

Corso di
Disegno Tecnico Industriale

A.A. 2013-2014

Ing. Alessandro Carandina

Materiale di disegno

- Squadra 30°
- Squadra 45°
- Riga
- Compasso
- Normografi 5 e 3,5
- Nastro adesivo di carta
- Fogli lisci A3 (non riquadrati)
- Matita dura (2H/3H)
- Matita morbida (HB)
- Gomma
- Temperamatite
- Curvilinei
- Cerchigrafo
- Panno, Alcool

Testi consigliati: **Elementi di disegno tecnico e normativa**
G. Concheri – A.Tosetti
Ed. Cortina – Padova 1996

Vademecum per disegnatori e tecnici
L. Baldassini
Hoepli

Il Disegno Tecnico

- **Rappresentazione** di oggetti **tecnici**.
- **Documento** che permette al progettista/disegnatore di
 - tradurre graficamente le sue idee;
 - fornire indicazioni a chi produce per la realizzazione del pezzo.
- Basato su **convenzioni** normalizzate

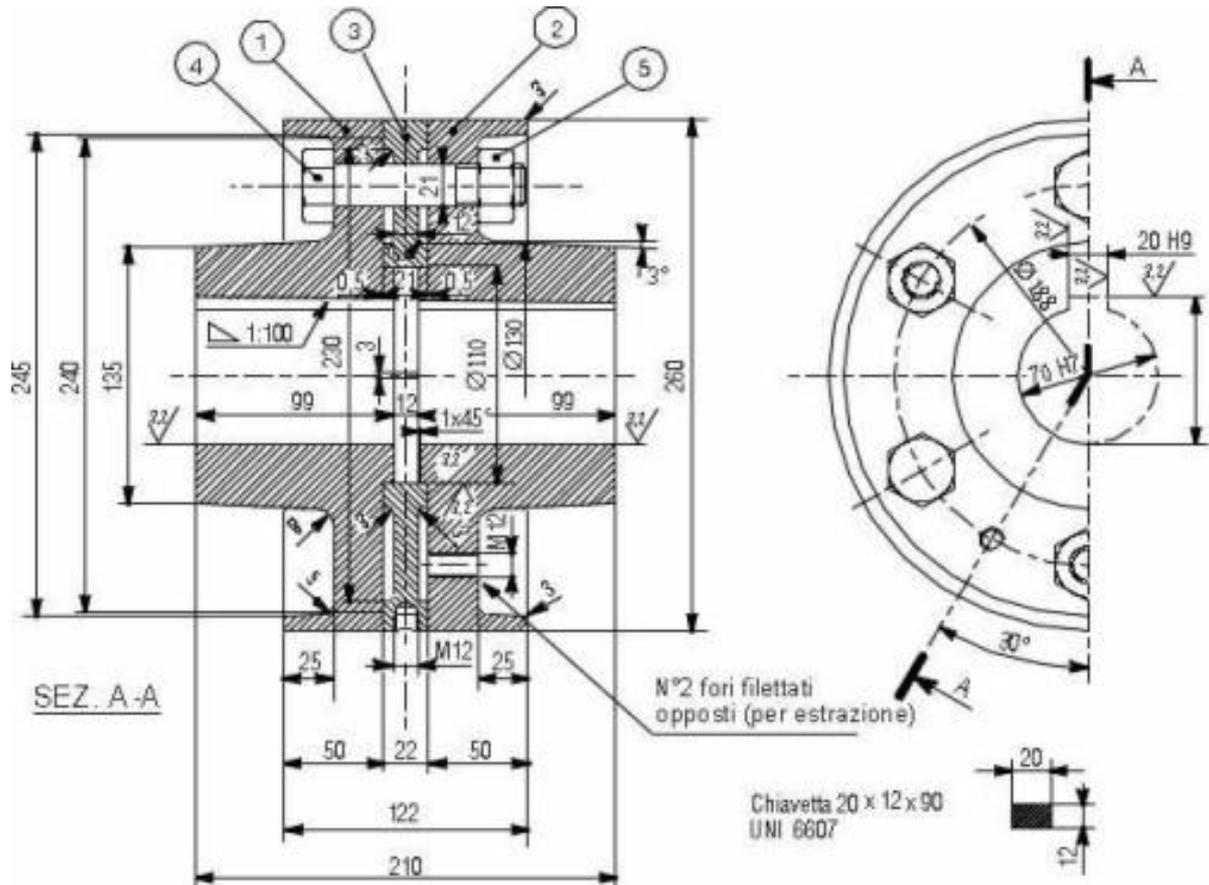
Un disegno tecnico svolge una duplice funzione:

- permettere la ricostruzione mentale del modello dell'oggetto;
- diffondere informazioni.

Il Disegno Tecnico

La funzione di diffusione dell'informazione ha reso necessaria la definizione di un "linguaggio" convenzionale, unico e internazionale.

- Facilità d'interpretazione
- Univocità e fedeltà
- Completezza
- Trasferibilità



Il Disegno Tecnico

Chi ha stabilito grammatica e sintassi di questo linguaggio?

Enti nazionali e internazionali di normazione ed unificazione

Norma:

Documento prodotto mediante consenso e approvato da un organismo riconosciuto, che fornisce, per usi comuni e ripetuti, **REGOLE, LINEE GUIDA** o **CARATTERISTICHE** relative a determinate attività o ai loro risultati, al fine di ottenere il migliore ordine in un determinato campo.

Normazione:

Azione che porta a stabilire ed applicare regole, definite con il consenso degli interessati ed approvate da un organismo ufficialmente riconosciuto.

Lo scopo è ordinare e razionalizzare un determinato campo di attività, al fine di raggiungere una situazione economica ottimale nel rispetto delle esigenze funzionali e di sicurezza

Il Disegno Tecnico

Esiste un **linguaggio convenzionale e condiviso**, basato sulla rappresentazione **bidimensionale** degli oggetti per **l'interscambio** e **l'archiviazione** dei dati di progetto **supportato da un insieme di norme definite a livello internazionale**:

ISO – International Organization for Standardization

CEN – European Committee for Standardization

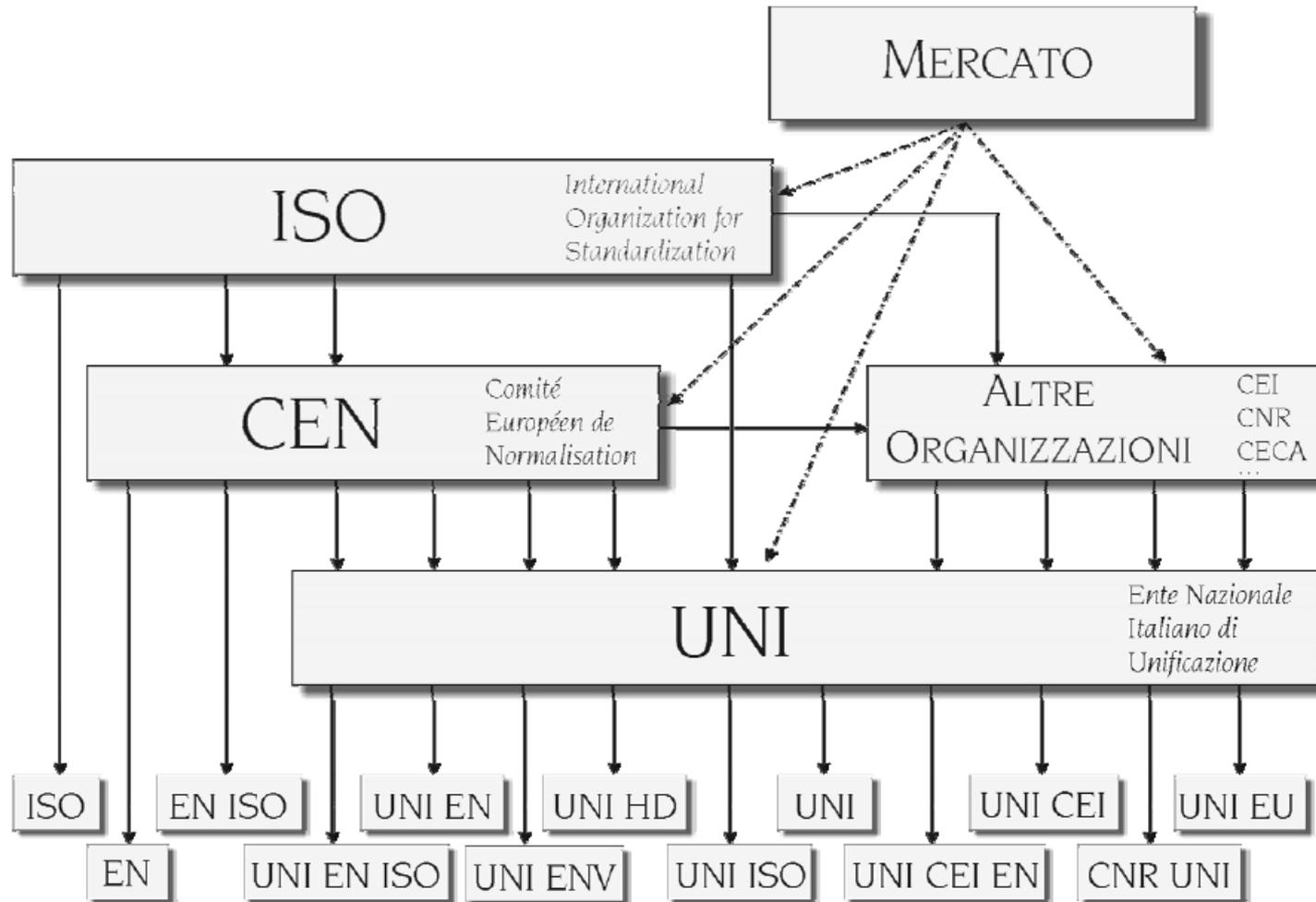
UNI – Ente Nazionale Italiano di Unificazione

DIN – Deutsches Institut für Normung

BSI – British Standard Institute

ANSI – American National Standards Institute

Normazione: Enti



Normazione: principi generali

OBIETTIVI DELLA NORMAZIONE OGGI:

- facilitare la comunicazione tecnica per mezzo dell'unificazione dei simboli, dei codici e delle interfacce;
- migliorare l'economicità di produzione ed utilizzo attraverso la definizione e l'unificazione dei prodotti e dei processi, delle prestazioni e delle modalità di controllo, prova e collaudo;
- promuovere la sicurezza dell'uomo e dell'ambiente attraverso la definizione dei requisiti di prodotti, processi e servizi;
- salvaguardare in generale gli interessi dei consumatori e della collettività.

ASPETTI CARATTERIZZANTI LE NORME:

- consensualità
- democraticità
- trasparenza
- volontarietà.

Esempio di NORME

INTERNATIONAL STANDARD **ISO 1101**

Second edition
2004-12-15

Geometrical Product Specifications (GPS) — Geometrical tolerancing — Tolerances of form, orientation, location and run-out

Spécification géométrique des produits (GPS) — Tolérancement géométrique — Tolérancement de forme, orientation, position et battant

Reference number
ISO 1101:2004(E)

 © ISO 2004

TECHNICAL REPORT **CEN ISO/TR 17641-3**

RAPPORT TECHNIQUE
TECHNISCHER BERICHT

March 2005

ICS 25.160.40

English version

Destructive tests on welds in metallic materials - Hot cracking tests for weldments - Arc welding processes - Part 3: Externally loaded tests (ISO/TR 17641-3:2005)

Essais destructifs des soudures sur matériaux métalliques - Essais de fissuration à chaud des assemblages soudés - Procédés de soudage à l'arc - Partie 3 : Essais sur éprouvette soumise à une charge extérieure (ISO/TR 17641-3:2005)

Zerstörende Prüfung von Schweißverbindungen an metallischen Werkstoff offen - Heißrissprüfungen für Schweißungen - Lichtbogenschweißprozesse - Teil 3: Fremdbeanspruchte Prüfungen (ISO/TR 17641-3:2005)

This Technical Report was approved by CEN on 20 March 2004. It has been drawn up by the Technical Committee CEN/TC 121.

CEN members are the national standards bodies of Austria, Belgium, Cyprus, Czech Republic, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Iceland, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Norway, Poland, Portugal, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden, Switzerland and United Kingdom.

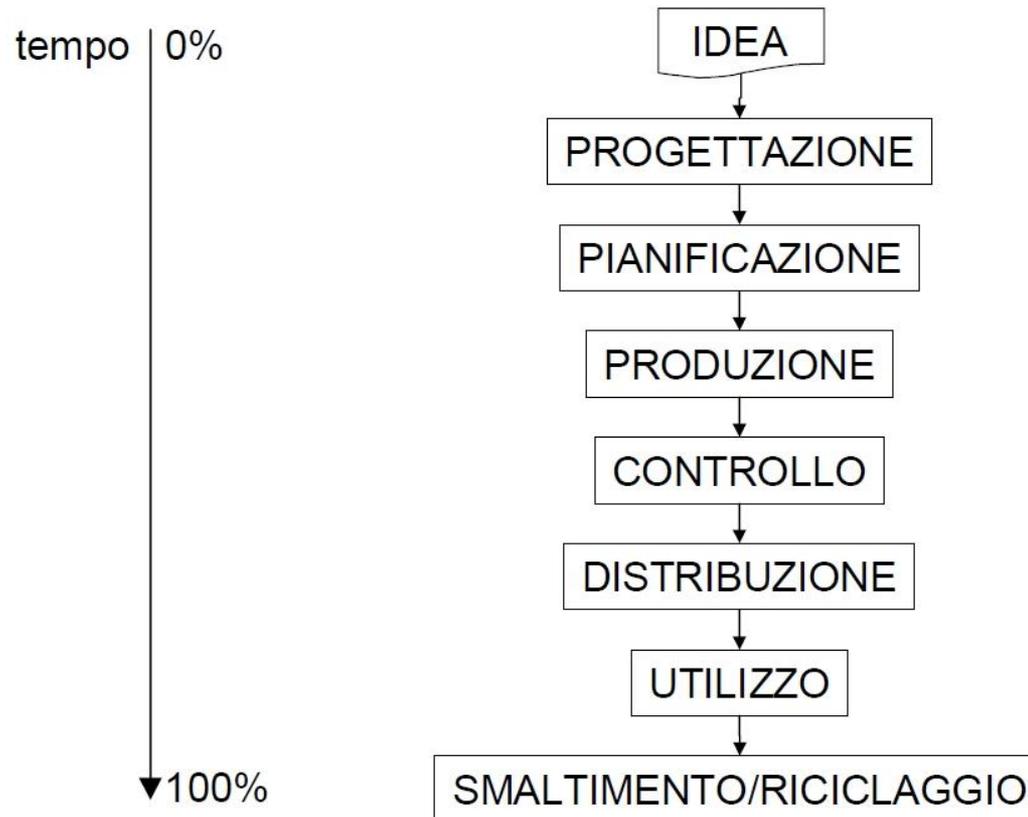


EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION
EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG

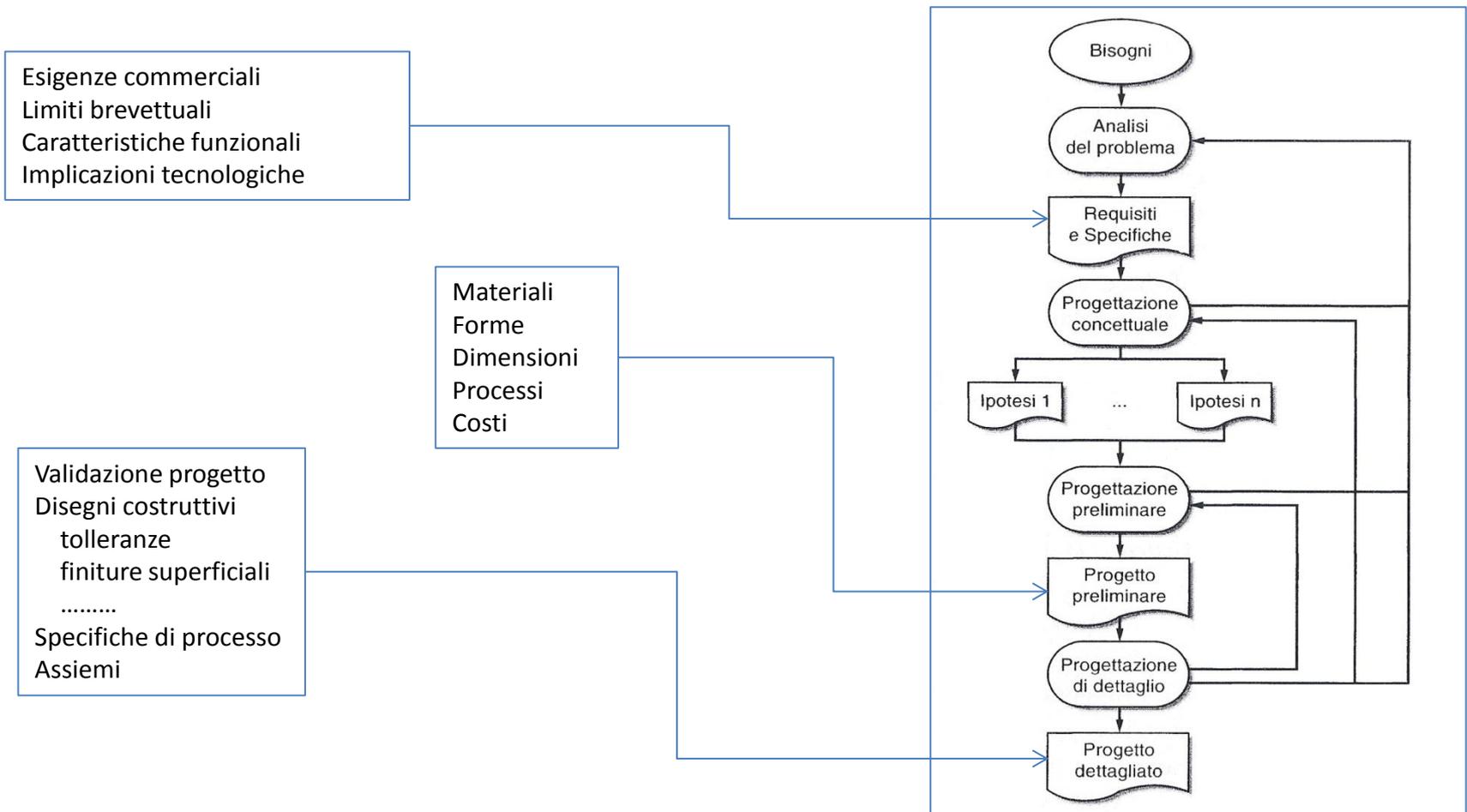
Management Centre: rue de Stassart, 36 B-1050 Brussels

© 2005 CEN All rights of exploitation in any form and by any means reserved worldwide for CEN national Members. Ref. No. CEN ISO/TR 17641-3:2005: E

Ciclo di vita del prodotto



Il processo di progettazione



IL DISEGNO TECNICO

Mediante un disegno tecnico si rappresenta in uno spazio bidimensionale (IL FOGLIO) un oggetto tridimensionale, la cui rappresentazione viene eseguita adottando simbologie universalmente riconosciute e di significato univoco.

UNIFICAZIONE

IL DISEGNO TECNICO

- Documenta lo stato della conoscenza aziendale e la storia del prodotto (knowledge management)
- Supporta la distribuzione delle informazioni necessarie lungo tutto il ciclo di vita del prodotto
- Permette di definire processi e attività di verifica, validazione, misurazione e prova, specifiche per il prodotto (ISO 9000)
- Consente attività di progettazione distribuita (outsourcing nella progettazione e con i fornitori)

Principali norme per il disegno tecnico

ARGOMENTO	NORMA
Principi generali	
Termini relativi ai disegni tecnici: generalità e tipi di disegno	UNI ISO 10209-1
Termini relativi ai metodi di proiezione	UNI ISO 10209-2
Formati e disposizione degli elementi grafici dei fogli da disegno	UNI EN ISO 5457
Piegatura dei fogli	UNI 938
Convenzioni di base delle linee	UNI EN ISO 128-20
Linee utilizzate nei disegni di meccanica e di ingegneria industriale	UNI EN ISO 128-24
Scale	UNI EN ISO 5455
Aree dei dati nei riquadri delle iscrizioni	UNI EN ISO 7200
Scrittura	UNI EN ISO 3098-0/5
Rappresentazione	
Metodi di proiezione	UNI EN ISO 5456-1/4
Convenzioni fondamentali per le viste	UNI ISO 128-30
Viste nei disegni di meccanica ed ingegneria industriale	UNI ISO 128-34
Convenzioni fondamentali per tagli e sezioni	UNI ISO 128-40
Sezioni nei disegni di ingegneria meccanica e industriale	UNI ISO 128-44
Convenzioni generali di rappresentazione delle superfici in sezioni e tagli	UNI ISO 128-50
Quotatura	
Quotatura e indicazione delle tolleranze	UNI ISO 129-1

Tipi di disegno tecnico

La norma UNI ISO 10209-1 stabilisce e definisce i termini usati nella documentazione tecnica di prodotto relativa ai disegni tecnici in tutti i campi di applicazione.

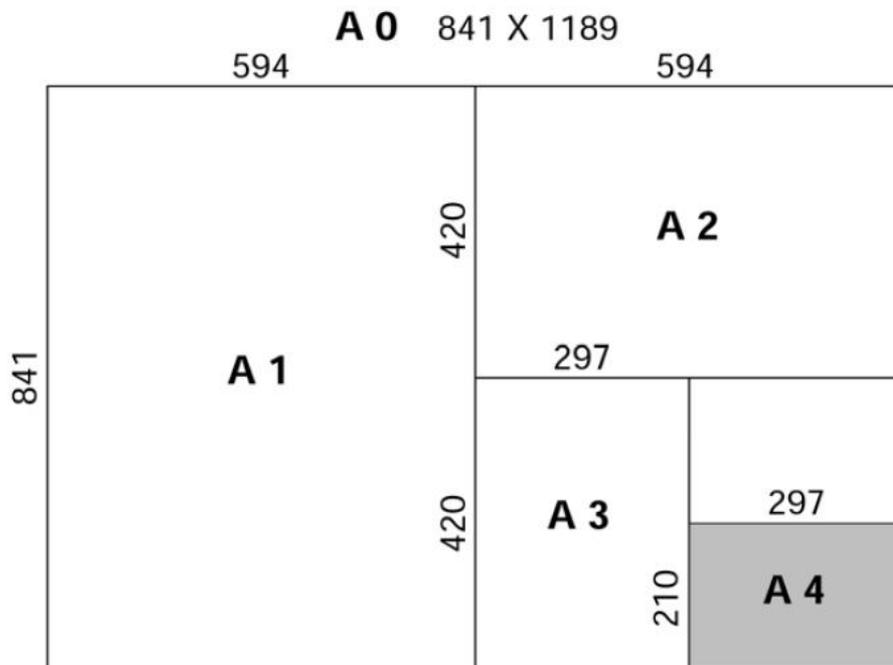
In particolare definisce 22 tipi diversi di disegno. A titolo di esempio ecco i principali:

- Disegno di insieme
- Disegno di componente
- Disegno di dettaglio
- Disegno di produzione
-

Il foglio (UNI EN ISO 5457)

I disegni devono essere eseguiti sul minore formato che consenta la **chiarezza**, la **nitidezza** e l'**economia** necessari.

I formati rifilati vengono contrassegnati con la lettera A (serie ISO-A).
Il formato di riferimento è l'A0 di area circa 1m²



$$\text{Base} = \sqrt{2} * \text{Altezza}$$

per il foglio A0 841x1189
 $1189 = 841 * \sqrt{2}$

$$A1 = A0/2 \quad 594x841$$

$$A2 = A1/2 \quad 420x594$$

$$A3 = A2/2 \quad 297x420$$

$$A4 = A3/2 \quad 210x297$$

$$A_n = A0/2^n \quad (\text{area})$$

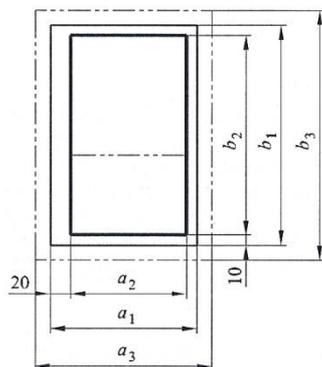
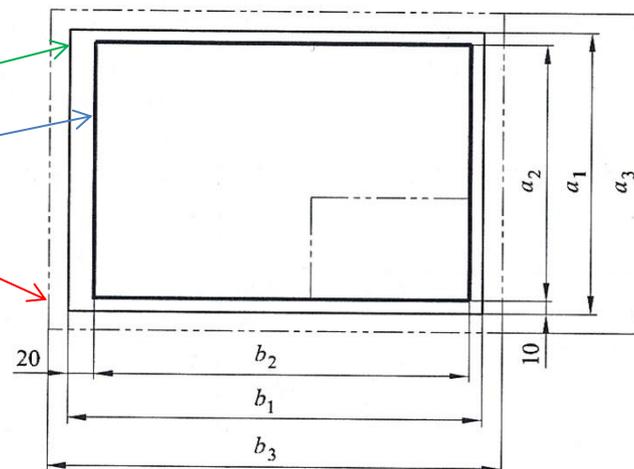
Il foglio (UNI EN ISO 5457)

Formati dei fogli rifilati e non rifilati e zona per l'esecuzione del disegno

Dimensioni in millimetri

Designazione	Figura	Foglio rifilato (T)		Zona del disegno		Foglio non rifilato (U)	
		a_1 1)	b_1 1)	a_2 $\pm 0,5$	b_2 $\pm 0,5$	a_3 ± 2	b_3 ± 2
A0	1	841	1 189	821	1 159	880	1 230
A1	1	594	841	574	811	625	880
A2	1	420	594	400	564	450	625
A3	1	297	420	277	390	330	450
A4	1 e 2	210	297	180	277	240	330

Nota Per i formati >A0, vedere ISO 216.
1) Per le tolleranze, vedere ISO 216.

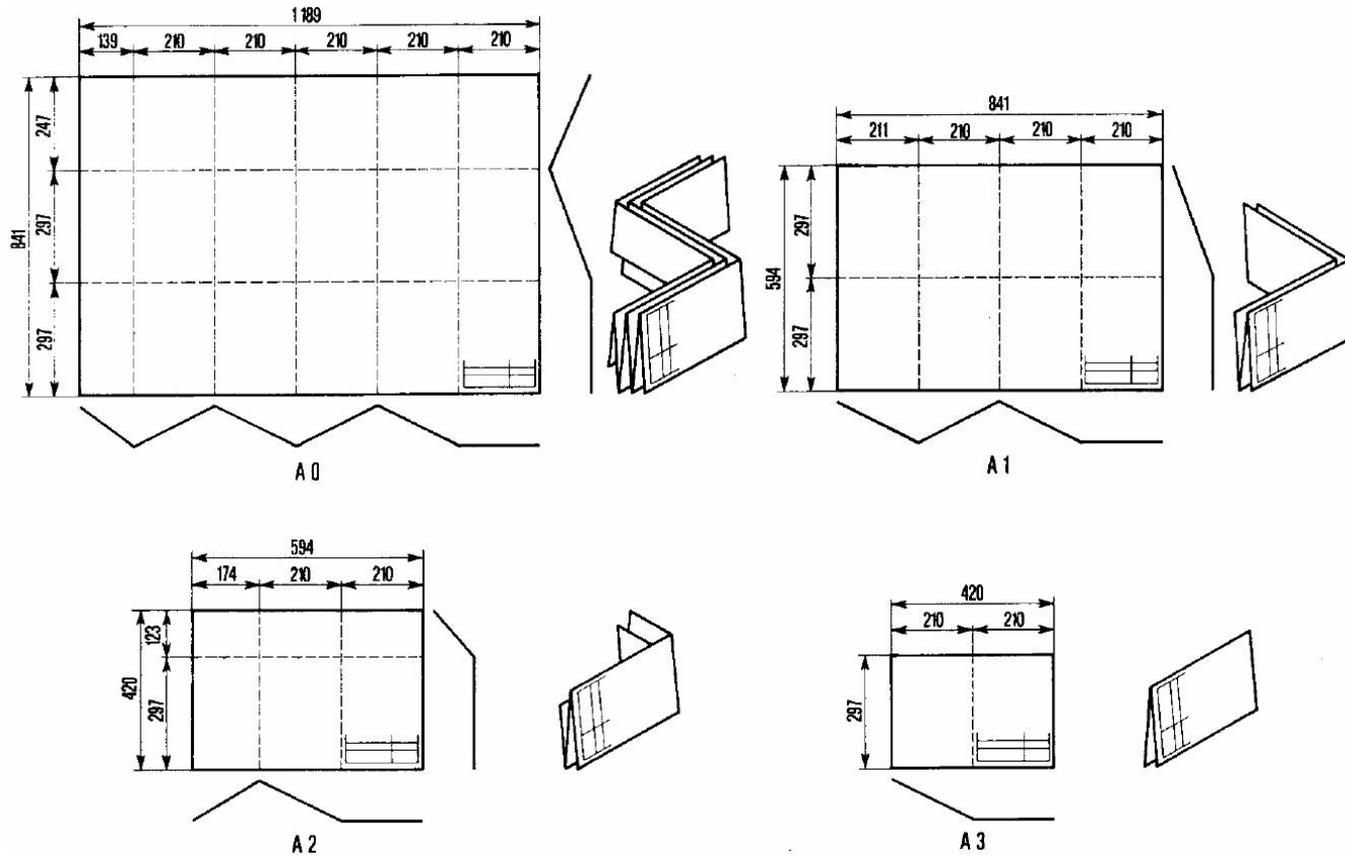


Per i formati da A0 a A3 sono consentiti solamente i fogli posizionati orizzontalmente.

Per il formato A4 è consentito posizionare il foglio sia verticalmente che orizzontalmente.

Piegatura (UNI 938)

Si riducono i vari formati alla dimensione di un A4



Tipi di linea (UNI EN ISO 128-20)

-
- 2** **TERMINI E DEFINIZIONI**
- Ai fini della presente parte della ISO 128, si applicano le seguenti definizioni.
- 2.1** **linea:** Elemento geometrico la cui lunghezza è maggiore della metà della larghezza e che congiunge un'origine ad una estremità terminale con qualsiasi forma, ad esempio rettilinea, curvilinea, con o senza interruzioni.
- Nota 1 L'origine e l'estremità terminale possono coincidere, come nel caso di una linea circolare.
- Nota 2 Un tratto la cui lunghezza è minore o uguale alla metà della larghezza è denominato punto.
- Nota 3 È opportuno eseguire una prova per verificare l'aspetto del disegno prima della microfilmatura o della trasmissione via telefax.
- 2.2** **elemento di linea:** Parte singola di una linea non continua, quale ad esempio punti, tratto di maggiore o minore lunghezza e interspazi.
- 2.3** **segmento di linea:** Insieme di due o più elementi di linea diversi che formano una linea non continua, ad esempio, tratto lungo/interspazio/punto/interspazio/punto/interspazio.

Tipi di linea (UNI EN ISO 128-20)

N°	Rappresentazione	Descrizione
01		linea continua
02		linea a tratti
03		linea a tratti distanziati
04		linea mista a punto e tratto lungo
05		linea mista a due punti e tratto lungo
06		linea mista a tre punti e tratto lungo
07		linea punteggiata
08		linea a tratto lungo e tratto breve

N°	Rappresentazione	Descrizione
09		linea a tratto lungo e due tratti brevi
10		linea mista a punto e tratto
11		linea mista a punto e due tratti
12		linea mista a due punti e un tratto
13		linea mista a due punti e due tratti
14		linea mista a tre punti e un tratto
15		linea mista a tre punti e due tratti

Linee principalmente utilizzate per applicazioni meccaniche

Groszezza delle linee (UNI EN ISO 128-20)

La groszezza deve essere scelta nella seguente gamma (mm):

0.13; 0.18; 0.25; 0.35; 0.50; 0.70; 1.00; 1.40; 2.00

La gamma si basa sul rapporto costante:

$$1/\sqrt{2}$$

Il rapporto delle groszezze delle linee extra-grosze, grosze e fine è:

4:2:1

Nei disegni di meccanica si utilizzano due groszezze delle linee

La groszezza deve essere costante per tutta la lunghezza della linea.

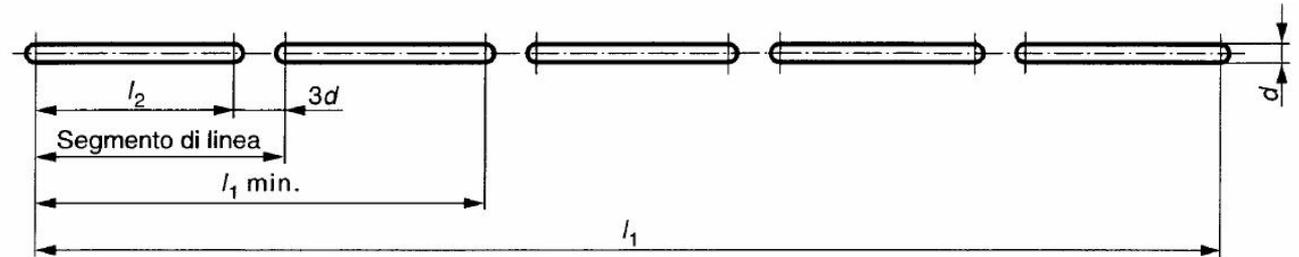
Esempio: designazione di una linea tipo 05, groszezza 0.13 colore bianco:

Linea ISO 128-20 – 05x0.13 / bianca

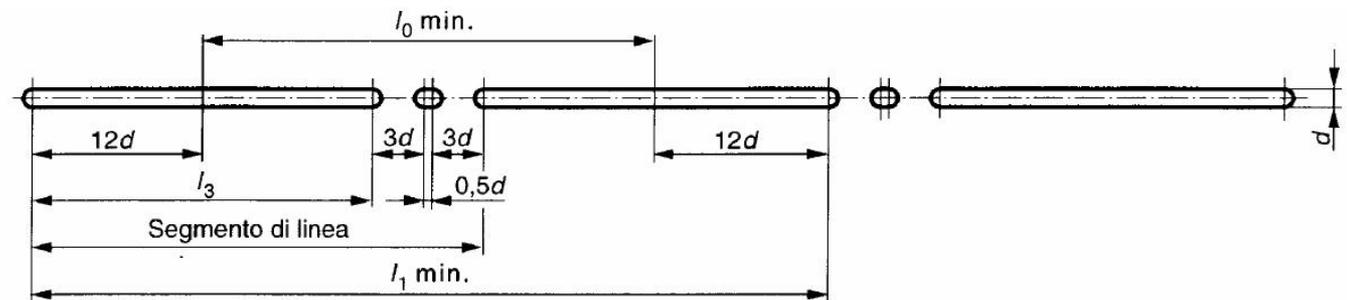
Grossezza delle linee (UNI EN ISO 128-21)

Configurazione dei principali tipi di linea

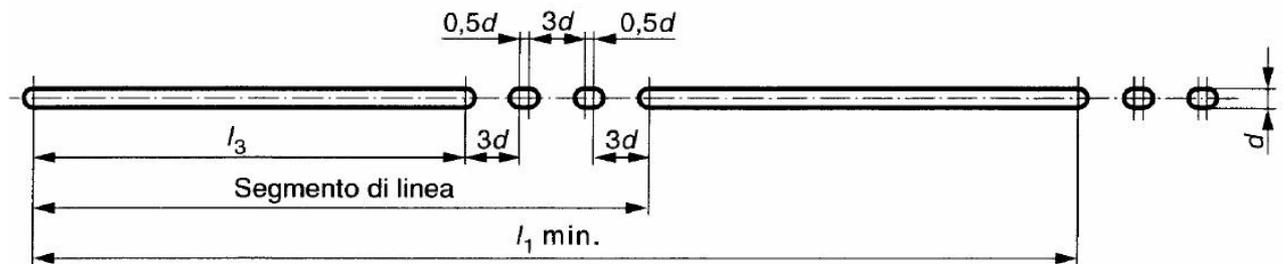
Linea tipo 02



Linea tipo 04



Linea tipo 05



Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

prospetto 1 Tipi di linea e loro applicazioni

N°	Linea Descrizione e rappresentazione	Applicazione	Riferimento alla norma ISO
01.1		.1 intersezioni fittizie	-
		.2 linee di misura	129
		.3 linee di riferimento	129
		.4 linee di richiamo e linee di riferimento	128-22
		.5 tratteggi	128-50
		.6 contorni di sezioni ribaltate	128-40
		.7 assi brevi	-
		.8 fondi di filettature	6410-1
		.9 origine ed estremità di linee di misura	129
		.10 diagonali indicanti superfici piane	-
		.11 linee di indicazione di spigoli fittizi e linee di piegatura	-
		.12 identificazione di dettagli	-
		.13 identificazione di dettagli ripetitivi	-
		.14 linee di definizione di elementi conici	3040
		.15 collocazione di lamierini sottili	-
		.16 linee di proiezione	-
		.17 linee di griglia	-
	Linea continua fine irregolare 	.18 limiti, preferibilmente tracciati a mano libera, di viste e sezioni parziali o interrotte, quando non siano assi o tracce di piani di simmetria ^{a)}	-
	Linea continua fine con zig-zag 	.19 limiti, tracciati con sistemi assistiti dall'elaboratore, di viste e sezioni parziali o interrotte, quando non siano assi o tracce di piani di simmetria ^{a)}	-

Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

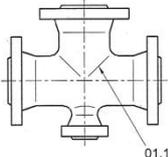
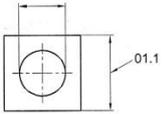
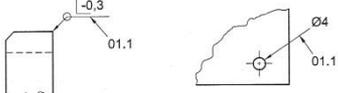
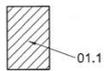
01.2	Linea continua grossa 	.1	spigoli in vista	128-30
		.2	contorni in vista	128-30
		.3	creste di filettature	6410-1
		.4	termine della filettatura a filetto completo	6410-1
		.5	rappresentazioni principali in diagrammi e schemi	-
		.6	schemi di strutture di carpenteria metallica	5261
		.7	tracce in vista generate dalla separazione degli stampi	10135
		.8	frecce indicatrici di tagli e di sezioni	128-40
02.1	Linea a tratti fine 	.1	spigoli nascosti	128-30
		.2	contorni nascosti	128-30
02.2	Linea a tratti grossa 	.1	indicazione di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio trattamento termico	-
04.1	Linea mista fine a punto e tratto lungo 	.1	assi di simmetria	-
		.2	tracce di piani di simmetria	-
		.3	circonferenze primitive di ingranaggi	2203
		.4	circonferenze su cui si trovano assi di fori	-
04.2	Linea mista grossa a punto e tratto lungo 	.1	indicazioni di porzioni di superfici soggette a trattamento, per esempio trattamento termico	-
		.2	posizione piani di taglio e di sezione	128-40

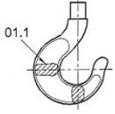
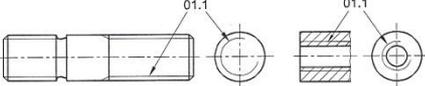
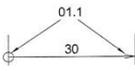
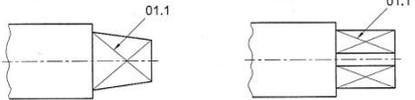
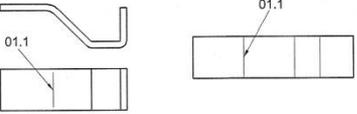
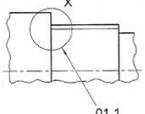
Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

prospetto 1 Tipi di linea e loro applicazioni (Continua)

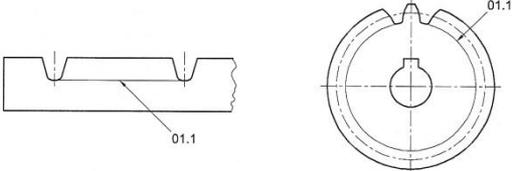
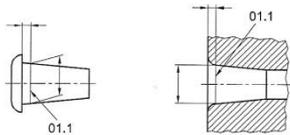
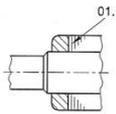
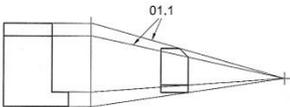
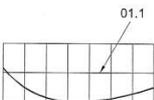
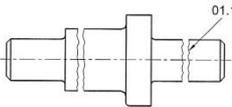
N°	Linea Descrizione e rappresentazione	Applicazione	Riferimento alla norma ISO
05.1	Linea mista fine a due punti e tratto lungo -----	.1 contorni di pezzi adiacenti	-
		.2 posizioni estreme di parti mobili	-
		.3 assi o luoghi baricentrici	-
		.4 contorni prima delle lavorazioni (sovrapp metallo)	-
		.5 parti situate anteriormente al piano di sezione	-
		.6 contorni di possibili esecuzioni alternative	-
		.7 contorni di parti finite sovrapposte al disegno dei grezzi	10135
		.8 riquadri indicativi di zone particolari	-
		.9 zona di tolleranza proiettata	10578
a)	È consigliabile utilizzare un solo tipo di linea nello stesso disegno.		

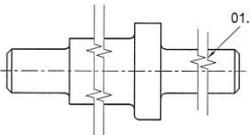
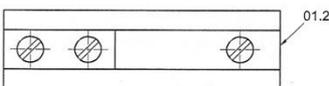
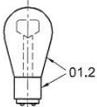
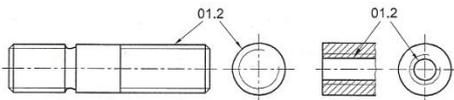
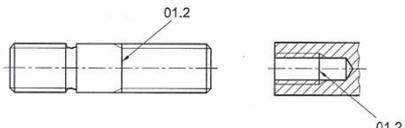
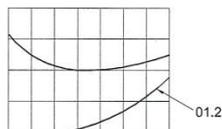
Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

prospetto A.1 Esempi di applicazione	
01.1	Linea continua fine
01.1.1	Linee di intersezione fittizie 
01.1.2	Linee di misura 
01.1.3	Linee di riferimento 
01.1.4	Linee di richiamo e linee di riferimento 
01.1.5	Tratteggi 

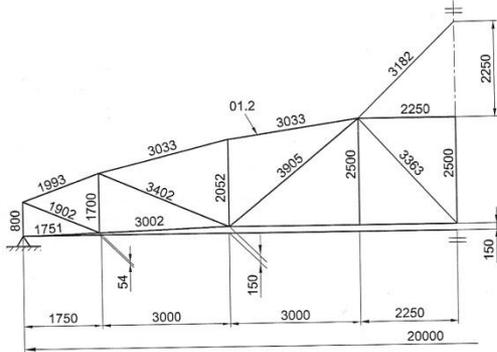
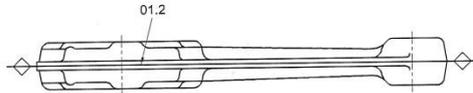
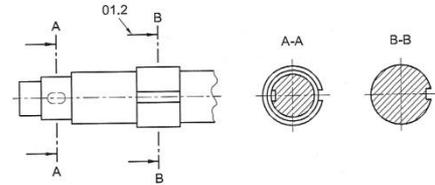
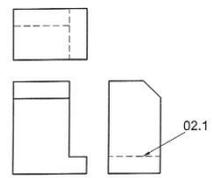
prospetto A.1 Esempi di applicazione (Continua)	
01.1.6	Contorni di sezioni ribaltate 
01.1.7	Assi brevi 
01.1.8	Fondi di filettature 
01.1.9	Origine ed estremità di linee di misura 
01.1.10	Diagonali indicanti superfici piane 
01.1.11	Linee di indicazione di spigoli fittizi e linee di piegatura 
01.1.12	Identificazione di dettagli 

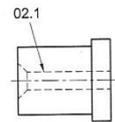
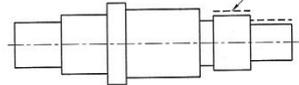
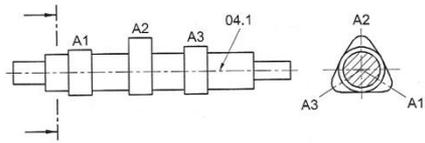
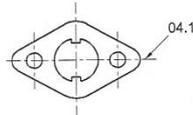
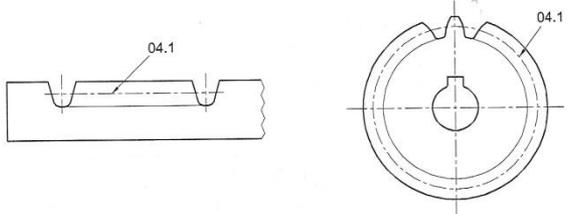
Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

prospetto A.1 Esempi di applicazione (Continua)	
01.1.13	Identificazione di dettagli ripetitivi, per esempio circonferenza di piede negli ingranaggi 
01.1.14	Linee di definizione di elementi conici 
01.1.15	Collocazione di lamierini sottili, per esempio lamierini per trasformatore 
01.1.16	Linee di proiezione 
01.1.17	Linee di griglia 
01.1.18	Linee continue fini irregolari, a mano libera 

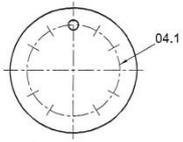
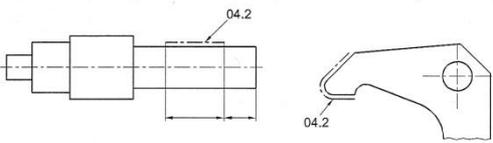
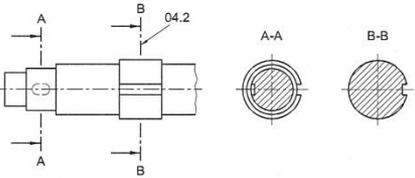
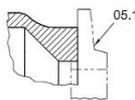
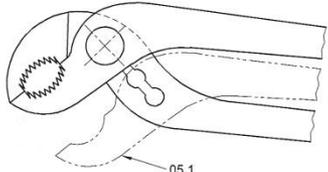
prospetto A.1 Esempi di applicazione (Continua)	
01.1.19	Linee continue fini con zig-zag 
01.2	Linea continua grossa
01.2.1	Spigoli in vista 
01.2.2	Contorni in vista 
01.2.3	Creste di filettature 
01.2.4	Termine della filettatura a filetto completo 
01.2.5	Rappresentazioni principali in diagrammi e schemi 

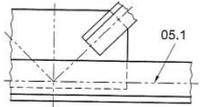
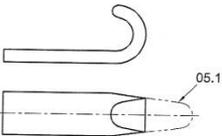
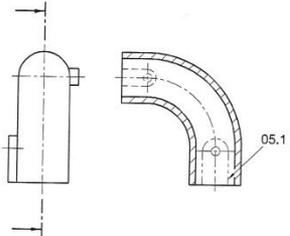
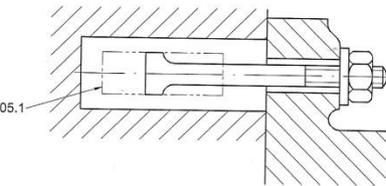
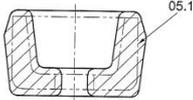
Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

prospetto A.1 Esempi di applicazione (Continua)	
01.2.6	Schemi di strutture di carpenteria metallica 
01.2.7	Tracce in vista generate dalla separazione di stampi 
01.2.8	Frece indicatrici di tagli e di sezioni 
02.1	Linea a tratti fine
02.1.1	Spigoli nascosti 

prospetto A.1 Esempi di applicazione (Continua)	
02.1.2	Contorni nascosti 
02.2	Linea a tratti grossa
02.2.1	Indicazione di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio trattamenti termici 
04.1	Linea mista fine a punto e tratto lungo
04.1.1	Assi di simmetria 
04.1.2	Tracce di piani di simmetria 
04.1.3	Circonferenze primitive di ingranaggi 

Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

prospetto A.1 Esempi di applicazione (Continua)	
04.1.4	Circonferenza su cui si trovano assi di fori 
04.2	Linea mista grossa a punto e tratto lungo
04.2.1	Indicazioni di porzioni di superfici soggette a trattamento (per esempio, trattamenti termici, aree per misurazioni) 
04.2.2	Posizione di piani di taglio e di sezione 
05.1	Linea mista fine a due punti e tratto lungo
05.1.1	Contorni di pezzi adiacenti 
05.1.2	Posizioni estreme di parti mobili 

prospetto A.1 Esempi di applicazione (Continua)	
05.1.3	Assi o luoghi baricentrici 
05.1.4	Contorni prima delle lavorazioni (sovrametallo) 
05.1.5	Parti situate anteriormente al piano di sezione 
05.1.6	Contorni di possibili esecuzioni alternative 
05.1.7	Contorni di parti finite sovrapposte al disegno dei grezzi 

La scrittura sui disegni (UNI EN ISO 3098)

Le caratteristiche principali richieste alla scrittura sono:

1. Leggibilità
2. Compatibilità con i procedimenti di riproduzione
3. Compatibilità con i sistemi di disegno computerizzato

Gamma delle dimensioni nominali (mm):

1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20

modulate da una ragione $\sqrt{2}$ (vedi progressione geometrica dei formati carta)

Groschezza dei tratti:

- Conforme alla ISO 128-20 (Convenzioni di base delle linee)
- Lettere maiuscole e minuscole hanno la stessa groschezza di tratto

La scrittura sui disegni (UNI EN ISO 3098)

Tipi di scrittura

I differenti tipi di scrittura sono i seguenti:

- | | | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none">- scrittura di tipo A, verticale (V)- scrittura di tipo A, inclinata (S) | } | Dimensioni specificate nel prospetto 1 |
| <ul style="list-style-type: none">- scrittura di tipo B, verticale (V)
(tipo da preferire)- scrittura di tipo B, inclinata (S) | } | Dimensioni specificate nel prospetto 2 |
| <ul style="list-style-type: none">- scrittura di tipo CA, verticale (V)- scrittura di tipo CA, inclinata (S)- scrittura di tipo CB, verticale (V)
(tipo da preferire)- scrittura di tipo CB, inclinata (S) | } | Vedere ISO 3098-5
(per le applicazioni CAD) |

La scrittura sui disegni (UNI EN ISO 3098)

Tipi di scrittura:

A	groschezza tratto 1/14 altezza carattere	
B	groschezza tratto 1/10 altezza carattere	<u>da preferire</u>
CA	groschezza tratto 1/14 altezza carattere	
CB	groschezza tratto 1/10 altezza carattere	<u>da preferire</u>

I tipi CA e CB sono specificati per applicazioni CAD

Esempi di designazione

Scrittura tipo B, verticale, alfabeto latino, dimensione nominale 5 mm :

Scrittura ISO 3098 – BVL – 5

Scrittura tipo A, inclinata, alfabeto greco, dimensione nominale 3.5 mm :

Scrittura ISO 3098 – ASG – 3.5

La scrittura sui disegni (UNI EN ISO 3098)

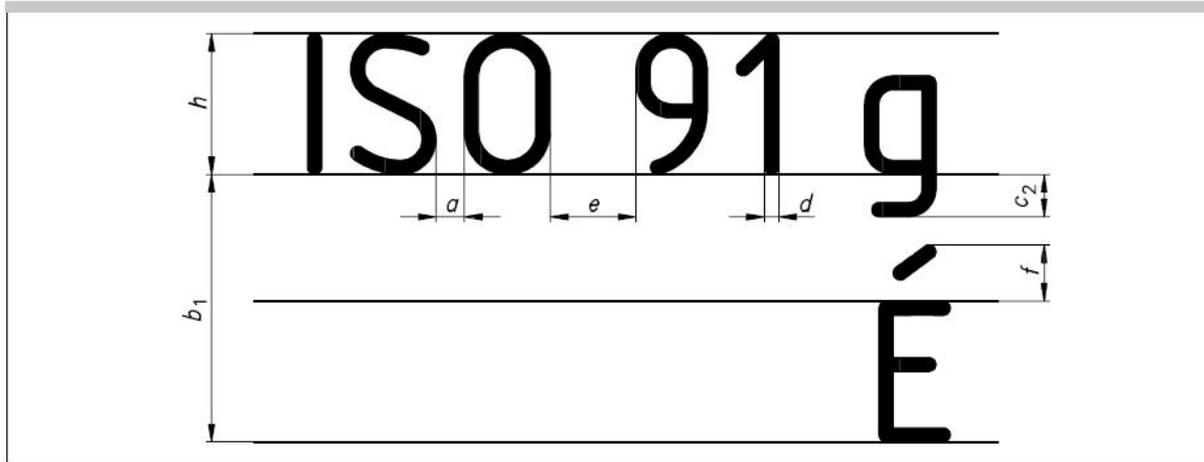


figura 2

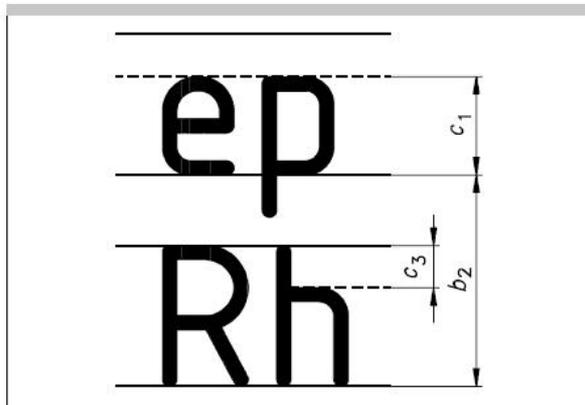
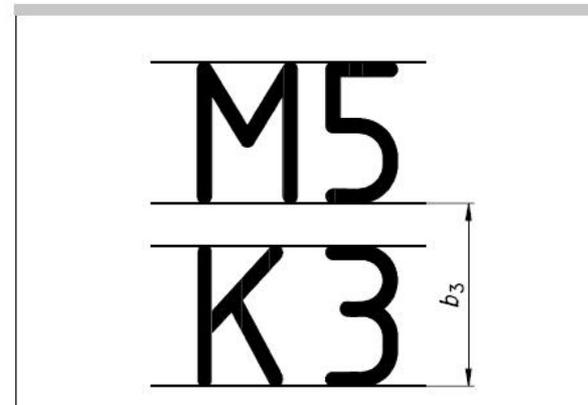


figura 3



La scrittura sui disegni (UNI EN ISO 3098)

prospetto 2 Dimensioni della scrittura di tipo B

Dimensioni in mm

Caratteristica	Rapporto in funzione di h	Dimensioni								
		1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20	
Altezza di scrittura	h	$(10/10)h$	1,8	2,5	3,5	5	7	10	14	20
Altezza della lettera minuscola (altezza della lettera x)	c_1	$(7/10)h$	1,26	1,75	2,5 ⁴⁾	3,5	5 ⁴⁾	7	10 ⁴⁾	14
Coda della lettera minuscola	c_2	$(3/10)h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Rialzo (ramo asta) della lettera minuscola	c_3	$(3/10)h$	0,54	0,75	1,05	1,5	2,1	3	4,2	6
Zona interessata dai segni diacritici (lettera maiuscola)	f	$(4/10)h$	0,72	1	1,4	2	2,8	4	5,6	8
Spazio fra i caratteri	a	$(2/10)h$	0,36	0,5	0,7	1	1,4	2	2,8	4
Spazio minimo fra le linee di base della scrittura ¹⁾	b_1	$(19/10)h$	3,42	4,75	6,65	9,5	13,3	19	26,6	38
Spazio minimo fra le linee di base della scrittura ²⁾	b_2	$(15/10)h$	2,7	3,75	5,25	7,5	10,5	15	21	30
Spazio minimo fra le linee di base della scrittura ³⁾	b_3	$(13/10)h$	2,34	3,25	4,55	6,5	9,1	13	18,2	26
Spazio tra le parole	e	$(6/10)h$	1,08	1,5	2,1	3	4,2	6	8,4	12
Groschezza del tratto	d	$(1/10)h$	0,18	0,25	0,35	0,5	0,7	1	1,4	2
1) Stile di scrittura: lettere maiuscole e minuscole con segni diacritici (vedere figura 1). 2) Stile di scrittura: lettere maiuscole e minuscole senza segni diacritici (vedere figura 2). 3) Stile di scrittura: lettere maiuscole solamente (vedere figura 3). 4) Valori arrotondati.										

