posizione, oscillazione ecc.

3. Gerarchia

Norme ISO GPS complementari
Norme specifiche ai processi o relative agli elementi di macchine
p. es. ISO 8062
Tolleranze dimensionali, di forma e di posizione per pezzi ottenuti in forme

Le regole delle norme del livello gerarchico 1 valgono anche per le norme dei livelli gerarchici 2 e 3.

2.3 Principio di disegno definitivo

Il principio di disegno definitivo specifica che si applicano solo ed esclusivamente i requisiti posti a un pezzo indicati sul disegno tecnico o nella specifica tecnica del prodotto (mediante l'ausilio dei simboli ISO GPS, compresi i modificatori e le loro regole) così come i riferimenti sugli altri documenti, quali le norme internazionali, regionali, nazionali o aziendali.

Le esigenze che non figurano nella specifica del prodotto non possono essere imposte («principio di definitività»), ossia devono essere osservate solo le esigenze concordate direttamente o indirettamente nella specifica del prodotto.

Se una specifica si applica a una fase di fabbricazione intermedia, è necessario indicarla.

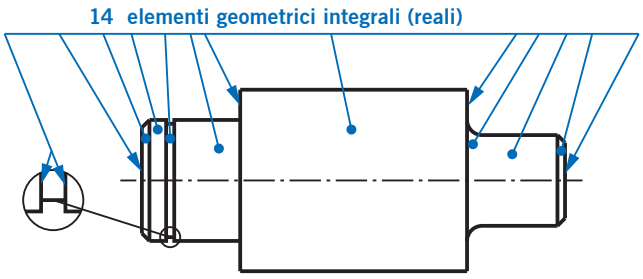
Lo stato finale di un prodotto è detto «di default» (standard).

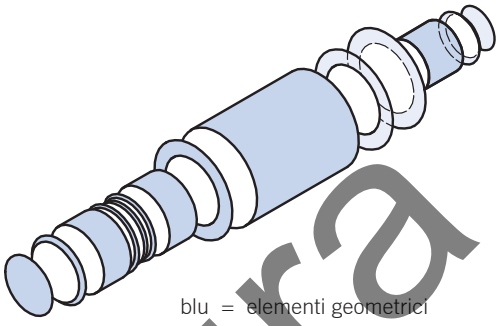
Test di lettura

2. Principi e regole fondamentali della norma ISO 8015

2.4 Principio dell'elemento (geometrico)

Un pezzo deve essere considerato come un insieme di un certo numero di elementi geometrici, delimitati da limiti naturali.

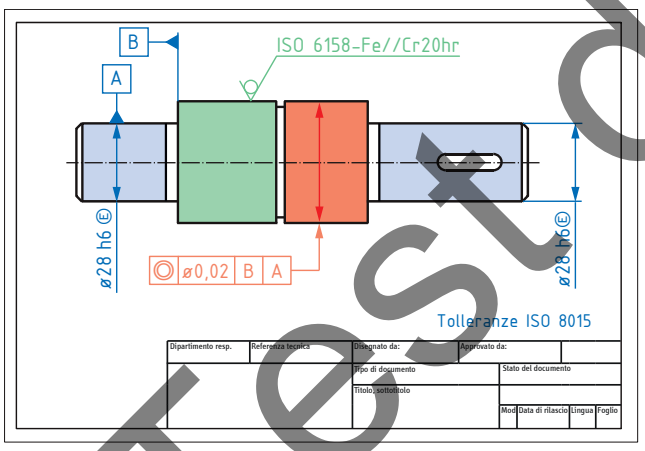




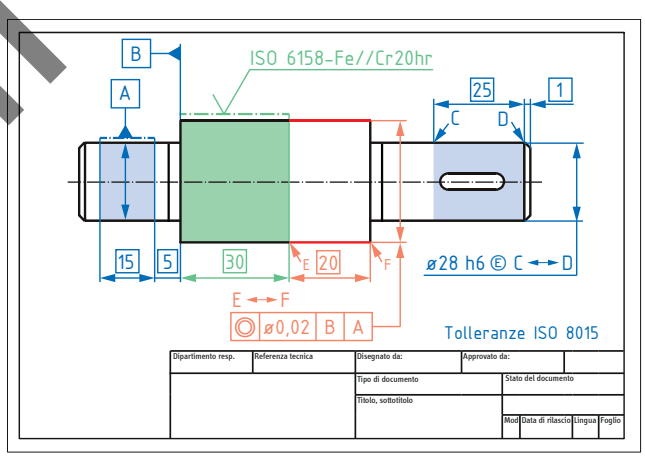
Nella maggior parte dei casi, i limiti naturali sono bordi riconoscibili da un improvviso cambiamento di forma. Esistono tuttavia anche limiti naturali che non presentano alcun cambiamento improvviso della caratteristica superficiale (p. es. i raggi).