Scale dimensionali (UNI EN ISO 5455)

Definizioni

Scala: rapporto tra la dimensione lineare di un elemento di un oggetto, come rappresentato in un disegno originale, e la stessa dimensione lineare dello stesso elemento del medesimo oggetto

(NB la scala di riproduzione può essere differente dalla scala del disegno originale)

Scala al naturale: scala con rapporto 1:1

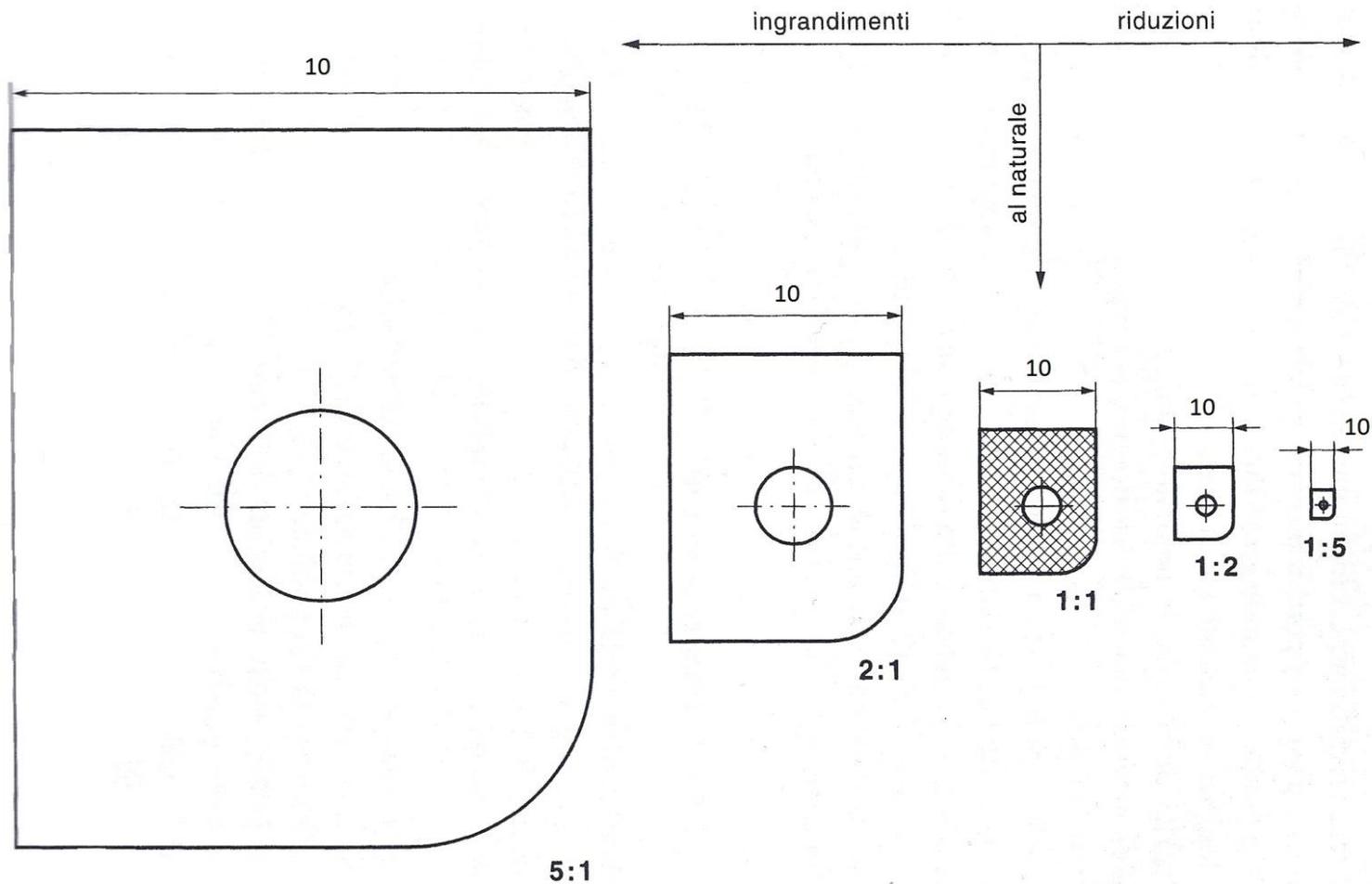
Scala di ingrandimento: scala con rapporto maggiore di 1:1 (2:1; 5:1; 10:1; 20:1; 50:1)

Scala di riduzione: scala con rapporto minore di 1:1 (1:2; 1:5;; 1:100; 1:200;

Categoria	Scale raccomandate		
Scale di ingrandimento	50 : 1 5 : 1	20 : 1 2 : 1	10 : 1
Scala al naturale	1 : 1		
Scale di riduzione	1 : 2 1 : 20 1 : 200 1 : 2 000	1 : 5 1 : 50 1 : 500 1 : 5 000	1 : 10 1 : 100 1 : 1 000 1 : 10 000

Nei disegni a scala ingrandita si raccomanda di aggiungere una rappresentazione al naturale

Scale dimensionali (UNI EN ISO 5455)



Cartiglio (UNI EN ISO 7200)

Il **cartiglio** (o **riquadro delle iscrizioni**) contiene le informazioni idonee alla identificazione ed alla interpretazione dell'elaborato, nonché tutte le indicazioni utili per la sua corretta gestione.

Collocazione: in basso a destra per i formati da A0 a A3
in basso (per tutta la larghezza) su un formato A4

Larghezza: 180mm (corrisponde alla larghezza utile di un formato A4 con margine sinistro di 20mm e destro di 10mm)

Campi dati: dati di identificazione
dati descrittivi
dati amministrativi

Cartiglio

(UNI EN ISO 7200)

Dati di identificazione

prospetto 1 Campi di dati di identificazione nel riquadro delle iscrizioni

Punto	Nome del campo	Dipendenza dalla lingua	Numero di caratteri raccomandati	Obbligatorietà
5.1.2	Proprietario legale	-	Non specificato	M
5.1.3	Numero di identificazione	No	16	M
5.1.4	Indice di revisione	No	2	O
5.1.5	Data di edizione	No	10	M
5.1.6	Numero della parte/foglio	No	4	M
5.1.7	Numero di parti/fogli	No	4	O
5.1.8	Codice della lingua	No	4 per lingua	O
M	Obbligatorio			
O	Facoltativo			

Dati descrittivi

prospetto 2 Campi di dati descrittivi nel riquadro delle iscrizioni

Punto	Nome del campo	Dipendenza dalla lingua	Numero di caratteri raccomandati	Obbligatorietà
5.2.2	Titolo	Si	25/30 ^{a)}	M
5.2.3	Sottotitolo	Si	2 × 25/30 ^{a)}	O
M	Obbligatorio			
O	Facoltativo			
a)	Sono necessari 30 caratteri nel caso di lingue utilizzanti caratteri a doppio byte, come giapponese e cinese.			

Cartiglio (UNI EN ISO 7200)

Dati amministrativi

prospetto 3 **Campi di dati amministrativi nel riquadro delle iscrizioni**

Punti	Nome del campo	Dipendenza dalla lingua	Numero di caratteri raccomandati	Obbligatorietà
5.3.2	Reparto responsabile	No/Sì ^{a)}	10	O
5.3.3	Riferimento tecnico	No/Sì ^{a)}	20	O
5.3.4	Verificatore	No/Sì ^{a)}	20	M
5.3.5	Autore	No/Sì ^{a)}	20	M
5.3.6	Tipo di documento	Sì	30	M
5.3.7	Classificazione/parole chiave	No/Sì ^{a)}	Non specificato	O
5.3.8	Stadio del documento	Sì	20	O
5.3.9	Numero della pagina	No	4	O
5.3.10	Numero di pagine	No	4	O
5.3.11	Formato dei fogli	No	4	O
M	Obbligatorio			
O	Facoltativo			
a)	"Sì" per supportare una presentazione in diversi tipi di alfabeto.			

Cartiglio (UNI EN ISO 7200)

Esempi di configurazione del riquadro delle iscrizioni sui disegni tecnici

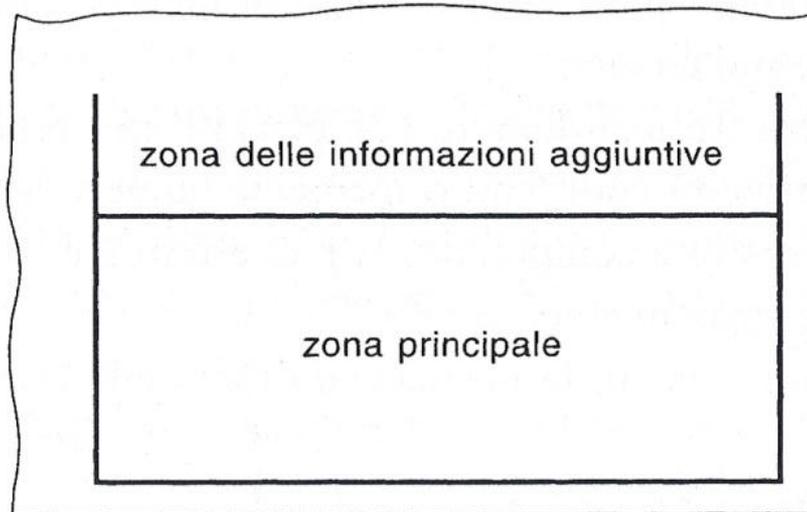
figura 1 Riquadro delle iscrizioni con una linea supplementare, portante i campi per il contenuto fattuale del documento

Reparto responsabile ABC 2	Riferimento tecnico Patricia Johnson	Tipo di documento Disegno di sottoinsieme		Stadio del documento Pubblicato			
Proprietario legale	Autore Jane Smith	Titolo, sottotitolo Piastra d'apparecchio Assieme con supporti	AB123 456-7				
	Verificato da David Brown		Rev. A	Data di edizione 2002-05-14	Lingua en	Parte 1/5	
180 mm							

figura 2 Riquadro delle iscrizioni con i campi del nome della persona in una riga aggiuntiva. Questa presentazione, libera spazio nel campo "Proprietario legale" e si ha a disposizione una zona all'angolo superiore destro, utilizzabile per una classificazione, una parola chiave, ecc.

Reparto responsabile ABC 2	Riferimento tecnico Patricia Johnson	Autore Jane Smith	Verificato da David Brown				
Proprietario legale	Tipo di documento Disegno di sottoinsieme		Stadio del documento Pubblicato				
	Titolo, sottotitolo Piastra d'apparecchio assieme con supporti		AB123 456-7				
		Rev. A	Data di edizione 2002-05-14	Lingua EN	Parte 1/5		
180 mm							

Cartiglio (UNI 8187 - ritirata)



Zona principale:

- Numero del disegno (codice)
- Indice di revisione
- Data di edizione
- Titolo/Sottotitolo
- Ragione sociale
- Scale di esecuzione
- Responsabilità/Controllo (firme e date)

Zona aggiuntiva:

- Specifiche particolari
- Descrizione modifiche
- Informazioni sui materiali
- Quantità

Cartiglio esercitazioni

The diagram shows a technical drawing of a header for an exercise sheet. It includes a coordinate grid with horizontal dimensions (0, 20, 60, 90, 140, 160, 180) and vertical dimensions (15, 10.5, 10, 20, 10, 10). The header is divided into several sections:

Indicazioni		Data	Revisione	
		Materiale		
	Nome	Firma		
Disegnato			Università degli Studi di Ferrara Ingegneria Meccanica	
Visionato				
Disegno Tecnico Industriale		Titolo		A3
		Scala	Foglio	

Tipi di linea e Applicazioni

Ing. Alessandro Carandina

Tipi di linea (UNI EN ISO 128-20)

N°	Rappresentazione	Descrizione
01		linea continua
02		linea a tratti
03		linea a tratti distanziati
04		linea mista a punto e tratto lungo
05		linea mista a due punti e tratto lungo
06		linea mista a tre punti e tratto lungo
07		linea punteggiata
08		linea a tratto lungo e tratto breve

N°	Rappresentazione	Descrizione
09		linea a tratto lungo e due tratti brevi
10		linea mista a punto e tratto
11		linea mista a punto e due tratti
12		linea mista a due punti e un tratto
13		linea mista a due punti e due tratti
14		linea mista a tre punti e un tratto
15		linea mista a tre punti e due tratti

● Linee principalmente utilizzate per applicazioni meccaniche

Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

prospetto 1 Tipi di linea e loro applicazioni

N°	Linea Descrizione e rappresentazione	Applicazione	Riferimento alla norma ISO
01.1	Linea continua fine 	.1 intersezioni fittizie	-
		.2 linee di misura	129
		.3 linee di riferimento	129
		.4 linee di richiamo e linee di riferimento	128-22
		.5 tratteggi	128-50
		.6 contorni di sezioni ribaltate	128-40
		.7 assi brevi	-
		.8 fondi di filettature	6410-1
		.9 origine ed estremità di linee di misura	129
		.10 diagonali indicanti superfici piane	-
		.11 linee di indicazione di spigoli fittizi e linee di piegatura	-
		.12 identificazione di dettagli	-
		.13 identificazione di dettagli ripetitivi	-
		.14 linee di definizione di elementi conici	3040
		.15 collocazione di lamierini sottili	-
		.16 linee di proiezione	-
		.17 linee di griglia	-
	Linea continua fine irregolare 	.18 limiti, preferibilmente tracciati a mano libera, di viste e sezioni parziali o interrotte, quando non siano assi o tracce di piani di simmetria ^{a)}	-
	Linea continua fine con zig-zag 	.19 limiti, tracciati con sistemi assistiti dall'elaboratore, di viste e sezioni parziali o interrotte, quando non siano assi o tracce di piani di simmetria ^{a)}	-

Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

01.2	Linea continua grossa 	.1 spigoli in vista	128-30
		.2 contorni in vista	128-30
		.3 creste di filettature	6410-1
		.4 termine della filettatura a filetto completo	6410-1
		.5 rappresentazioni principali in diagrammi e schemi	-
		.6 schemi di strutture di carpenteria metallica	5261
		.7 tracce in vista generate dalla separazione degli stampi	10135
		.8 frecce indicatrici di tagli e di sezioni	128-40
02.1	Linea a tratti fine 	.1 spigoli nascosti	128-30
		.2 contorni nascosti	128-30
02.2	Linea a tratti grossa 	.1 indicazione di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio trattamento termico	-
04.1	Linea mista fine a punto e tratto lungo 	.1 assi di simmetria	-
		.2 tracce di piani di simmetria	-
		.3 circonferenze primitive di ingranaggi	2203
		.4 circonferenze su cui si trovano assi di fori	-
04.2	Linea mista grossa a punto e tratto lungo 	.1 indicazioni di porzioni di superfici soggette a trattamento, per esempio trattamento termico	-
		.2 posizione piani di taglio e di sezione	128-40

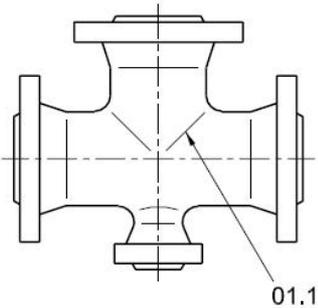
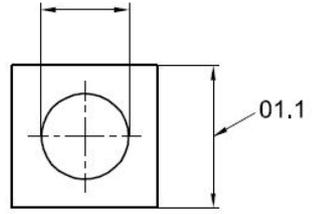
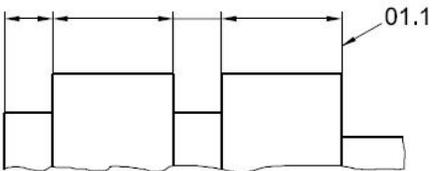
Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

prospetto 1 Tipi di linea e loro applicazioni (Continua)

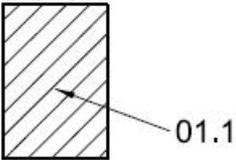
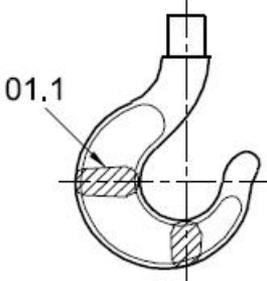
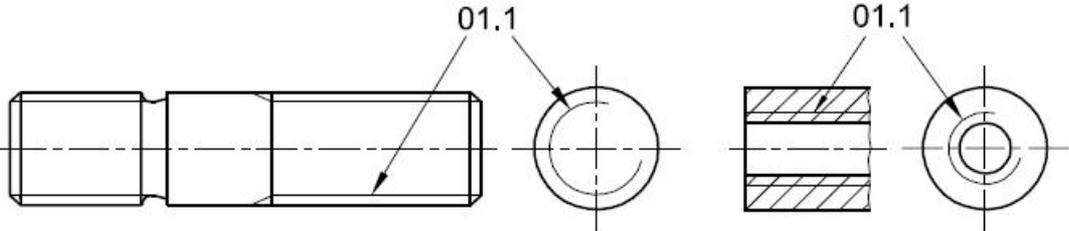
N°	Linea Descrizione e rappresentazione	Applicazione	Riferimento alla norma ISO
05.1	Linea mista fine a due punti e tratto lungo -----	.1 contorni di pezzi adiacenti	-
		.2 posizioni estreme di parti mobili	-
		.3 assi o luoghi baricentrici	-
		.4 contorni prima delle lavorazioni (sovrammetallo)	-
		.5 parti situate anteriormente al piano di sezione	-
		.6 contorni di possibili esecuzioni alternative	-
		.7 contorni di parti finite sovrapposte al disegno dei grezzi	10135
		.8 riquadri indicativi di zone particolari	-
		.9 zona di tolleranza proiettata	10578
a) È consigliabile utilizzare un solo tipo di linea nello stesso disegno.			

Tipi di linea e applicazioni (UNI ISO 128-24)

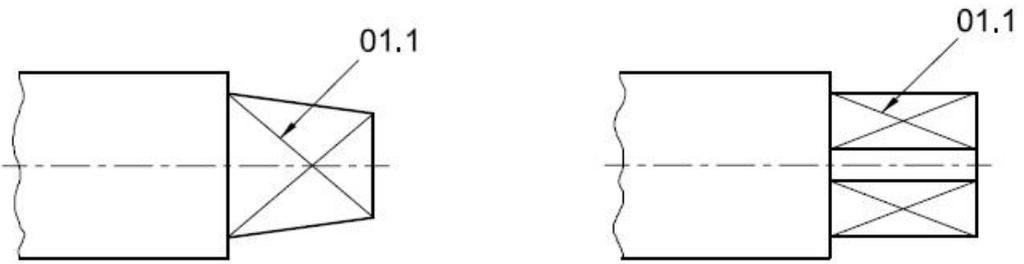
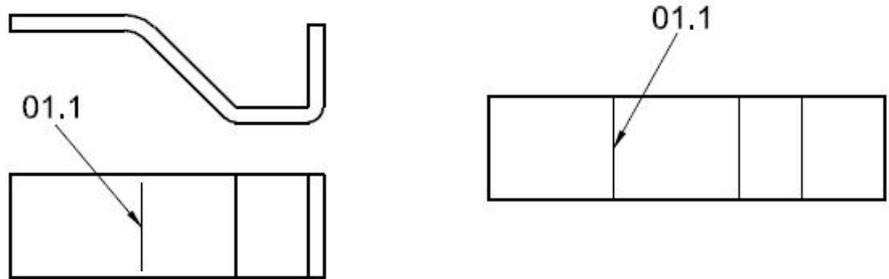
prospetto A.1 Esempi di applicazione

01.1	Linea continua fine
01.1.1	Linee di intersezione fittizie 
01.1.2	Linee di misura 
01.1.3	Linee di riferimento 

Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-24)

01.1.5	Tratteggi 
01.1.6	Contorni di sezioni ribaltate 
01.1.8	Fondi di filettature 

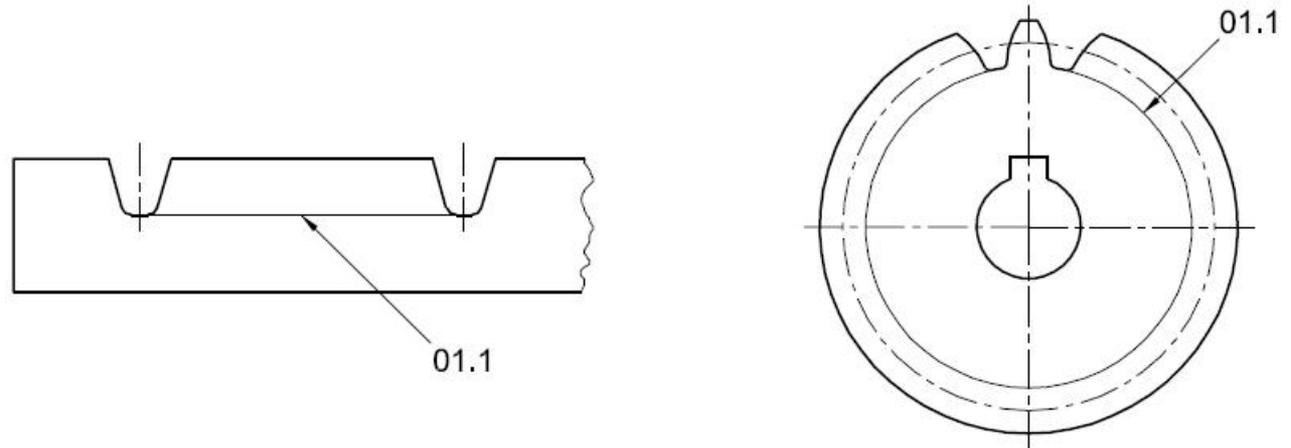
Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-24)

01.1.10	<p>Diagonali indicanti superfici piane</p> 
01.1.11	<p>Linee di indicazione di spigoli fittizi e linee di piegatura</p> 

Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-24)

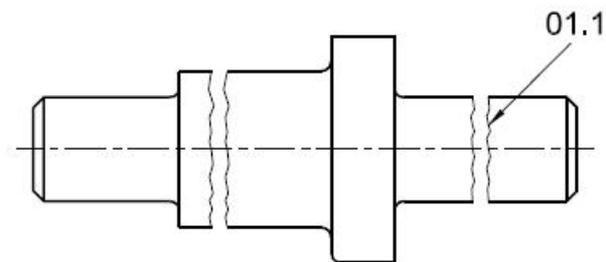
01.1.13

Identificazione di dettagli ripetitivi, per esempio circonferenza di piede negli ingranaggi

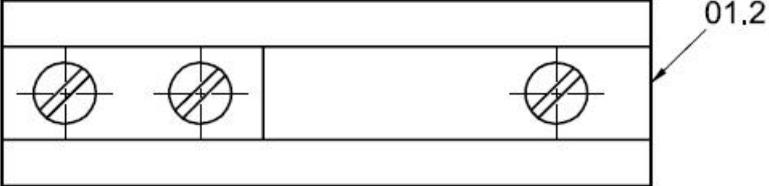
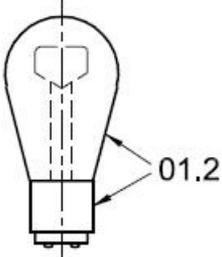


01.1.18

Linee continue fini irregolari, a mano libera



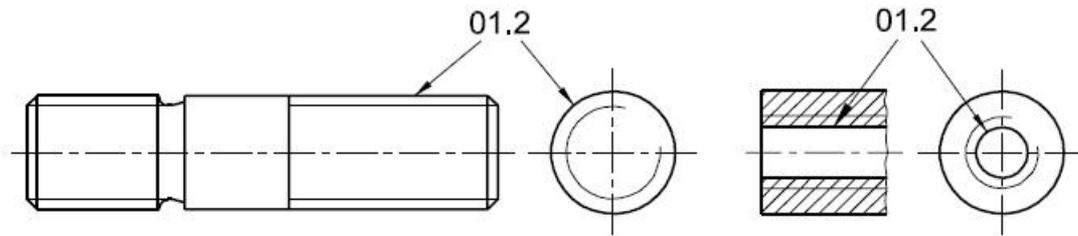
Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-24)

01.2	Linea continua grossa
01.2.1	Spigoli in vista 
01.2.2	Contorni in vista 

Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-24)

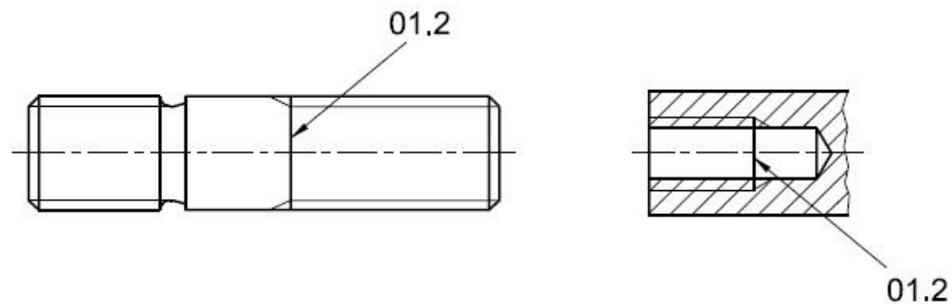
01.2.3

Creste di filettature

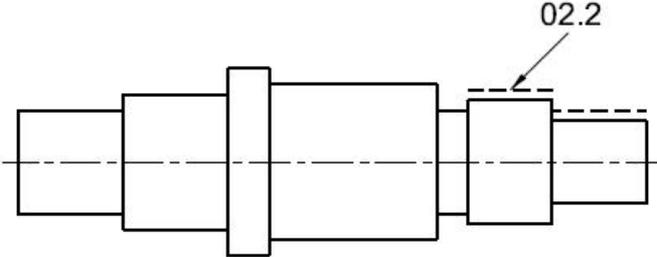


01.2.4

Termine della filettatura a filetto completo

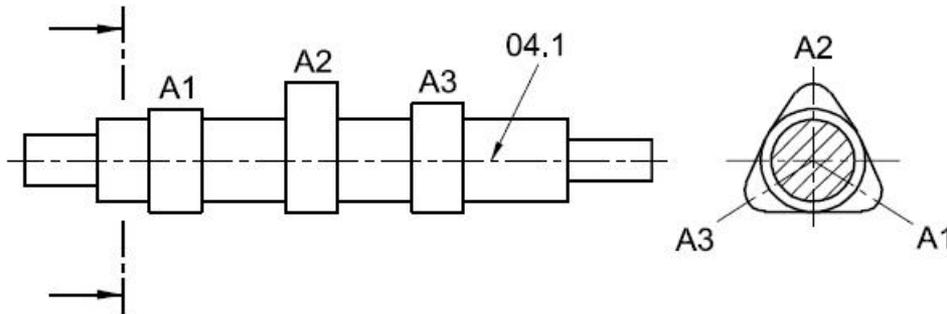
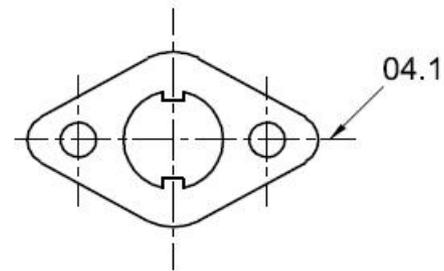


Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-24)

02.2	Linea a tratti grossa
02.2.1	Indicazione di superfici oggetto di particolare trattamento, per esempio trattamenti termici 

The diagram shows a technical drawing of a shaft with several different diameters and a central groove. A thick dashed line is drawn over the shaft's profile to indicate a specific surface treatment. An arrow points from the label '02.2' to this thick dashed line.

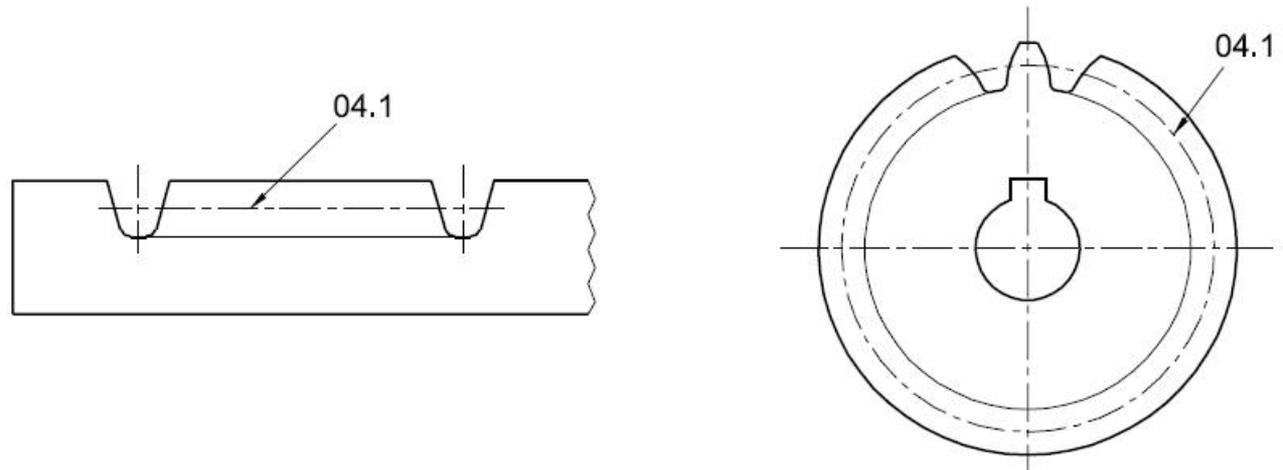
Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-24)

04.1	Linea mista fine a punto e tratto lungo
04.1.1	Assi di simmetria 
04.1.2	Tracce di piani di simmetria 

Tipi di linea e applicazioni (UNI EN ISO 128-24)

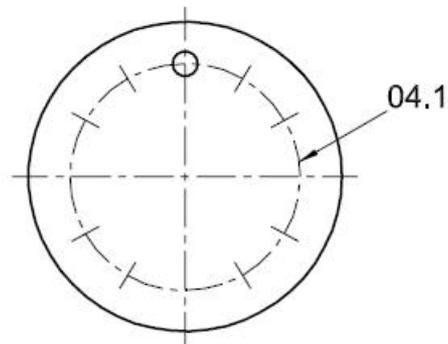
04.1.3

Circonferenze primitive di ingranaggi



04.1.4

Circonferenza su cui si trovano assi di fori



Sistemi di Rappresentazione

Proiezioni ortogonali

Ing. Alessandro Carandina

Sistemi di rappresentazione

L'obiettivo di un sistema di rappresentazione è quello di **rappresentare su un piano un oggetto tridimensionale** rispettando tre requisiti:

- 1) Mantenere la precisione dimensionale
- 2) Permettere all'osservatore di percepire lo sviluppo dimensionale del corpo nel modo più vicino al normale sentire
- 3) Utilizzare simbolismi efficaci e di significato univoco

Sistemi di rappresentazione

Definizioni

- **Vista reale:** rappresentazione di un oggetto su un piano parallelo al piano di proiezione
- **Vista principale:** vista di un oggetto nella configurazione più significativa per la progettazione, il montaggio, la vendita, la manutenzione,
- **Vista esplosa:** rappresentazione pittorica di un insieme in cui tutti i componenti sono disegnati nella stessa scala e correttamente orientati l'uno rispetto all'altro ma separati nella corretta sequenza , lungo assi comuni

Sistemi di rappresentazione

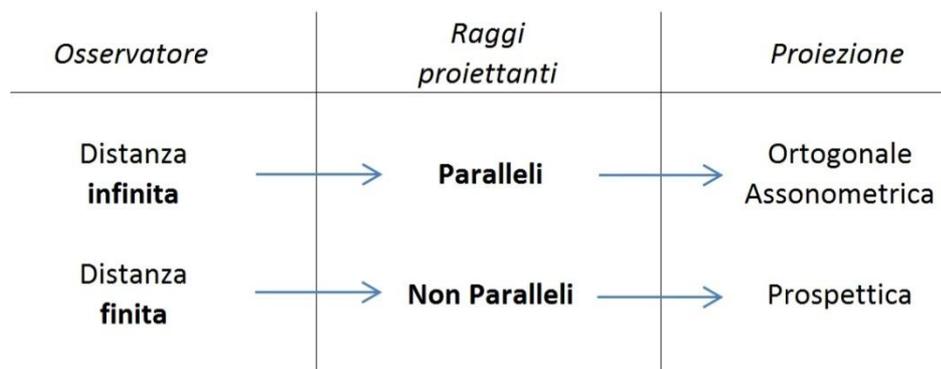
I metodi di proiezioni sono definiti :

- *dal tipo di proiettanti* che possono essere parallele o convergenti;
- *dalla posizione del piano di proiezione* relativamente alle proiettanti, che può essere ortogonale od obliqua;
- *dalla posizione dell'oggetto* (delle sue parti principali), che può essere sia parallela/ortogonale, sia obliqua rispetto al piano di proiezione.

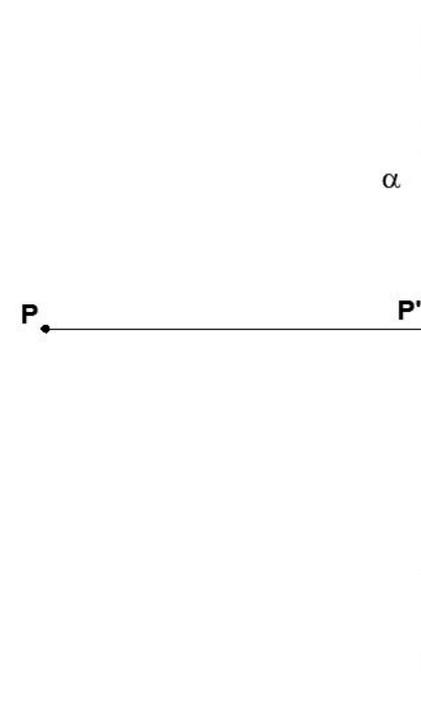
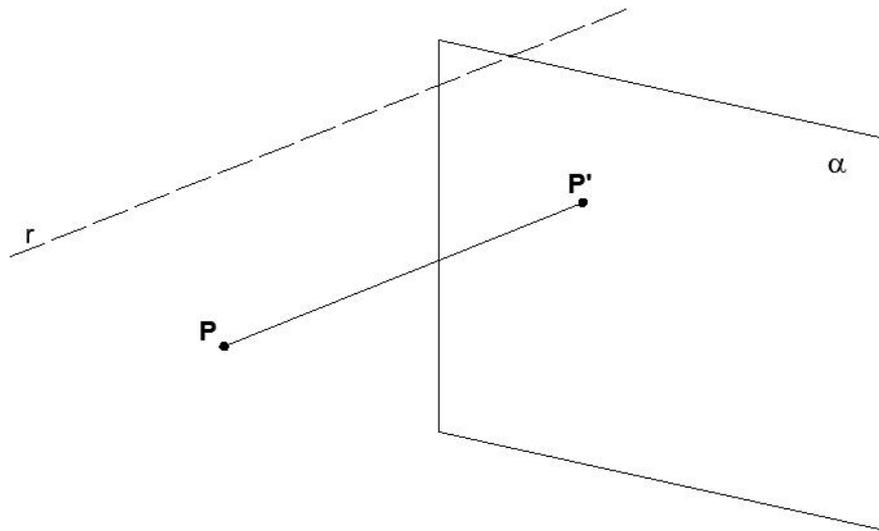
Sistemi di rappresentazione

prospetto 1 Sistemi di proiezione

Centro di proiezione	Posizione del piano di proiezione rispetto alle proiettanti	Parti principali dell'oggetto rispetto al piano di proiezione	Numero dei piani di proiezione	Tipo di vista	Tipo di proiezione
Infinito (proiettanti parallele)	Ortagonale	Parallele/ortogonali	Uno o più	Bidimensionale	Ortagonale (ISO 5456-2)
		Oblique	Uno	Tridimensionale	Assonometrica (ISO 5456-3)
	Obliqua	Parallele/ortogonali	Uno	Tridimensionale	
		Oblique	Uno	Tridimensionale	
Finito (proiettanti convergenti)	Obliqua	Oblique	Uno	Tridimensionale	Prospettica (ISO 5456-4)

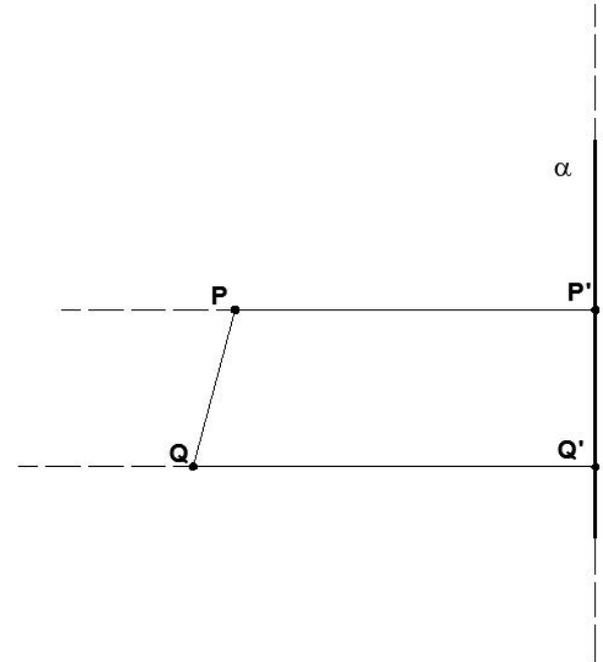
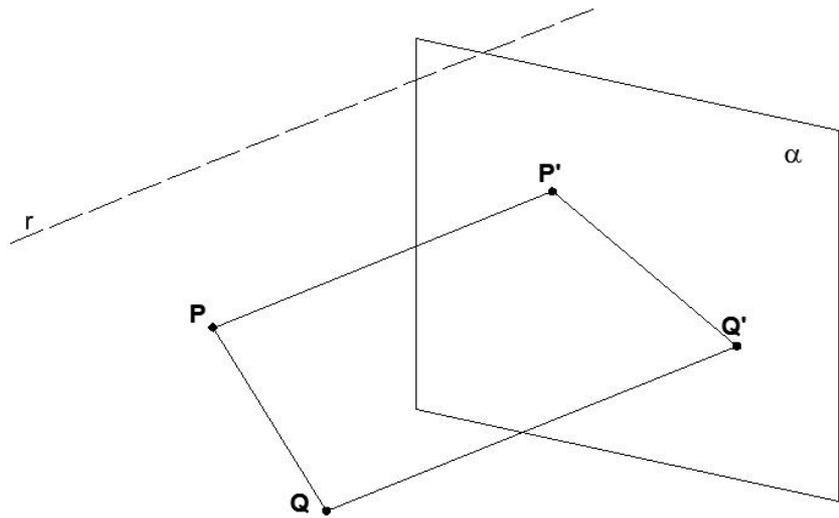


Sistemi di rappresentazione



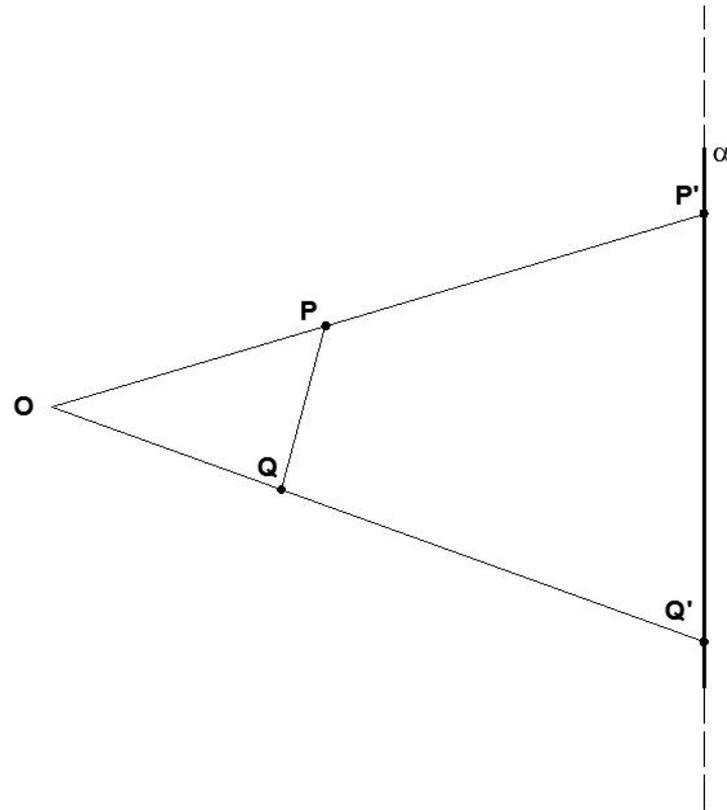
Proiezione ortogonale di un punto

Sistemi di rappresentazione



Proiezione ortogonale di un segmento

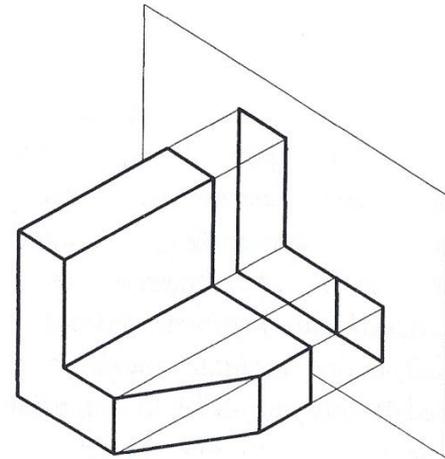
Sistemi di rappresentazione



Proiezione prospettica di un segmento

Proiezioni ortogonali (PO)

L'orientazione dell'oggetto va scelta in modo da **ridurre il più possibile gli spigoli visti di scorcio**. Questo accorgimento risulta particolarmente efficace in presenza di spigoli curvi, dove una accorta scelta dello orientamento permette di semplificare l'esecuzione del disegno.



PO: scelta della vista principale

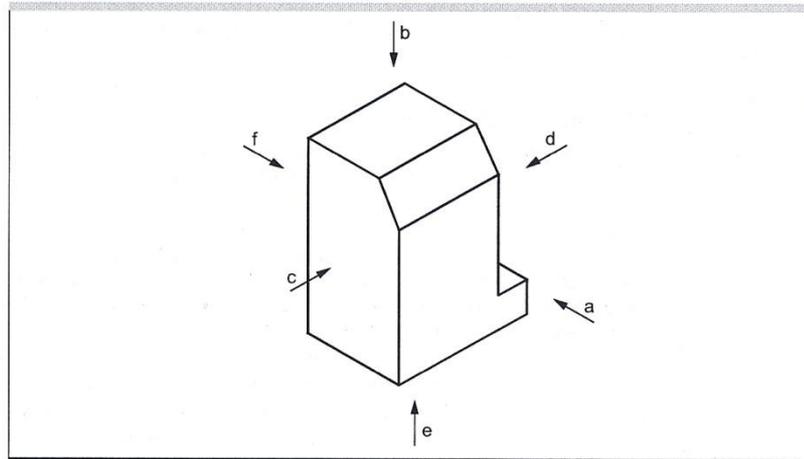
La *vista principale* va scelta secondo i seguenti criteri:

1. La più caratteristica
2. L'oggetto nella posizione di utilizzazione
3. Quella di lavorazione
4. Quella di montaggio
5. Quella che semplifica l'esecuzione del disegno

Nell'esecuzione di una PO deve essere eseguito il *minor numero di viste* che consentano di *comprendere in modo chiaro e univoco la forma dell'oggetto.*

PO: nomenclatura delle viste

figura 1



Designazione delle viste

Vedere prospetto 1.

prospetto 1

Direzione di osservazione		Designazione della vista
Vista in direzione	Vista	
a	frontale	A
b	dall'alto	B (E) ¹⁾
c	da sinistra	C
d	da destra	D
e	dal basso	E
f	posteriore	F

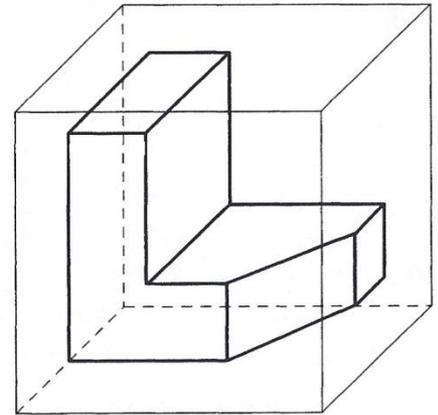
1) Vedere 5.4.

UNI EN ISO 5456-2

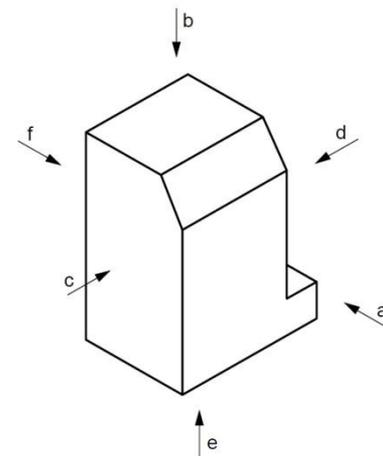
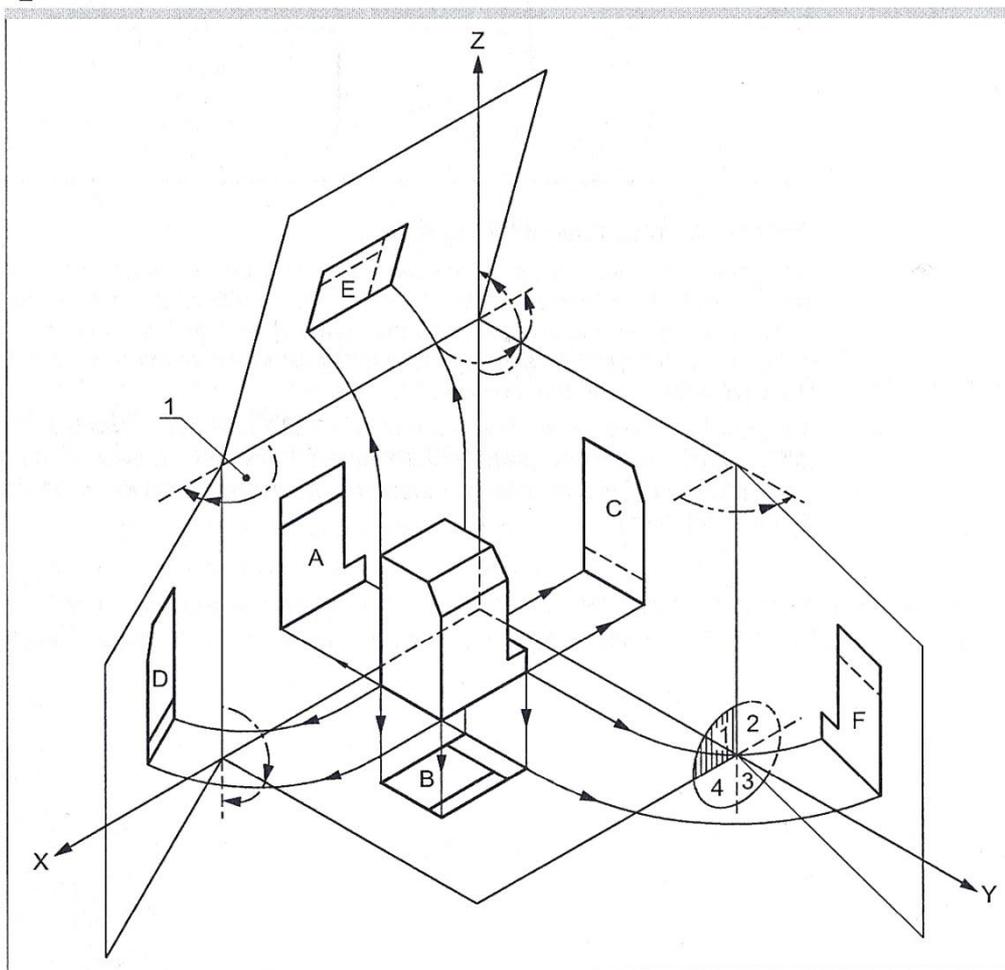
PO: creazione delle viste

Per presentare un oggetto in più proiezioni ortogonali si deve immaginare di racchiudere l'oggetto stesso in un cubo e collocare l'oggetto stesso in modo tale che le facce del cubo risultino , per quanto possibile, parallele o normali agli spigoli dell'oggetto.

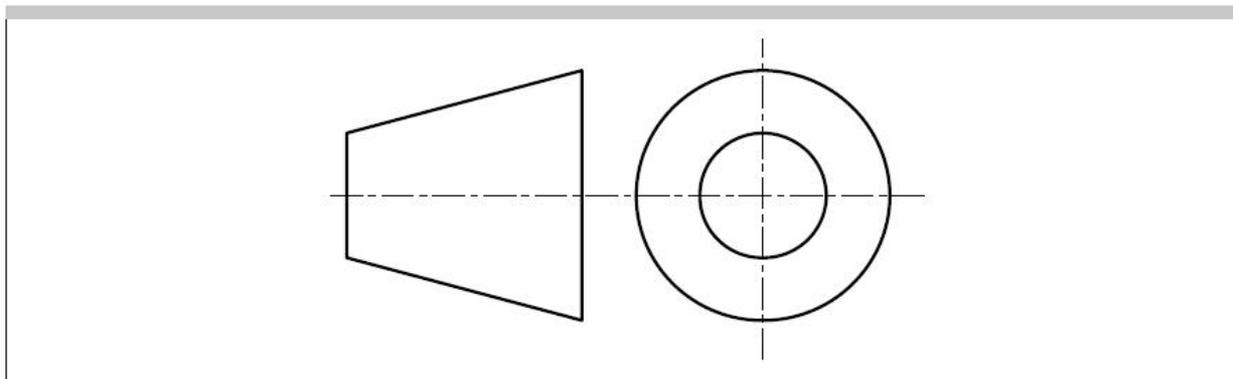
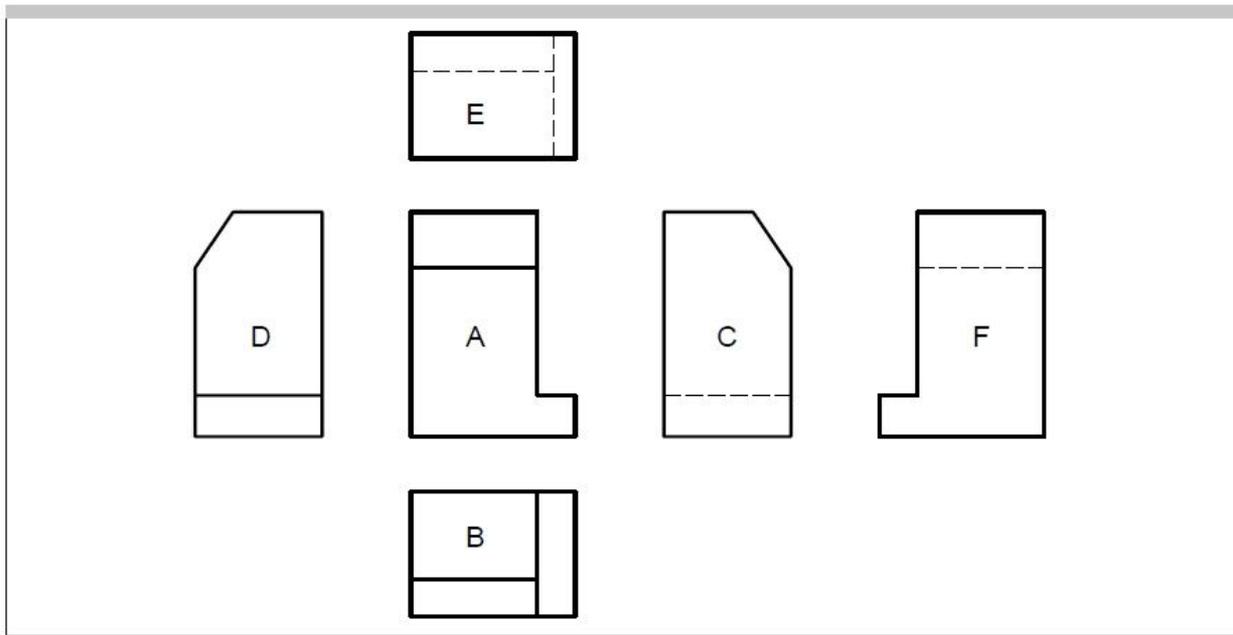
L'oggetto, così fissato nello spazio, viene quindi proiettato sulle sei facce del cubo mediante raggi proiettanti normali, di volta in volta, alle facce del cubo stesso secondo un ordine dipendente dal tipo di metodo utilizzato.



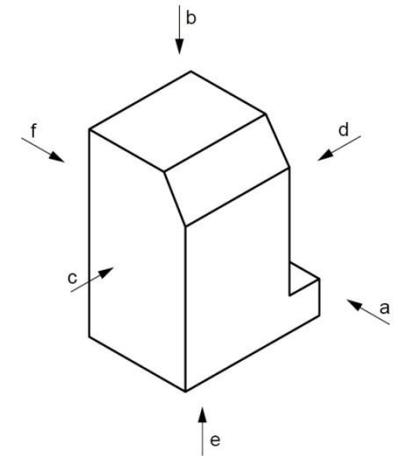
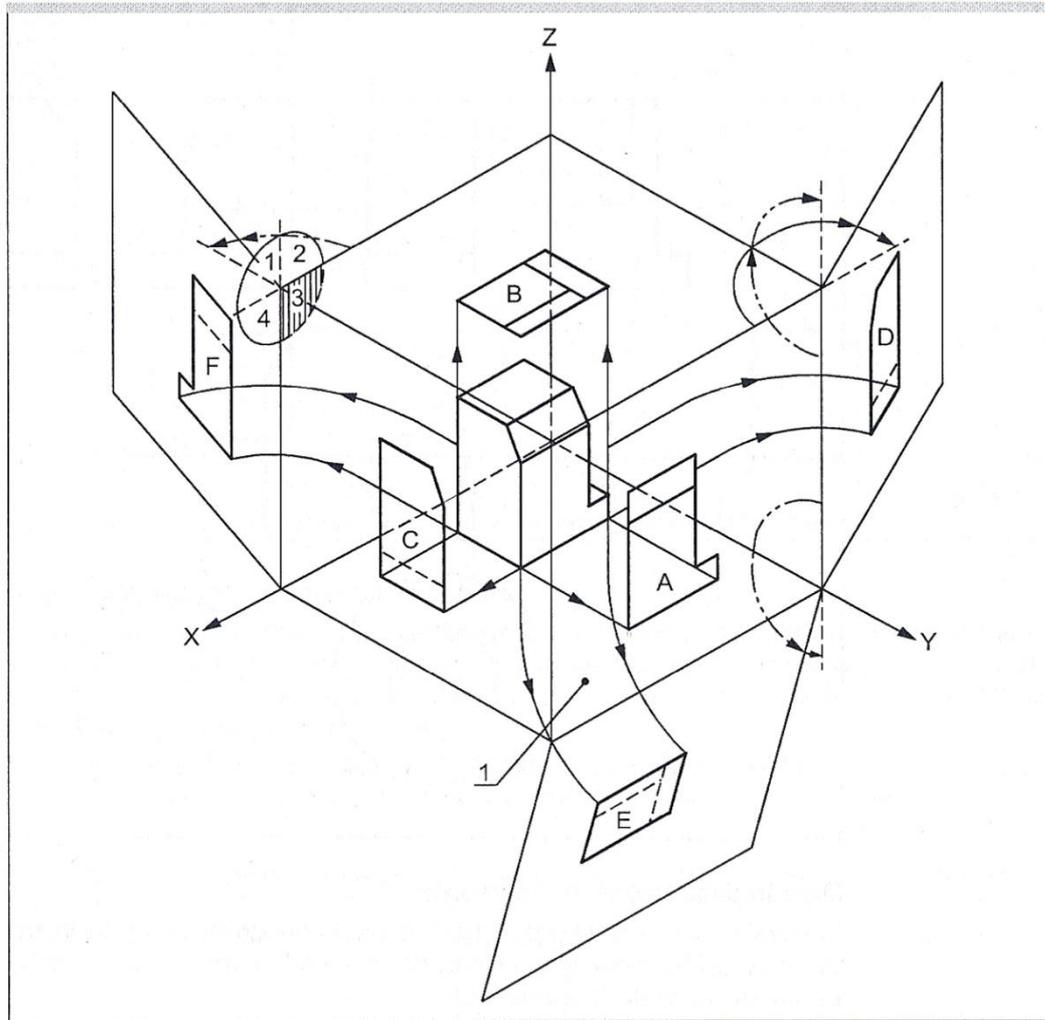
PO: metodo del primo diedro



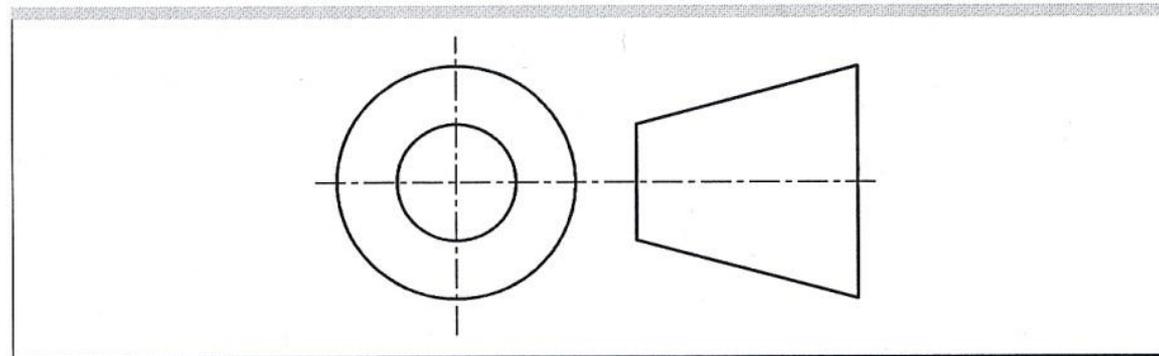
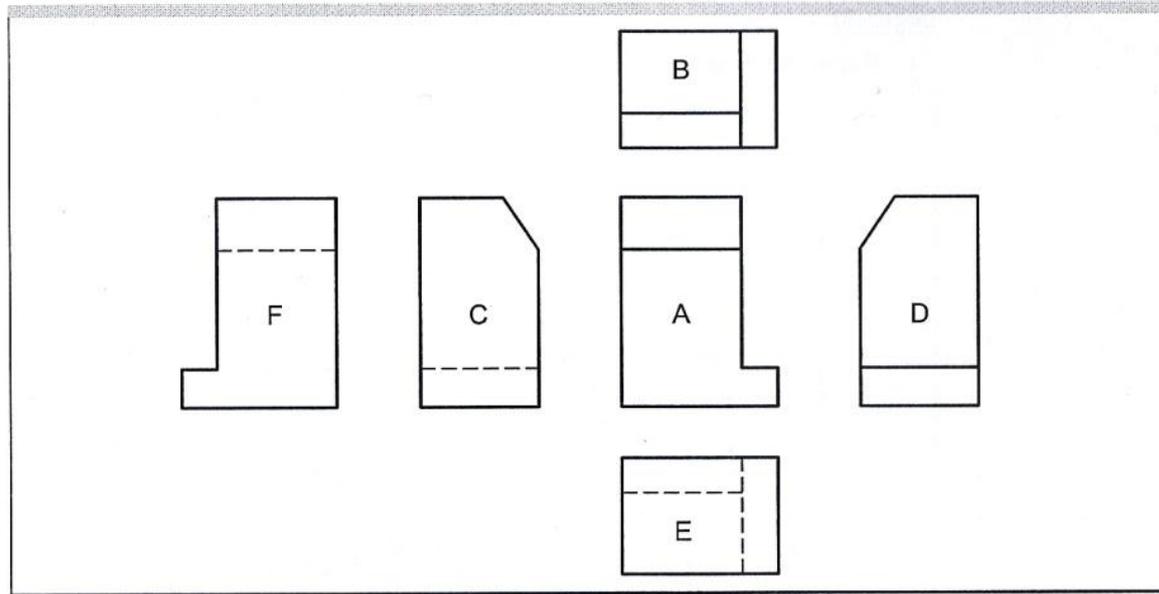
PO: metodo del primo diedro



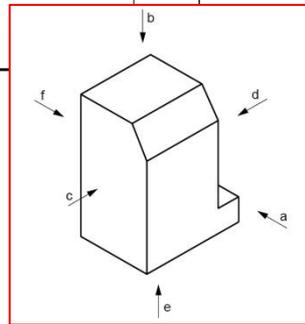
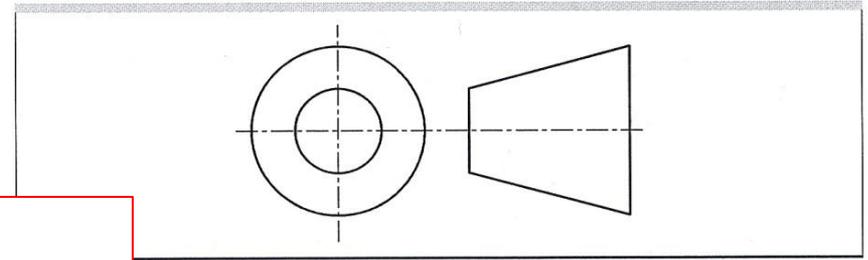
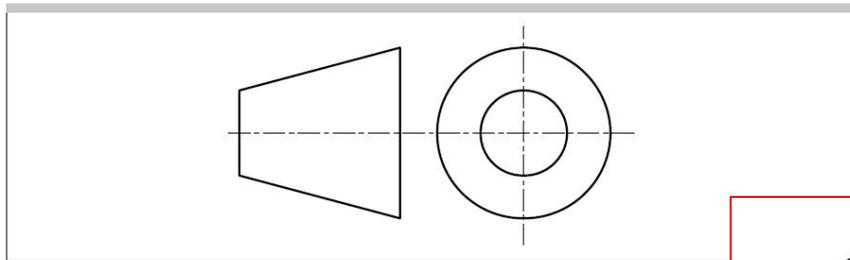
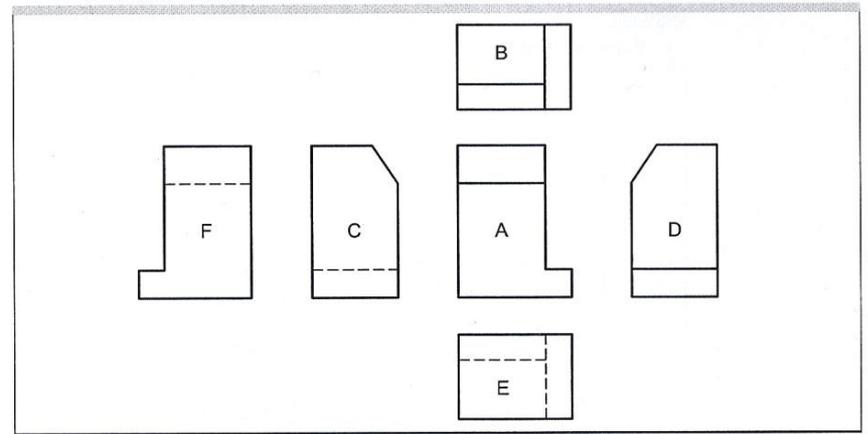
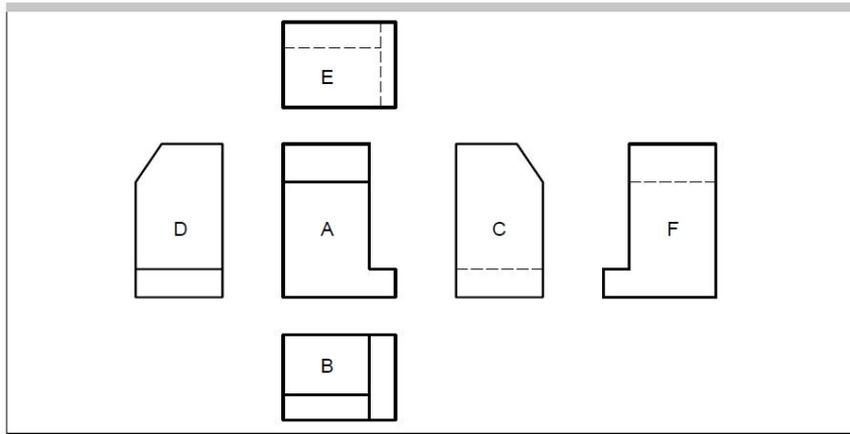
PO: metodo del terzo diedro



PO: metodo del terzo diedro



1° diedro – 3° diedro



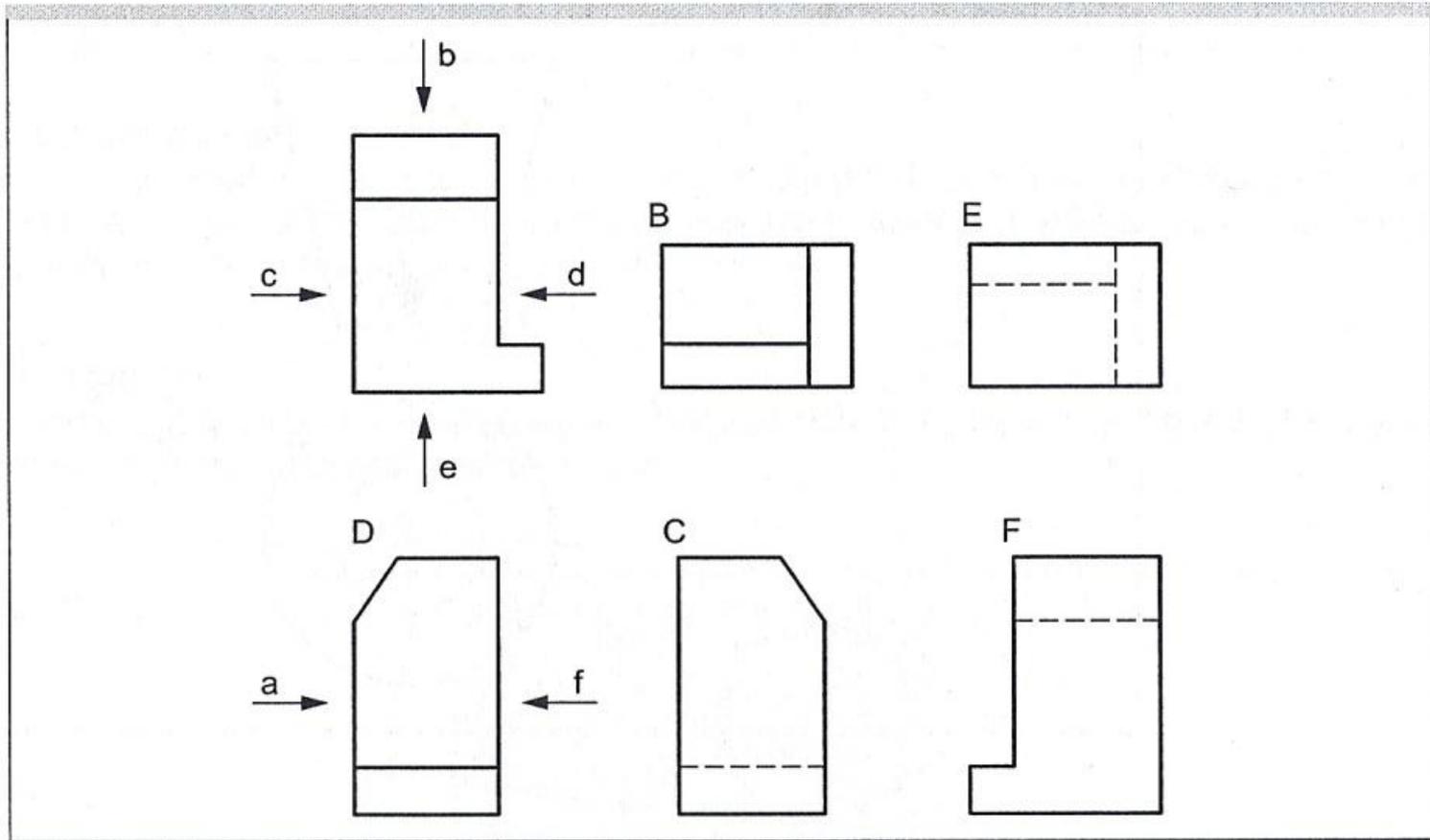
PO: metodo delle frecce

Il metodo delle frecce si usa per svincolarsi dalle regole di rappresentazione imposte dai metodi del primo e terzo diedro (metodo E e metodo A) : mediante delle frecce di riferimento e lettere identificative è possibile **disporre le viste senza vincoli di posizione rispetto alla vista principale.**

IMPORTANTE: le viste possono essere traslate ma non ruotate rispetto alla vista principale

Non è necessario nessun segno grafico per identificare questo metodo sul disegno.

PO: metodo delle frecce



PO: la scelta delle viste

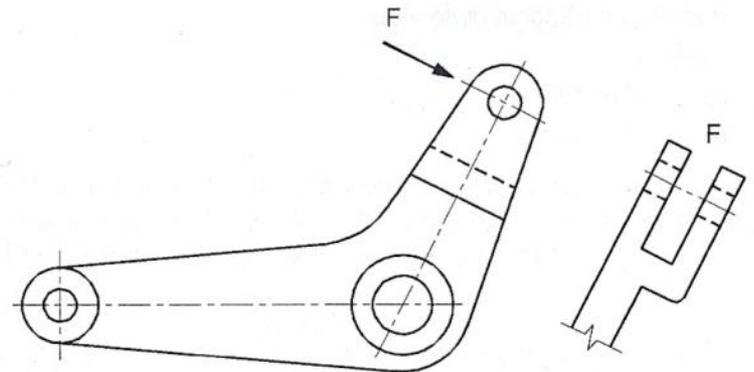
La scelta delle viste, inclusi tagli e sezioni, deve essere fatta in base ai seguenti principi:

- Limitare il numero di viste (come pure di tagli e di sezioni) al minimo necessario e sufficiente a definire completamente l'oggetto senza ambiguità
- Evitare, per quanto possibile, la rappresentazione di contorni e spigoli nascosti
- Evitare l'inutile ripetizione di dettagli

PO: viste parziali

Parti che richiedono una rappresentazione specifica ma non la vista dell'intero oggetto, possono essere rappresentate mediante una vista parziale delimitata da una linea continua fine con zig-zag.

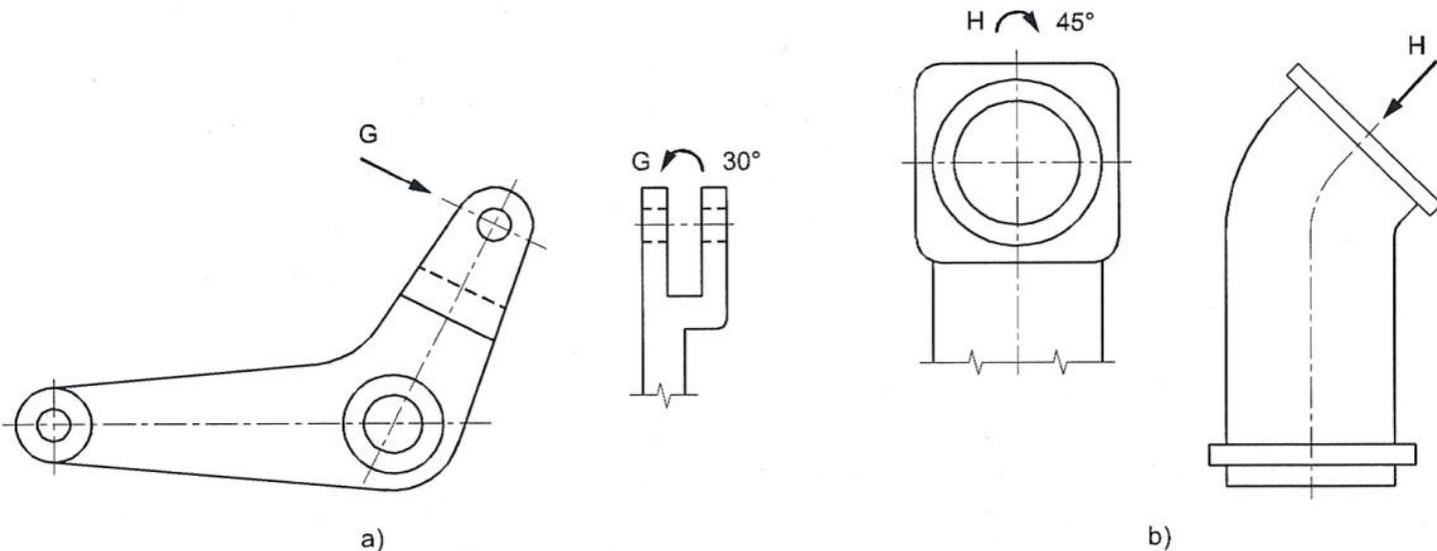
In questo modo si evitano le viste di scorcio che si possono creare usando viste standard.



PO: posizioni particolari delle viste

Quando necessario è possibile rappresentare la vista in una posizione ruotata rispetto a quella indicata dalla freccia di riferimento.

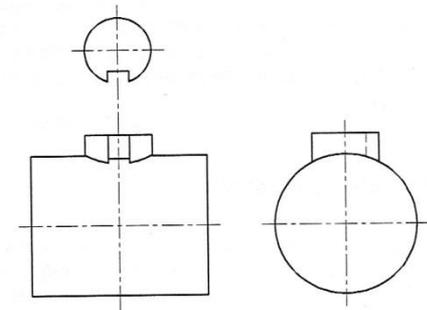
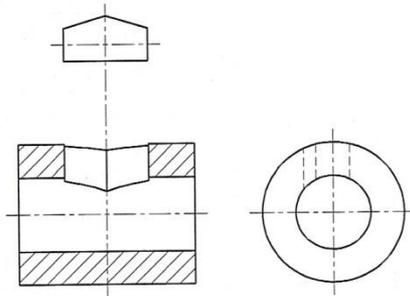
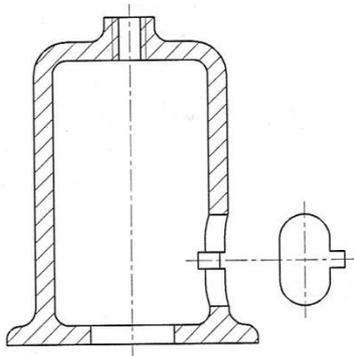
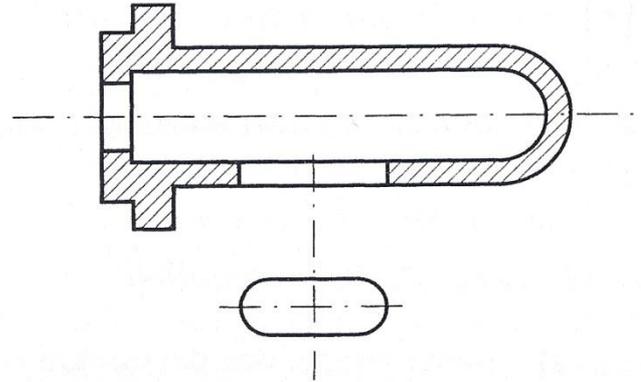
Ciò deve essere indicato da una freccia ad arco che mostra la direzione di rotazione (è ammesso indicare l'angolo di rotazione della vista)



PO: viste locali

Viste locali: si usano quando rappresentare un solo particolare non introduce ambiguità.

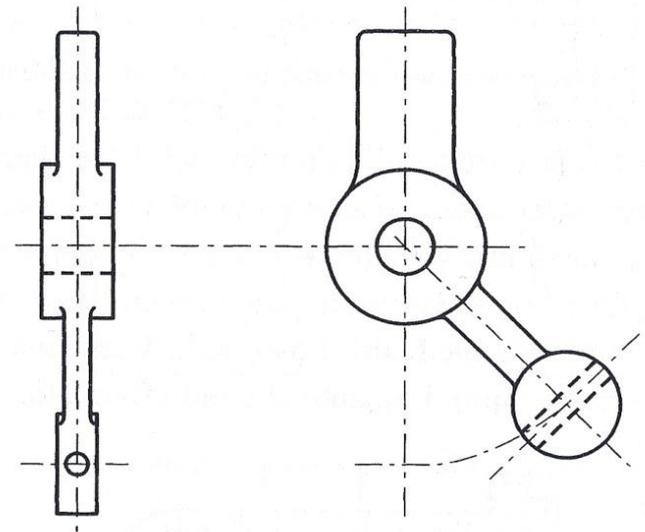
Le viste locali si rappresentano secondo il metodo del terzo diedro in modo indipendente dal metodo di proiezione usato per il disegno.



PO: ribaltamenti

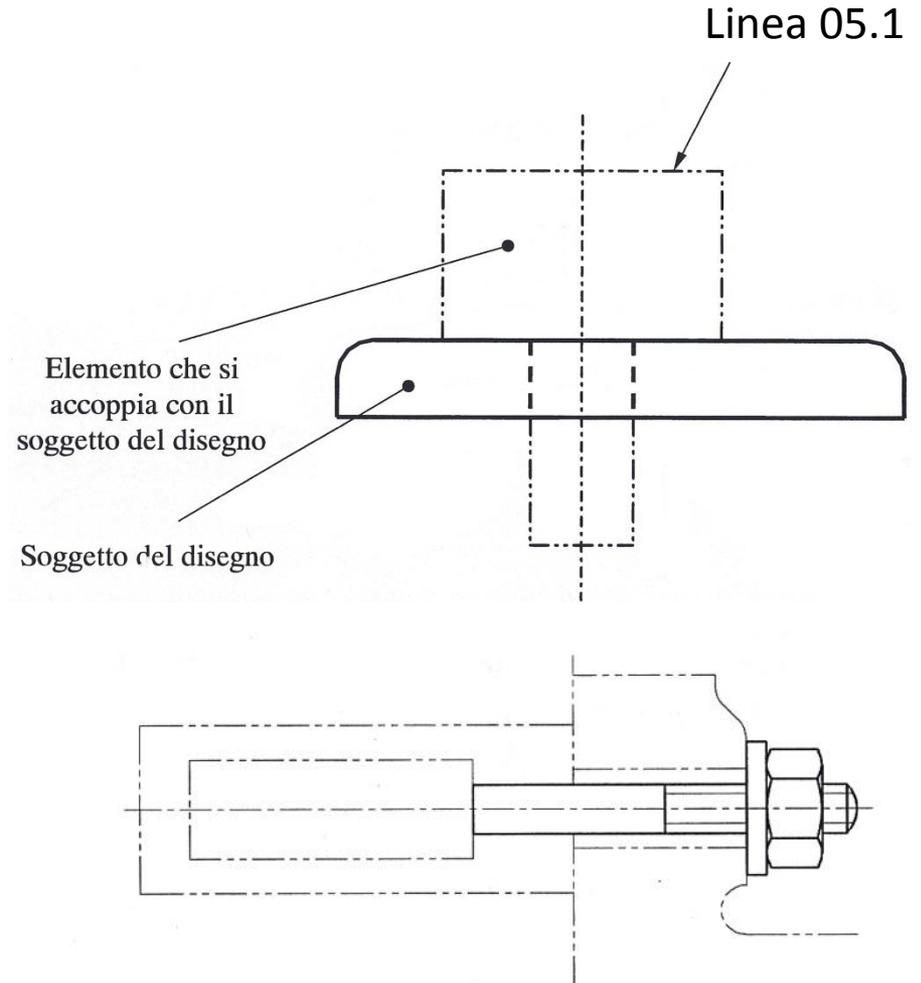
Ribaltamenti: si usano per neutralizzare viste di scorcio che non rendono chiara la comprensione

N.B. : la rotazione va individuata con un arco di cerchio



PO: convenzioni particolari

Si rappresenta con linea 05.1 il contorno di un elemento che si accoppia con il soggetto principale del disegno.



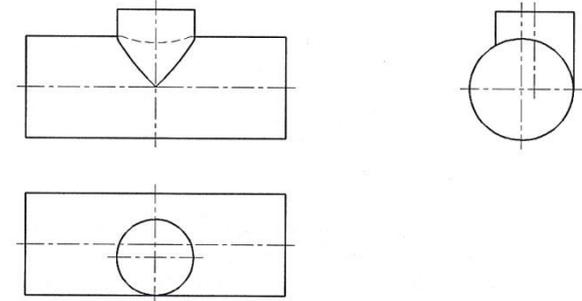
PO: convenzioni particolari

Intersezioni fra superfici

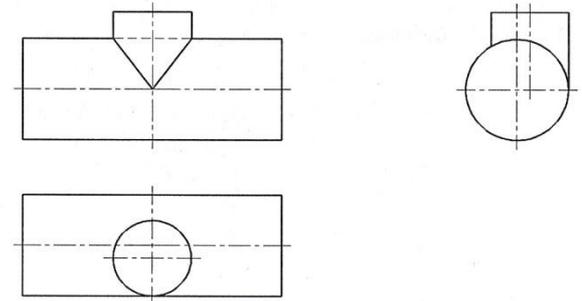
Le intersezioni reali vanno tracciate con linee di tipo 01.2 se in vista o di tipo 02.1 se non in vista.

Se non pregiudica la comprensione del disegno, può essere utilizzata una rappresentazione semplificata.

Intersezioni reali



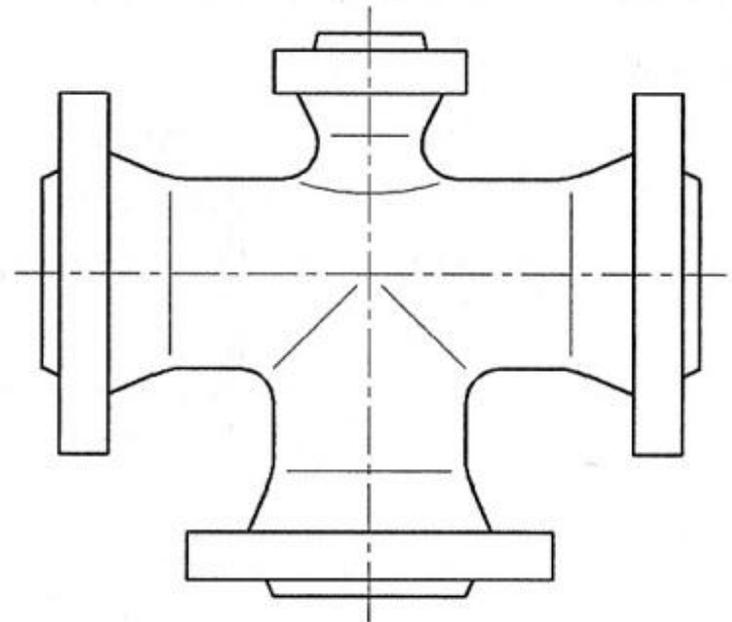
Intersezione semplificata



PO: convenzioni particolari

Intersezioni fra superfici

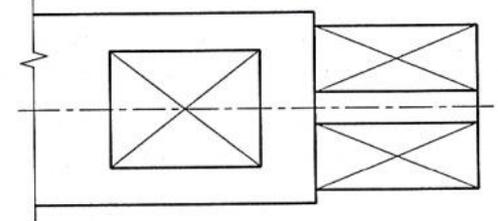
E linee di intersezione fittizie fra superfici raccordate con raccordi e arrotondamenti devono essere rappresentate con linea continua fine (**tipo 01.1**) che non tocchi i contorni.



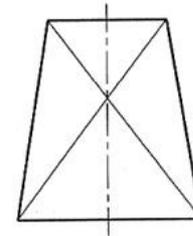
PO: convenzioni particolari

Per evitare viste o sezioni supplementari le estremità piane quadrate o rastremate e le spianature sugli alberi sono indicate mediante le diagonali tracciate con linea continua fine (**tipo 01.1**)

Estremità quadrata e spianatura



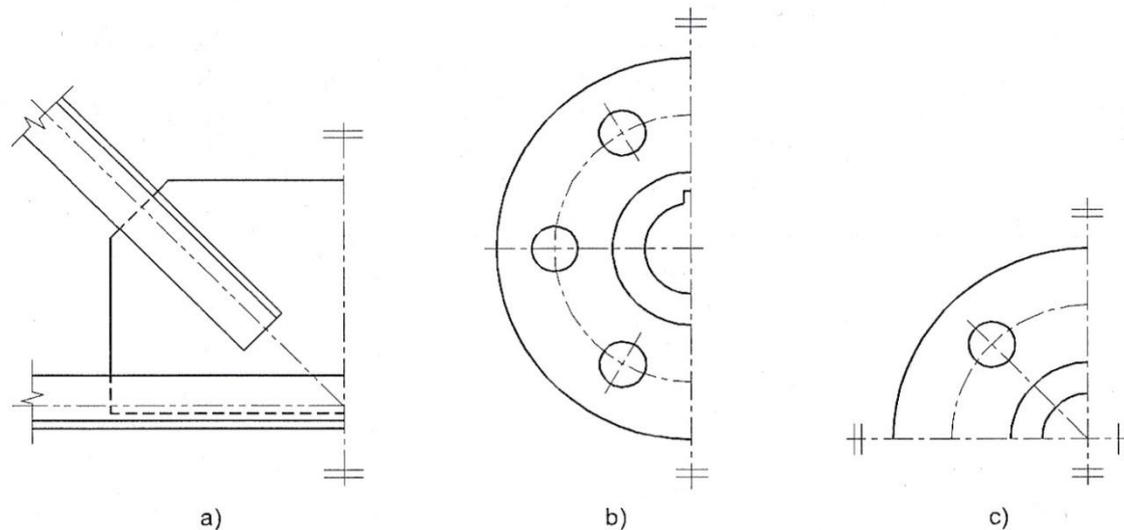
Estremità rastremata



PO: convenzioni particolari

E' possibile disegnare oggetti simmetrici sotto forma di frazioni dell'intero.

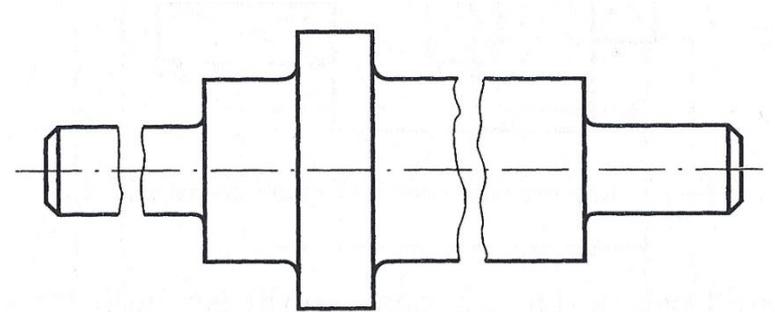
L'asse di simmetria è identificato ad entrambe le estremità da due corte linee sottili parallele tra di loro e tracciate perpendicolarmente all'asse stesso.



PO: convenzioni particolari

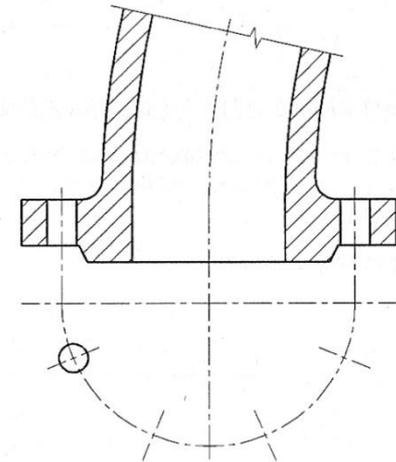
Viste interrotte

Nel disegno di un oggetto lungo, è possibile rappresentare solo le parti necessarie a definirlo. Le parti rappresentate devono essere terminate con linea continua fine irregolare (**tipo 01.1 irregolare**).



Elementi ripetitivi

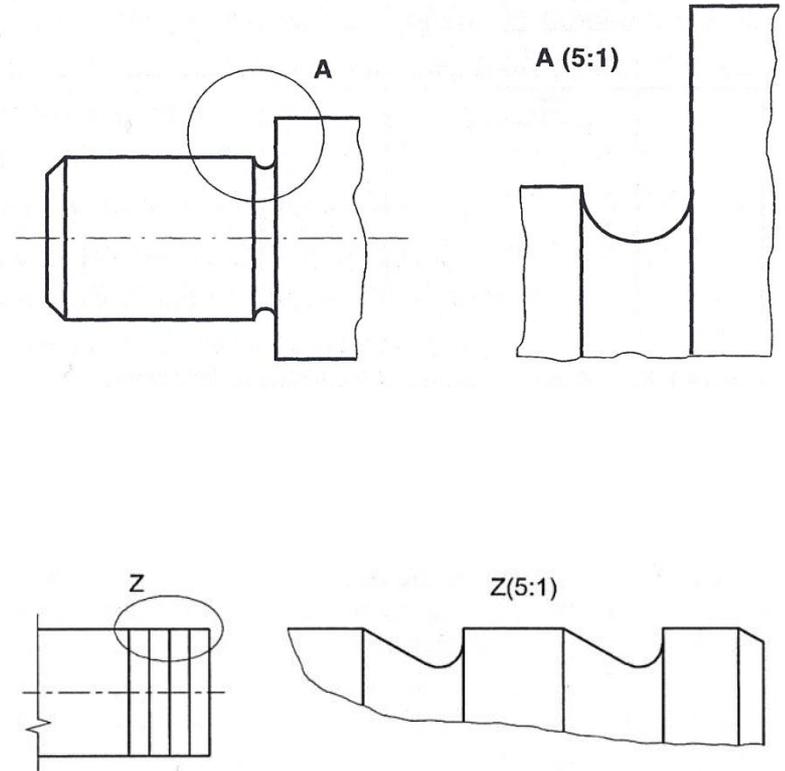
Nel caso di elementi identici disposti regolarmente si deve rappresentare solo uno di essi e la posizione degli altri (con una linea **tipo 04.1**). La quantità degli elementi viene specificata con la quotatura.



PO: convenzioni particolari

Elementi rappresentati in scala ingrandita

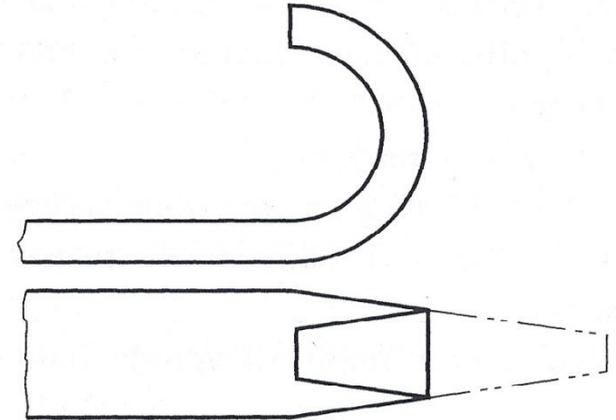
E' possibile rappresentare in uno stesso disegno un particolare ingrandito: esso va contornato (linea 01.1), identificato con una lettera maiuscola e riportato sul foglio in scala maggiorata (riportare la scala sia vicino all'ingrandimento, fra parentesi, e sia nel cartiglio)



PO: convenzioni particolari

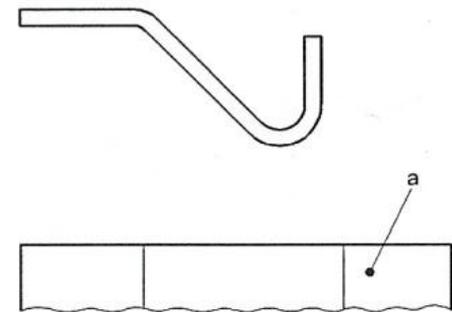
Contorno prima della lavorazione

Il contorno primitivo di un pezzo cioè prima della lavorazione, quando necessario, è rappresentato con **linea 05.1**.



Linee di piegatura

Le linee di piegatura nelle viste sviluppate sono rappresentate con **linea 01.1**.

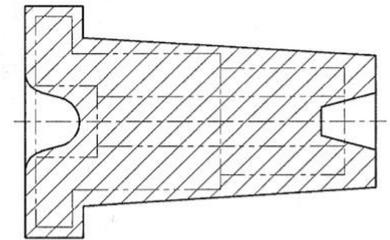


PO: convenzioni particolari

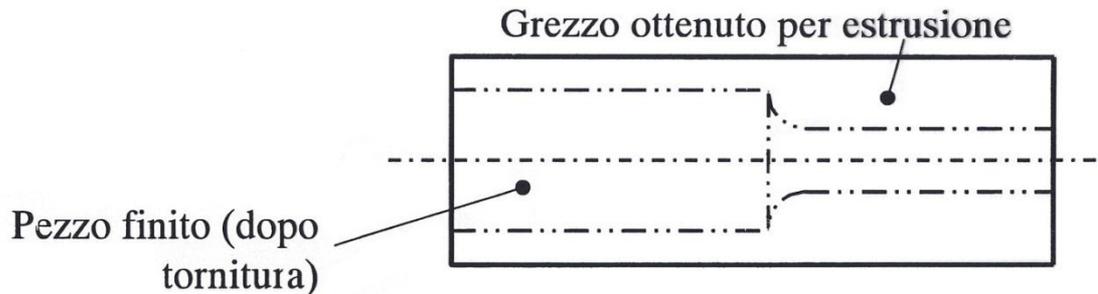
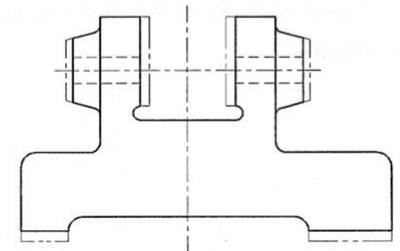
Pezzi finiti e grezzi

E' possibile rappresentare il profilo di un pezzo finito sul disegno del grezzo o il contorno del grezzo sul disegno del pezzo finito. Si utilizza la **linea 05.1**.

Rappresentazione del pezzo finito sul disegno del grezzo



Rappresentazione del contorno del grezzo sul disegno del pezzo finito



PO: convenzioni particolari

USO DEL COLORE

E' sconsigliato l'uso dei colori a meno che la loro presenza non sia assolutamente necessaria per una corretta comprensione del disegno. In caso di utilizzo dei colori:

1. è necessario indicarne i significati in una apposita legenda;
2. vanno scelti per evitare problemi di daltonismo;
3. va posta attenzione alla eventuale scarsa leggibilità nel caso di poca luce;
4. va posta attenzione ai problemi di interpretazione in caso di riproducibilità con gamma di colori alterata.