Per default, tutte le specifiche ISO GPS si applicano a un elemento geometrico o a una relazione tra elementi geometrici. Questo principio può essere abrogato da specifiche corrispondenti (p. es. mediante un'indicazione esplicita sul disegno), di modo che l'esigenza si applichi soltanto a una parte dell'elemento geometrico.

Esigenza applicabile all'intero elemento



Esigenza applicabile soltanto a parti dell'elemento



Fonte: Steinbeis-Beratungszentrum Konstruktion, Werkstoffe und Normung.
Prof. Dr. V. Läpple /www.toleranzen-beratung.de

Test di lettura

2. Principi e regole fondamentali della norma ISO 8015

2.5 Principio di indipendenza

Il «principio di indipendenza» prevede che tra ogni esigenza, p. es. quelle poste alla dimensione, alla forma, all'orientamento, alla posizione o allo stato della superficie, non deve intercorrere alcuna relazione. Di conseguenza devono essere rispettate e controllate indipendentemente l'una dall'altra. In questo contesto, con l'introduzione della norma ISO 8015:2011, è stata ritirata la norma DIN 7167 («principio di inviluppo») molto diffusa in Germania e in parte anche in Svizzera.

Tra il 1987 e il 2011, il «principio di inviluppo» (DIN 7167) in Germania si applicava anche nei casi in cui la norma non era per niente menzionata sul disegno. A causa di questa regolamentazione controversa, era consigliato, anche all'epoca, di fare riferimento alla norma DIN 7167.

Oggi, se applicato, il «principio di inviluppo» deve essere esplicitamente iscritto sul disegno.

Il principio di indipendenza è già stato parte integrante della norma ISO 8015:1985. Se sul disegno si faceva riferimento alla norma ISO 815, già allora si applicava il principio di indipendenza.

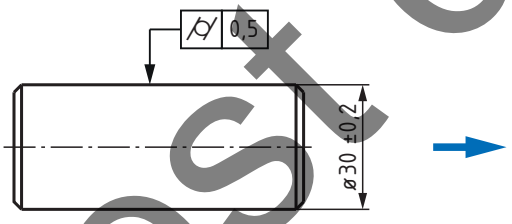
Per difetto, ogni esigenza ISO GPS posta a un elemento geometrico o a una relazione tra elementi geometrici deve essere soddisfatta indipendentemente dalle altre esigenze, ad eccezione che in una norma o mediante un'indicazione particolare (p. es. i modificatori «Ⓜ» secondo la ISO 2692, «CZ» secondo la ISO 1101 o «Ⓔ» secondo la ISO 14405-1) non sia definita come parte della specifica attuale.

2.5.1 Specifica sul disegno del principio di indipendenza

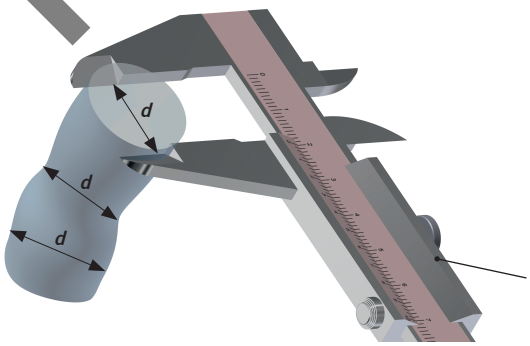
Si tiene conto unicamente della dimensione di accoppiamento lineare. Gli scostamenti di forma vengono delimitati, p. es. dall'indicazione di una tolleranza generale, ma sono indipendenti dalla tolleranza dimensionale.

Esempio:

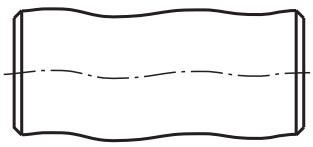
Disegno



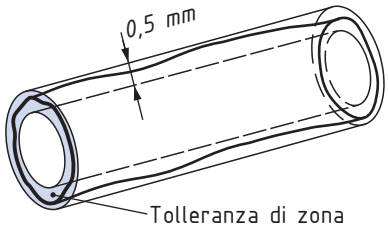
Determinazione della distanza tra due punti (ISO 14405-1 e ISO 17450-3)



Fabbricazione



Determinazione della cilindricità (ISO 1101 e ISO 12180)



Procedura di misurazione o strumento di misura in funzione della tolleranza specificata (incertezza di misurazione)

La misura non fornisce alcuna indicazione sulla forma geometrica. Gli scostamenti di forma devono essere delimitati dalle tolleranze geometriche. Viceversa, la tolleranza geometrica (in questo caso la cilindricità) non dice nulla circa la tolleranza dimensionale.

Test di lettura