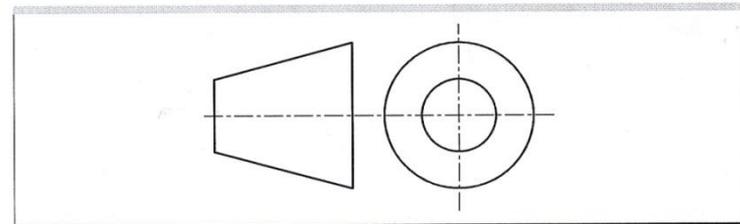
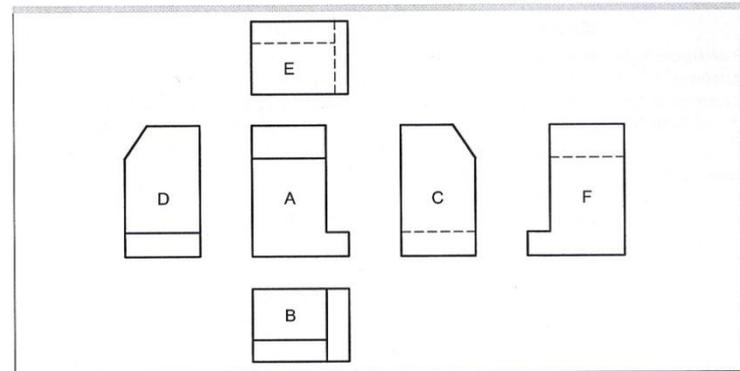
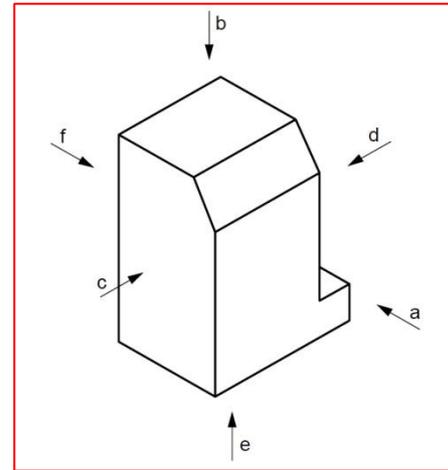
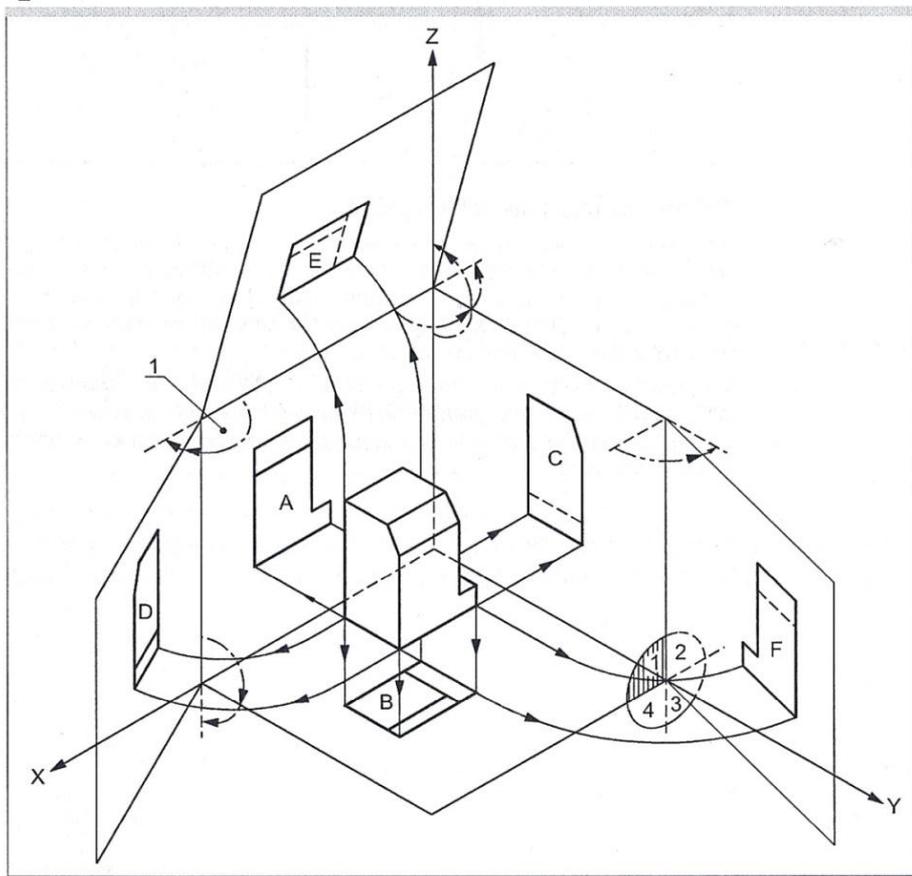
Sistemi di Rappresentazione

Proiezioni ortogonali

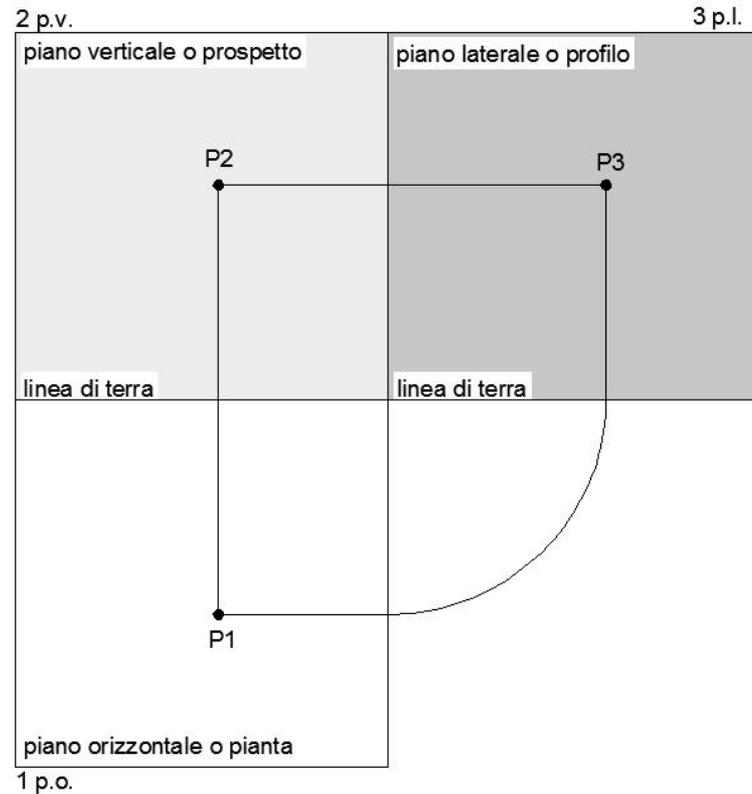
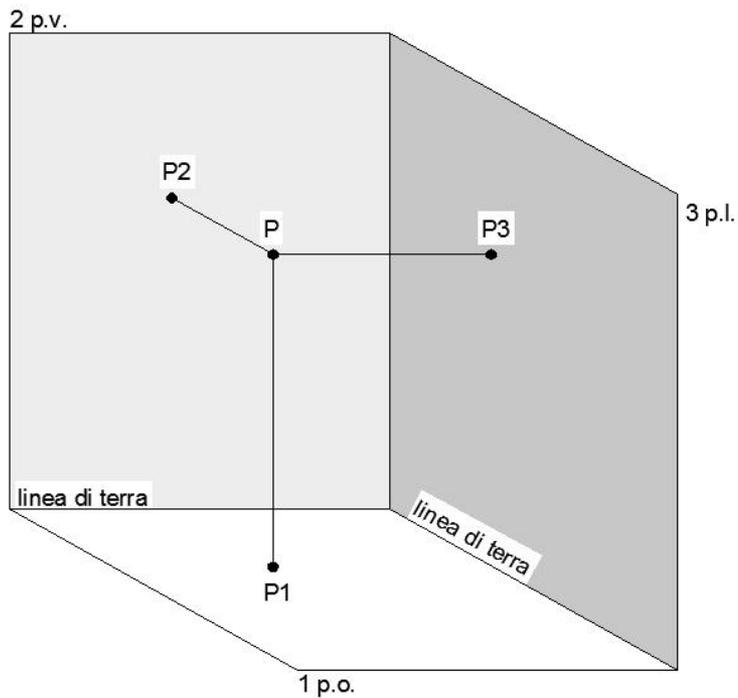
Applicazioni

Ing. Alessandro Carandina

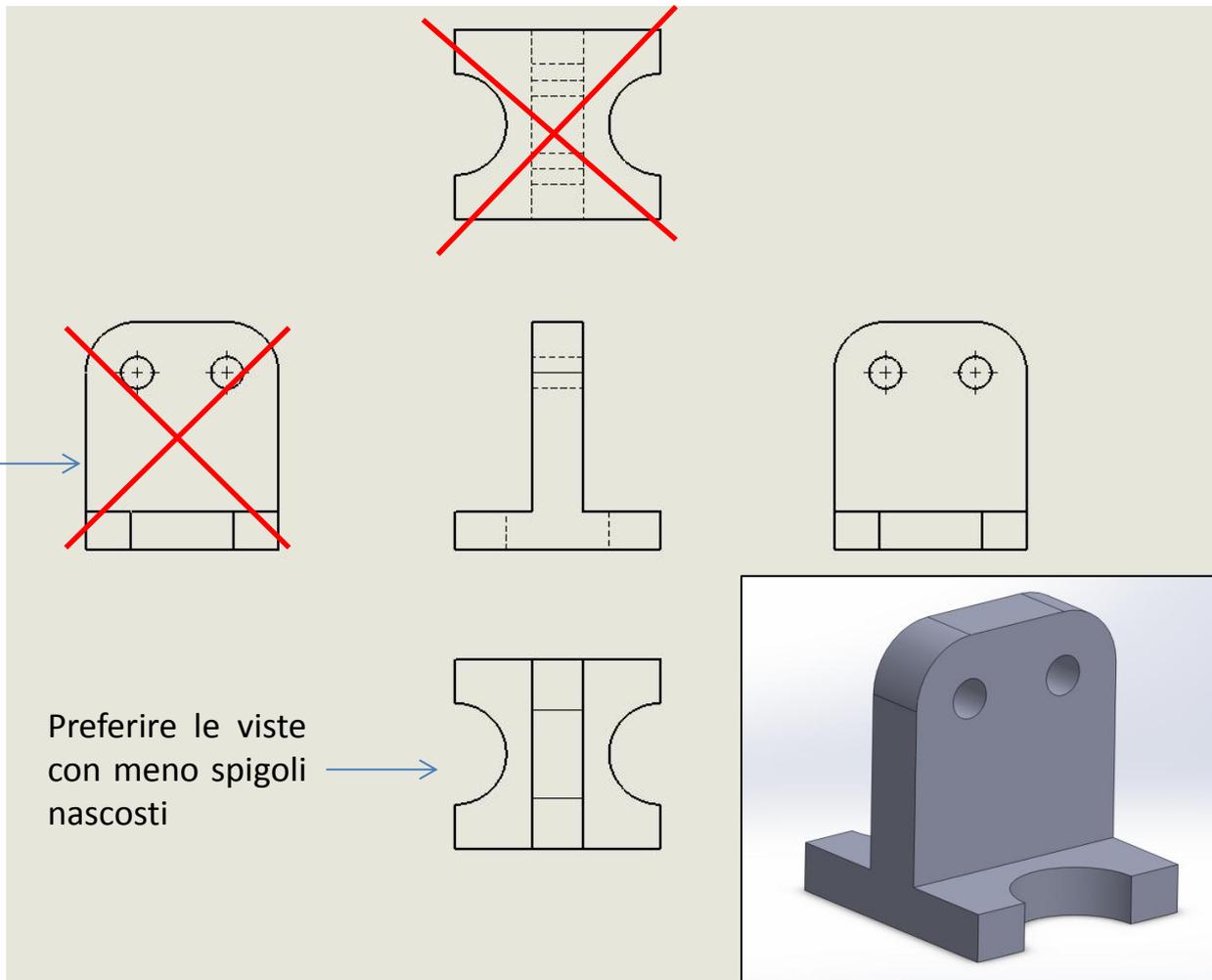
PO: metodo del primo diedro



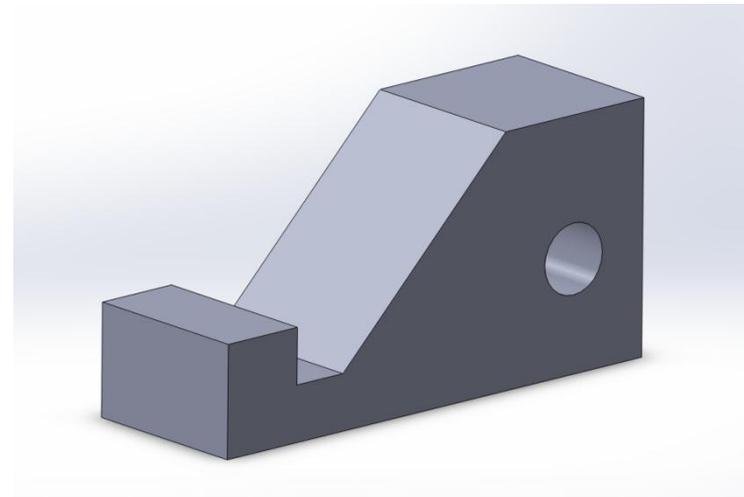
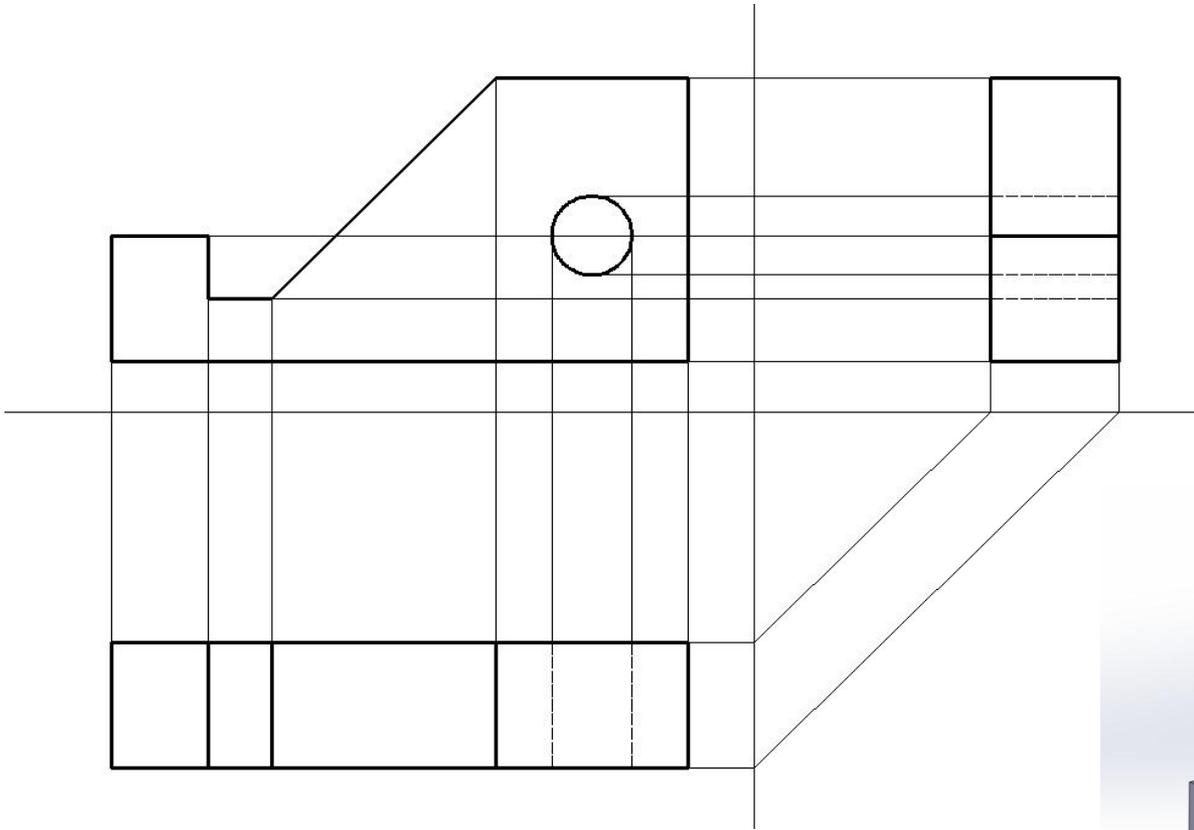
PO: metodo del primo diedro



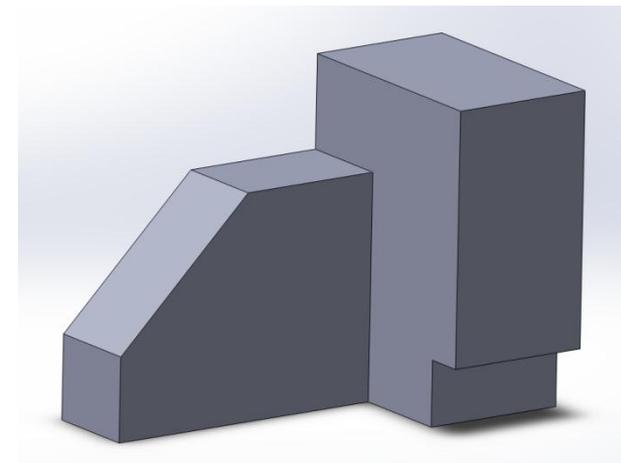
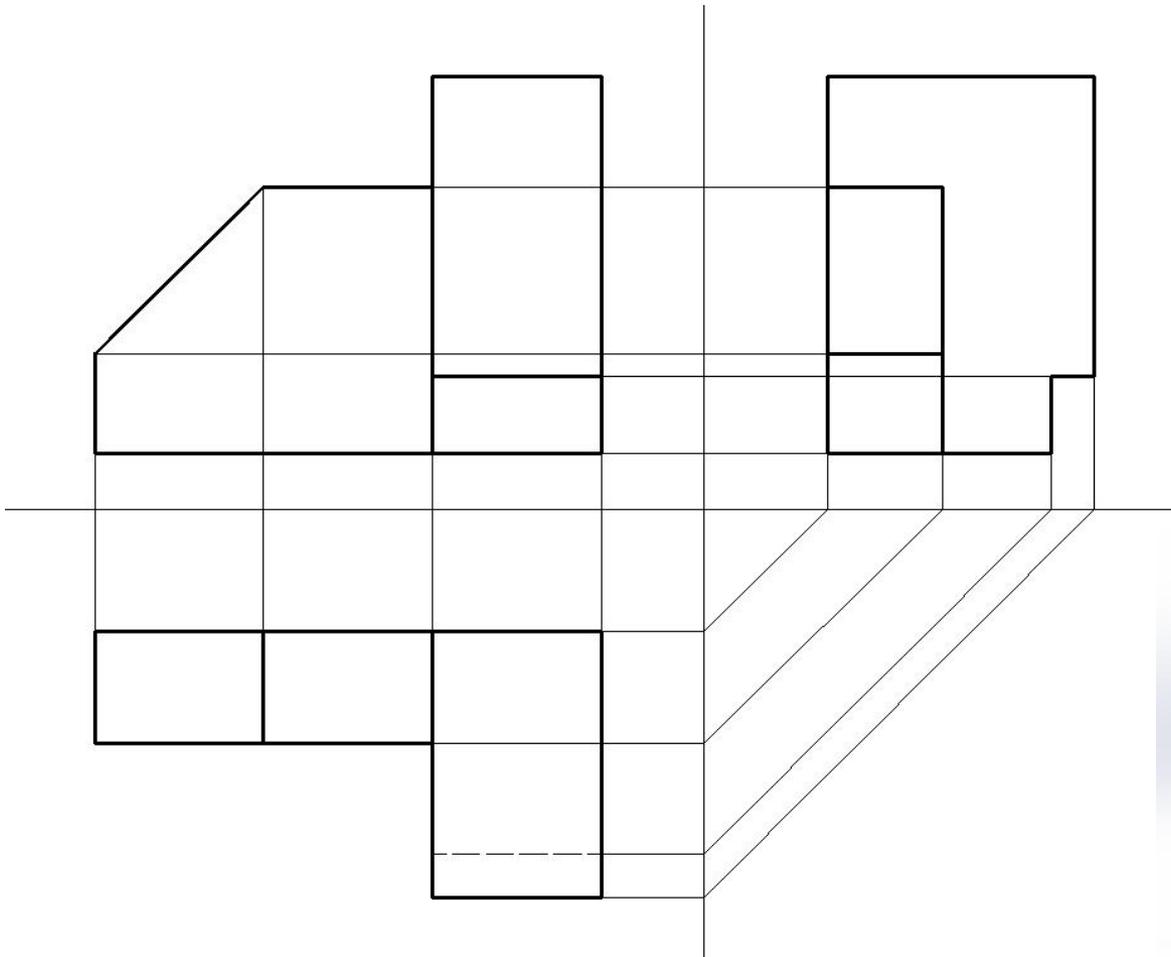
PO: scelta delle viste



PO: esempio



PO: esempio



PO: le sezioni

Definizioni

(UNI ISO 128-40)

Piano di sezione: piano immaginario che taglia l'oggetto rappresentato

Traccia del piano di sezione: linea che indica la posizione del piano o dei piani di sezione

Sezione: rappresentazione che mostra solo i contorni dell'oggetto che giacciono su uno o più piani di sezione

Semi sezione: rappresentazione di un oggetto simmetrico che, diviso dall'asse di simmetria, è disegnato metà in vista e metà in sezione

Sezione parziale: rappresentazione in cui solo una parte dell'oggetto è disegnata in taglio o in sezione

Sistemi di Rappresentazione

Le Sezioni

Ing. Alessandro Carandina

PO: le sezioni

Definizioni

(UNI ISO 128-40)

Piano di sezione: piano immaginario che taglia l'oggetto rappresentato

Traccia del piano di sezione: linea che indica la posizione del piano o dei piani di sezione

Sezione: rappresentazione che mostra solo i contorni dell'oggetto che giacciono su uno o più piani di sezione

Semi sezione: rappresentazione di un oggetto simmetrico che, diviso dall'asse di simmetria, è disegnato metà in vista e metà in sezione

Sezione parziale: rappresentazione in cui solo una parte dell'oggetto è disegnata in taglio o in sezione

PO: le sezioni

Le sezioni nel campo delle proiezioni ortogonali servono a mettere in evidenza la geometria interna di pezzi cavi, o comunque di forma complessa.

Con il termine sezione si indica la rappresentazione (o l'insieme delle rappresentazioni) della vista, o delle viste, in cui vien diviso un oggetto tagliato idealmente da uno o più piani, o secondo superfici di forma diversa.

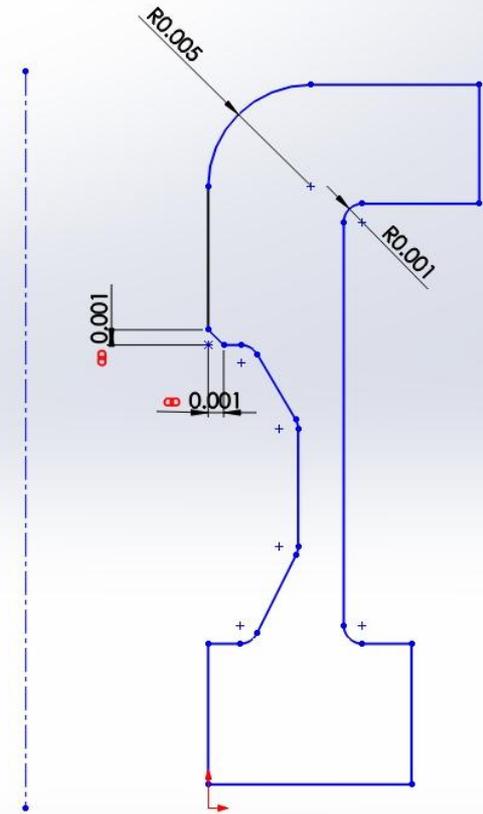
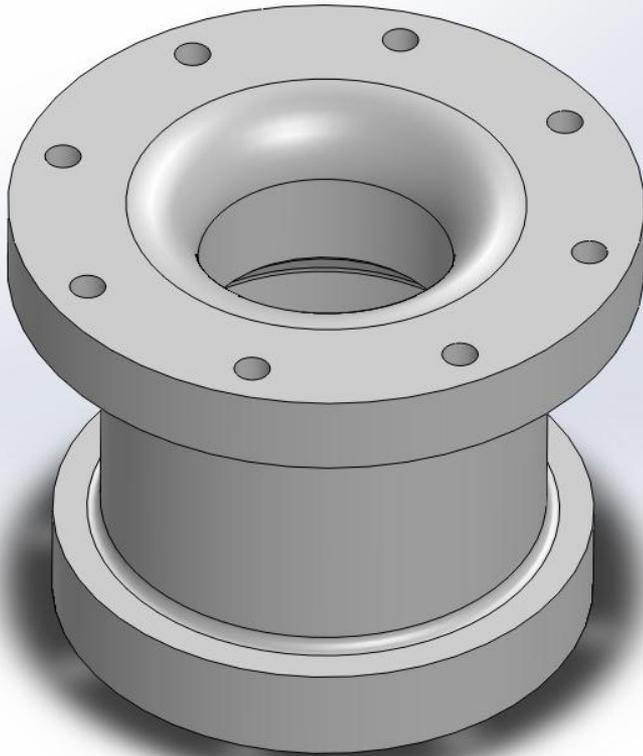
PO: le sezioni – principi generali

Dal punto di vista esecutivo le sezioni possono essere:

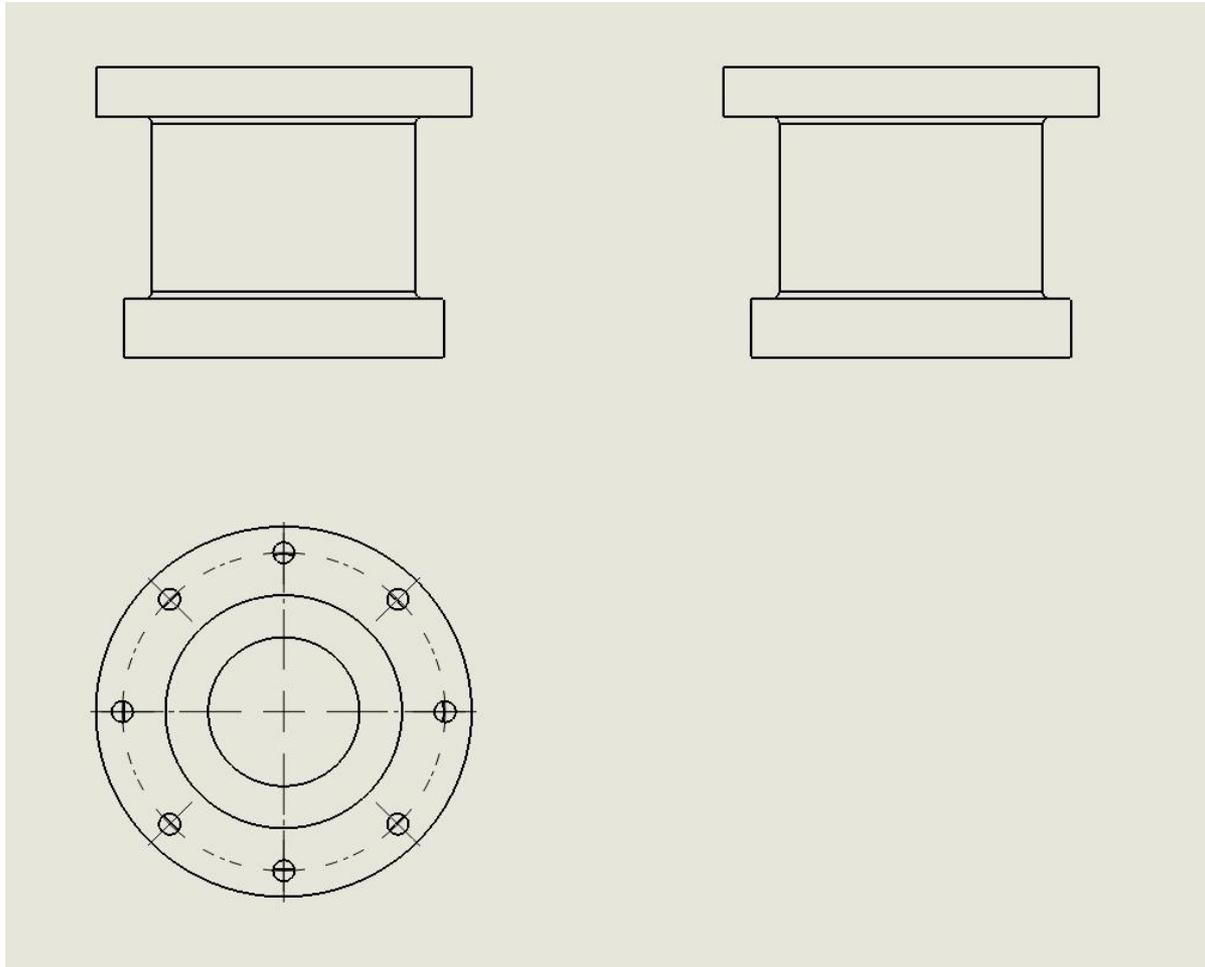
- Secondo un piano
- Secondo due o più piani consecutivi
- Secondo piani paralleli
- Secondo superfici cilindriche o coniche (*)

(*) Utilizzate generalmente per elementi di macchine a fluido (giranti o palette di turbine)

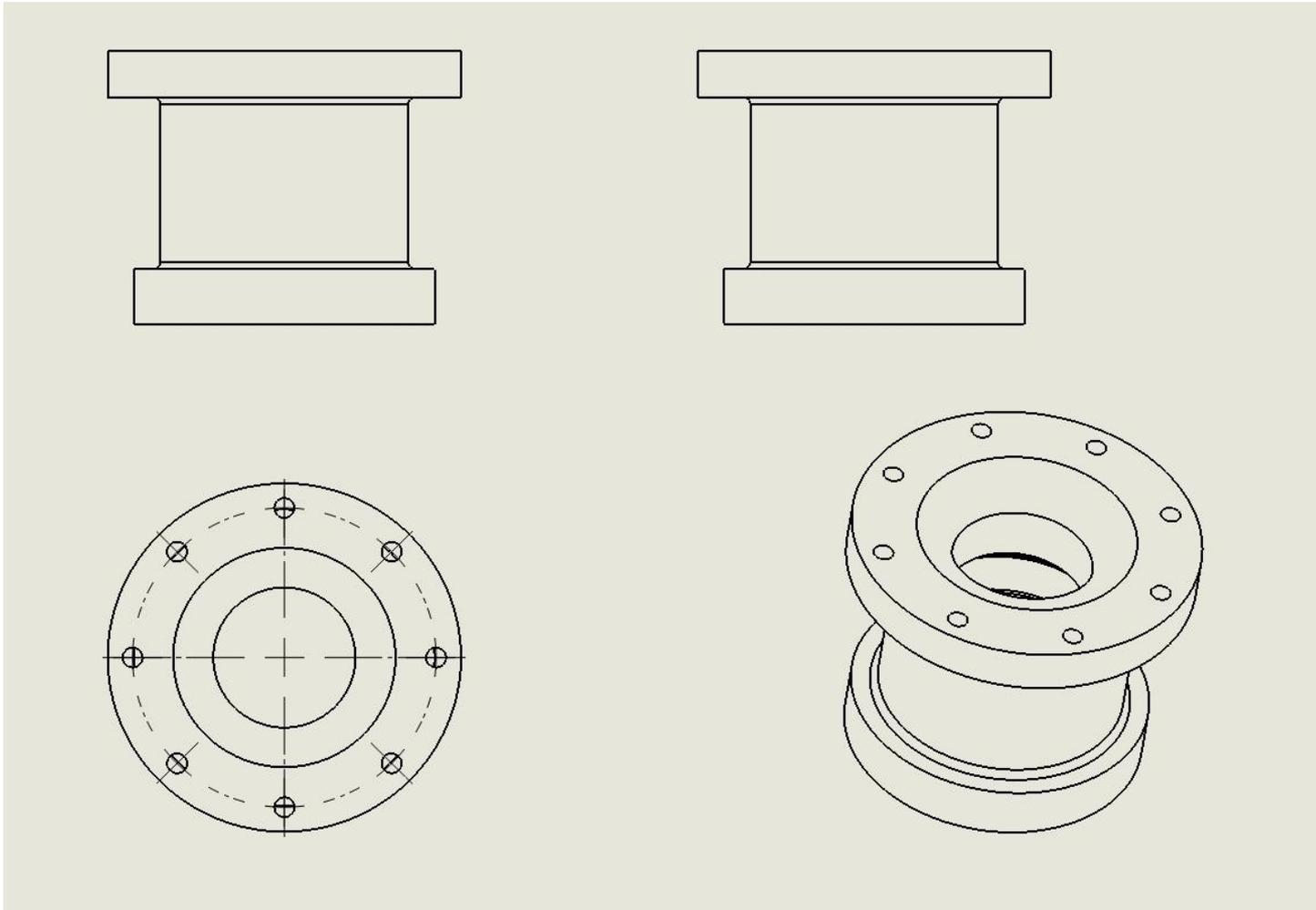
Esempio



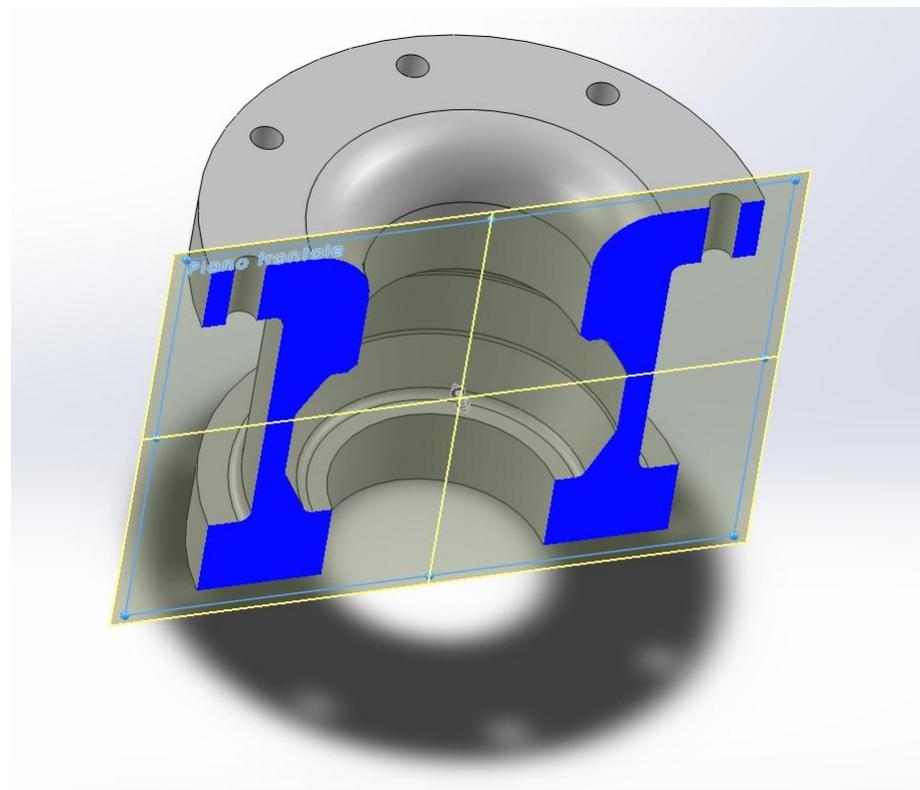
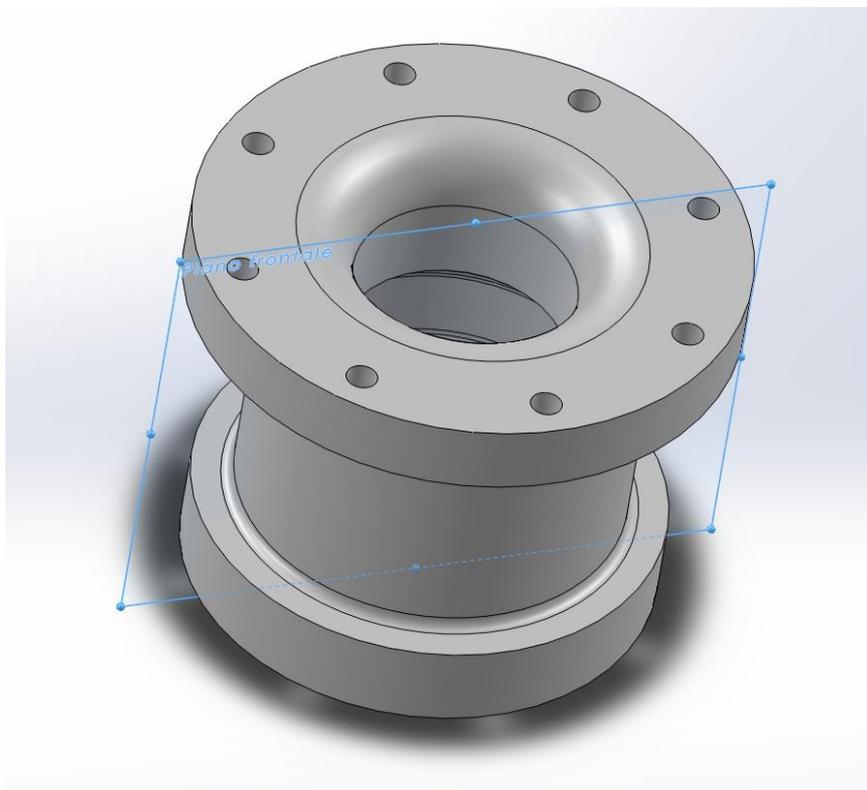
Esempio



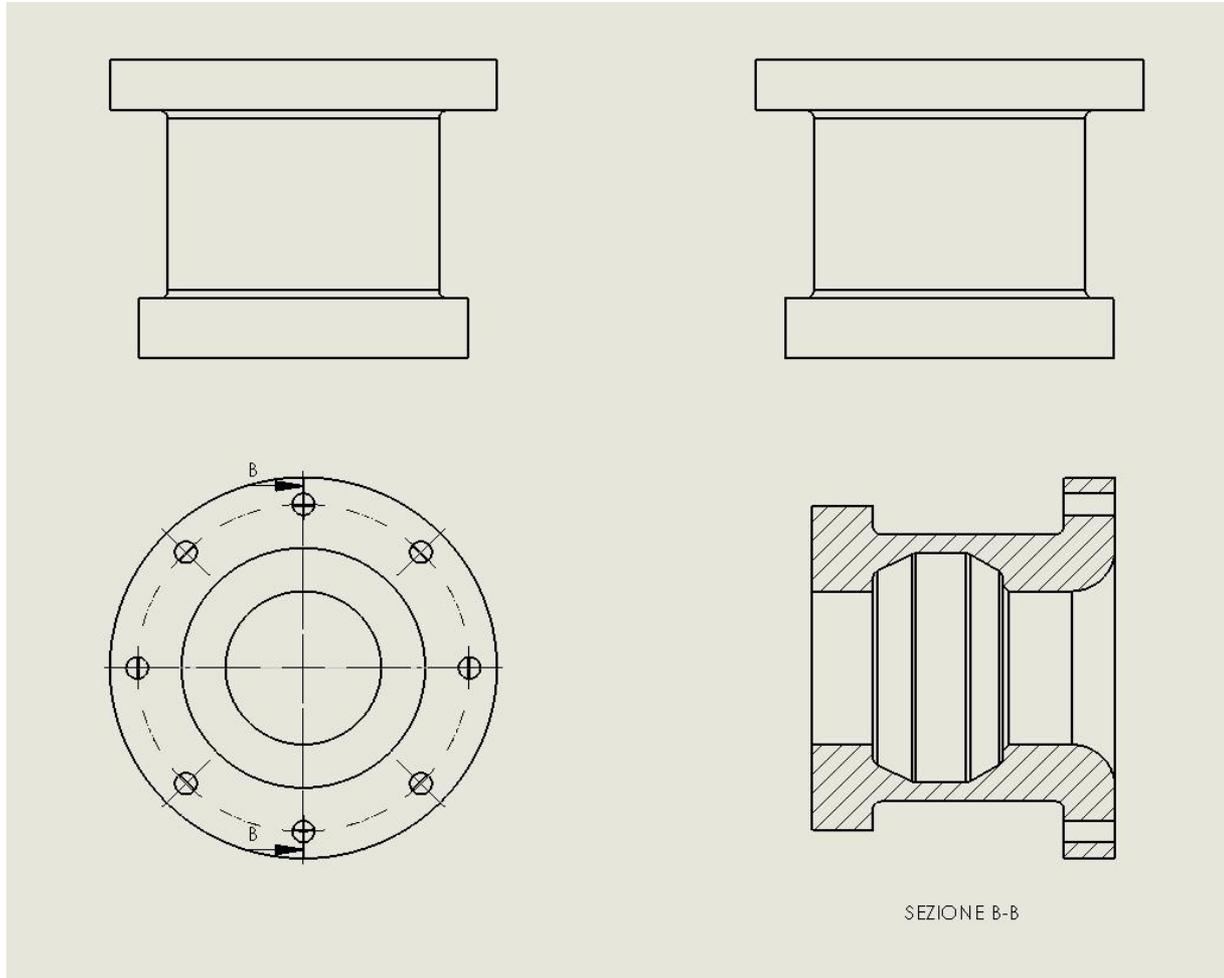
Esempi



Esempi



Esempio



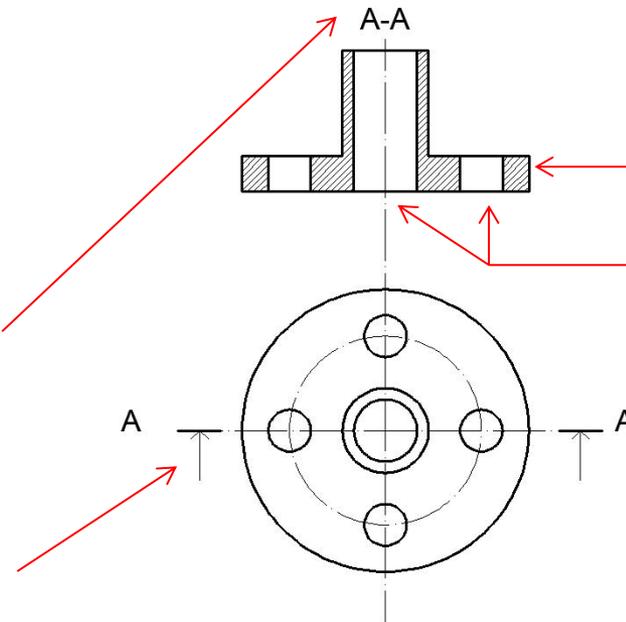
PO: le sezioni – principi generali

UNI 3971 - ritirata

Al disegno delle sezioni di applicano le regole generali per la disposizione delle viste.

Le sezioni devono essere chiaramente identificate tramite una doppia lettera maiuscola.

Le due frecce di riferimento indicano la direzione di osservazione e vanno posizionate alla estremità della traccia del piano di sezione.



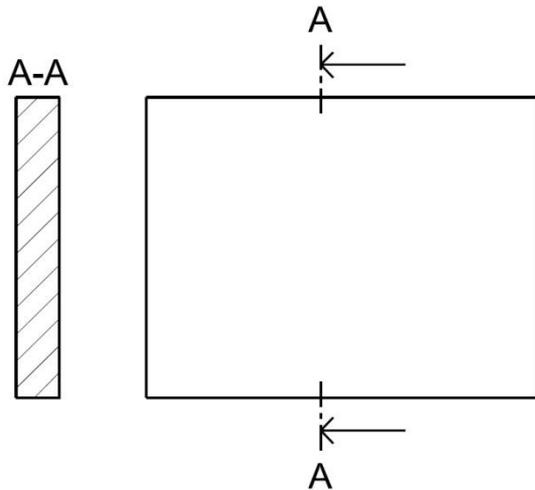
Si rappresentano le linee che rappresentano i bordi in vista sul piano di sezione e quelli disposti posteriormente a questo.

Il piano di sezione viene individuato con un tratteggio a 45° (linea tipo B) rispetto alle linee principali del contorno o agli assi di simmetria della sezione.

La traccia del piano di sezione viene individuato da una linea di **tipo H.**

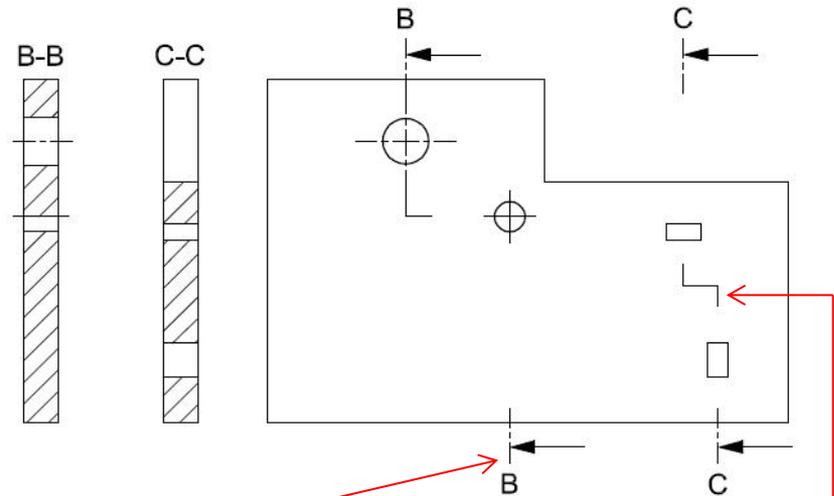
PO: le sezioni – principi generali

UNI ISO 128-40



La posizione del piano di sezione deve essere indicata mediante una linea mista grossa 04.2 (**tipo J**).

Per ragioni di leggibilità la traccia del piano di sezione può essere disegnata secondo tutta la sua lunghezza mediante una linea mista fine 04.1 (**tipo G**).

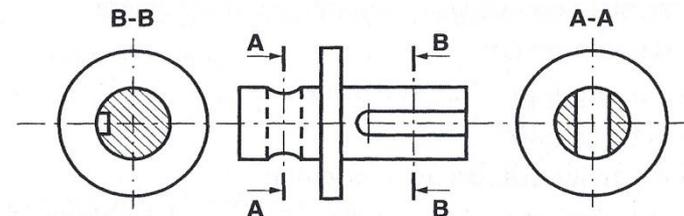
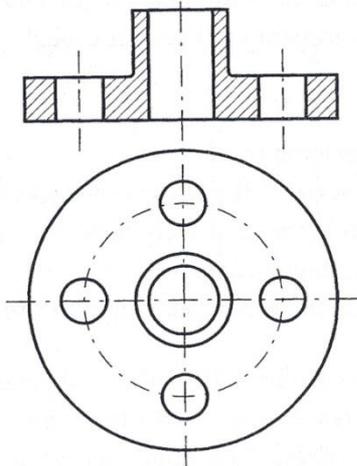


In caso di variazione del piano di sezione la traccia del piano di sezione deve essere disegnata solo alle **estremità** ed in corrispondenza dei **cambi di direzione**.

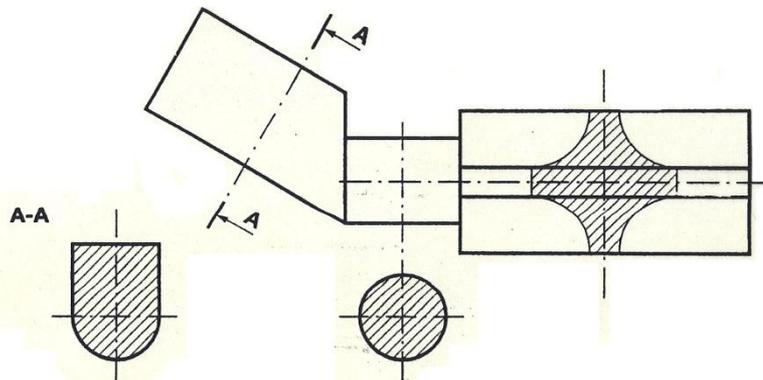
PO: le sezioni – principi generali

Sezioni secondo un unico piano

Se la posizione del piano di sezione è ovvia, non sono necessarie indicazioni aggiuntive. Si può quindi omettere l'indicazione della traccia del piano di sezione e le relative lettere identificative.

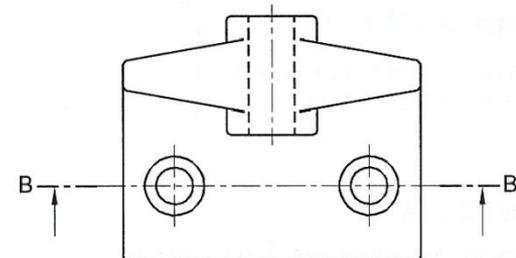
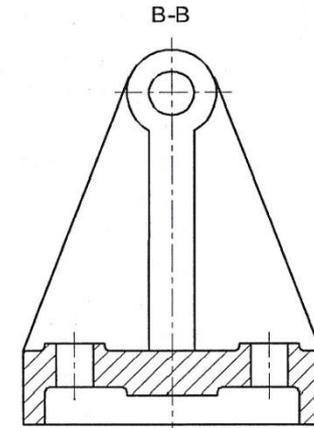
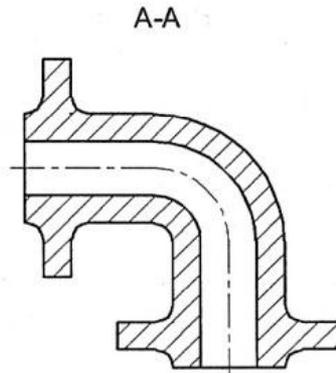
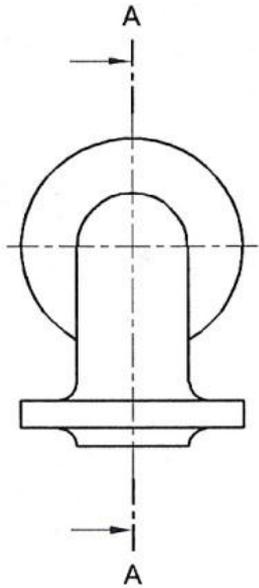


Abitualmente vengono indicate sia la traccia del piano di sezione (**tipo H**) e sia le relative lettere identificative .



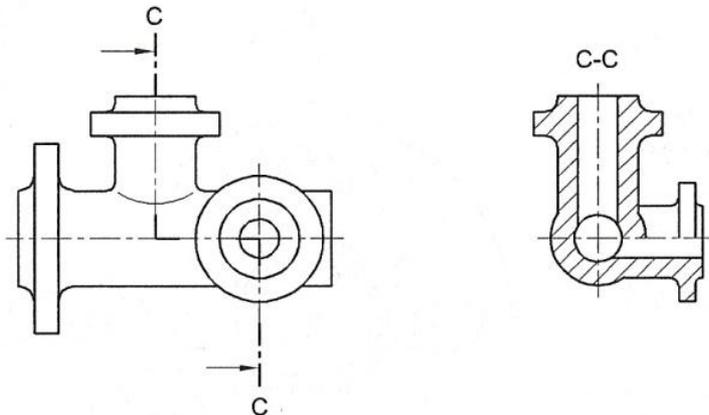
PO: le sezioni – principi generali

Sezioni secondo un unico piano

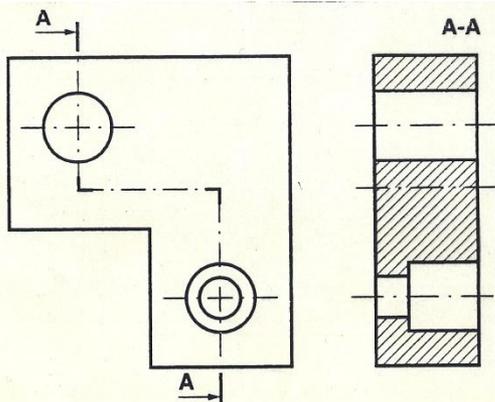
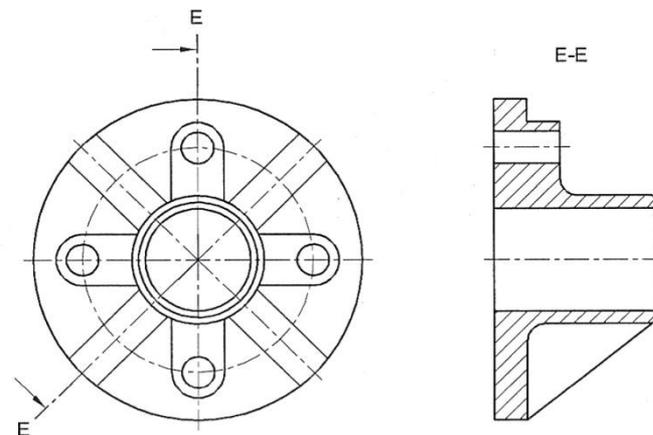


PO: le sezioni – principi generali

Sezioni secondo due piani paralleli



Sezioni secondo due piani concorrenti

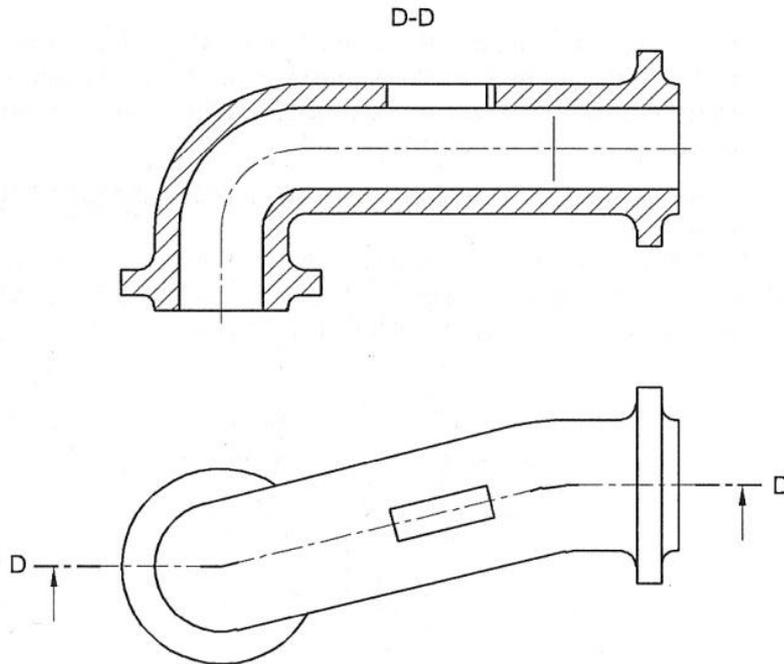


In presenza di piani di sezione paralleli, sfalsare il tratteggio della sezione migliora la leggibilità del disegno.

PO: le sezioni – principi generali

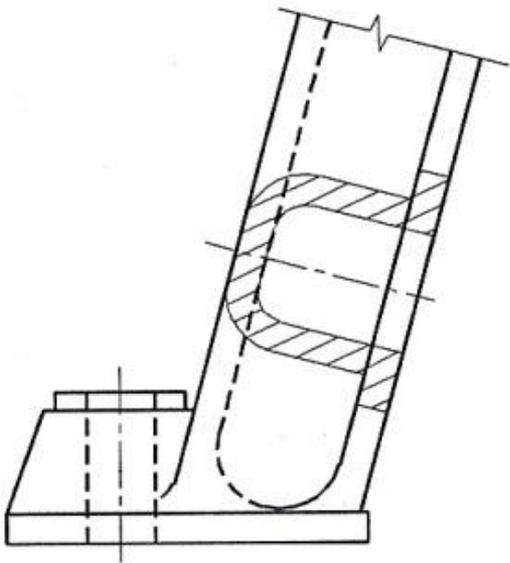
Sezioni secondo tre piani consecutivi

Quando per sezionare si utilizzano *due o più piani consecutivi*, le intersezioni delle tracce vanno evidenziate con tratti grossi.



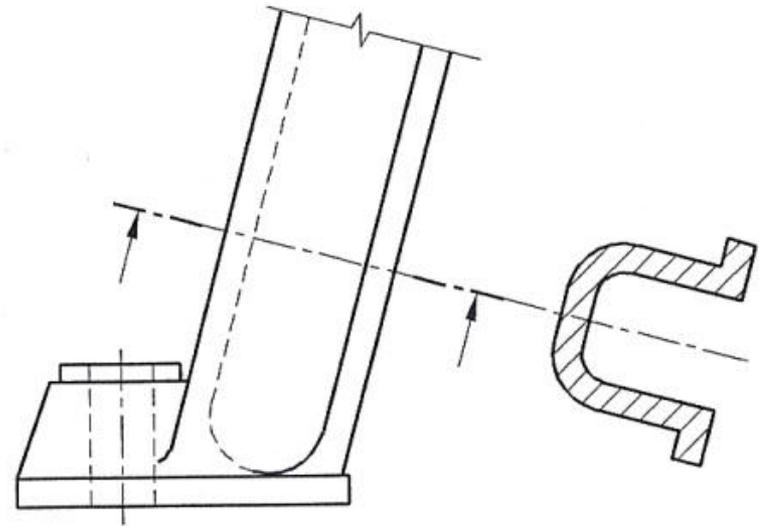
PO: le sezioni – principi generali

Sezioni ribaltate in luogo



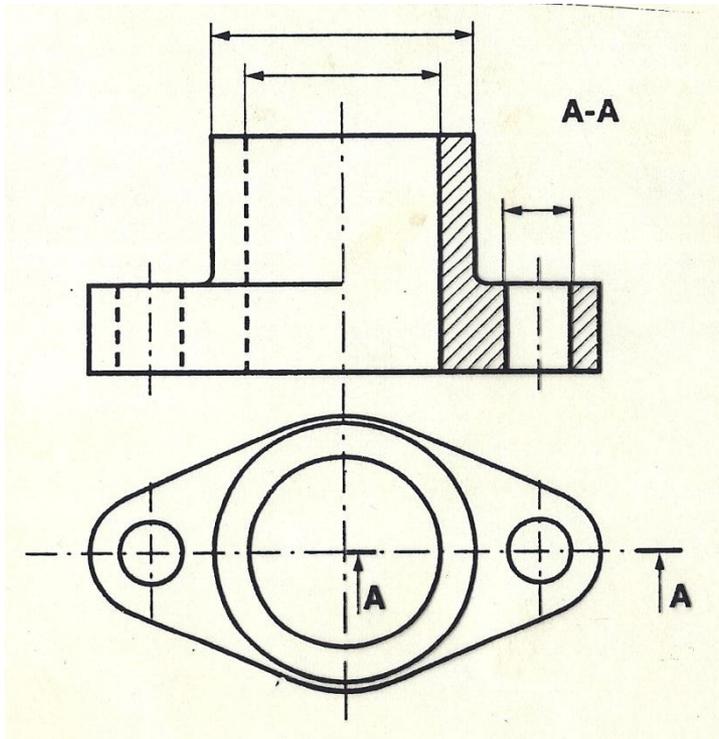
Sezioni ribaltate in luogo non vanno quotate.

Sezioni in vicinanza

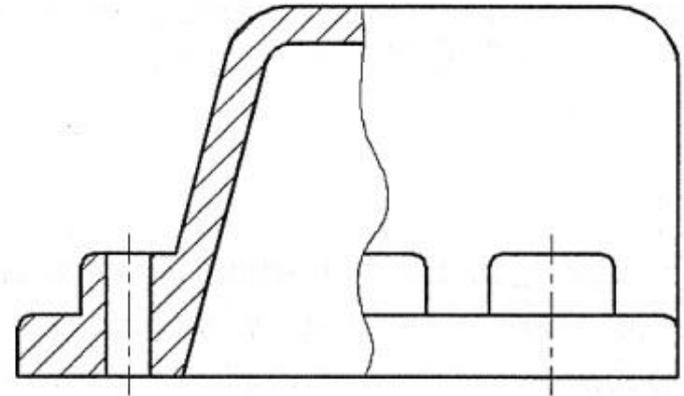


PO: le sezioni – principi generali

Sezioni di oggetti simmetrici

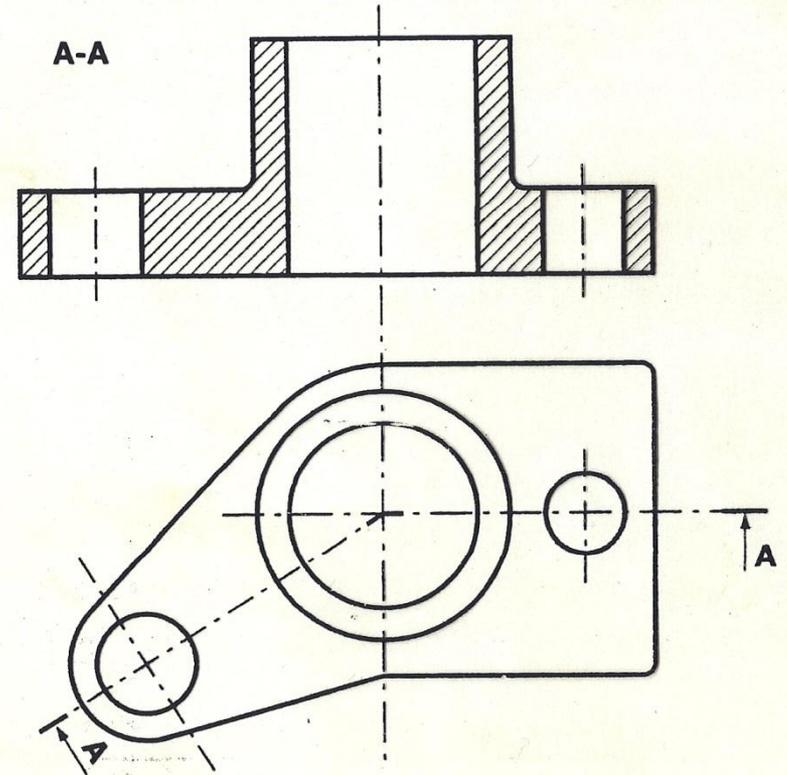


Sezioni parziali



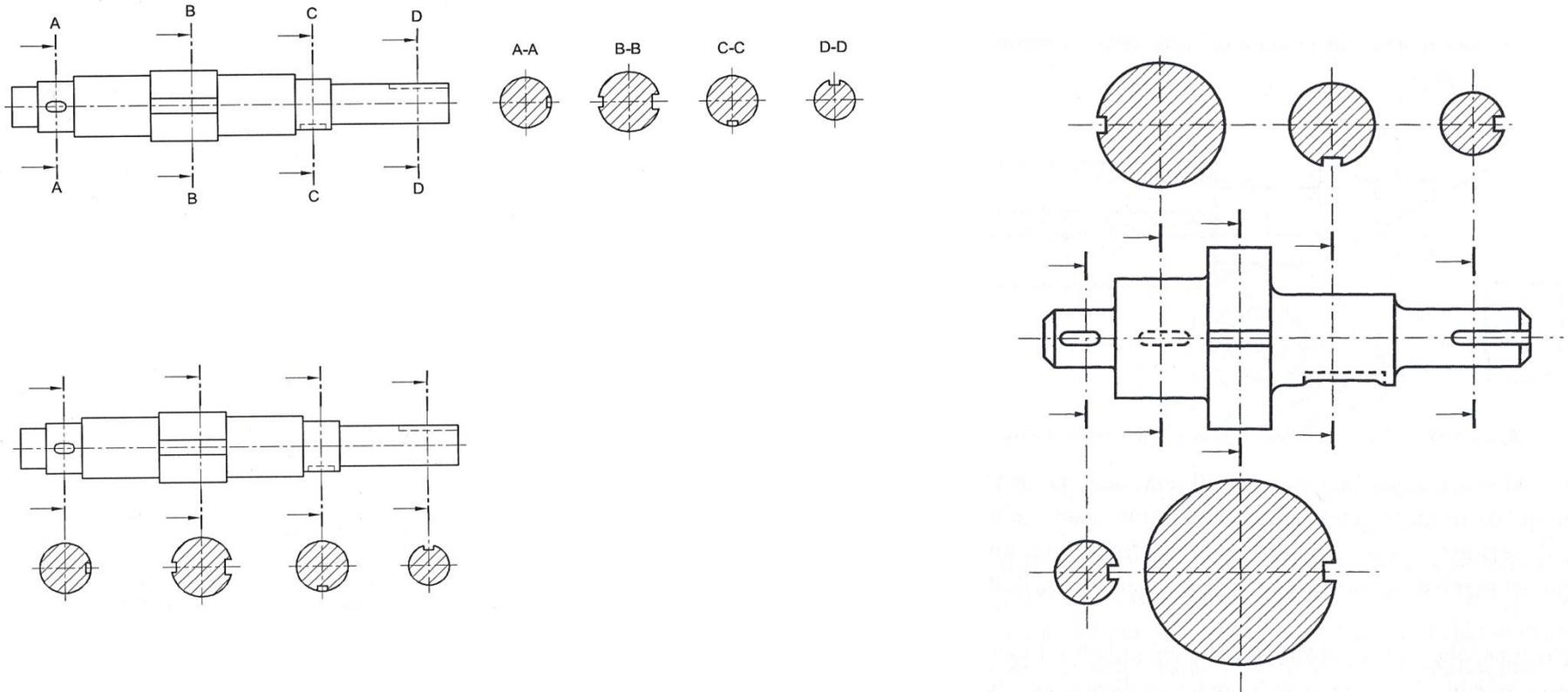
PO: le sezioni – principi generali

Per neutralizzare le distorsioni legate alle viste di scorcio è possibile eseguire delle **rotazioni** in modo da rappresentare l'oggetto con le dimensioni in scala rispetto a quelle reali.



PO: le sezioni – principi generali

Disposizione delle sezioni successive

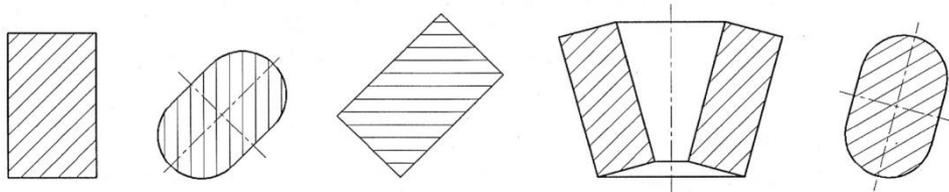


PO: le sezioni – tratteggi

La norma UNI ISO 128-50 definisce sei modi per rappresentare le aree di sezione:

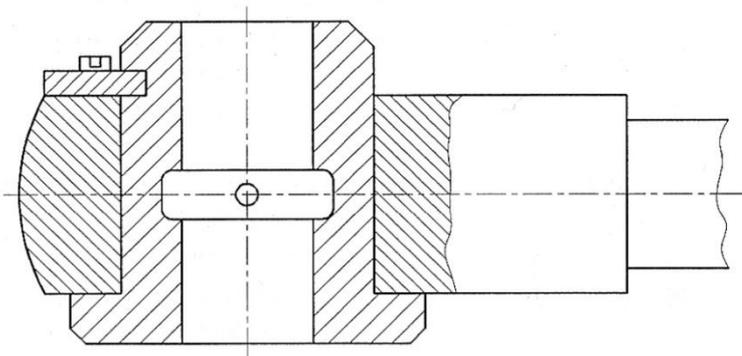
- Tratteggi
- Puntinature
- Contorni con linea extra grossa
- Annerimento di sezioni sottili
- Annerimento di sezioni sottili adiacenti
- Individuazione di materiali specifici

PO: le sezioni – tratteggi



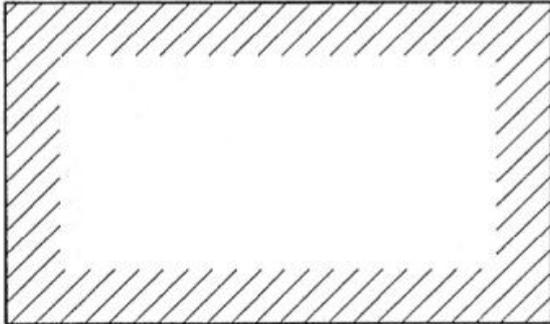
Le superfici sezionate devono essere tratteggiate con linea sottile tipo 01.1.5 (tipo B) inclinata di 45° rispetto all'asse di sezione o alle linee di contorno del disegno.

Tratteggi di aree adiacenti

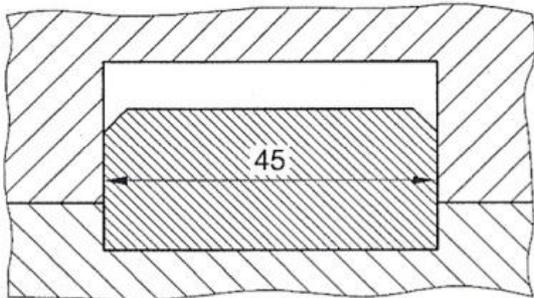


Superfici diverse sezionate ed appartenenti allo stesso pezzo devono essere tratteggiate in modo identico. Pezzi diversi adiacenti devono essere individuati mediante tratteggi inclinati o spaziati in modo diverso.

PO: le sezioni – tratteggi



Le superfici di grande ampiezza possono essere tratteggiate solo in prossimità del contorno.



Il tratteggio deve essere interrotto in corrispondenza delle scritte che si trovano sulla superficie sezionata.

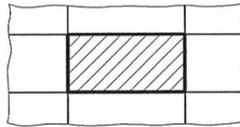
PO: le sezioni – tratteggi

Ombreggiatura utilizzando punti o annerimenti



Una superficie può essere sia ombreggiata (cioè evidenziata) mediante punti più o meno spazati, sia annerita.

Contorno enfatizzato con linea continua extra-grossa



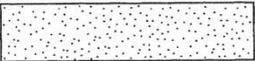
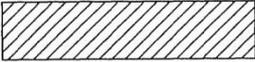
Le superfici di sezioni possono essere maggiormente evidenziate mediante contorni tracciati con linea extra grossa (per es. 0.13 – 0.25 – **0.50**).

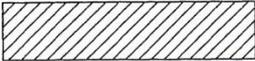
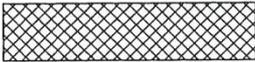
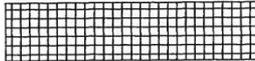
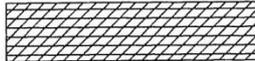
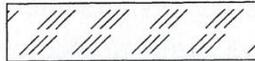
Sezioni sottili



Le sezioni sottili possono essere completamente annerite.

PO: le sezioni – tratteggi

SEGNO GRAFICO	NATURA DEL MATERIALE
	Aeriformi e assimilabili (quando hanno importanza funzionale)
	Liquidi
	Solidi
	Terreno

SEGNO GRAFICO	NATURA DEL MATERIALE SPECIFICO
	Materiale predominante
	Materiale da mettere in particolare evidenza
	Materiali ausiliari (es. materie plastiche in meccanica, pietre e marmi in edilizia)
	Legno
	Avvolgimenti elettrici
	Isolanti
	Materiali trasparenti

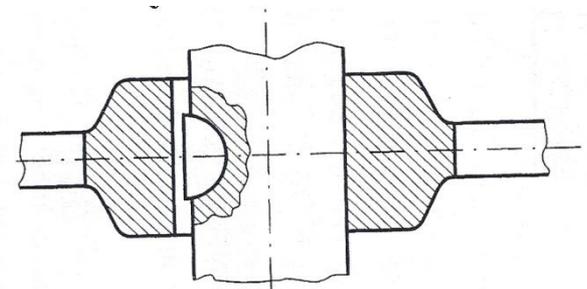
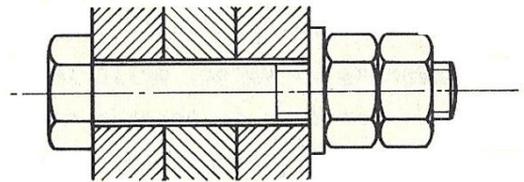
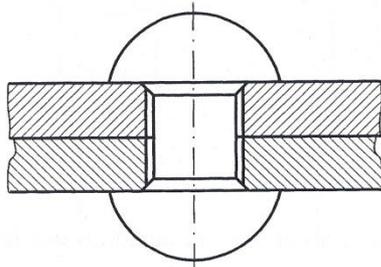
Al fine di rappresentare materiali diversi, possono essere utilizzate rappresentazioni specifiche. In tal caso il significato delle rappresentazioni deve essere chiaramente indicato sul disegno.

PO: parti da non sezionare

UNI ISO 128-44: «Di regola, nervature, elementi di collegamento, alberi, razze di ruote ed elementi analoghi non devono essere sezionati longitudinalmente e quindi rappresentati in sezione».

Si ritiene infatti che il tratteggio possa falsare l'interpretazione del disegno ovvero non introduca alcun elemento migliorativo della sezione.

Fra gli elementi interessati alla regola sopra riportata vanno annoverati: viti e chiodi, sfere, rulli e altri corpi rotolanti per cuscinetti, chiavette, linguette, perni e spine, nervature di rinforzo, alberi, razze di pulegge, denti di ruote dentate.



Sistemi di Rappresentazione

Proiezioni Assonometriche

Ing. Alessandro Carandina

Metodi di proiezione

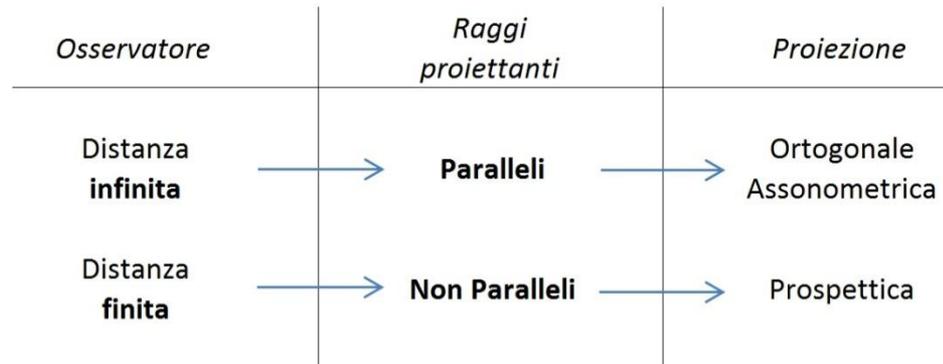
I metodi di proiezioni sono definiti :

- dal tipo di proiettanti che possono essere parallele o convergenti;
- dalla posizione del piano di proiezione relativamente alle proiettanti, che può essere ortogonale od obliqua;
- dalla posizione dell'oggetto (delle sue parti principali), che può essere sia parallela/ortogonale, sia obliqua rispetto al piano di proiezione.

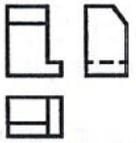
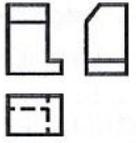
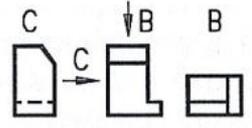
Metodi di proiezione

prospetto 1 Sistemi di proiezione

Centro di proiezione	Posizione del piano di proiezione rispetto alle proiettanti	Parti principali dell'oggetto rispetto al piano di proiezione	Numero dei piani di proiezione	Tipo di vista	Tipo di proiezione
Infinito (proiettanti parallele)	Ortagonale	Parallele/ortogonali	Uno o più	Bidimensionale	Ortagonale (ISO 5456-2)
		Oblique	Uno	Tridimensionale	Assonometrica (ISO 5456-3)
	Obliqua	Parallele/ortogonali	Uno	Tridimensionale	
		Oblique	Uno	Tridimensionale	
Finito (proiettanti convergenti)	Obliqua	Oblique	Uno	Tridimensionale	Prospettica (ISO 5456-4)



Metodi di proiezione UNI EN ISO 10209

Posizione del centro di proiezione	Posizione del piano di proiezione	Posizione dei contorni principali dell'oggetto	Metodo di rappresentazione risultante		Esempio	Riferimento
			termine	definito in		
Proiezioni ortografiche						
Infinito (proiettanti parallele)	Parallelo/perpendicolare agli assi coordinati e perpendicolare alle proiettanti	Normalmente paralleli/perpendicolare ai piani di proiezione ed ai piani coordinati	Primo diedro	3.25		ISO 5456-2:- ¹⁾ , 5.1
			Terzo diedro	3.26		ISO 5456-2:- ¹⁾ , 5.2
			Frecce riferite	3.27		ISO 5456-2:- ¹⁾ , 5.3
		Nessun contorno principale	Proiezione topografica	3.28		-

Metodi di proiezione UNI EN ISO 10209

Posizione del centro di proiezione	Posizione del piano di proiezione	Posizione dei contorni principali dell'oggetto	Metodo di rappresentazione risultante		Esempio	Riferimento
			termine	definito in		
Proiezioni assonometriche						
Infinito (proiettanti parallele)	Equamente inclinato rispetto agli assi coordinati e perpendicolare alle proiettanti	Paralleli ai piani coordinati	Isometrico	3.39		ISO 5456-3:- ¹⁾ , 5.1
	Equamente inclinato rispetto a due degli assi coordinati e perpendicolare alle proiettanti		Dimetrico	3.37		ISO 5456-3:- ¹⁾ , 5.2
	Diversamente inclinato rispetto agli assi coordinati e perpendicolare alle proiettanti		Trimetrico	3.38	Non raccomandato	-
	Parallelo ad un piano coordinato verticale ed obliquo rispetto alle proiettanti	Paralleli al piano di proiezione verticale	Cavaliera speciale	3.40		ISO 5456-3:- ¹⁾ , 5.3.1
			Cavaliera	3.41		ISO 5456-3:- ¹⁾ , 5.3.2
	Parallelo al piano coordinato orizzontale ed obliquo rispetto alle proiettanti	Parallelo al piano di proiezione orizzontale	Planometrica	3.42		ISO 5456-3:- ¹⁾ , 5.3.3

Proiezioni assonometriche

Le rappresentazioni assonometriche sono **rappresentazioni pittoriali** ottenute proiettando l'oggetto da un punto ad una distanza infinita (centro di proiezione) su un singolo piano di proiezione (di regola il piano di disegno). Si tratta di una **proiezione di tipo parallela**.

La rappresentazione risultante dipende dalla forma dell'oggetto e dalle posizioni relative del centro di proiezione, del piano di proiezione e dell'oggetto stesso.

Tra le infinite possibilità di rappresentazioni assonometriche, **solo alcuni tipi sono raccomandati per i disegni tecnici** nei vari campi della tecnica (meccanico, elettrico, edile, ecc.).

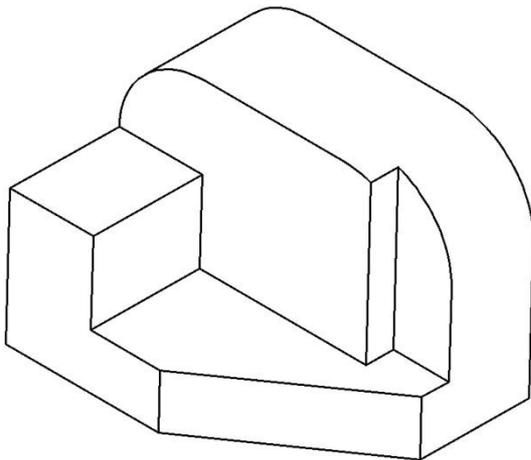
Le rappresentazioni assonometriche sono utilizzate nei disegni tecnici meno frequentemente delle rappresentazioni ortografiche.

Proiezioni assonometriche

Generalità - UNI EN ISO 5456-3

Posizione del sistema di coordinate: la posizione degli assi deve essere scelta, per convenzione, in modo che uno degli assi coordinati (l'asse Z) sia verticale.

Posizione dell'oggetto: l'oggetto è rappresentato con le sue facce principali, gli assi e gli spigoli paralleli ai piano coordinati. L'oggetto deve essere orientato in modo da mostrare sia la vista principale, sia le altre viste che sarebbero scelte per rappresentare lo stesso oggetto in proiezioni ortogonali.



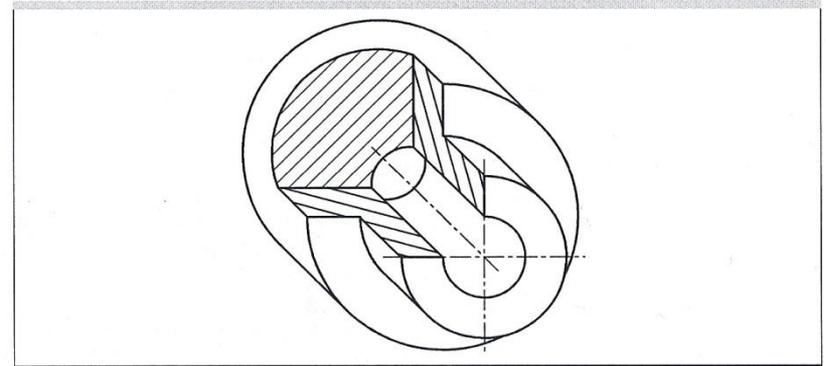
Contorni e spigoli nascosti: i contorni e gli spigoli nascosti sono di preferenza omissi.

Assi di simmetria: gli assi e le tracce dei piani di simmetria dell'oggetto devono essere disegnati solo quando sono necessari.

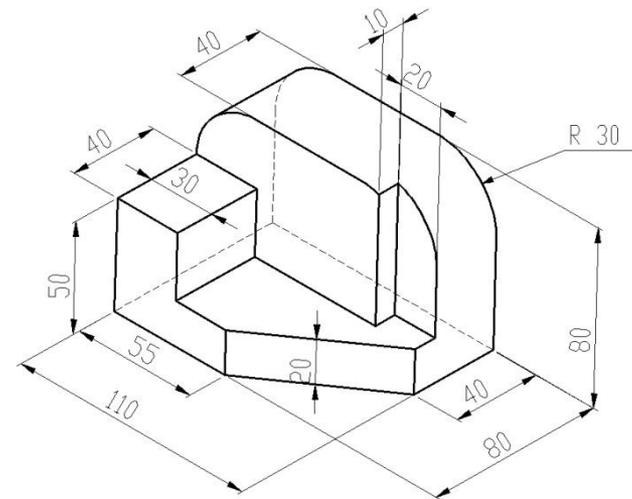
Proiezioni assonometriche

Generalità - UNI EN ISO 5456-3

Tratteggio: il tratteggio per indicare una sezione (in una vista assonometrica) è preferibile che sia eseguito a 45° rispetto agli assi ed ai contorni della sezione.



Quotatura: gli oggetti rappresentati in proiezione assonometrica non sono in generali quotati. Nel caso venissero quotati devono essere adottate le stesse regole valide per le proiezioni ortogonali.

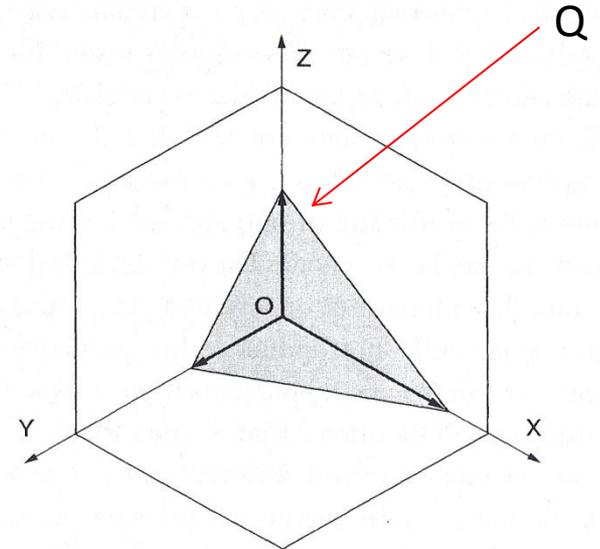


Proiezioni assonometriche

Definizioni

SISTEMA CARTESIANO di assi x , y e z : è il sistema di riferimento che individua il triedro fondamentale e nel quale si immagina di porre l'oggetto che si vuole rappresentare.

QUADRO Q: superficie su cui vengono *proiettati* sia l'oggetto che i versori degli assi cartesiani x , y e z . Per convenzione l'asse z è sempre verticale.

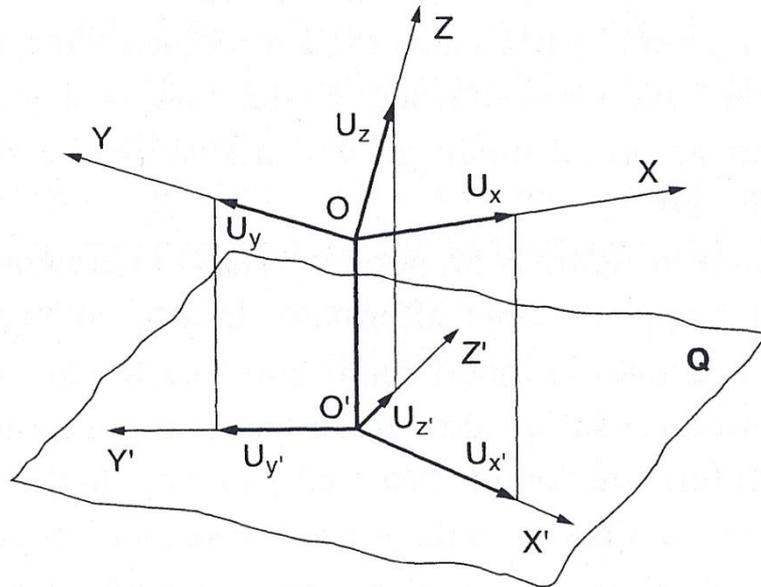


TRIANGOLO DELLE TRACCE
(triangolo fondamentale)

Proiezioni assonometriche

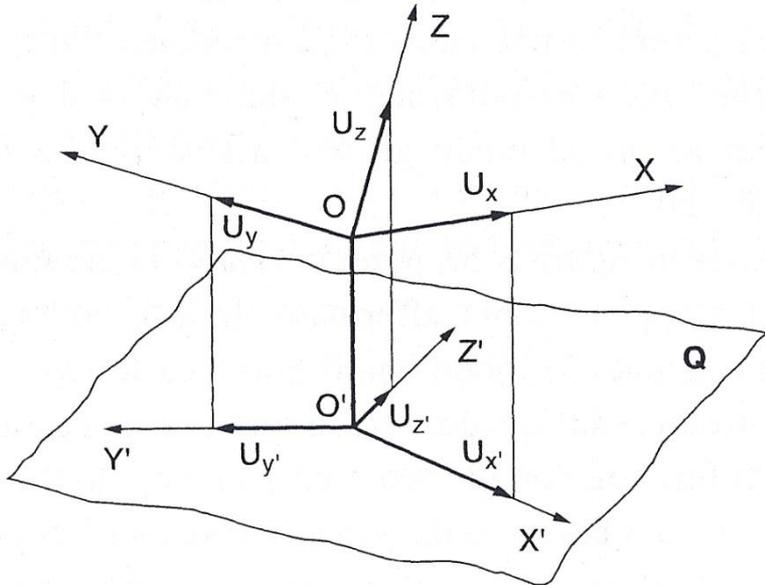
Definizioni

Teorema di Pohlke: *tre segmenti complanari, uscenti da un punto O' ed aventi direzioni e lunghezze arbitrarie, si possono sempre considerare come proiezioni mediante raggi paralleli di tre segmenti uguali prefissati, uscenti da un punto O e normali a due a due.*



Proiezioni assonometriche

Definizioni



Detta $u = u_x = u_y = u_z$ l'unità obiettiva, la proiezioni dei versori della terna genera le unità assonometriche

$$u_{x'}, u_{y'}, u_{z'}$$

I rapporti:

$$u_{x'}/u, u_{y'}/u, u_{z'}/u$$

sono detti rapporti di riduzione.

Se l'assonometria è ortogonale ogni unità assonometrica è minore di u e quindi i rapporti di riduzione sono minori di 1.

Se l'assonometria è obliqua i rapporti di riduzione possono avere valori qualsiasi.

Proiezioni assonometriche

Definizioni

Posto il quadro (superficie su cui vengono proiettati l'oggetto e la terna dei versori di riferimento) obliquo rispetto alla terna obiettiva di assi, ne consegue che nella assonometria possono aversi:

- l'assonometria isometrica, che induce una comune unità di misura sugli assi assonometrici;
- le assonometrie dimetriche, che inducono sugli assi assonometrici due diverse unità di misura;
- le assonometrie trimetriche (anisometriche), che propongono tre diverse unità di misura sui tre assi assonometrici.

Associando alla proiezione degli assi obiettivi sul quadro Q i contorni di un oggetto che agli stessi è riferito, si ricava su Q una rappresentazione atta a fornire il senso delle tre dimensioni.

Proiezioni assonometriche UNI EN ISO 5456-3

Assonometrie raccomandate:

- assonometria ortogonali:

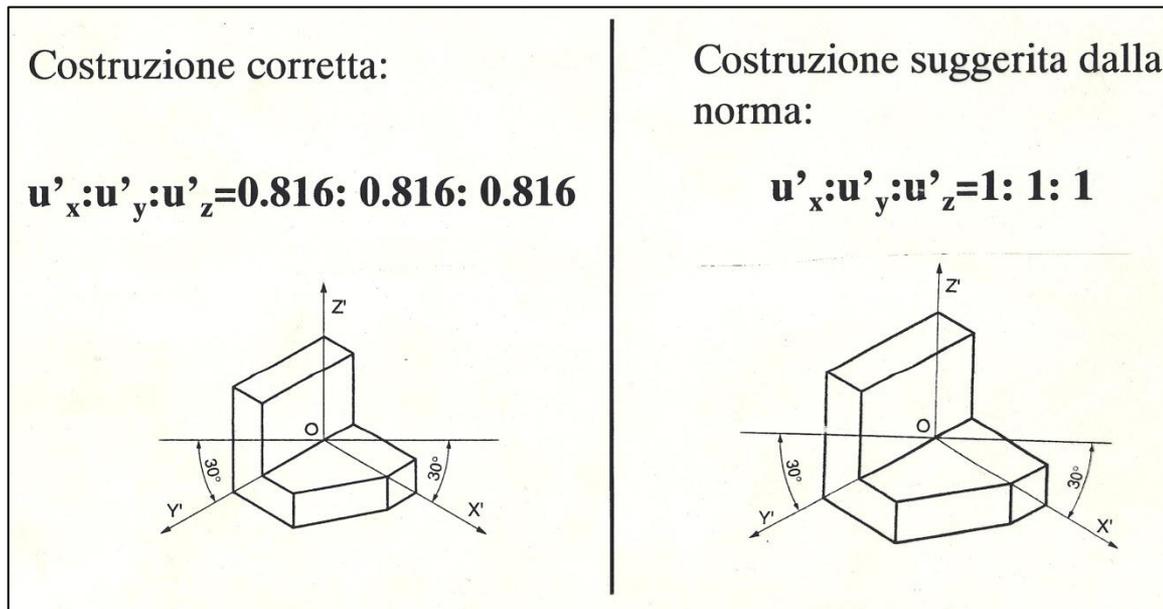
- isometrica
- dimetrica

- assonometrie oblique:

- assonometria cavaliera speciale
- assonometria cavaliera
- assonometria planometrica

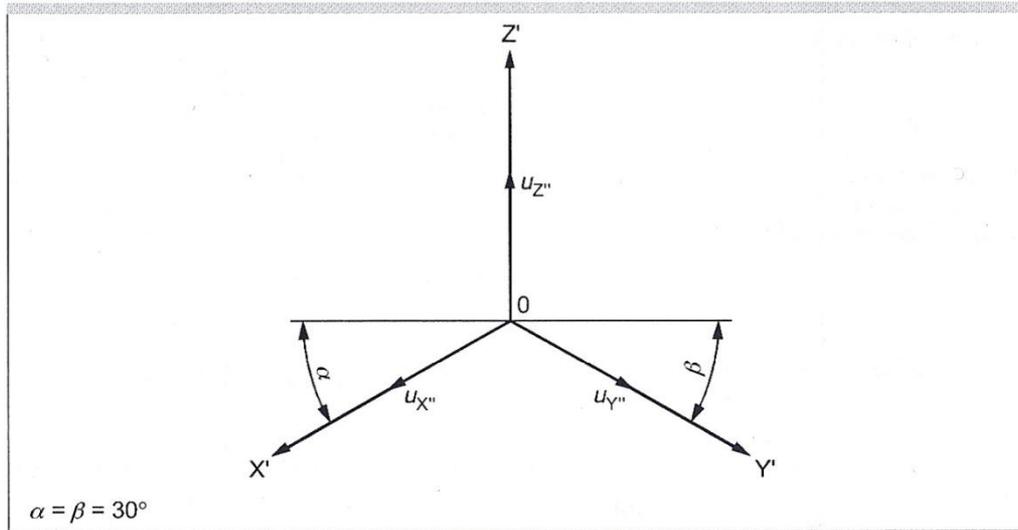
Assonometria isometrica UNI EN ISO 5456-3

E' una assonometria ortogonale in cui il piano di proiezione forma tre angoli uguali con i tre assi coordinati (il triangolo delle tracce è un triangolo equilatero).



Nella costruzione suggerita dalla norma la rappresentazione risulta ingrandita per un fattore pari a 1.225

Assonometria isometrica UNI EN ISO 5456-3



$$\alpha = \beta = 30^\circ$$

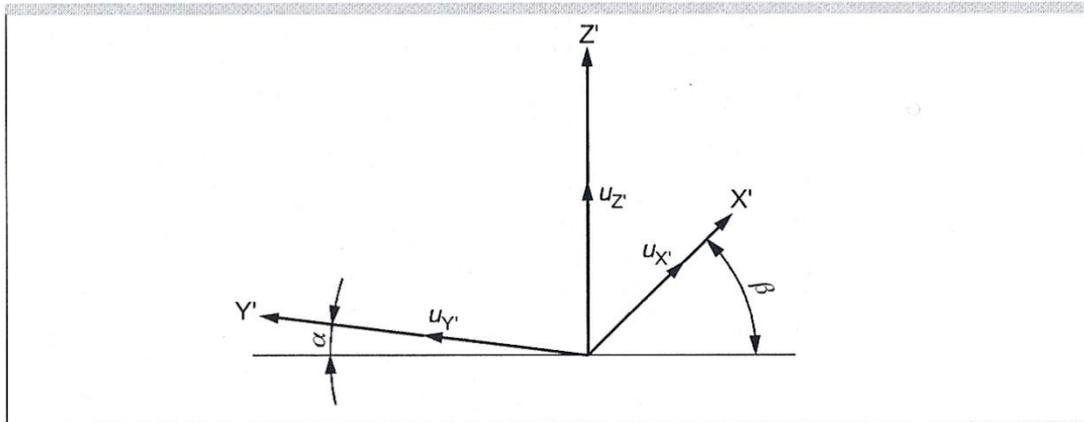
L'uso di rapporti di riduzione pari a 0.816 lungo gli assi assonometrici risulterebbe poco agevole. Per tale motivo la norma stabilisce che vengano adottati i rapporti:

$$\mathbf{u_{X'} : u_{Y'} : u_{Z'} = 1 : 1 : 1}$$

Assonometria dimetrica UNI EN ISO 5456-3

E' una assonometria ortogonale utilizzata quando una vista dell'oggetto da rappresentare è di importanza prevalente. Il triangolo delle tracce è un triangolo isoscele. I rapporti di riduzione sono:

$$u_{x'} : u_{y'} : u_{z'} = \frac{1}{2} : 1 : 1$$



$$\alpha = 7^\circ$$
$$\beta = 42^\circ$$

Assonometria cavaliera speciale

UNI EN ISO 5456-3

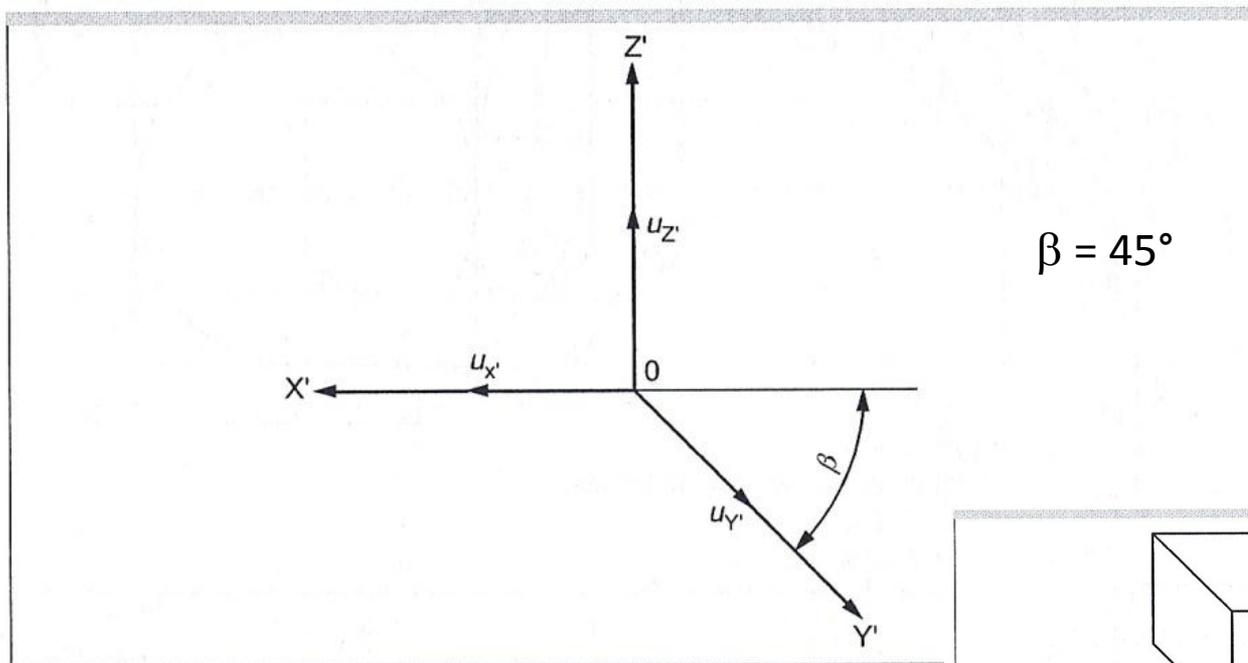
Il piano di proiezione è parallelo ad uno dei piani coordinati (di solito il piano verticale) ed alla faccia principale dell'oggetto da rappresentare.
I raggi proiettanti sono inclinati di 45° rispetto al quadro.

Due degli assi proiettati sono ortogonali mentre la direzione del terzo asse è a 45° rispetto agli altri due. Le scale sui tre assi sono identiche:

$$\mathbf{u}_{x'} : \mathbf{u}_{y'} : \mathbf{u}_{z'} = \mathbf{1} : \mathbf{1} : \mathbf{1}$$

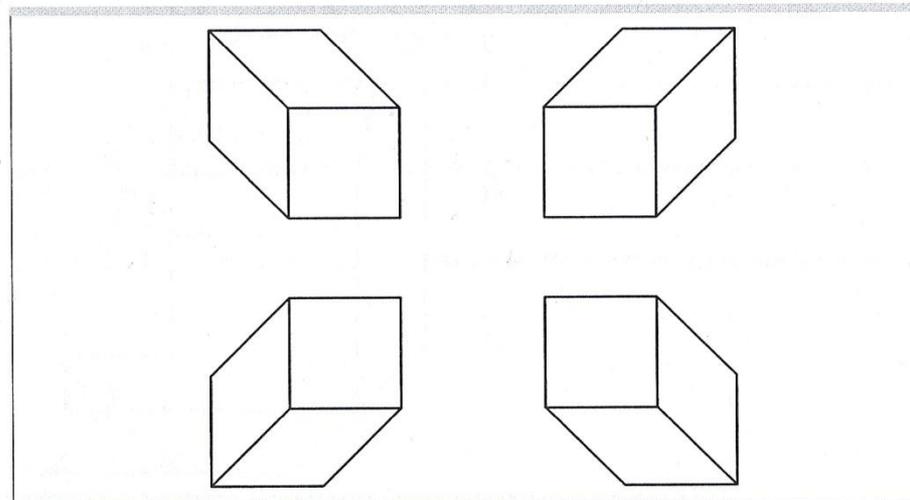
(si tratta quindi di una assonometria obliqua isometrica).

Assonometria cavaliera speciale UNI EN ISO 5456-3



Si tratta di una rappresentazione semplice da realizzare e che può essere quotata.

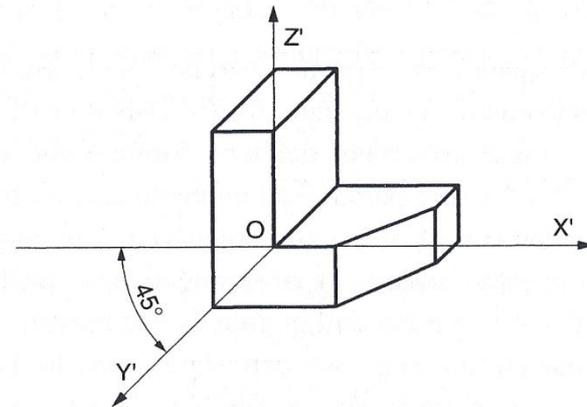
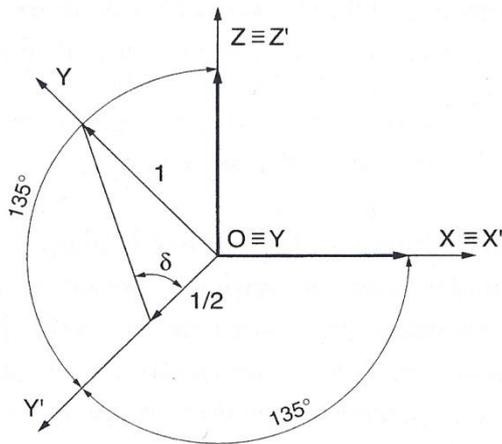
Distorce la percezione della profondità.



Assonometria cavaliere UNI EN ISO 5456-3

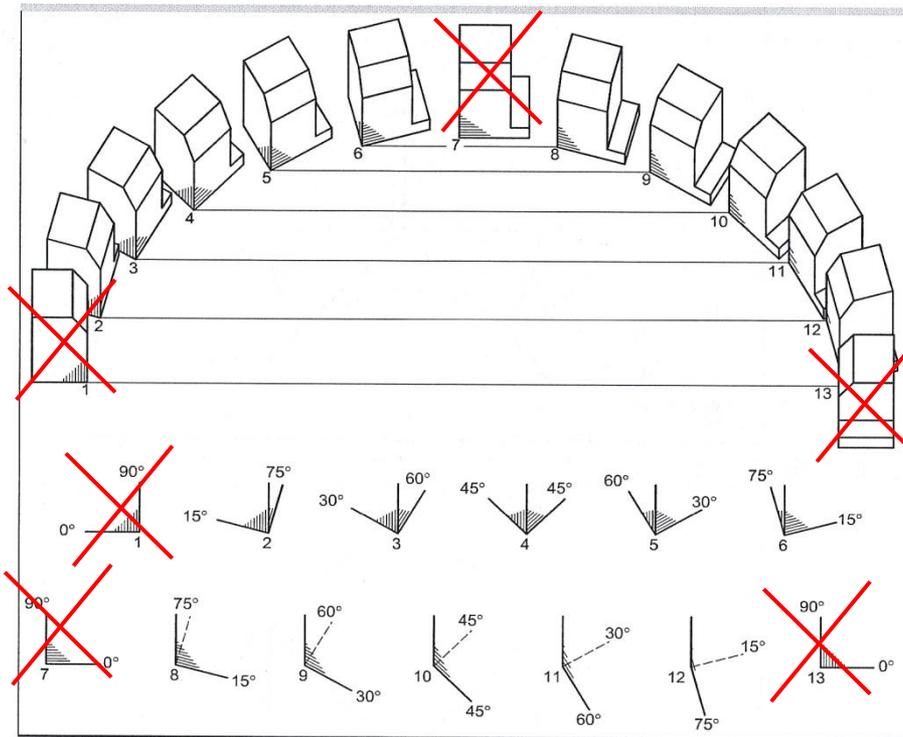
Usando rapporti di riduzione tutti uguali fra loro (vedi la cavaliere speciale isometrica), la rappresentazione presenta uno sviluppo visivamente troppo amplificato lungo l'asse a 45°. Per rendere la rappresentazione più realistica la norma adotta questi rapporti:

$$u_{x'} : u_{y'} : u_{z'} = 1 : \frac{1}{2} : 1$$

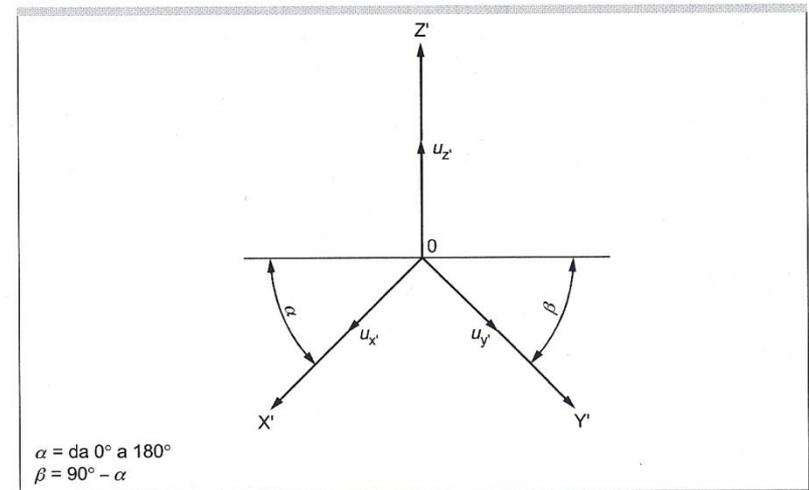


Assonometria planometrica UNI EN ISO 5456-3

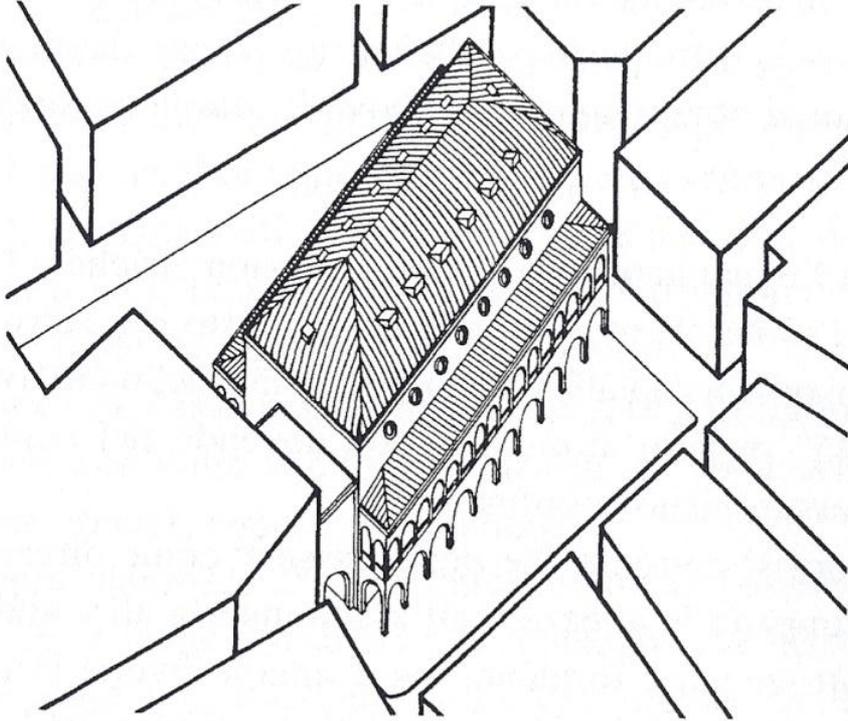
E' una assonometria obliqua in cui il piano di proiezione (quadro) è parallelo al piano coordinato orizzontale (piano xy o "piano di appoggio").



Le proiezioni che utilizzano angoli α pari a 0° , 90° o 180° sono da evitare.

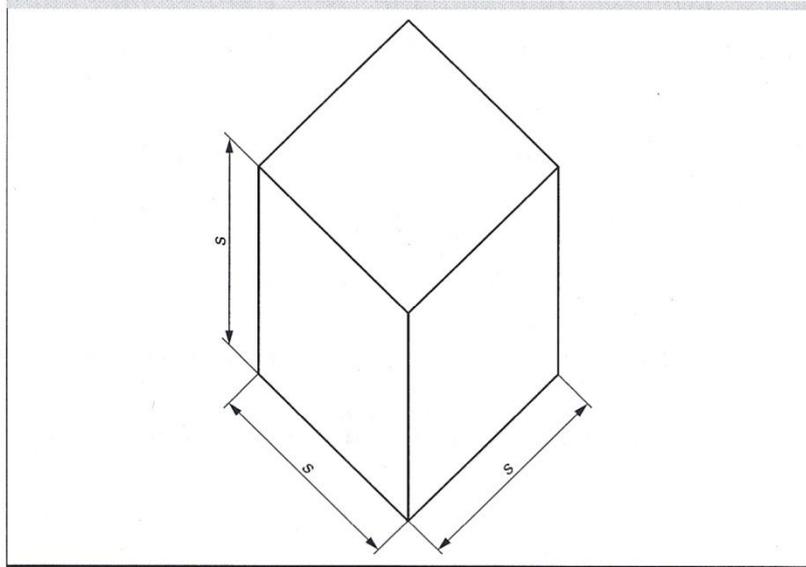


Assonometria planometrica UNI EN ISO 5456-3



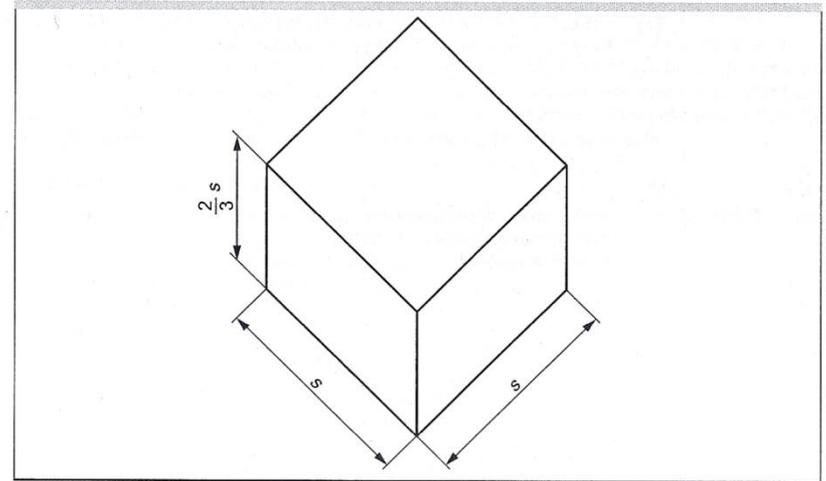
Questo tipo di assonometria è particolarmente conveniente per i disegni di urbanistica. Le viste in pianta non sono distorte e non vengono quindi alterati gli angoli fra le sedi stradali.

Assonometria planometrica UNI EN ISO 5456-3



Proiezione planometrica normale

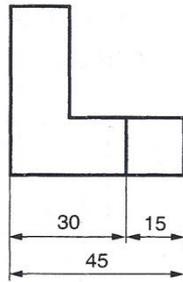
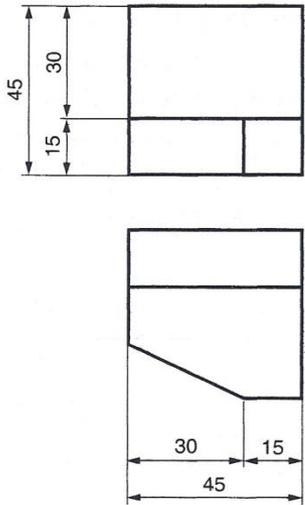
$$u_{x'} : u_{y'} : u_{z'} = 1 : 1 : 1$$



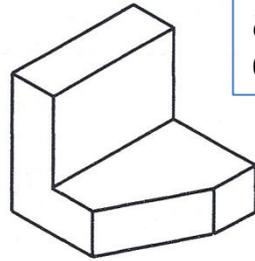
Proiezione planometrica ribassata

$$u_{x'} : u_{y'} : u_{z'} = 1 : 1 : \frac{2}{3}$$

Comparazione

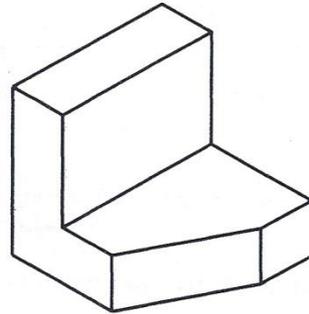


a)



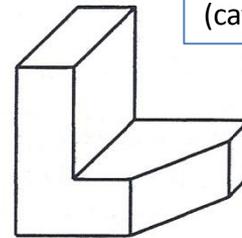
Isometrica
ortogonale
0.816

b)



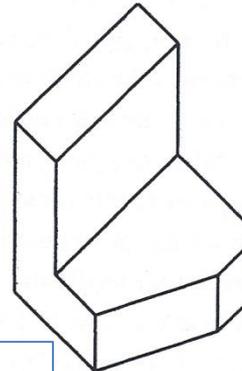
Isometrica
ortogonale
unificata

c)



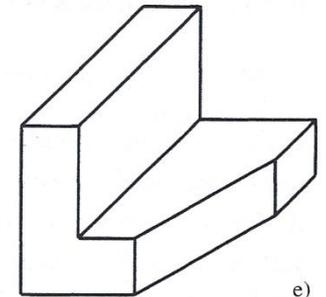
Obliqua
dimetrica
(cavaliera)

d)



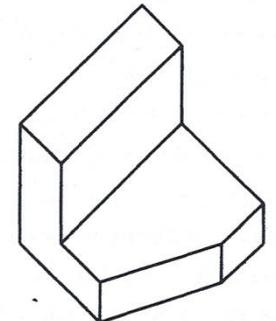
Obliqua
isometrica
planometrica

f)



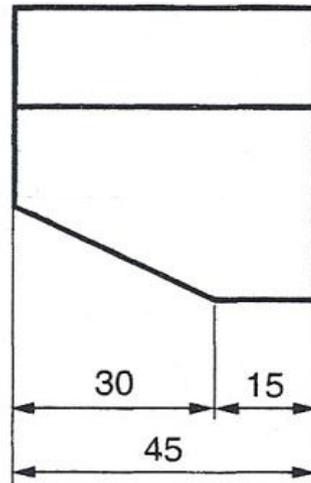
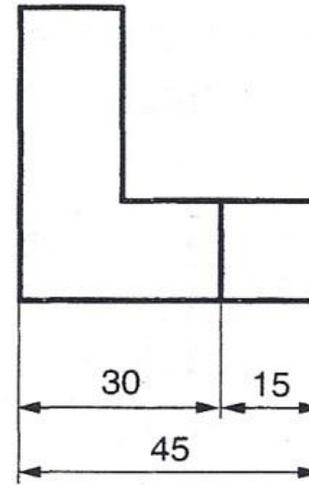
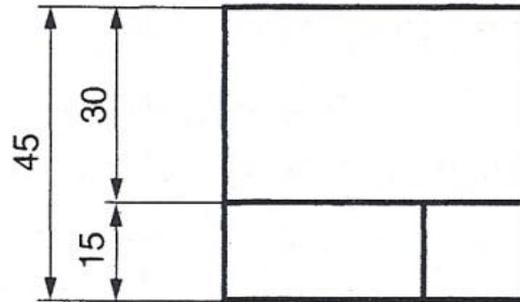
Obliqua
isometrica
(cavaliera
speciale)

e)



Obliqua
dimetrica
planometrica

g)



a)

Invarianti delle proiezioni

La proprietà R di una figura W che si mantiene invariata nella proiezione W' è detta **invariante proiettiva**.

1. **Appartenenza**: se un punto Q appartiene ad una retta s , la sua proiezione Q' apparterrà alla proiezione s' della retta s
2. **Allineamento**: se tre punti P, Q ed R sono allineati le loro proiezioni P', Q' ed R' saranno ancora allineati
3. **Incidenza**: se tre rette r, s e t sono incidenti allora anche le loro proiezioni r', s' e t' saranno ancora incidenti

Non- invarianti delle proiezioni

Molte proprietà di una figura W non si mantengono invariate nella proiezione W' . In generale sono **non-invarianti** le proprietà nelle quali interviene il concetto di **parallelismo** e di **misura**. Sono quindi in genere non-invarianti:

1. **parallelismo**
2. **ortogonalità**
3. **misura di angoli**
4. **misura di lunghezze**

Invarianti delle proiezioni parallele

Per una proiezione a raggi proiettanti paralleli (ortogonale o non):

- Segmenti paralleli si proiettano ancora in segmenti paralleli
- Segmenti fra loro paralleli si riducono in proiezione secondo il medesimo rapporto

Se la proiezione è anche ortogonale, sono invarianti anche:

- Il rapporto divisionale delle linee
- Il valore degli angoli e la lunghezza delle linee di tutte le figure piane appartenenti a piani paralleli al piano di proiezione
- Gli angoli retti se uno dei lati dell'oggetto è parallelo al piano di proiezione

La Quotatura

Ing. Alessandro Carandina

Norme

Norma di riferimento:

UNI ISO 129-1:2011

Disegni tecnici

Quotatura e indicazione delle tolleranze

Parte 1: Principi generali

Stabilisce i principi generali di quotatura applicabili a tutti i tipi di disegno tecnico.

Sostituisce:

UNI 3973 - UNI 3974 - UNI 3975 - UNI 4820

Principi generali

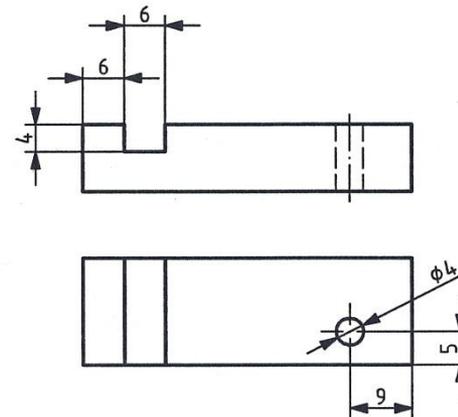
La rappresentazione di un oggetto secondo metodi grafici normalizzati definisce l'oggetto stesso solo in modo qualitativo.

Per completare la rappresentazione tecnica è necessario aggiungere informazioni quantitative.

Quotare il disegno di un oggetto significa riportare tutte le indicazioni idonee a definire le dimensioni dell'oggetto stesso.

Principi generali

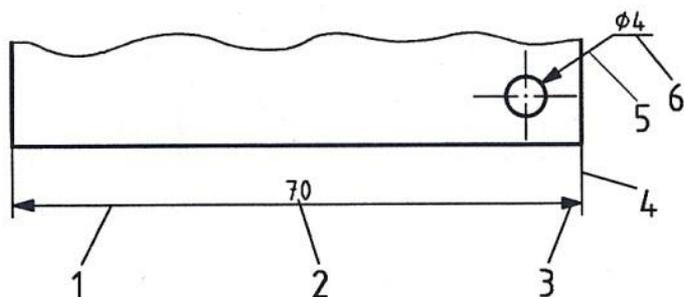
- Tutte le dimensioni, simboli grafici e annotazioni devono essere indicati in modo tale che siano leggibili dalla base o dal lato destro del disegno (direzioni principali di lettura).
- Ogni parte o relazione fra parti rappresentate nel disegno, deve essere quotata una sola volta.
- Tutte le dimensioni devono essere espresse nella stessa unità di misura. Se in uno stesso disegno si utilizzano più unità di misura queste vanno indicate con chiarezza.
- Le quote vanno poste nelle viste o sezioni che mostrano con maggior chiarezza l'elemento da quotare.
- Quote relative ad uno stesso elemento vanno raggruppate.



Principi generali

- Tutte le informazioni quantitative che assicurano la funzionalità dell'oggetto, vanno scritte sul disegno
- Non si deve ricavare una quota funzionale da altre quote
- Non si deve rilevare una dimensione dal disegno
- Le quote vanno poste dove sono più chiaramente associabili agli elementi di cui debbono esprimere le dimensioni
- Le quote non devono essere in numero maggiore di quanto non sia strettamente necessario alla compiuta definizione dell'oggetto
- Gli elementi contemplati dalla normativa e definiti geometricamente in specifiche tabelle (viti, dadi, rosette) possono non essere quotati ma debbono in ogni caso essere richiamati con la specifica designazione normalizzata.

Elementi costitutivi delle quote

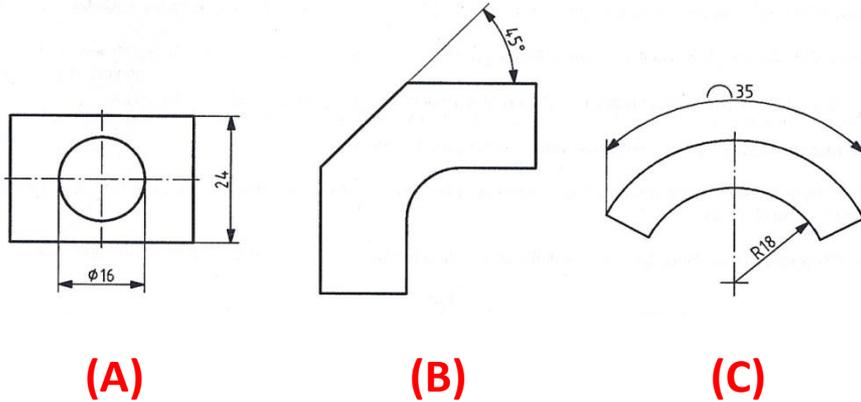


1. Linea di misura (01.1)
2. Valore della quota
3. Freccia terminale
4. Linea di riferimento – extension line (01.1)
5. Linea di richiamo (01.1)
6. Linea di riferimento – reference line (01.1)

Le linee di misura, delimitate dalle linee di riferimento, hanno lo scopo di stabilire graficamente le dimensioni la cui misura è poi definita numericamente dal valore della quota.

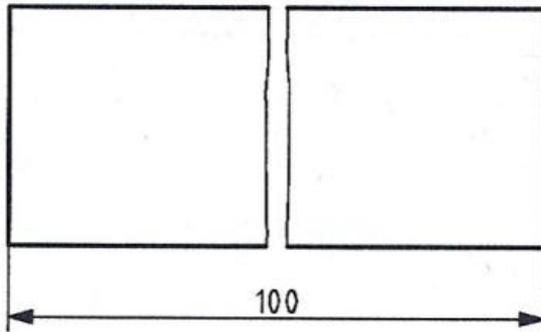
Le linee di riferimento collegano visivamente la dimensione considerata alla linea di misura rendendo quindi immediata l'interpretazione dell'informazione numerica.

Linea di misura



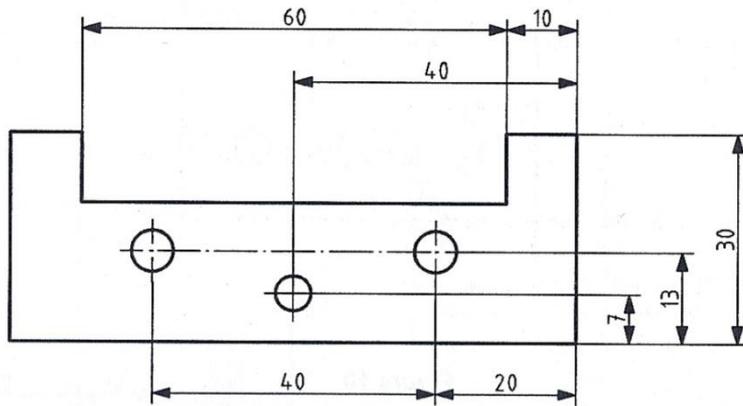
Linee di misura (01.1):

- nel caso di dimensioni lineari sono parallele alla dimensione a cui sono riferite **(A)**;
- nel caso di dimensioni angolari **(B)** o di archi **(C)** vengono tracciate ad arco;
- nel caso della quota di un raggio **(C)** la linea di misura deve passare per il centro.



Se la rappresentazione del pezzo è interrotta la corrispondente linea di misura non deve essere interrotta e la quota è quella totale.

Linea di misura

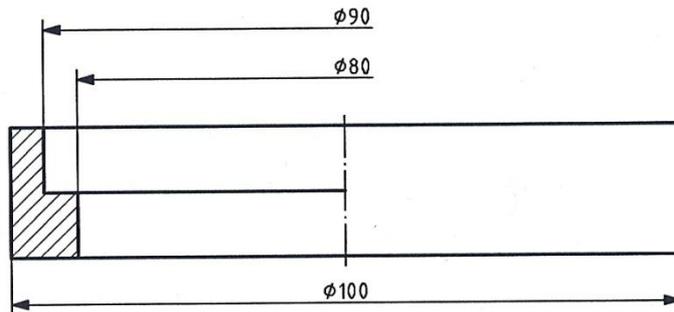


L'intersezione delle linee di misura con qualsiasi altra linea dovrebbe essere evitata. Dove questo non è possibile queste non vanno interrotte.

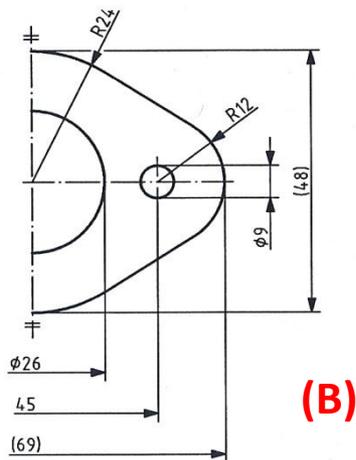
Le linee di misura vanno tracciate per quanto possibile all'esterno della figura e devono essere adeguatamente distanziate fra loro e dalle linee di contorno.

Le linee di misura non devono coincidere con assi, linee di contorno o linee di riferimento.

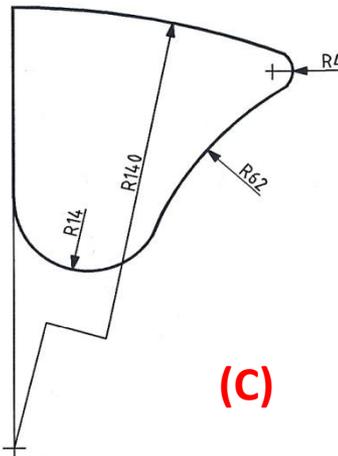
Linea di misura



(A)



(B)

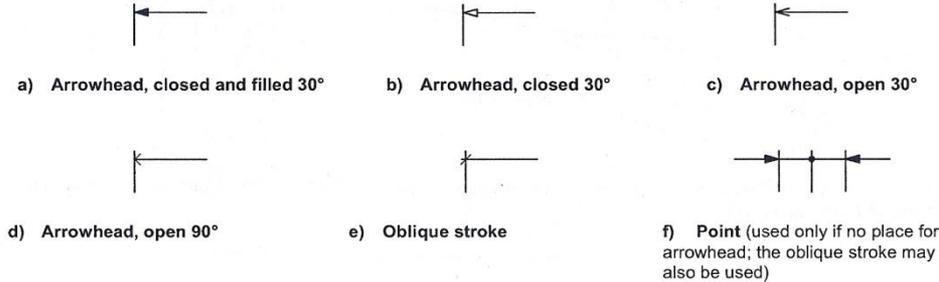


(C)

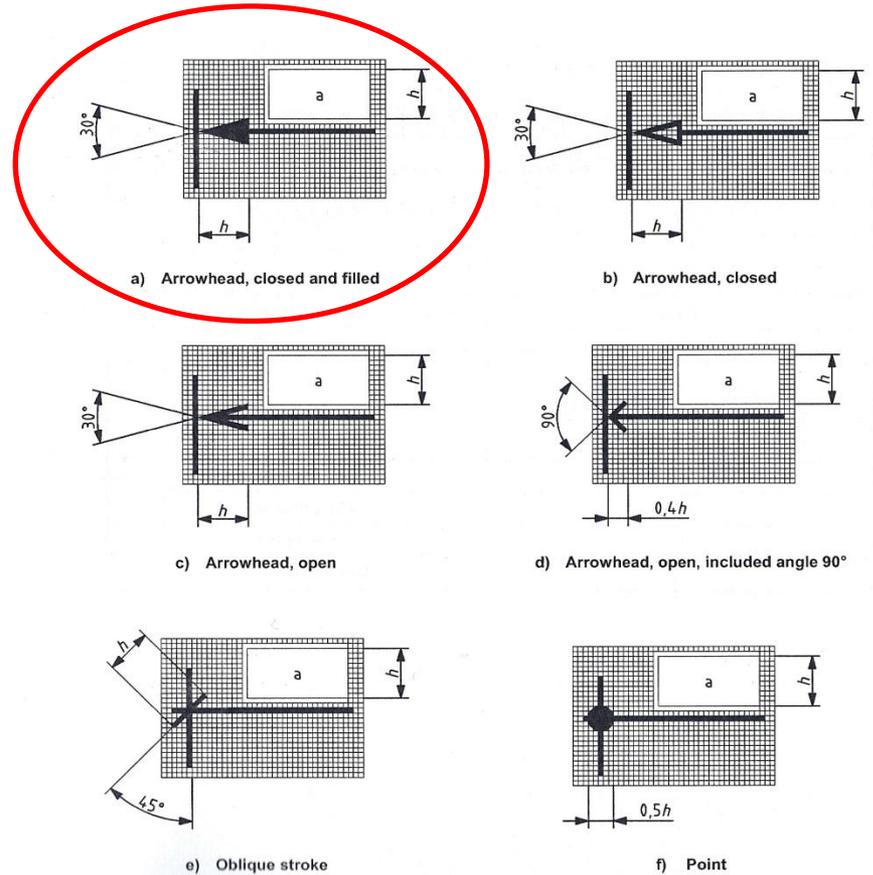
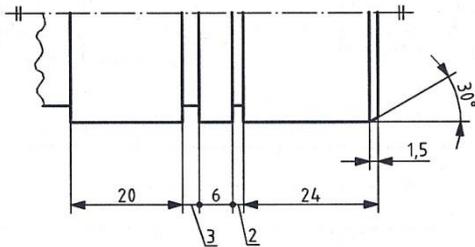
La linea di misura può essere non completa quando:

- nel caso di diametri in oggetti rappresentati in sezione parziale (A);
- se è rappresentata solo una parte di figure simmetriche (B);
- quando un riferimento della quota è fuori dal disegno (C).

Frecce terminali

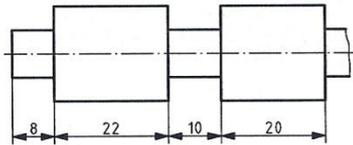


Va preferito il terminatore tipo a.
 Se non c'è spazio per il valore della quota si può usare il terminatore tipo f o riportare il terminatore all'esterno.

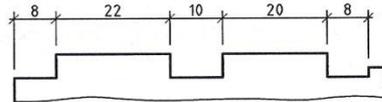


La lettera a indica la zona in cui riportare le quote ed h indica l'altezza del carattere

Linee di riferimento



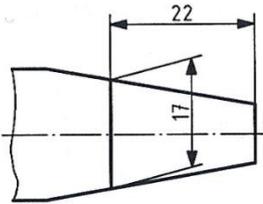
(A)



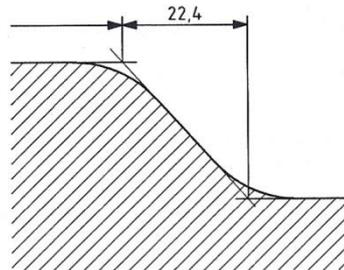
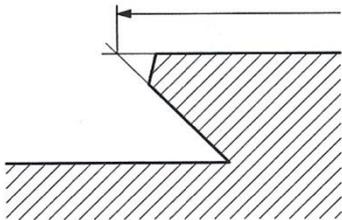
(B)

Le linee di riferimento (extension lines) :

- sono ortogonali all'elemento da misurare;
- si estendono circa 8 volte il loro spessore oltre la linea di misura;
- è possibile lasciare un gap tra l'elemento da misurare e l'inizio della linea di riferimento (pari a circa 8 volte lo spessore della linea)(B);

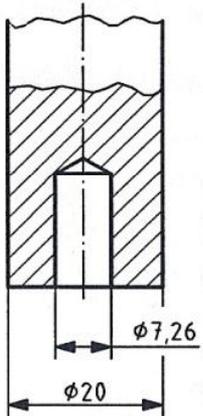


Per necessità di chiarezza le linee di riferimento possono essere oblique all'elemento da misurare ma ortogonali fra loro.

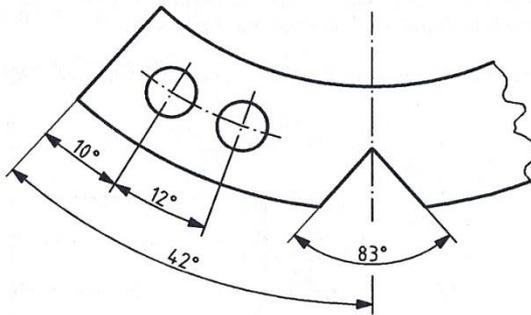


Intersezioni proiettate di contorni (smussi) o estensioni di profili fuori dai raccordi si estendono di 8 volte oltre il punto di intersezione. La linea di riferimento parte dalla intersezione.

Linee di riferimento

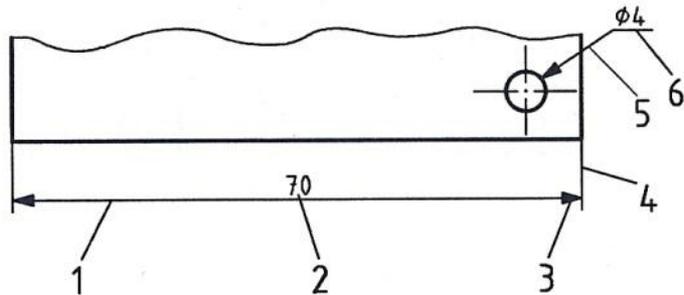


Le linee di riferimento possono essere interrotte se questo non è causa di ambiguità



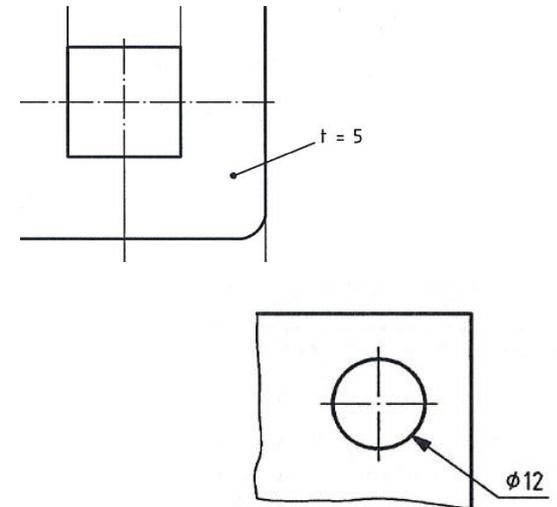
Nel caso di quote angolari, le linee di riferimento sono le estensioni dei due segmenti che formano l'angolo quotato.

Linee di richiamo



1. Linea di misura (01.1)
2. Valore della quota
3. Freccia terminale
4. Linea di riferimento – extension line (01.1)
5. Linea di richiamo (01.1)
6. Linea di riferimento – reference line (01.1)

Le linee di richiamo (5) collega elementi di disegno a cui vengono associate informazioni aggiuntive. Non deve essere più lunga del necessario e deve essere inclinata rispetto alla rappresentazione principale e non parallela a linee adiacenti (contorni, tratteggi, assi, altro).

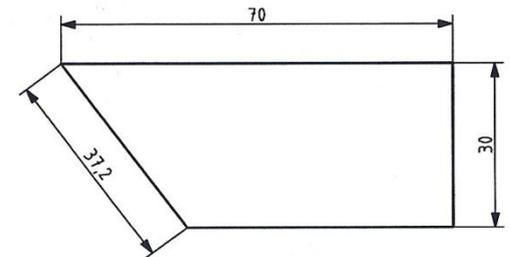
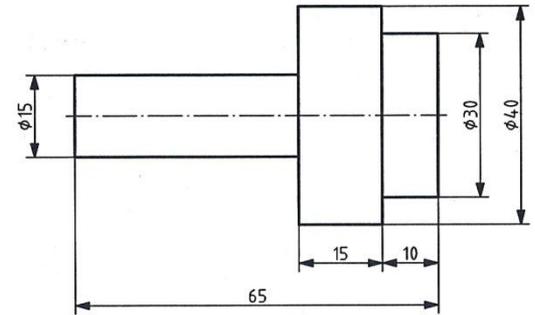


Valore della quota

Il valore della quota dovrà essere indicato nei disegni con un carattere la cui misura sia completamente leggibile nel disegno originale così come nelle sue riproduzioni.

La scrittura utilizza preferibilmente caratteri di tipo B (UNI EN ISO 3098).

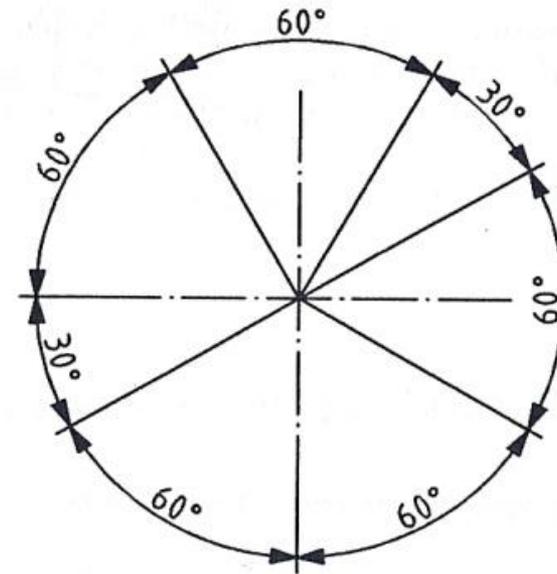
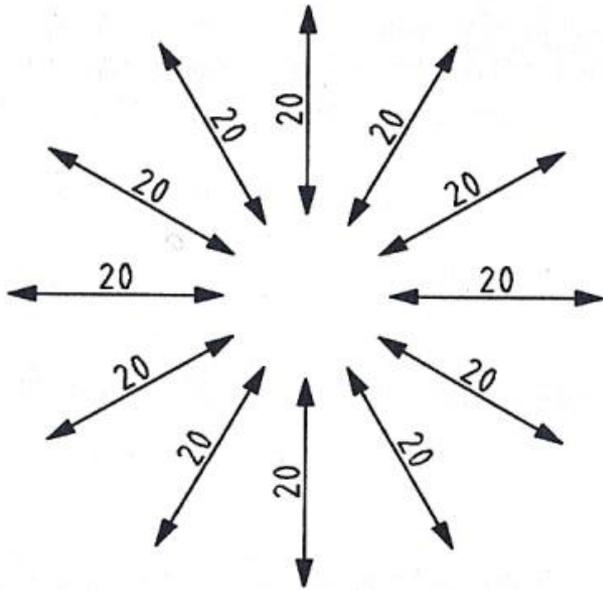
Il valore della quota deve essere posizionato parallelamente alla linea di misura, in prossimità della sua mezzeria e leggermente al di sopra di questa. Il valore della dimensione non deve essere intersecato o separato da qualsiasi altra linea.



E' il criterio A delle vecchie norme

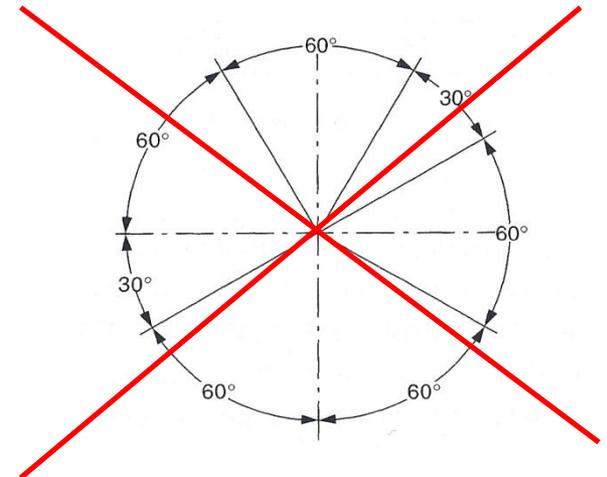
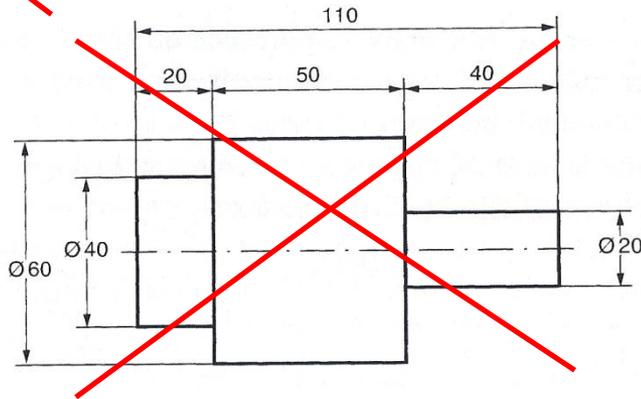
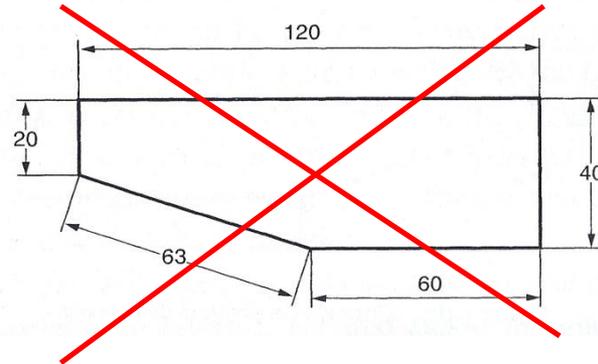
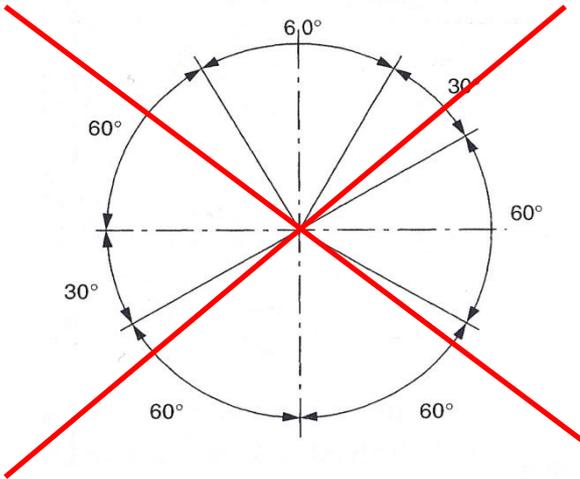
Valore della quota

Valori della quota su dimensioni oblique o valori di dimensioni angolari vanno indicati come negli schemi sottostanti.

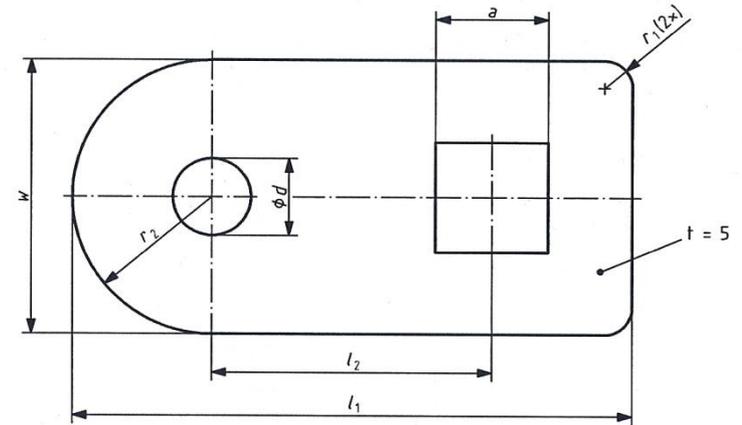
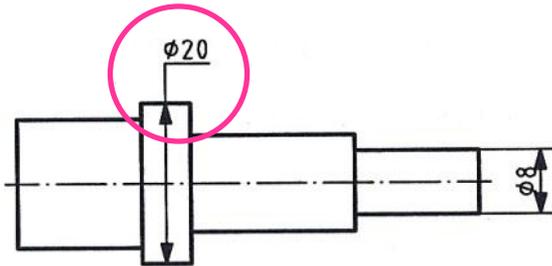
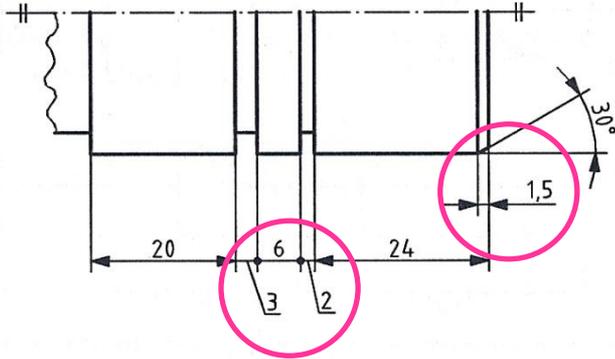


Valore della quota

Altre varianti o criteri (metodo B della vecchia norma) non sono consentiti.



Valore della quota: casi speciali



No.	a	d	l_1	l_2	r_1	r_2	w
1	□ 2	∅ 10	100	50	R6	(R16)	32
2	□ 6	∅ 16	120	64	R6	(R20)	40
3	□ 8	∅ 20	140	78	R8	(R24)	48

Quotatura tabellare: il componente ha una topologia che non cambia al variare delle dimensioni caratteristiche.

Convenzioni particolari

Table A.1 — Examples of applications of graphical and letter symbols

Symbols and their representation	Meaning
$\varnothing 50$	Diameter 50
$\square 50$	Square 50
R50	Radius 50
S $\varnothing 50$	Spherical diameter 50
SR50	Spherical radius 50
$\frown 50$	Arc length 50
	Indication of level 12,25
<u>50</u>	Out-of-scale 50
(50)	Auxiliary dimension 50
t = 5	Thickness 5
	Symbol of symmetry

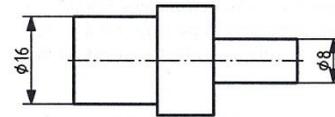


Figure 34

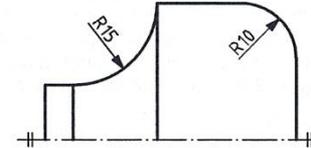


Figure 35

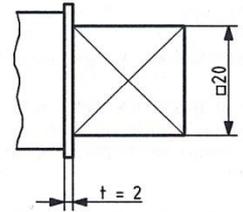


Figure 36

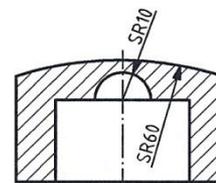


Figure 37

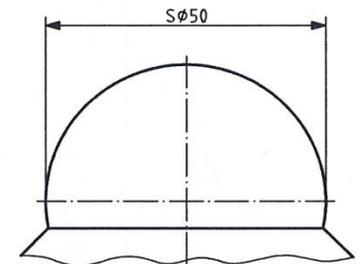
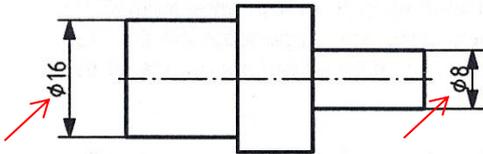
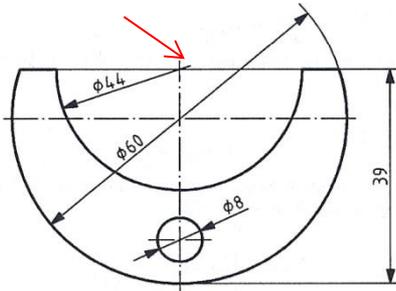


Figure 38

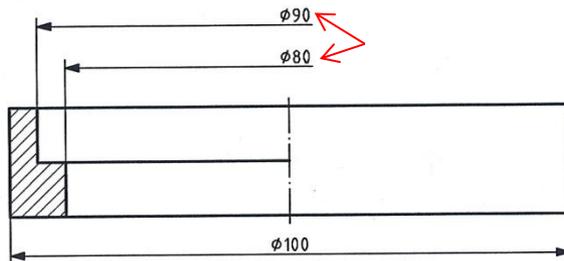
Diametri



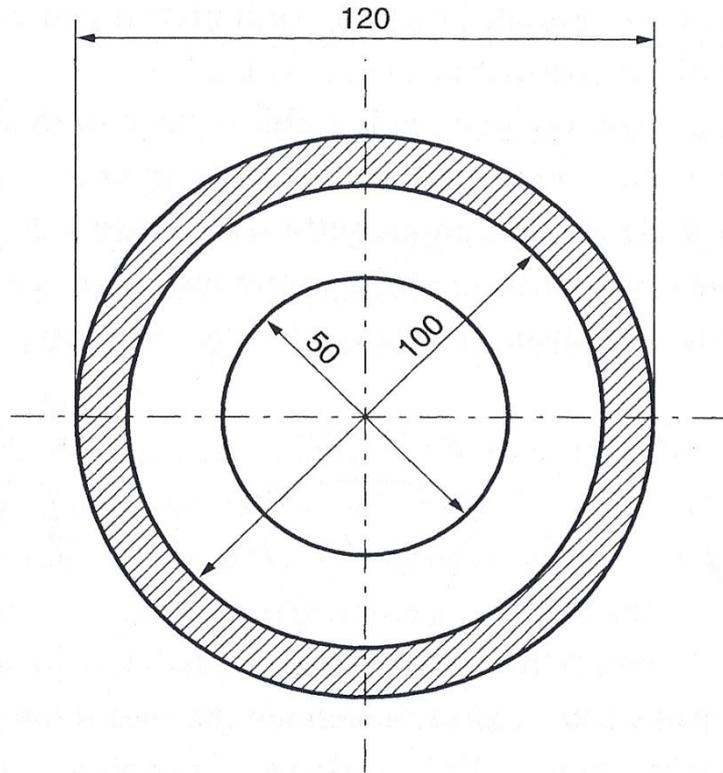
Il simbolo ϕ precede il valore della quota.



Se la quota viene indicata da una unica freccia terminale, la linea di misura si deve estendere oltre il centro.

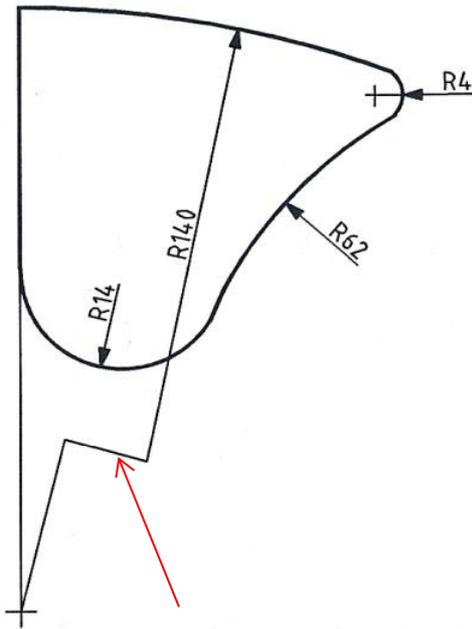


Diametri



Quotatura di diametri su circonferenze concentriche.

Raggi

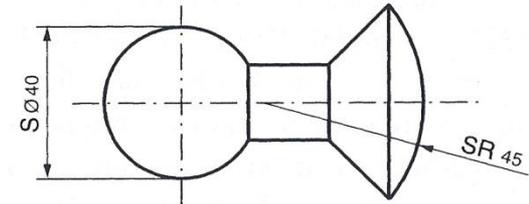
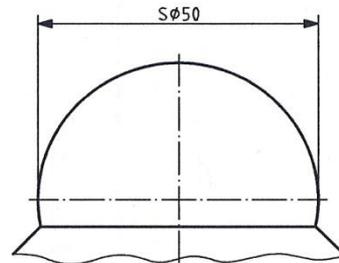
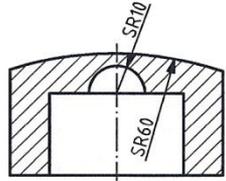


Il valore della quota è preceduto dalla lettera R.

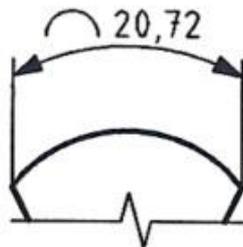
Soltanto una freccia terminale viene utilizzata.

Quando il centro di un raggio è fuori dal disegno, la linea di misura può essere interrotta o spezzata perpendicolarmente.

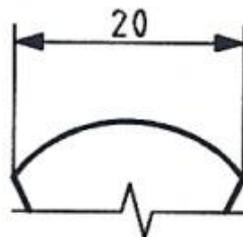
Sfere ed archi



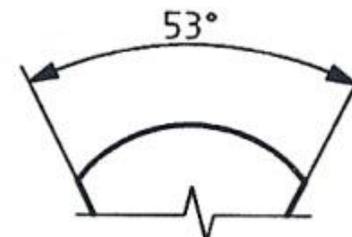
I simboli $S\phi$ ed SR precedono il valore della quota rispettivamente di diametro e raggio della sfera.



Arco

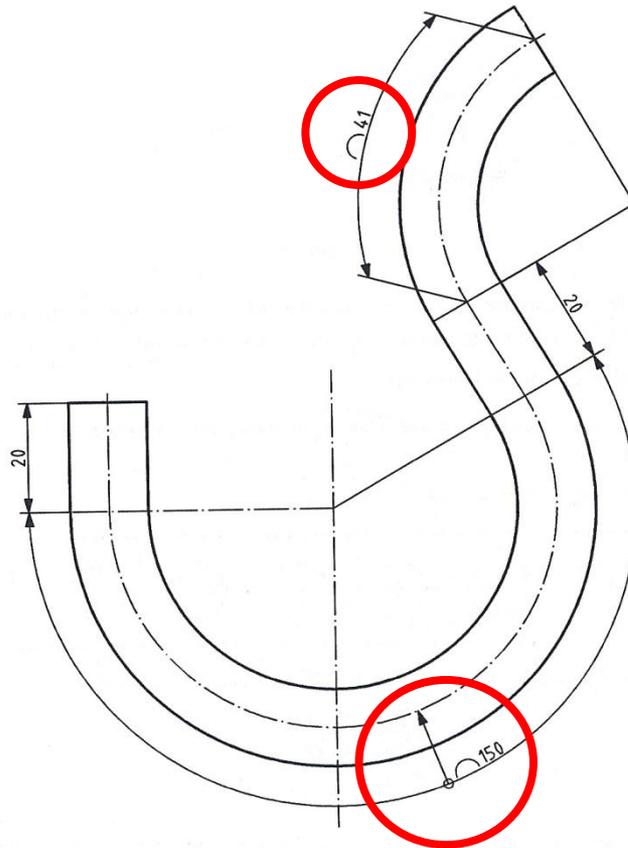


Corda

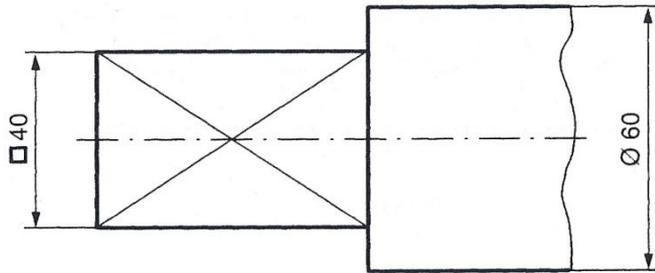


Angolo

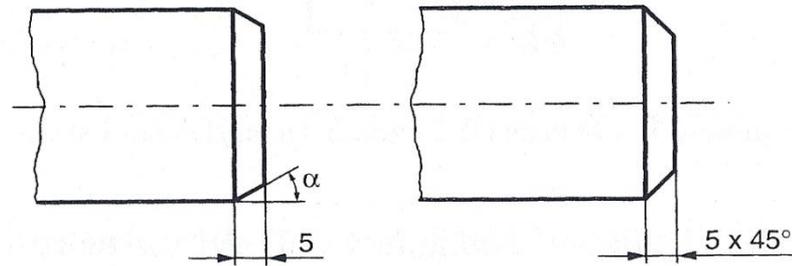
Archi



Quadri e smussi



Quotatura di terminali a facce piane (quadri).

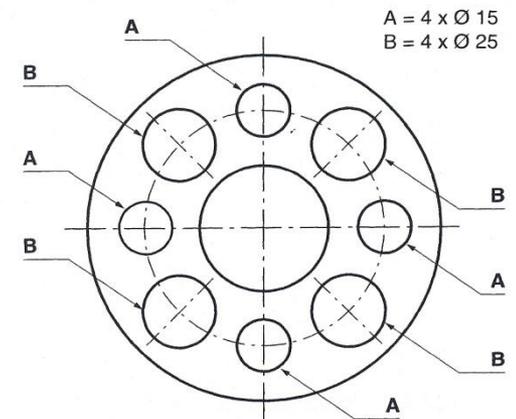
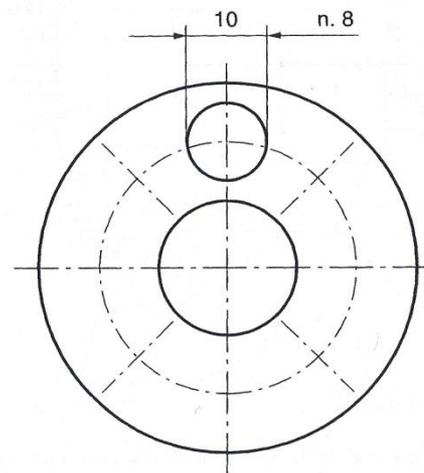
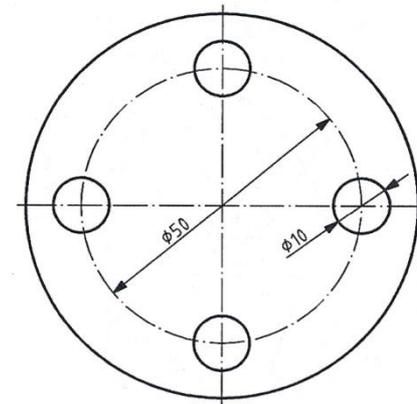
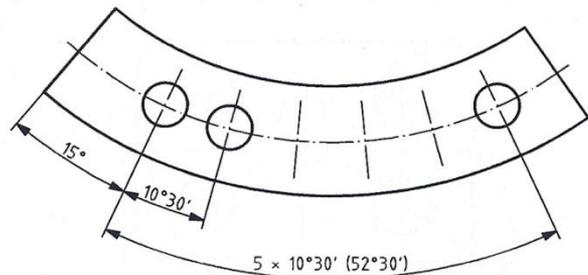
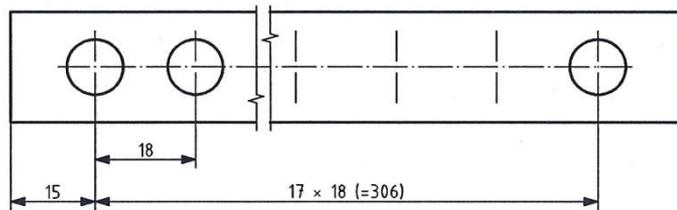
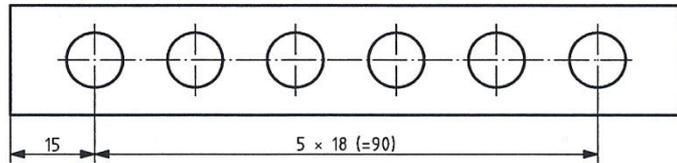


Solo smussi a 45°

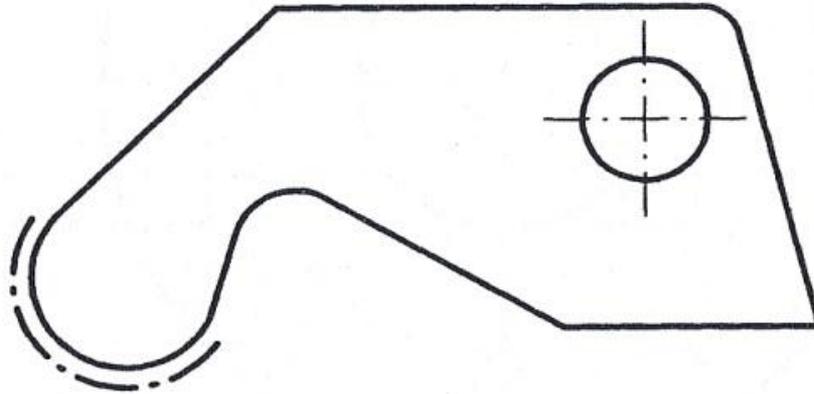
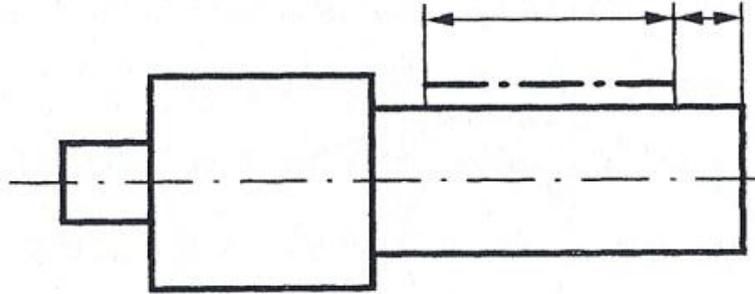
Si quotano:

- l'ampiezza della superficie smussata
- il semiangolo al vertice

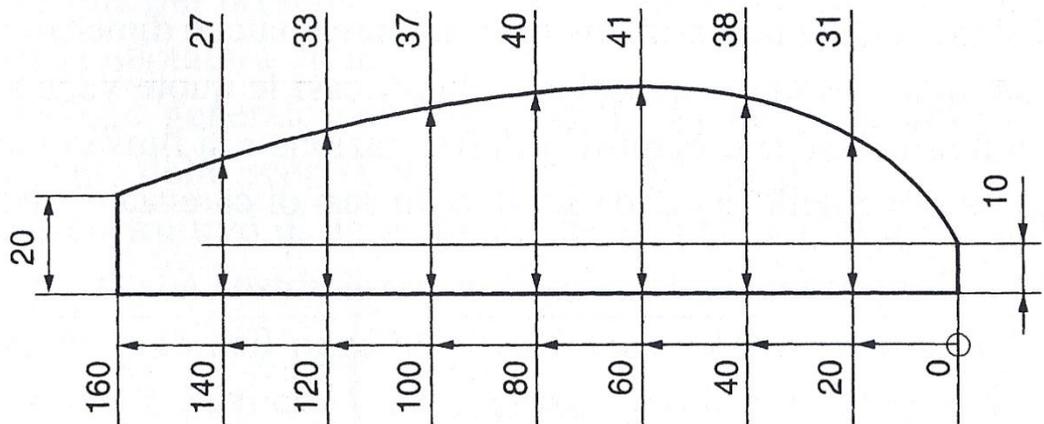
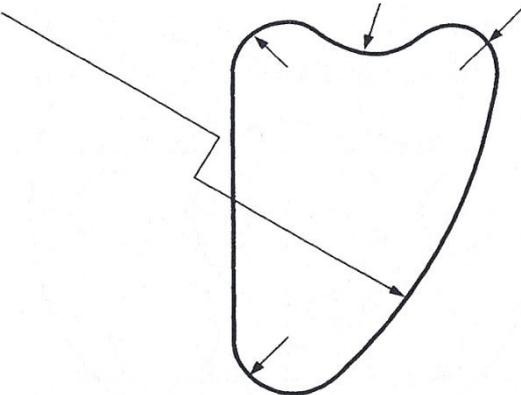
Entità equispaziate e ripetute



Caratteristiche superficiali particolari

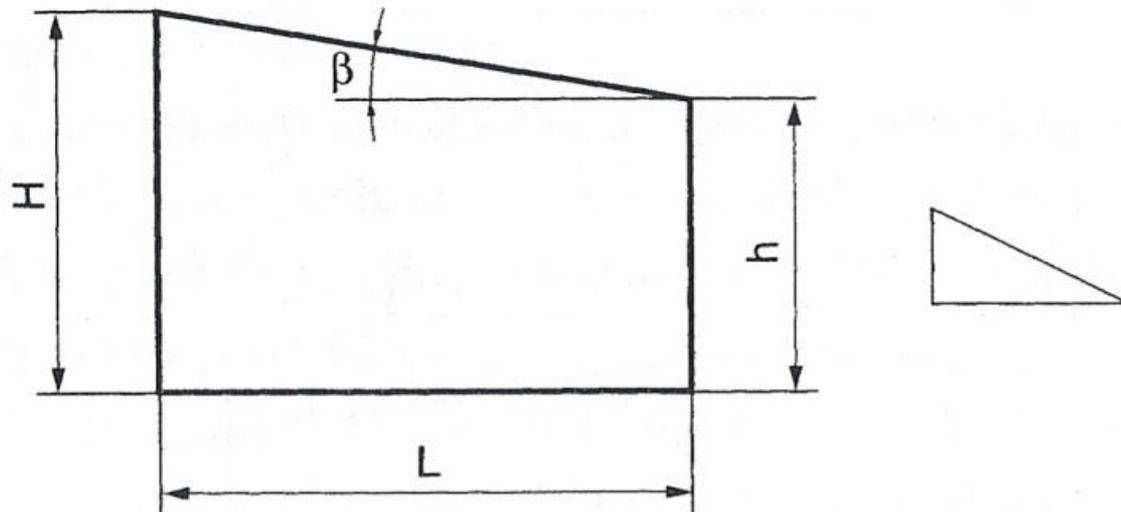


Individuazione delle curvature



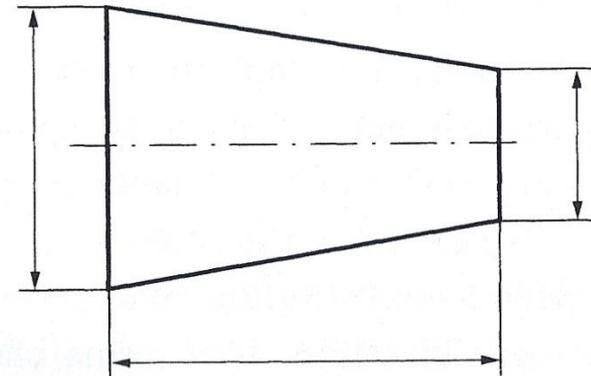
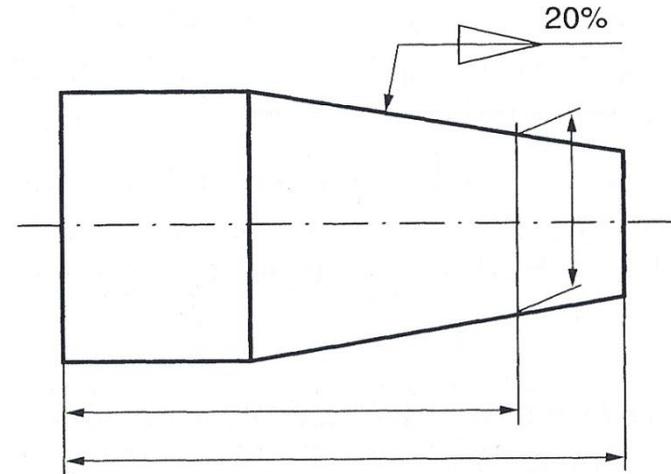
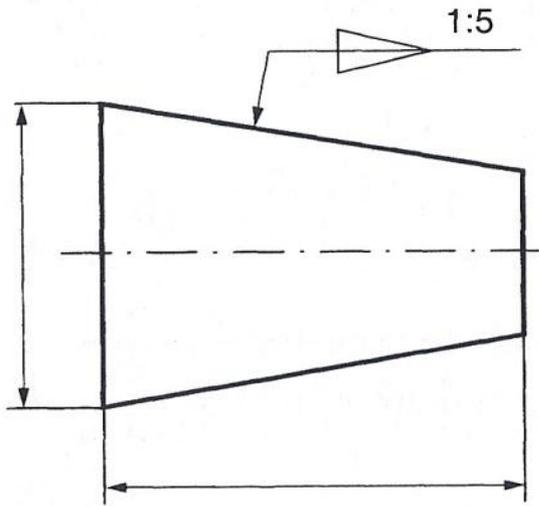
Quotatura di elementi dotati di una inclinazione

$$I = \frac{H - h}{L} = \operatorname{tg}\beta$$

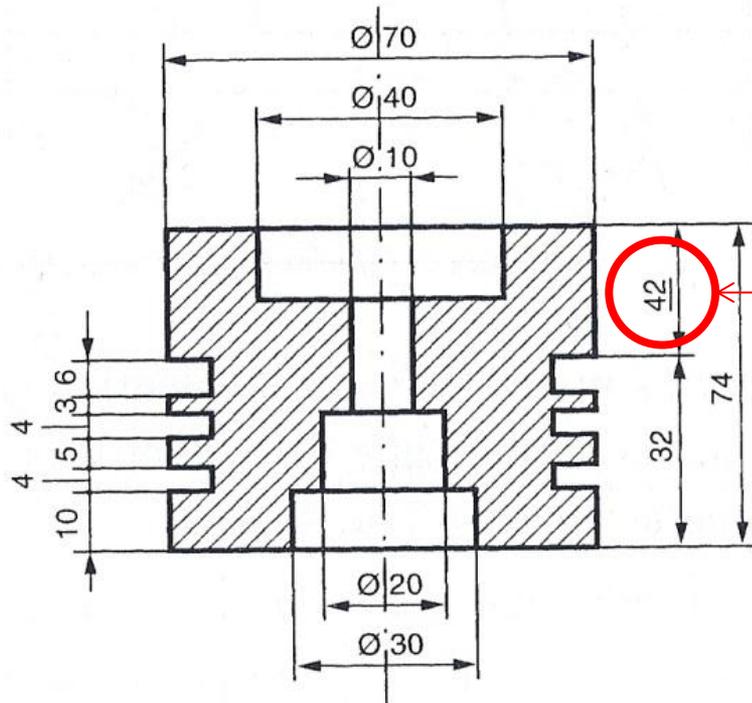


Quotatura di elementi conici

$$C = \frac{D - d}{L} = 2 \operatorname{tg} \frac{\alpha}{2}$$



Dimensioni non in scala



DA EVITARE !!

Principi di quotatura

Elemento funzionale: è un elemento essenziale nel funzionamento o nell'impiego dell'oggetto a cui appartiene.

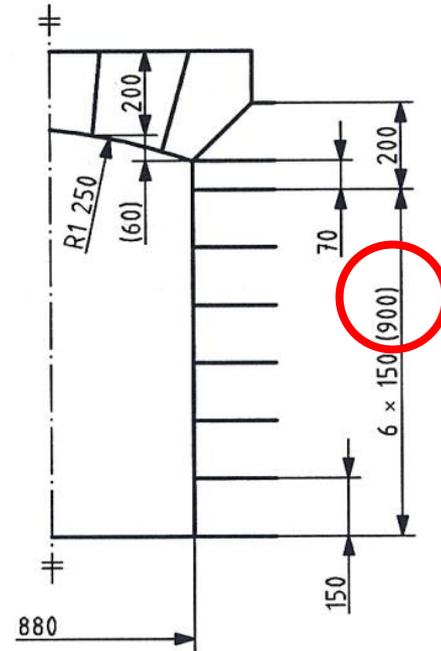
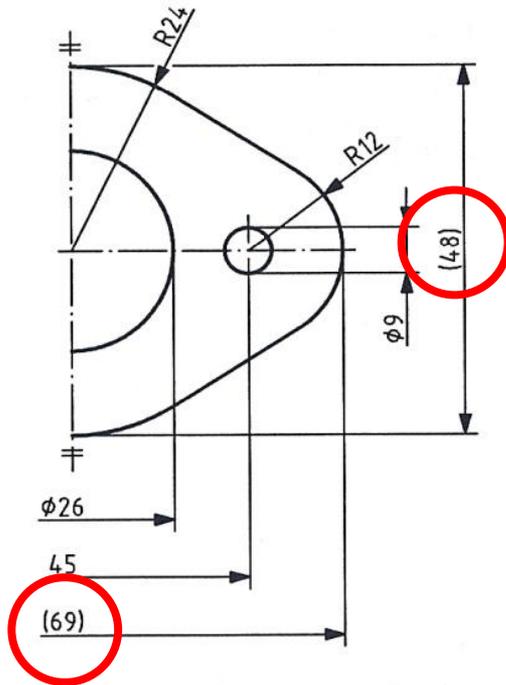
Quota funzionale: è una quota essenziale alla funzione cui un prodotto è destinato. Le quote funzionali devono essere scelte con attenzione per evidenziare le esigenze principali del prodotto

Quota non funzionale: è una quota non essenziale alla funzionalità dell'oggetto.

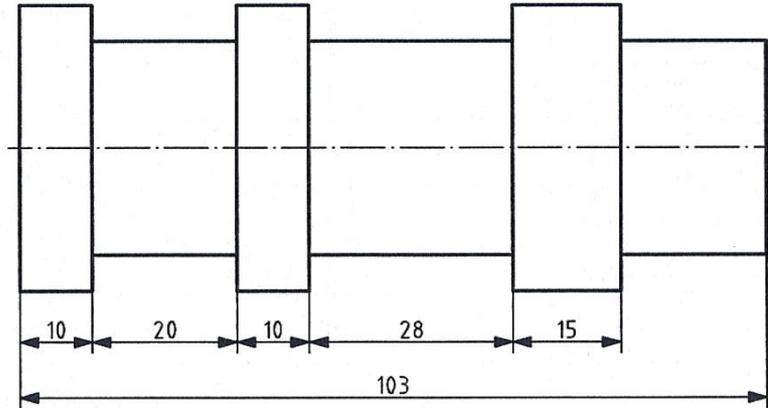
Quota ausiliare: è una quota che viene fornita solo a titolo informativo ed è ricavabile dalla somma di altre quote che stanno sul disegno.

Quote ausiliarie

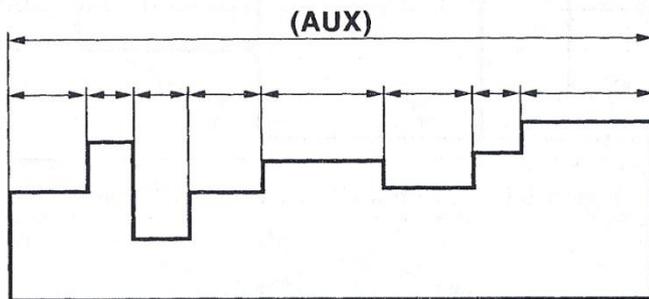
Le quote ausiliari vanno indicate fra parentesi e non riportano mai tolleranze.



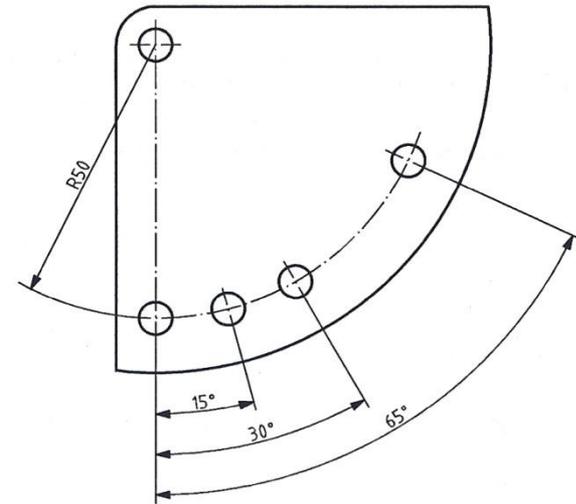
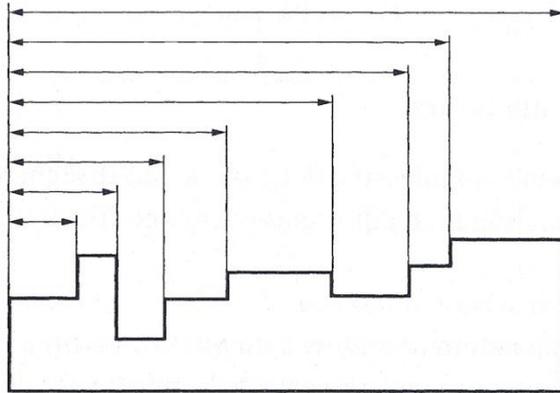
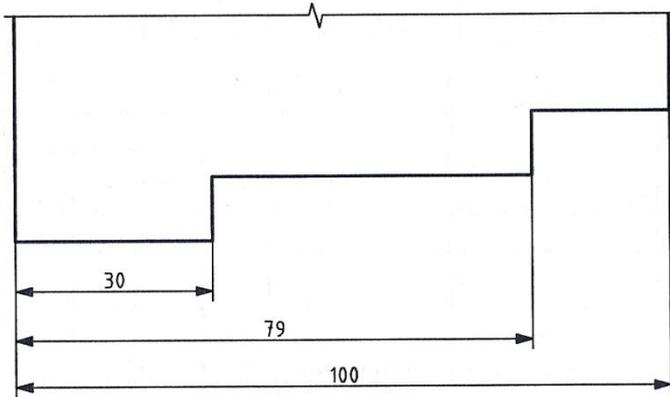
Sistemi di quotatura



Quotatura in serie o in catena

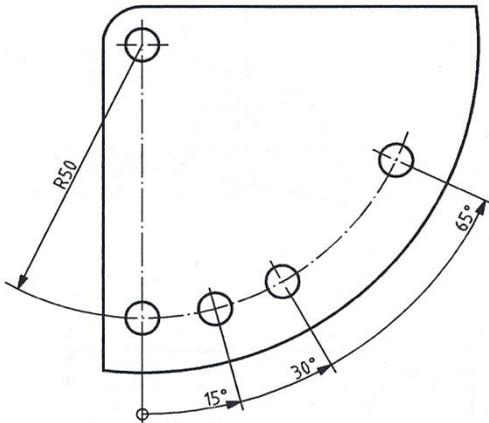
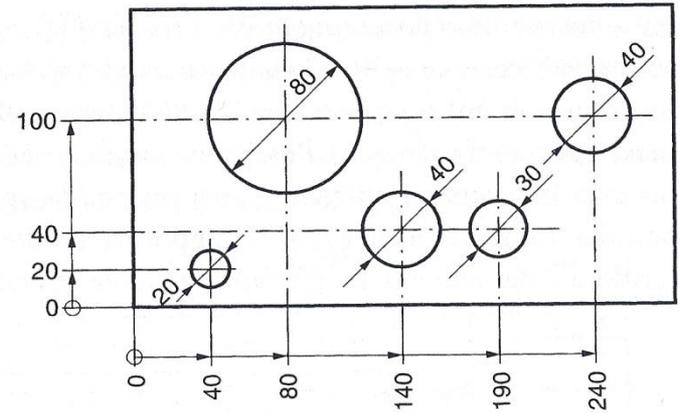
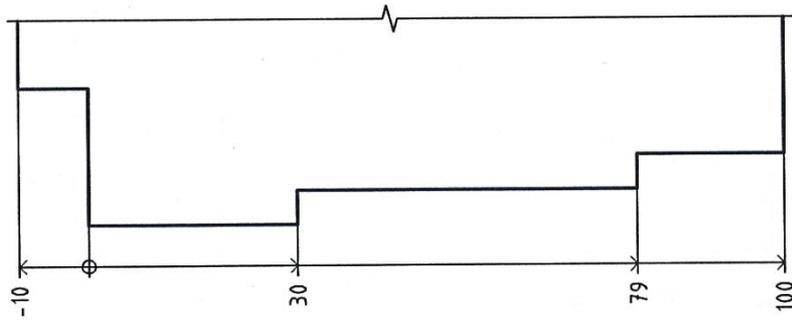


Sistemi di quotatura



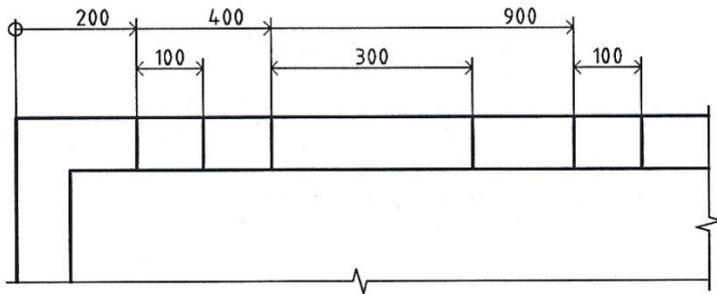
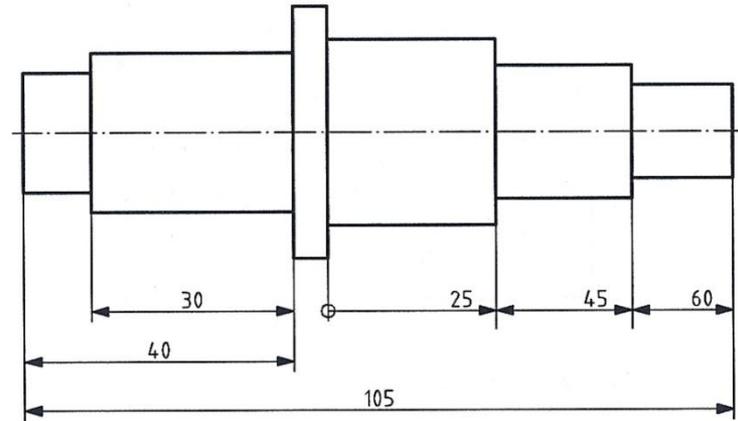
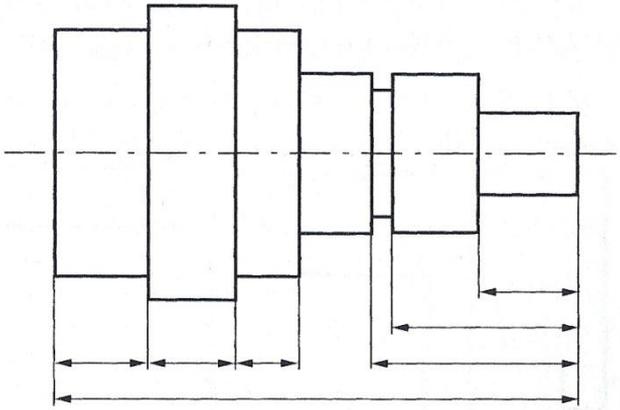
Quotatura in parallelo

Sistemi di quotatura



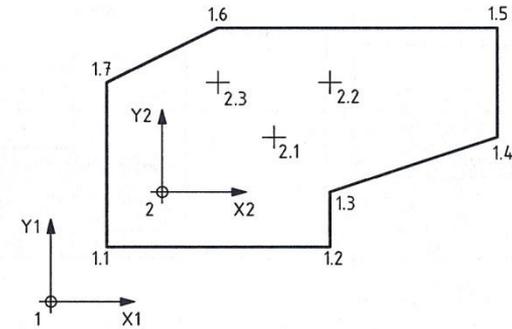
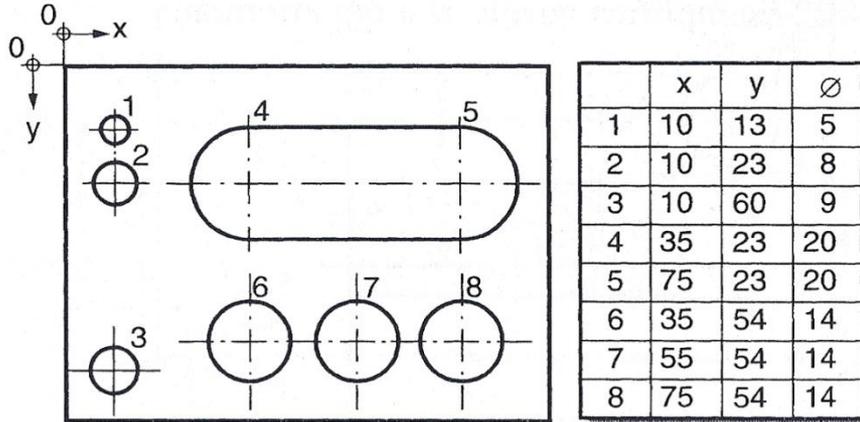
Quotatura a quote sovrapposte
(progressiva)

Sistemi di quotatura

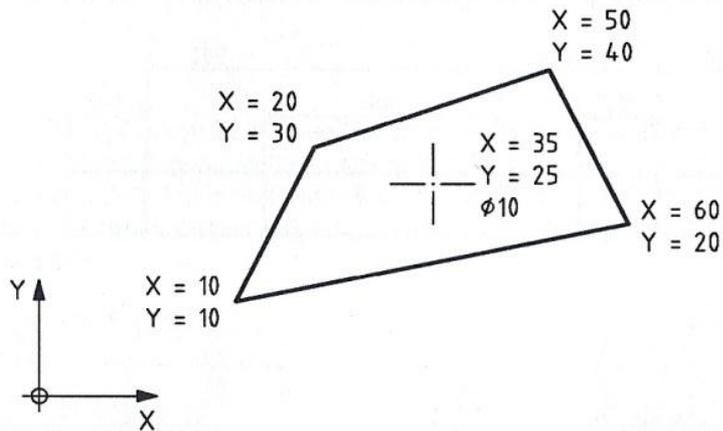


Quotatura combinata

Sistemi di quotatura



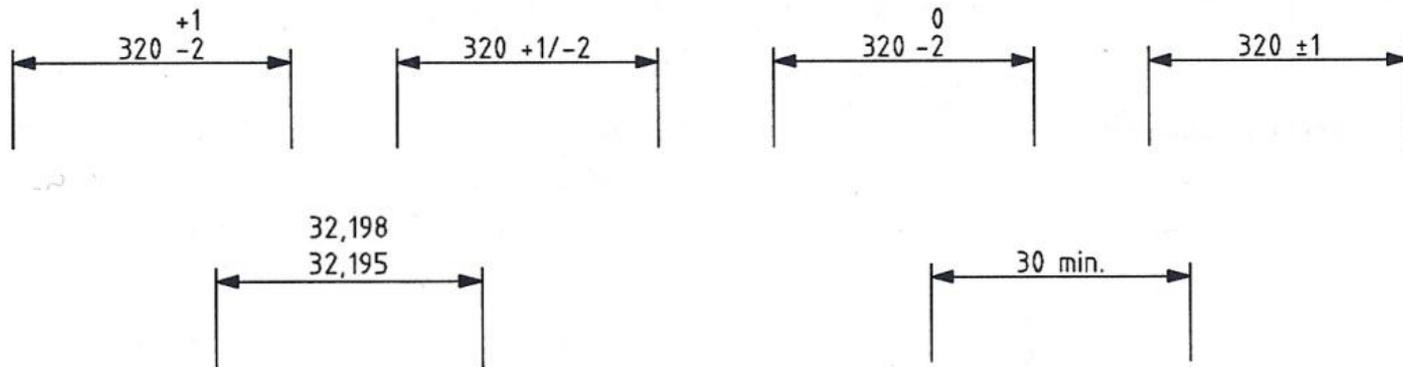
Coordinate origin	Position	X1, X2	Y1, Y2	d ₁	d ₂
1	1	0	0	—	—
1	1.1	10	10	—	—
1	1.2	50	10	—	—
1	1.3	50	20	—	—
1	1.4	80	30	—	—
1	1.5	80	50	—	—
1	1.6	30	50	—	—
1	1.7	10	40	—	—
2	2	20	20	Ø10	—
2	2.1	20	10	Ø5	—
2	2.2	30	20	—	Ø10
2	2.3	10	20	Ø5	—



Quotatura in coordinate cartesiane

Indicazione delle tolleranze

- Le tolleranze generali (ad esempio secondo EN 22768-1 o EN 22768-2) vanno indicate nel cartiglio.
- I simboli (per esempio relativo alla classe di tolleranza) e le cifre relative che indicano le deviazioni ammissibili, devono essere scritti con la stessa altezza di carattere utilizzato per il valore della dimensione base. Si accetta l'uso di un carattere la cui dimensione è ridotta di una classe ma mai più piccolo di 2.5mm.



La Quotatura

Tolleranze Generali

Ing. Alessandro Carandina

Introduzione

NORMA
EUROPEA

Specifiche geometriche dei prodotti (GPS)
Principi fondamentali
Concetti, principi e regole

UNI EN ISO 8015

GIUGNO 2011

Geometrical product specifications (GPS)
Fundamentals
Concepts, principles and rules

La norma specifica i concetti fondamentali, i principi e le regole valide per la creazione, interpretazione e applicazione di tutte le norme internazionali, specifiche tecniche e rapporti tecnici riguardanti le specifiche e verifiche dimensionali e geometriche dei prodotti (GPS).

La norma si applica all'interpretazione delle indicazioni GPS su tutti i tipi di disegni.

Ai fini della presente norma internazionale, il termine "disegno" deve essere interpretato nel senso più ampio possibile, che comprende il pacchetto completo di documentazione che fornisce le specifiche del pezzo.

Introduzione

Assunzioni fondamentali per la lettura delle specifiche di disegno:

- Si assume che i limiti funzionali siano basati su una investigazione esaustiva (per via teorica o sperimentale) e siano noti senza incertezze
- Si assume che i limiti di tolleranza siano identici ai limiti funzionali
- Si assume che il componente funzioni al 100% all'interno del campo di tolleranze specificato e allo 0% al di fuori di tale campo

I processi produttivi devono essere il più possibile economici: questo implica che le tolleranze debbono essere espresse a valle di una accurata analisi funzionale.

Introduzione

UNI EN 22768-1/2

Tolleranze generali

**Tolleranze per dimensioni lineari ed angolari prive
di indicazioni di tolleranze specifiche.**

Tutti gli elementi di un prodotto sono caratterizzati da dimensioni e forme geometriche. La funzione di un elemento richiede che gli scostamenti dimensionali e gli scostamenti geometrici (forma, orientamento e posizione) siano limitati in quanto il loro superamento può compromettere la funzionalità del prodotto.

L'indicazione delle tolleranze sul disegno deve essere completa al fine di assicurare che le caratteristiche dimensionali e geometriche di tutti gli elementi siano definite senza informazioni sottointese o lasciate al giudizio del personale di officina, di controllo e collaudo.

L'applicazione delle tolleranze generali dimensionali e geometriche assicura l'osservanza di queste condizioni preliminari.

Vantaggi

- I disegni sono di più facile lettura ed interpretazione
- Il disegnatore risparmia tempo
- Il disegno evidenzia quali elementi possono essere prodotti con il consueto grado di precisione del processo; questo favorisce la qualità della produzione e riduce il livello dei controlli
- Solo i restanti elementi oggetto di tolleranze specifiche più ristrette, necessitano di controlli più accurati; questo la pianificazione della produzione ed il controllo della qualità
- La politica di acquisti o la gestione della subfornitura risultano semplificati

Le tolleranze generali (geometriche e dimensionali) definiscono la precisione richiesta. *Perciò il concetto di «esecuzione a regola d'arte» è superato.*

Dimensioni lineari

prospetto 1 **Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari, esclusi smussi e raccordi per eliminazione di spigoli (per raccordi esterni ed altezze di smusso, vedere prospetto 2)**

Dimensioni in mm

Classe di tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni fondamentali							
Designazione	Denominazione	da 0,5 ¹⁾ fino a 3	oltre 3 fino a 6	oltre 6 fino a 30	oltre 30 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400 fino a 1 000	oltre 1 000 fino a 2 000	oltre 2 000 fino a 4 000
f	fine	± 0,05	± 0,05	± 0,1	± 0,15	± 0,2	± 0,3	± 0,5	-
m	media	± 0,1	± 0,1	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2
c	grossolana	± 0,2	± 0,3	± 0,5	± 0,8	± 1,2	± 2	± 3	± 4
v	molto grossolana	-	± 0,5	± 1	± 1,5	± 2,5	± 4	± 6	± 8

1) Per le dimensioni nominali minori di 0,5 mm, gli scostamenti devono essere indicati vicino alla/e dimensione/i nominale/i relativa/e.

prospetto 2 **Scostamenti limite ammessi per dimensioni lineari di smussi e raccordi per eliminazioni di spigoli (per raccordi esterni ed altezze di smusso)**

Dimensioni in mm

Classe di tolleranza		Scostamenti limite per campi di dimensioni fondamentali		
Designazione	Denominazione	da 0,5 ¹⁾ fino a 3	da 3 fino a 6	oltre 6
f	fine	± 0,2	± 0,5	± 1
m	media			
c	grossolana	± 0,4	± 1	± 2
v	molto grossolana			

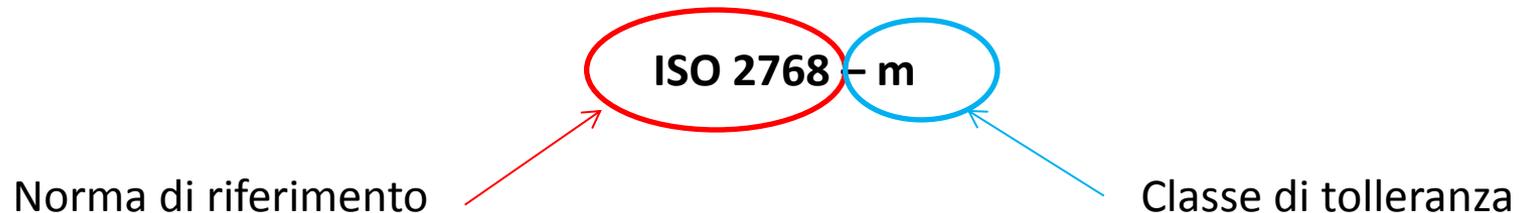
1) Per le dimensioni nominali minori di 0,5 mm, gli scostamenti devono essere indicati vicino alla/e dimensione/i nominale/i relativa/e.

Dimensioni angolari

prospetto 3 Scostamenti limite ammessi per dimensioni angolari

Classe di tolleranza		Scostamenti limite in funzione dei campi di lunghezza in millimetri del lato più corto dell'angolo in questione				
Designazione	Denominazione	fino a 10	oltre 10 fino a 50	oltre 50 fino a 120	oltre 120 fino a 400	oltre 400
f	fine	± 1°	± 0°30'	± 0°20'	± 0°10'	± 0°5'
m	media					
c	grossolana	± 1°30'	± 1°	± 0°30'	± 0°15'	± 0°10'
v	molto grossolana	± 3°	± 2°	± 1°	± 0°30'	± 0°20'

Nel caso vengano specificate tolleranze generali, queste vanno indicate in prossimità del riquadro delle iscrizioni (cartiglio):



Tolleranze generali secondo UNI-EN-ISO 2768 - m

Tolleranze geometriche

Tolleranze per elementi isolati

prospetto 1 **Tolleranze generali di rettilineità e di planarità**

Valori in mm

Classe di tolleranza	Tolleranze generali di rettilineità e di planarità					
	fino a 10	oltre 10 fino a 30	oltre 30 fino a 100	oltre 100 fino a 300	oltre 300 fino a 1 000	oltre 1 000 fino a 3 000
H	0,02	0,05	0,1	0,2	0,3	0,4
K	0,05	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8
L	0,1	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6

La tolleranza generale di circolarità è uguale, in valore, alla tolleranza sul diametro.

Non sono definite tolleranze di cilindricità.

Tolleranze geometriche

Tolleranze per elementi associati

prospetto 2 Tolleranze generali di perpendicolarità

Valori in mm

Classe di tolleranza	Tolleranze di perpendicolarità per campi di lunghezze nominali del lato minore			
	fino a 100	oltre 100 fino a 300	oltre 300 fino a 1 000	oltre 1 000 fino a 3 000
H	0,2	0,3	0,4	0,5
K	0,4	0,6	0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

prospetto 3 Tolleranze generali di simmetria

Valori in mm

Classe di tolleranza	Tolleranze di simmetria per campi di lunghezze nominali			
	fino a 100	oltre 100 fino a 300	oltre 300 fino a 1 000	oltre 1 000 fino a 3 000
H	0,5			
K	0,6		0,8	1
L	0,6	1	1,5	2

Tolleranze geometriche

Tolleranze per elementi associati

La tolleranza generale di parallelismo è uguale, in valore numerico, alla tolleranza dimensionale o alla tolleranza di planarità/rettilinearità , assumendo il valore più grande.

Non sono definite tolleranze generali di coassialità.

prospetto 4

Tolleranze generali di oscillazione circolare

Valori in mm

Classe di tolleranza	Tolleranze di oscillazione circolare
H	0,1
K	0,2
L	0,5

Indicazioni a disegno:

ISO 2768-mK

ISO 2768-K

Lo Stato Superficiale dei Pezzi Meccanici

Superfici Reali e Nominali

Ing. Alessandro Carandina

Disegno tecnico

Informazioni qualitative

(i vari tipi di proiezione rappresentano nel piano un oggetto tridimensionale)

+

Informazioni quantitative

(con la quotatura, dal disegno desumo le dimensioni del pezzo)

+

Livello di precisione

(resistenza, funzionalità, estetica, processo, costi)

Processi tecnologici:

- Formatura: per mezzo di azioni termiche il materiale viene deformato per ottenere la forma voluta
- Deformazione: per mezzo di azioni meccaniche il materiale viene deformato per ottenere la forma voluta
- Sottrattivi: partendo da un blocco di materiale più grande del pezzo da realizzare, si asporta materiale fino ad ottenere la forma voluta
- Additivi: aggiunte successive di particelle o strati di materiale si ottiene la forma voluta o la finitura superficiale desiderata

Processi di formatura:

- Fonderia
- Sinterizzazione
- Injection moulding
- Compression moulding

Processi di deformazione:

- Trafilatura
- Laminazione
- Estrusione
- Forgiatura
- Tranciatura, piegatura e imbutitura
- Termoformatura

Processi sottrattivi:

- Stozzatura
- Brocciatura
- Tornitura
- Foratura
- Fresatura
- Alesatura
- Rettifica
- Dentatura
- Lappatura

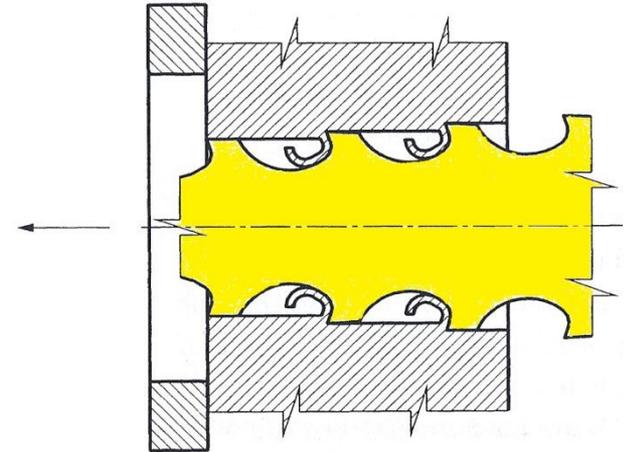
- Elettroerosione (a filo – a tuffo)
- Elettrochimico
-

Processi additivi:

- Zincatura a caldo
- Zincatura a freddo
- Cromatura
- Verniciatura
- PVD (physical vapor deposition)
- CVD (chemical vapor deposition)
- Thermal spray (ceramic deposition)
-

Superfici reali e nominali

La superficie reale di un componente meccanico **differisce sempre** dalla superficie nominale rappresentata come riferimento sul disegno tecnico.



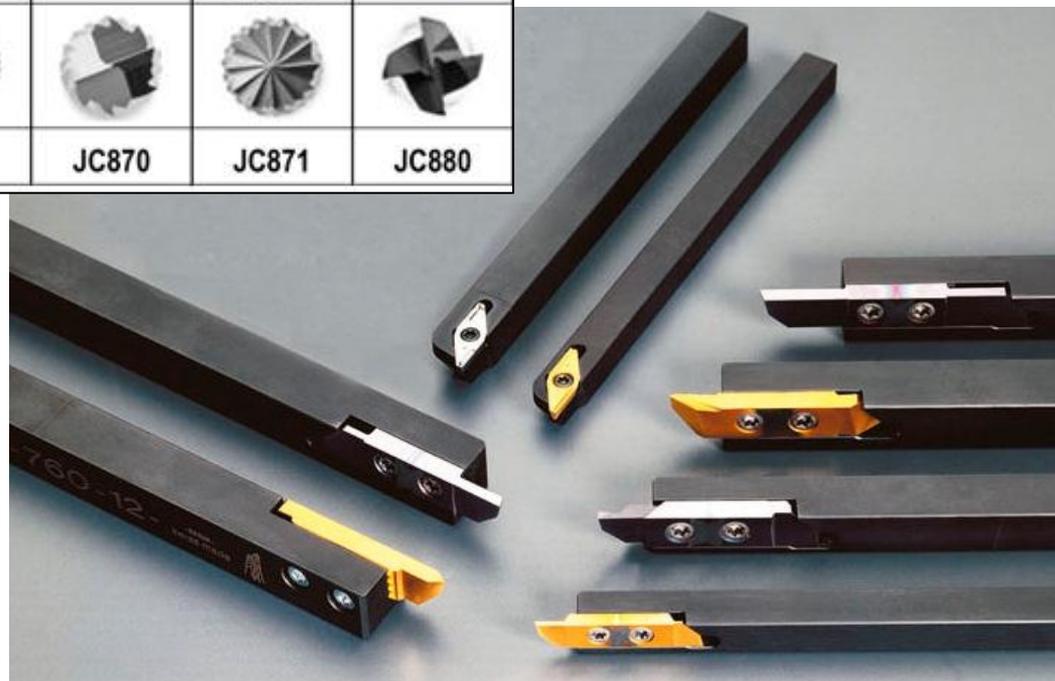
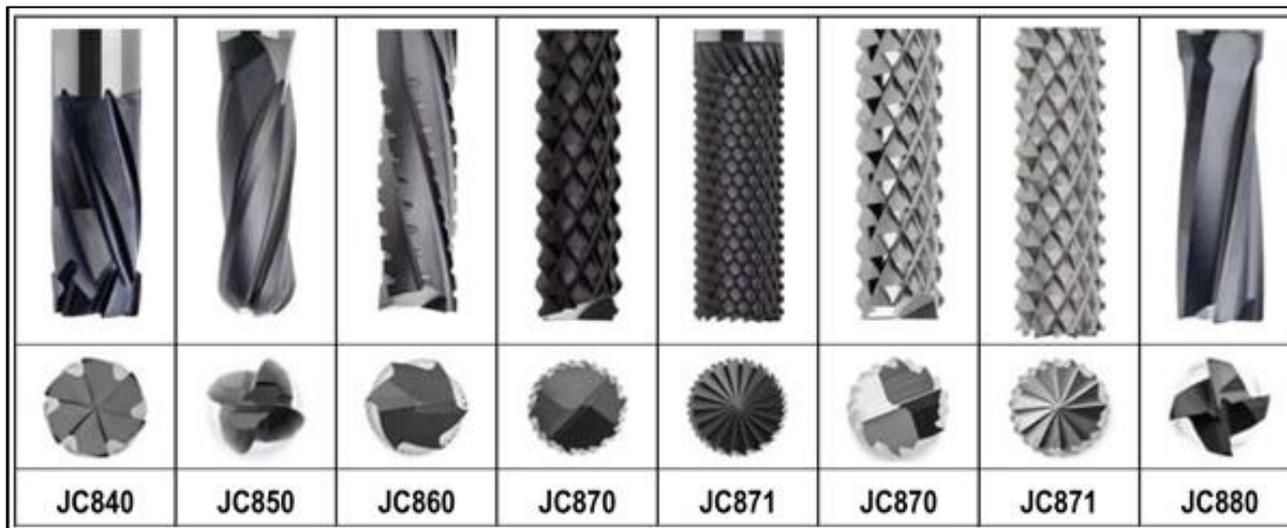
Gli scostamenti possono essere classificati in:

- 1) Errori **MACROGEOMETRICI**
- 2) Errori **MICROGEOMETRICI**

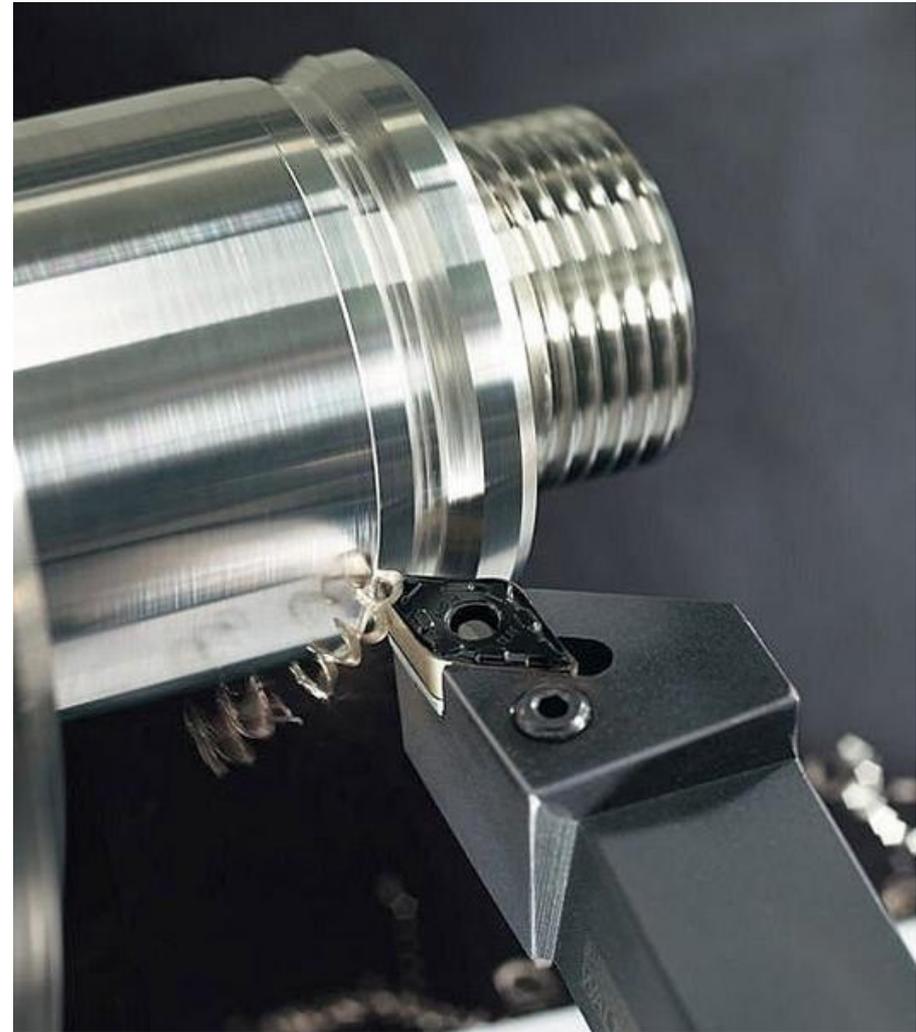
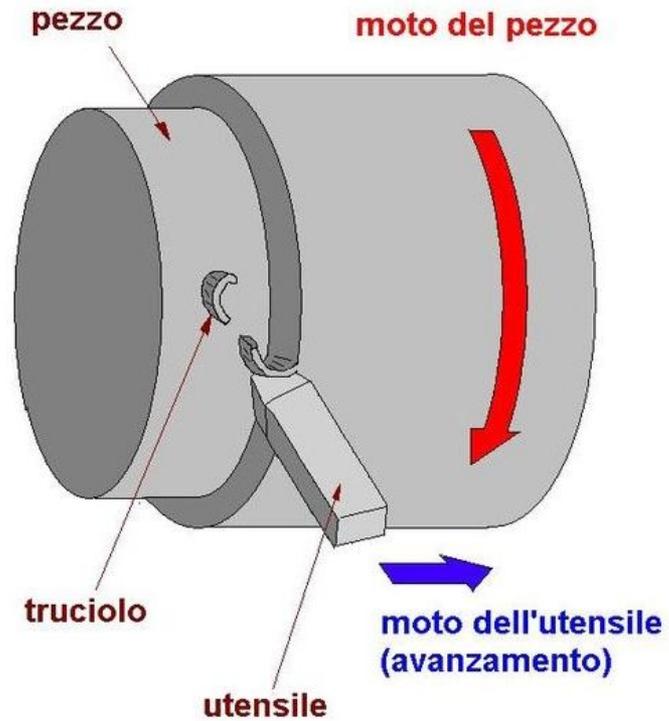
resistenza, funzionalità, estetica, processo, costi

N.B. : la precisione con cui possono essere individuati gli errori dipende dallo strumento di misura utilizzato.

Utensili e lavorazioni



Tornitura



Fresatura



Irregolarità delle superfici

ERRORI MACROGEOMETRICI:	POSSIBILI CAUSE
- 1° ordine: forma 	Errori di guida dell'utensile flessione dell'utensile e del pezzo errori di fissaggio del pezzo, deformazioni, usura
- 2° ordine: ondulazione 	Fissaggio eccentrico, vibrazioni

ERRORI MICROGEOMETRICI:	POSSIBILI CAUSE
- 3° ordine: rugosità 	Solchi, forma del tagliente dell'utensile avanzamento orizzontale e verticale
- 4° ordine: rugosità 	Processo di taglio (strappamento, taglio)
- 5° ordine: rugosità <i>non rappresentabile</i>	Processo di cristallizzazione, corrosione
- 6° ordine: rugosità <i>non rappresentabile</i>	Struttura cristallina

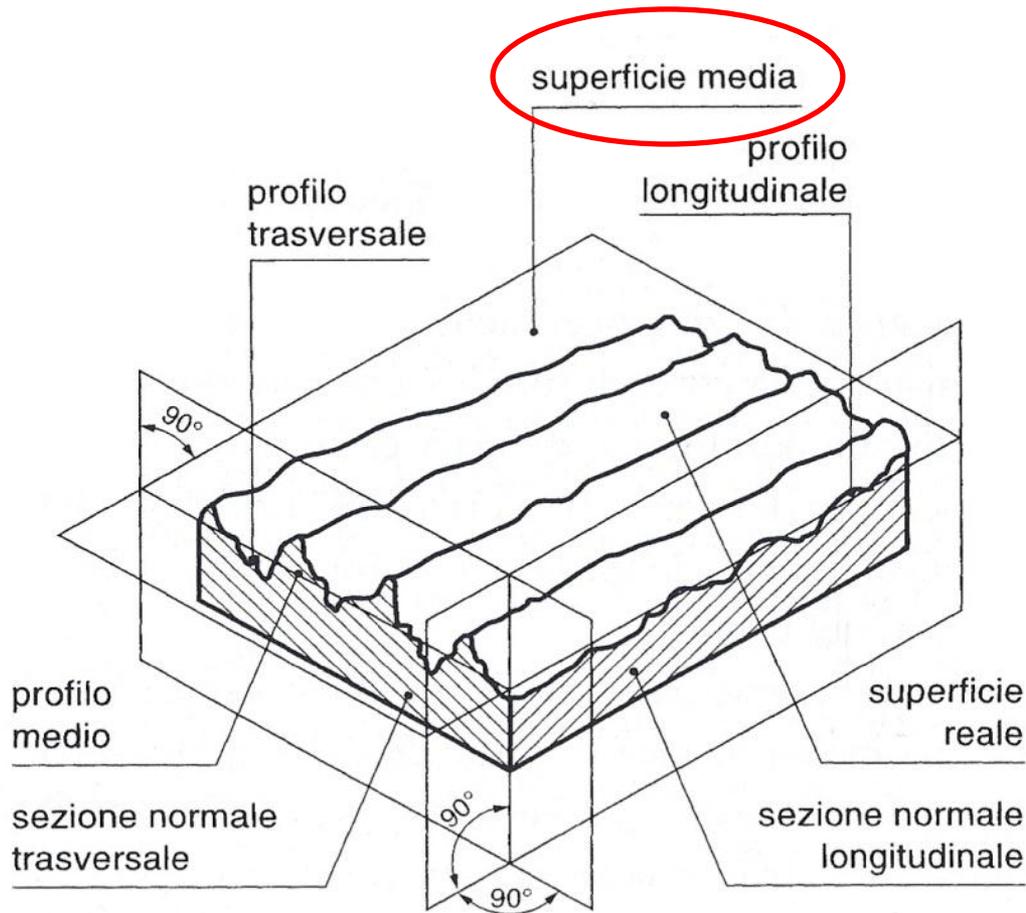
SOVRAPPOSIZIONE	
	<u>Superficie reale</u>

Classificazione delle superfici

DEFINIZIONI:

- Sup. **NOMINALE**: la superficie ideale del pezzo;
- Sup. **REALE**: la superficie che nella realtà delimita il volume del corpo;
- Sup. **DI RIFERIMENTO**: è il luogo di riferimento per il rilievo degli errori geometrici;
- Sup. **MEDIA**: interseca la superficie nominale in modo che i volumi delle parti che fuoriescono siano uguali ai volumi dei vuoti rientranti;
- Sup. **RILEVATA**: superficie misurata (con le approssimazioni date dai limiti degli strumenti di misura utilizzati);
- Sup. **INVILUPPO**: appoggiata sulla superficie reale tocca quest'ultima in almeno tre punti.

Classificazione delle sezioni e dei profili



Si fa riferimento alla superficie media ed alla direzione preferenziale delle irregolarità.

Classificazione delle sezioni e dei profili

DEFINIZIONI

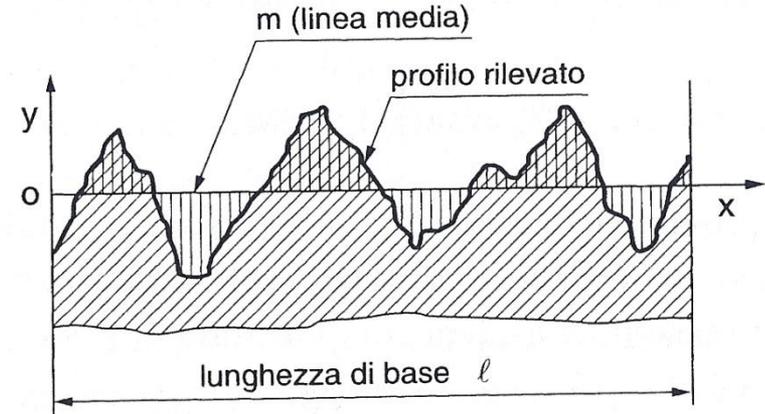
Orientamento delle irregolarità: orientamento preferenziale dei solchi che caratterizzano le irregolarità

Passo delle irregolarità: distanza media fra le creste del profilo

Lunghezza di base l : lunghezza lungo cui viene eseguita la misura di rugosità (correlata alla dimensione della difettosità - assume valori unificati: 0.08 – 0.25 – 0.8 – 2.5 – 8 – 25 mm)

Linea media (aritmetica)

Linea media (m) del profilo (detta anche linea centrale): linea avente la forma del profilo geometrico e che, entro la lunghezza di base l , divide il profilo rilevato in modo tale che la somma algebrica delle aree sporgenti (positive) e delle aree rientranti (negative) abbia valore nullo.



$$\int_0^l y(x) dx = 0$$

N.B. : la linea media è la linea di riferimento per il calcolo dei parametri di rugosità.

Deviazione media aritmetica R_a

Il parametro con cui si prescrive la rugosità superficiale è R_a che è il valore medio delle ordinate y prese con valore assoluto e misurate sul profilo reale.

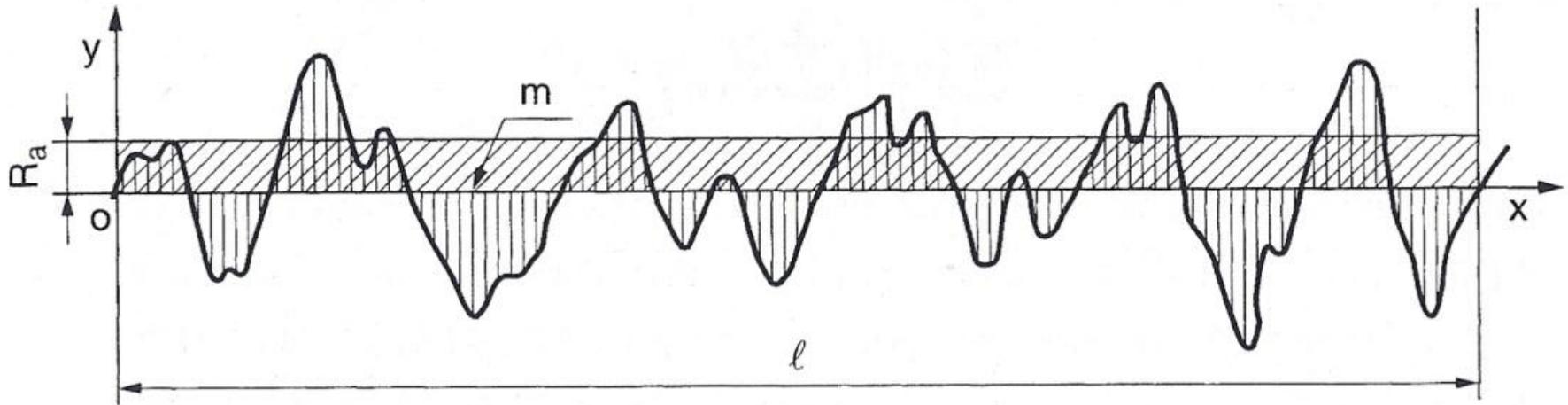
$$R_a = \frac{1}{l} \int_0^l |y(x)| dx$$

Nella pratica R_a viene generalmente espressa mediante un numero finito n di misure, ovvero:

$$R_a = \frac{\sum_{i=0}^n |y|}{n}$$

Deviazione media aritmetica R_a

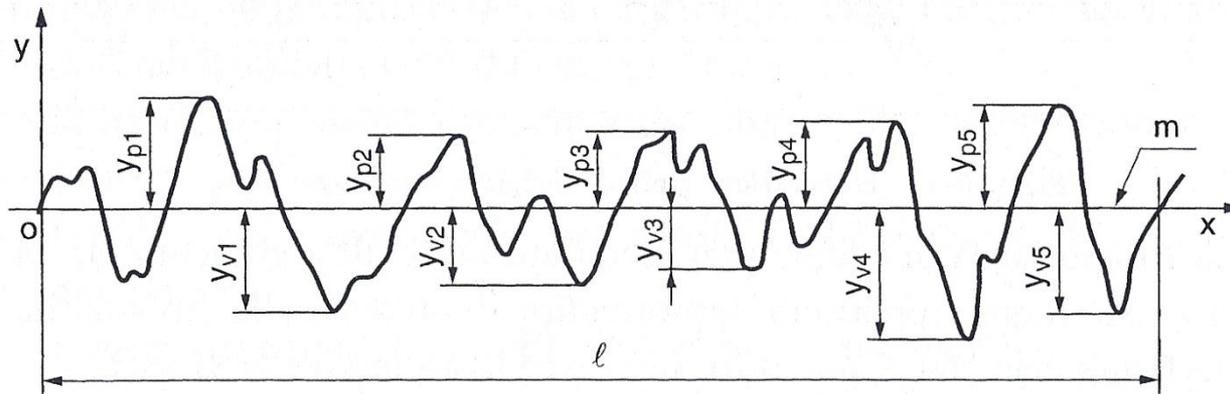
Rappresentazione grafica di linea media (m), lunghezza base ed R_a



La rugosità si misura in μm

Altezza delle irregolarità su 10 punti R_z

$$R_z = \frac{\sum_{i=1}^5 |y_{pi}| + \sum_{i=1}^5 |y_{vi}|}{5}$$



E' la media dei valori assoluti dei 5 maggiori picchi e delle 5 valli più profonde.

$$R_t = \max |y_{pi}| + \max |y_{vi}|$$

Ulteriori parametri I

L'altezza media delle irregolarità del profilo R_c è pari alla somma dei valori medi, in modulo, delle altezze dei picchi e delle profondità delle valli :

$$R_c = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |y_{pi}| + \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n |y_{vj}|$$

Valore medio di un generico parametro di rugosità:

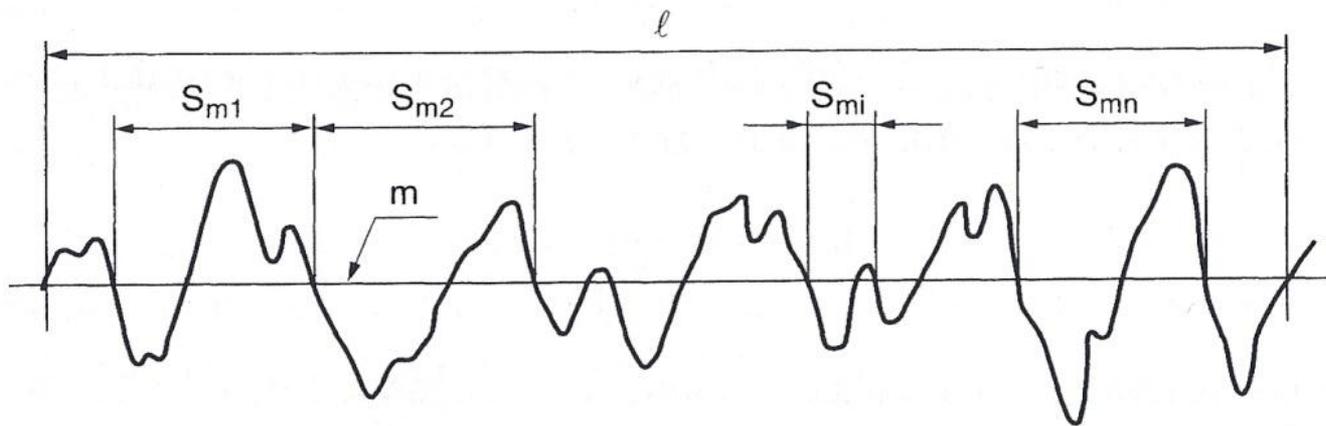
$$\bar{R} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^k R_{ni}$$

Scostamento medio quadratico del profilo R_q :

$$R_q = \sqrt{\frac{1}{\ell} \int_0^{\ell} y^2(x) dx}$$

Ulteriori parametri II

Intervallo delle irregolarità del profilo: lunghezza di linea media che contiene un picco e la valle adiacente.

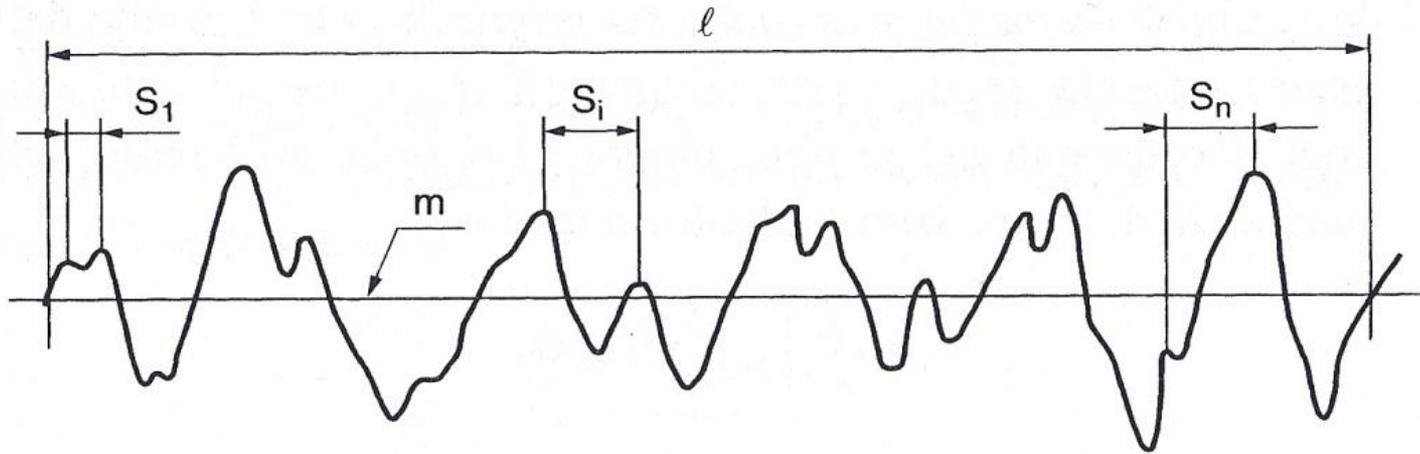


$$S_m = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_{mi}$$

Intervallo medio delle irregolarità del profilo S_m

Ulteriori parametri III

Intervallo dei picchi locali del profilo: proiezione sulla linea media di due punti più alti di picchi adiacenti.



Intervallo medio S dei picchi locali:

$$S = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n S_i$$

Densità D dei picchi del profilo :

$$D = \frac{1}{S_m}$$

Prescrizioni di rugosità

La rugosità deve essere sempre prescritta a disegno quando il suo valore condiziona in modo determinante l'efficienza in esercizio, l'integrità strutturale, l'estetica del componente.

La rugosità viene comunemente indicata mediante la **DEVIAZIONE MEDIA ARITMETICA DEL PROFILO R_a** espressa in μm (10^{-6}m). I valori raccomandati (progressione geometrica di ragione 1.25) sono:

0.025; 0.05; 0.1; 0.2; 0.4; 0.8; 1.6; 3.2; 6.3; 12.5; 25; 50 μm

Quando si prescrive un valore di rugosità questo indica il suo limite massimo fra i diversi rilevamenti effettuati. Quando necessario può essere indicato anche il valore minimo.

Scelta della lunghezza di base

R_a μm	l minime mm
$\leq 0,1$	0,08
$> 0,1 \div 0,2$	0,25
$> 0,2 \div 1,6$	0,8
$> 1,6 \div 6,3$	2,5
$> 6,3 \div 100$	8
> 100	25

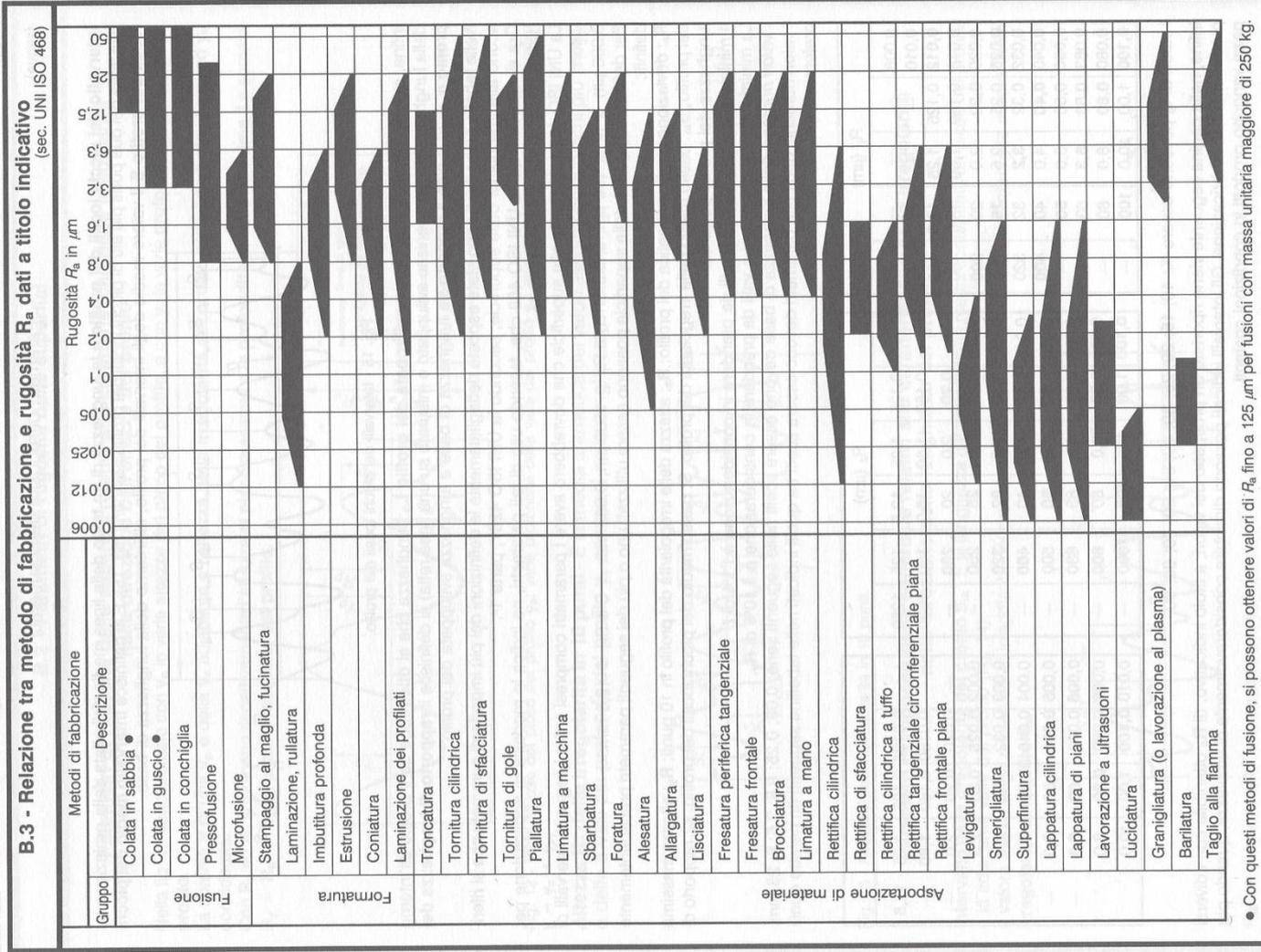
Il valore minimo della lunghezza di base l viene prescritto in base al valore del parametro da misurare.

Valori tipici di R_a

$R_a = 0.025$	elementi di misura di alta precisione
$R_a = 0.05$	calibri da officina
$R_a = 0.1$	accoppiamenti a tenuta, utensili di precisione
$R_a = 0.2$	supporti di albero a gomiti e a camme, superfici delle camme
$R_a = 0.4$	cuscinetti, profili scanalati, pattini-guide, perni
$R_a = 0.8$	freni, ruote dentate
$R_a = 1.6$	alberi e fori di ingranaggi, teste dei cilindri

Valori tipici di R_a

Tab. I.B.3



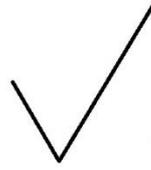
• Con questi metodi di fusione, si possono ottenere valori di R_a fino a 125 μm per fusioni con massa unitaria maggiore di 250 kg.

Indicazione dello stato delle superfici UNI EN ISO 1302

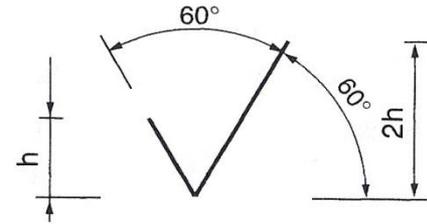
La rugosità si indica utilizzando i seguenti segni grafici:



Simbolo completo



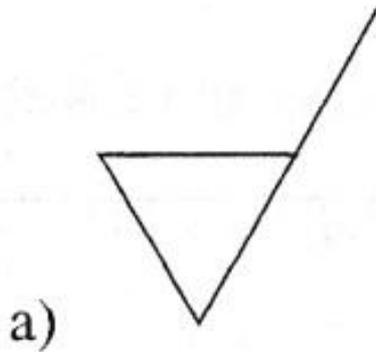
Simbolo base



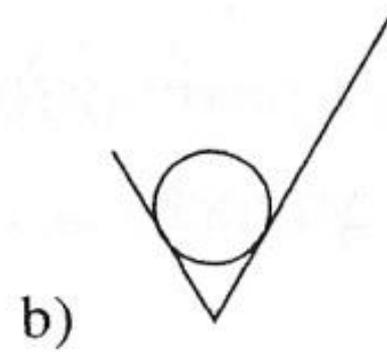
Simbolo generico che non specifica il tipo di lavorazione da eseguire.

Lo spessore della linea è uguale allo spessore della linea di quotatura (01.1).

Indicazione della lavorazione



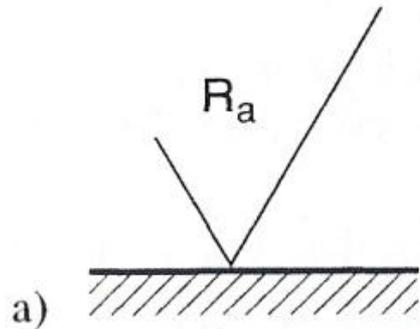
Lavorazione con asportazione di truciolo.



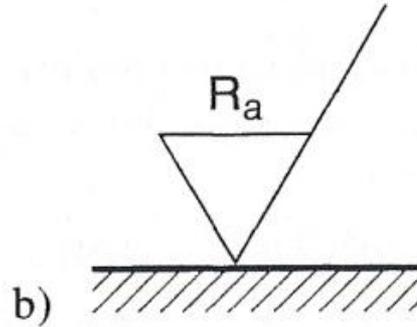
Lavorazione senza asportazione di truciolo.

La notazione b) si usa qualora la rugosità di un elemento già trattato non debba essere alterata dalle lavorazioni successive.

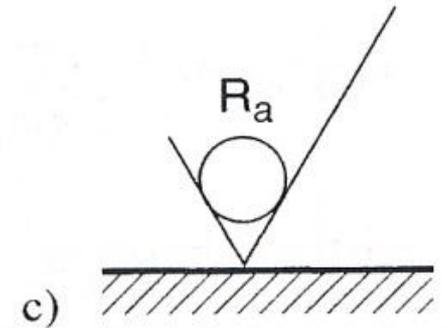
Indicazione della rugosità I



Procedimento
generico



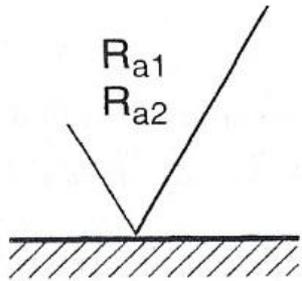
Con asportazione di
materiale



Senza asportazione
di materiale

Questa notazione prescrive il valore massimo ammissibile di R_a

Indicazione della rugosità II



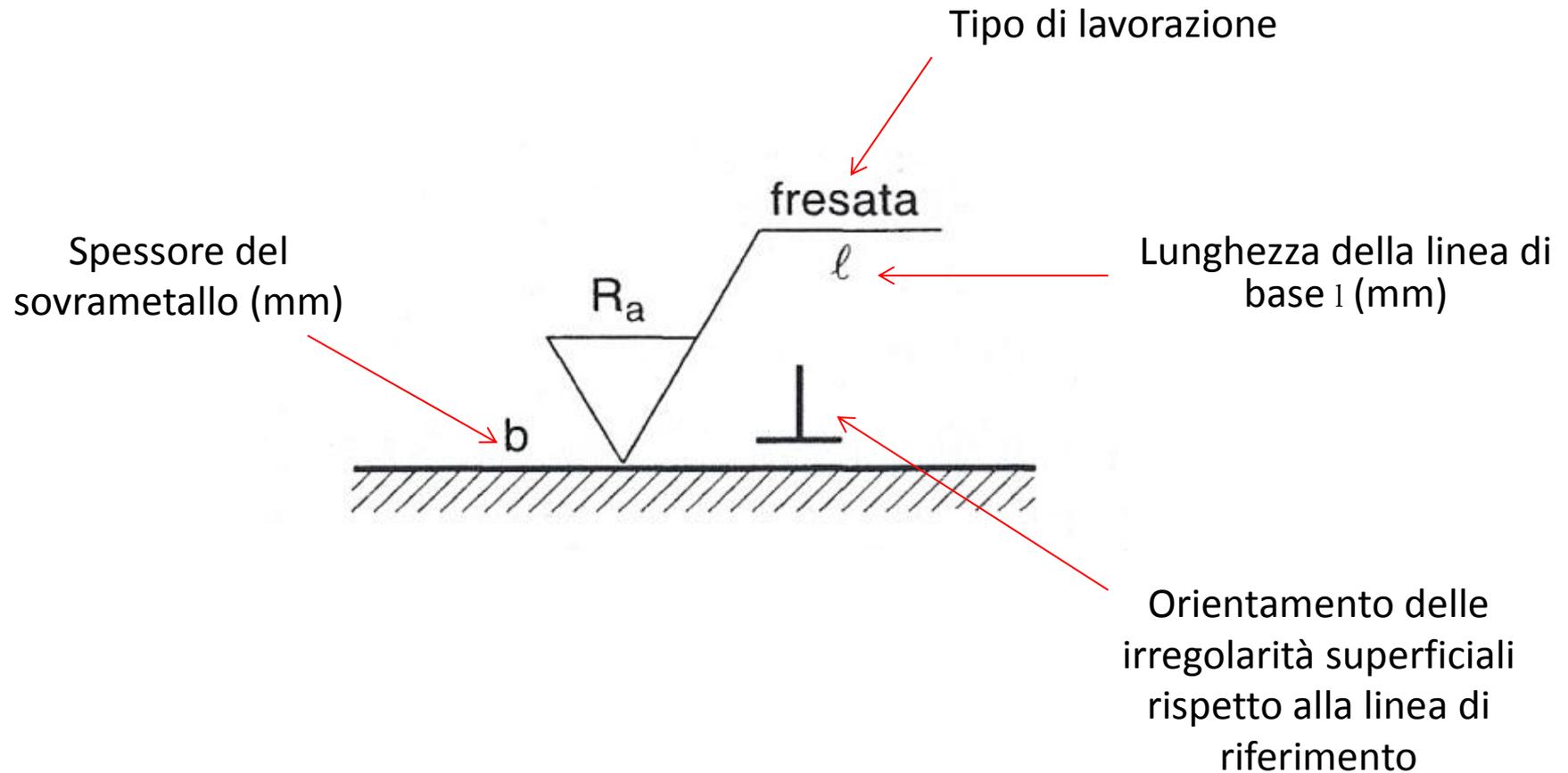
Questa notazione prescrive i valori limite estremi:

R_{a1} massimo
 R_{a2} minimo

Superficie lappata		
Superficie rettificata		
Superficie lisciata		
Superficie sgrossata		

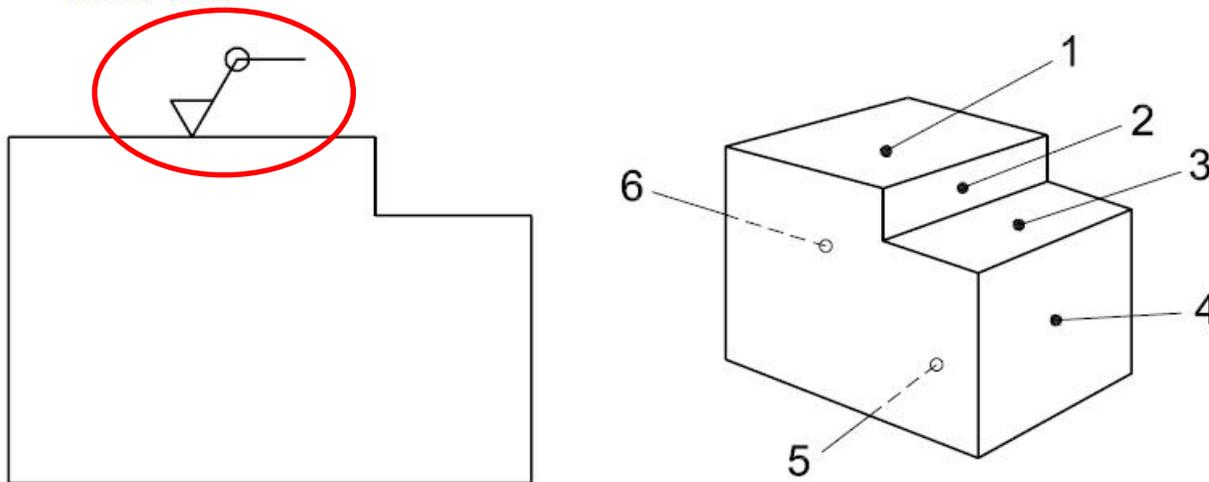
Tabella di conversione (approssimativa) fra la vecchia notazione a triangolini e la nuova notazione.

Indicazione completa



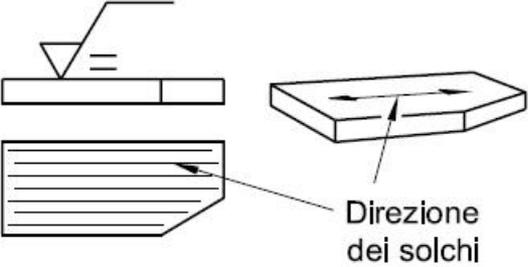
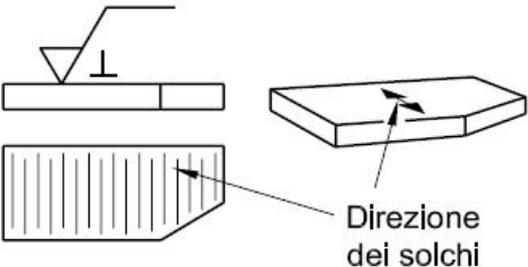
Indicazione per tutte le superfici

figura 5 **Requisiti per lo stato delle superfici per tutte e sei le superfici rappresentate dal profilo sul pezzo in lavorazione**

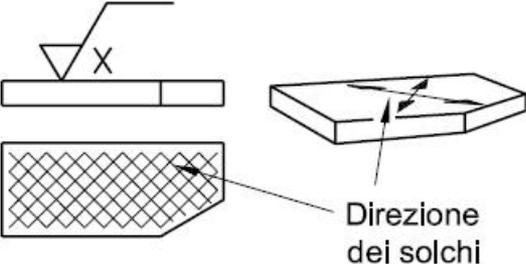
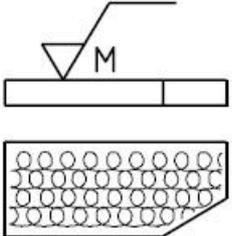


Si applica al contorno della vista in proiezione

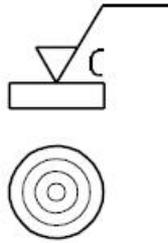
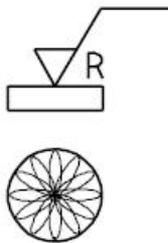
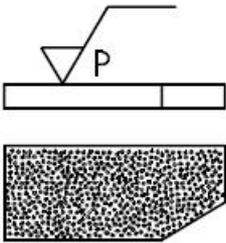
Andamento preferenziale delle irregolarità

Segno grafico	Interpretazione ed esempio	
	<p>Paralleli al piano di proiezione della vista sulla quale è posto il segno grafico</p>	 <p>Direzione dei solchi</p>
	<p>Perpendicolari al piano di proiezione della vista sulla quale è posto il segno grafico</p>	 <p>Direzione dei solchi</p>

Andamento preferenziale delle irregolarità

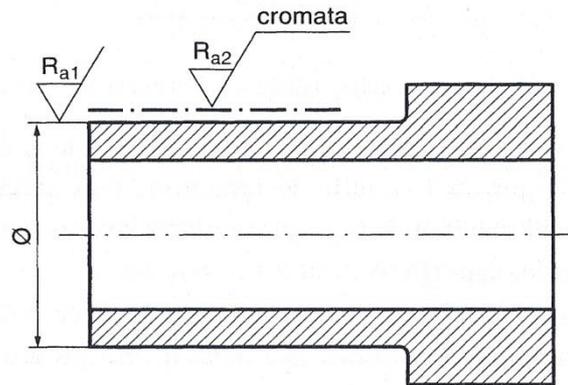
<p>X</p>	<p>Incrociati secondo due direzioni oblique al piano di proiezione della vista sulla quale è posto il segno grafico</p>	 <p>Direzione dei solchi</p>
<p>M</p>	<p>Multi-direzionali</p>	

Andamento preferenziale delle irregolarità

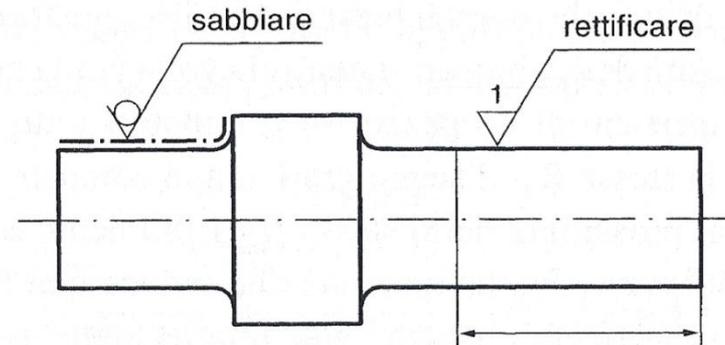
Segno grafico	Interpretazione ed esempio	
C	Approssimativamente circolari in relazione al centro della superficie alla quale si applica il segno grafico	
R	Approssimativamente radiale in relazione al centro della superficie sulla quale è posto il segno grafico	
P	Solchi particolari, non direzionali, o protuberanti	

Esempi

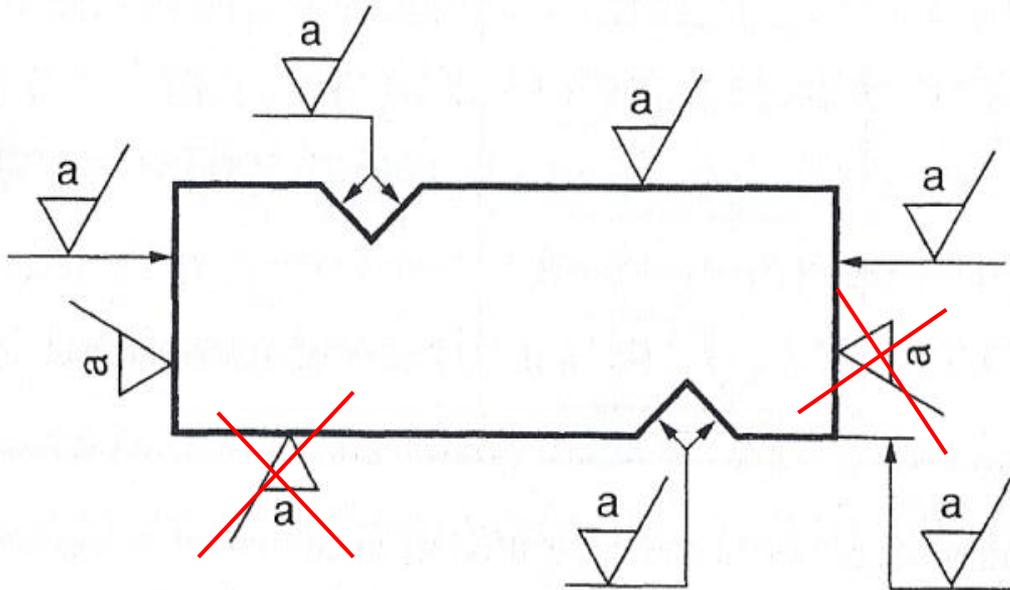
Indicazione di trattamenti successivi



Indicazione di trattamenti diversi in zone diverse

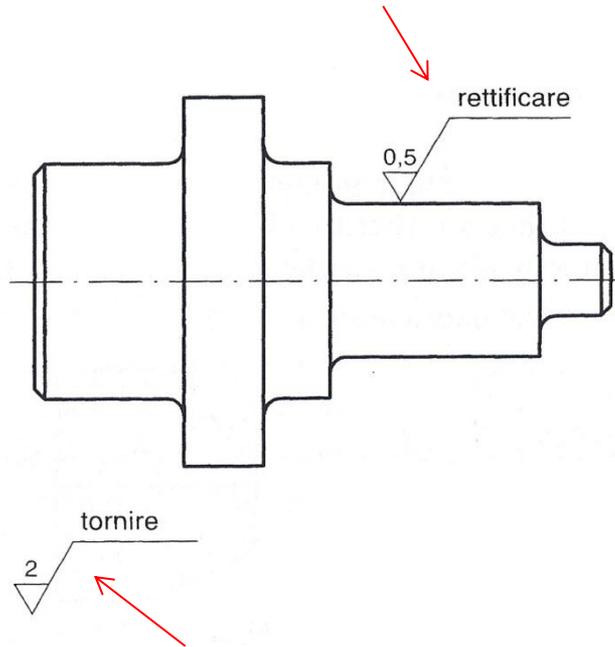


Esempi

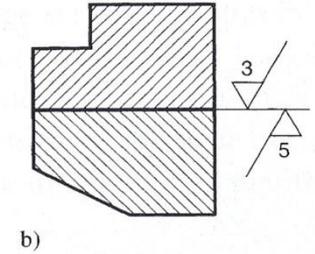
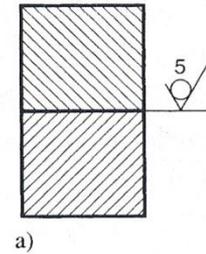


Esempi

Prescrizione locale

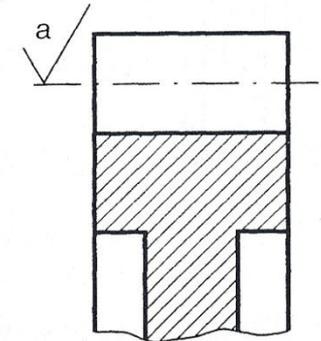
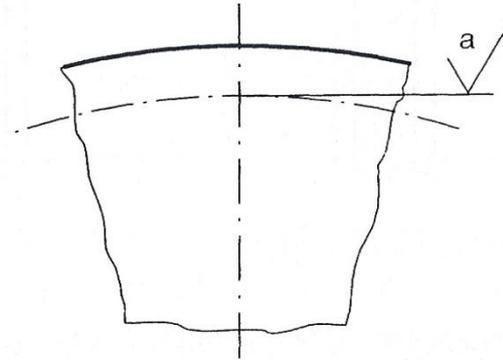


Prescrizione valida per tutte le superfici del corpo

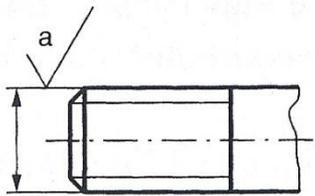


Filetti e ruote dentate

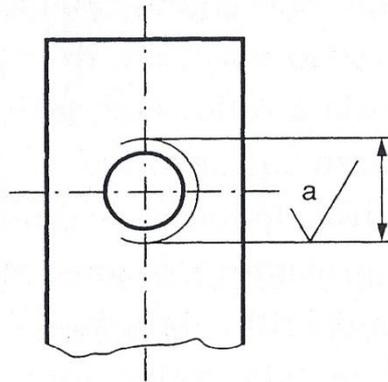
Circonferenza primitiva



Generatrice della
superficie primitiva



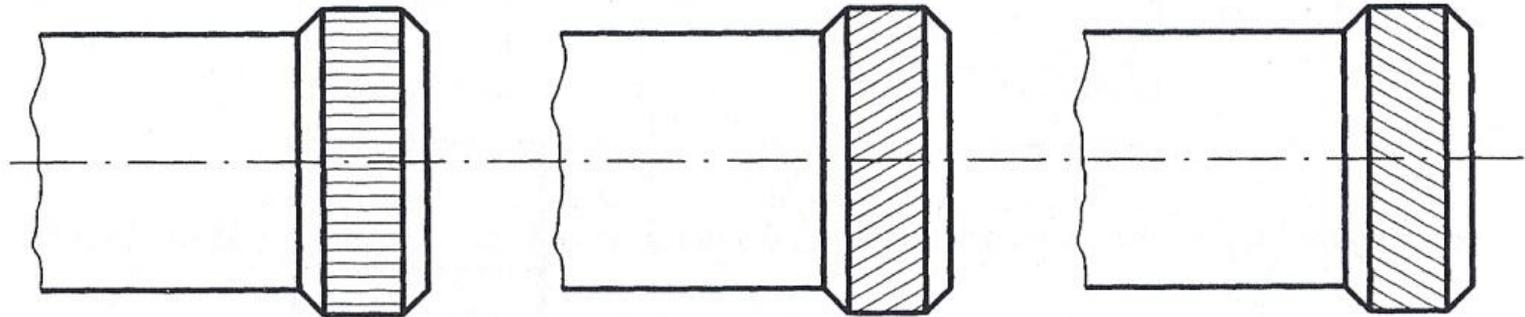
Cresta filetto



Fondo filetto

Zigrinature

Le zigrinature sono costituite da rigature superficiali, realizzate mediante un utensile a rullo (*godrone*), che consentono una buona presa manuale del pezzo così lavorato.

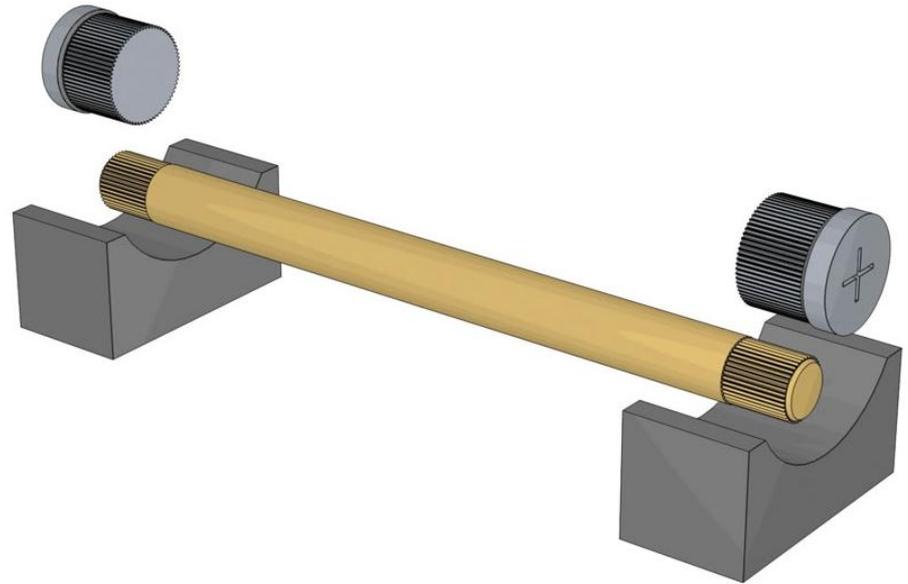


Parallela (A)

Sinistra (B)

Destra (C)

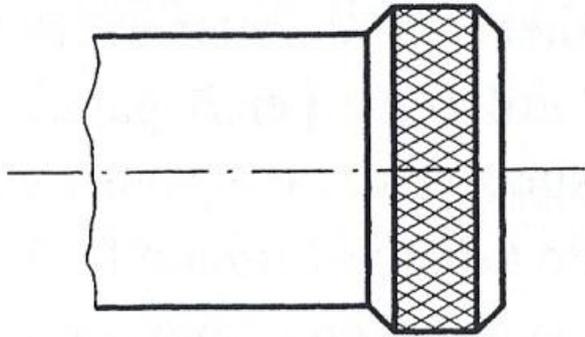
Zigrinature



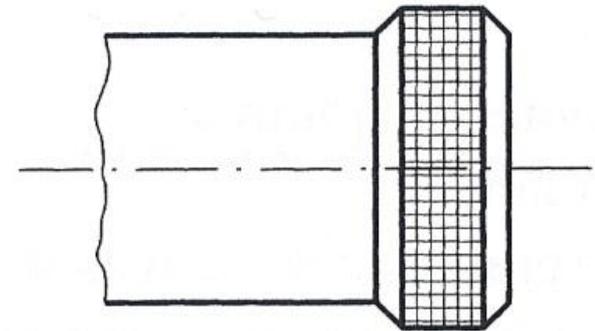
Zigrinature



Zigrinature

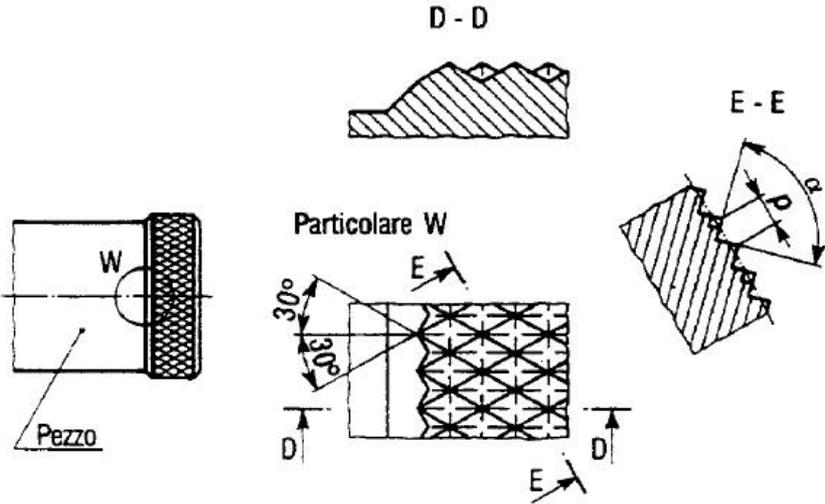


Spinata in rilievo (D)
Spinata incavata (E)

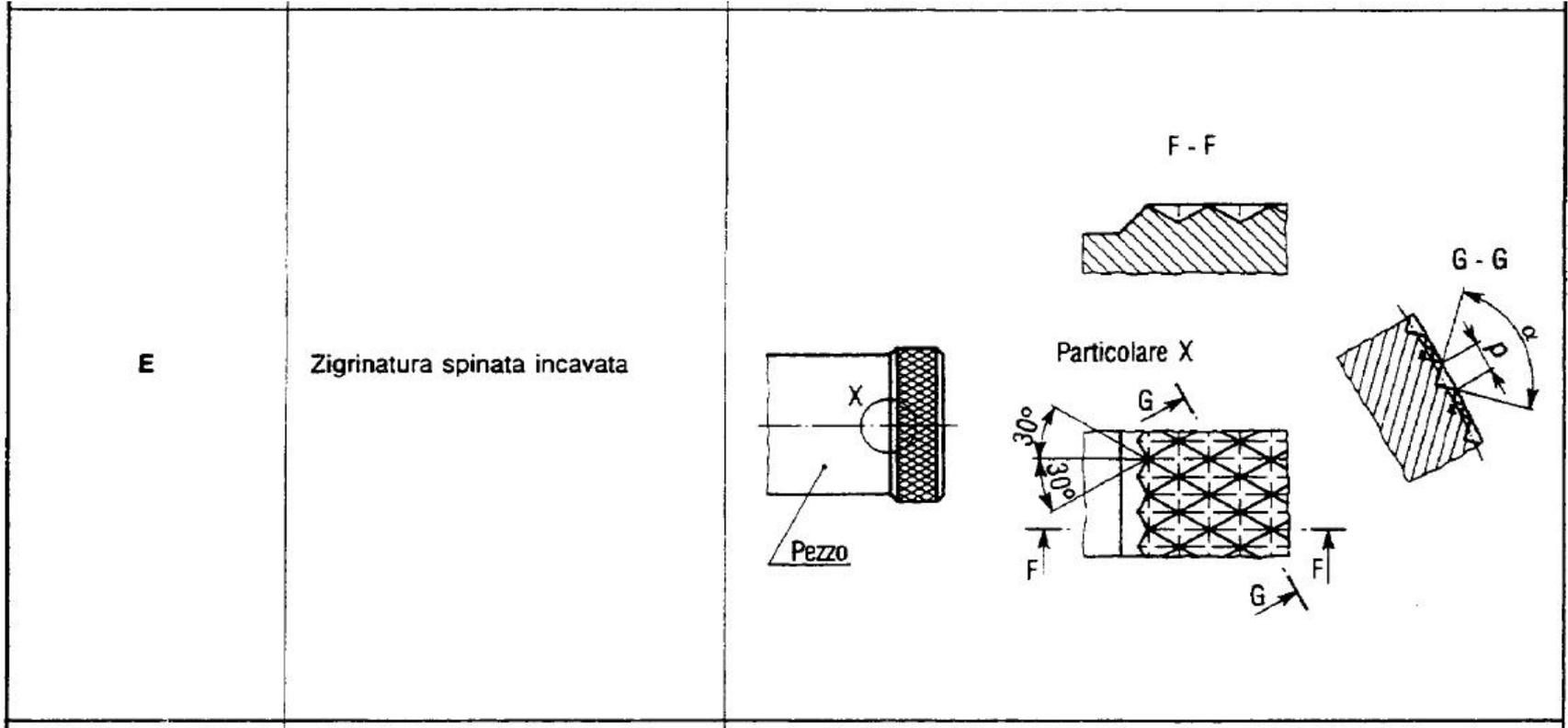


Incrociata in rilievo (G)
Incrociata incavata (H)

Zigrinature

Simbolo di identificazione	Denominazione	Rappresentazione
D	Zigrinatura spinata in rilievo	 <p>The drawing illustrates the representation of a raised knurled surface. It consists of several views: a perspective view of a cylindrical part with a knurled end, a cross-section D-D showing the profile of the knurl, a detailed view of the knurl labeled 'Particolare W' with 30-degree chamfers and a width 'W', and a cross-section E-E showing the knurl's profile with parameters 'p' and 'α'. The word 'Pezzo' is written below the perspective view.</p>

Zigrinature



Zigrinature

La zigrinatura va rappresentata sul foglio mediante linea continua sottile (01.1).

Tipo **A, G e H** Tratto parallelo e/o ortogonale all'asse di simmetria

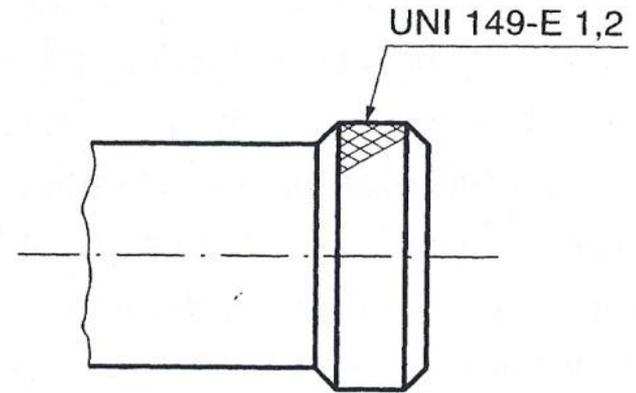
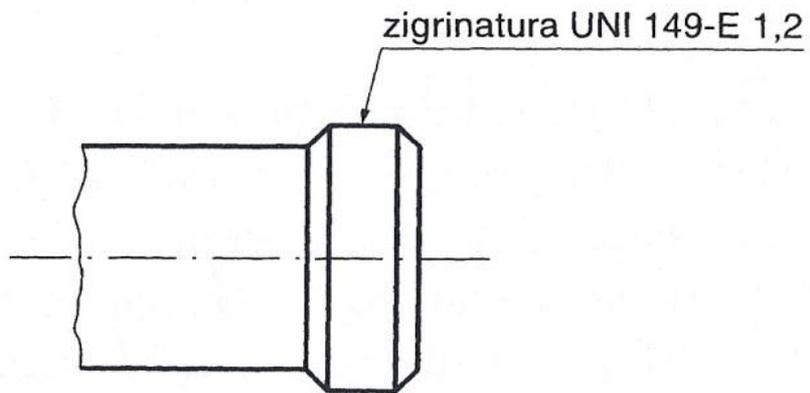
Tipo **B, C, D ed E** Tratto inclinato di 30° rispetto all'asse di simmetria

La distanza fra due tratti adiacenti e indicanti la superficie di zigrinatura è pari a :

0.6; 0.8; 1; 1.2; 1.6 mm

I godroni unificati si indicano con le stesse lettere che identificano i vari tipi di zigrinatura.

Zigrinature - rappresentazione



Le Tolleranze Dimensionali

Ing. Alessandro Carandina

Le tolleranze: definizioni

Sistema di tolleranze: metodologie per la determinazione e l'indicazione degli **scostamenti massimi ammessi** tra le dimensioni del *componente reale* e quelle del *componente nominale* rappresentato nel disegno.

Scostamento: differenza algebrica fra una dimensione effettiva (reale) e la corrispondente dimensione nominale.

Tolleranza: differenza algebrica fra scostamento superiore e scostamento inferiore (ovvero differenza fra dimensione massima e dimensione minima)

Le tolleranze si distinguono in:

- 1) Tolleranze dimensionali
- 2) Tolleranze geometriche (di forma e posizione)

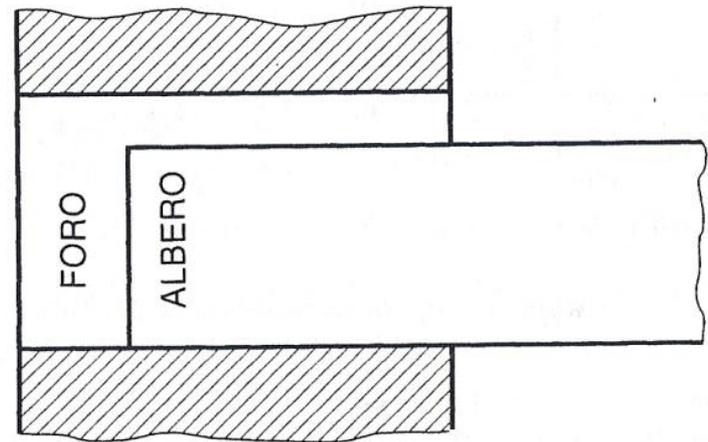
Albero e foro

Accoppiamento: è il termine con cui si esprime in generale la connessione di due pezzi o elementi in cui uno viene considerato interno rispetto all'altro che viene considerato esterno.

Albero e foro sono quindi due concetti generalizzati:

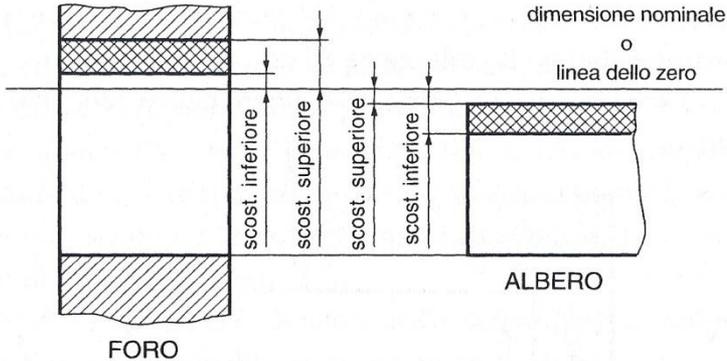
FORO: spazio contenente delimitato da superfici

ALBERO: spazio contenuto delimitato da superfici

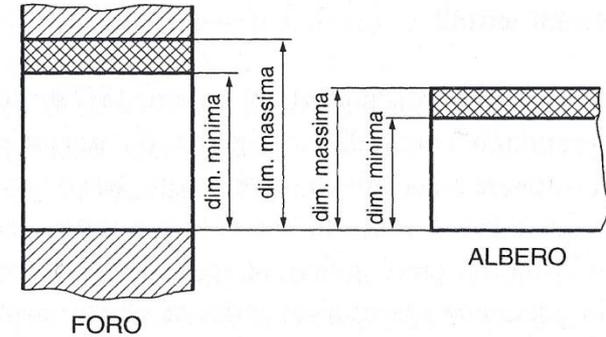


Definizioni

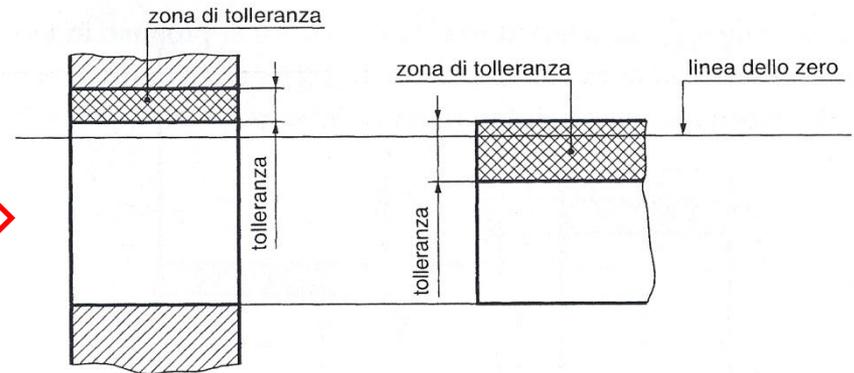
Dimensioni limite: esprimono i valori entro i quali deve trovarsi la dimensione effettiva.



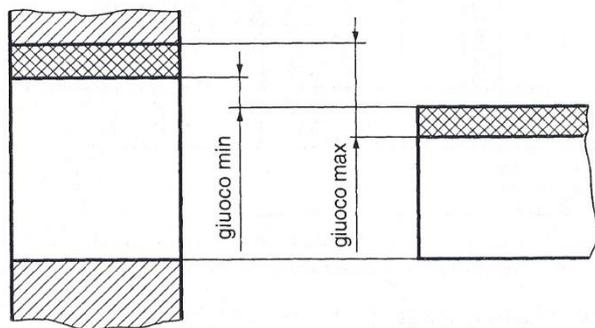
Tolleranza: differenza algebrica fra scostamento superiore e scostamento inferiore.



Scostamento: differenza algebrica fra una dimensione effettiva e la corrispondente dimensione nominale.

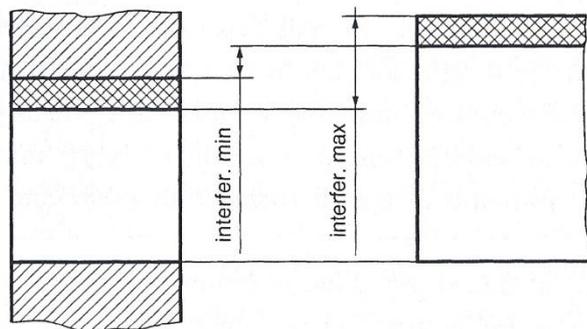
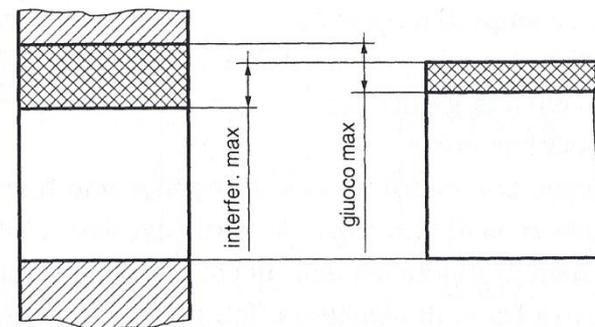


Tipi di accoppiamento



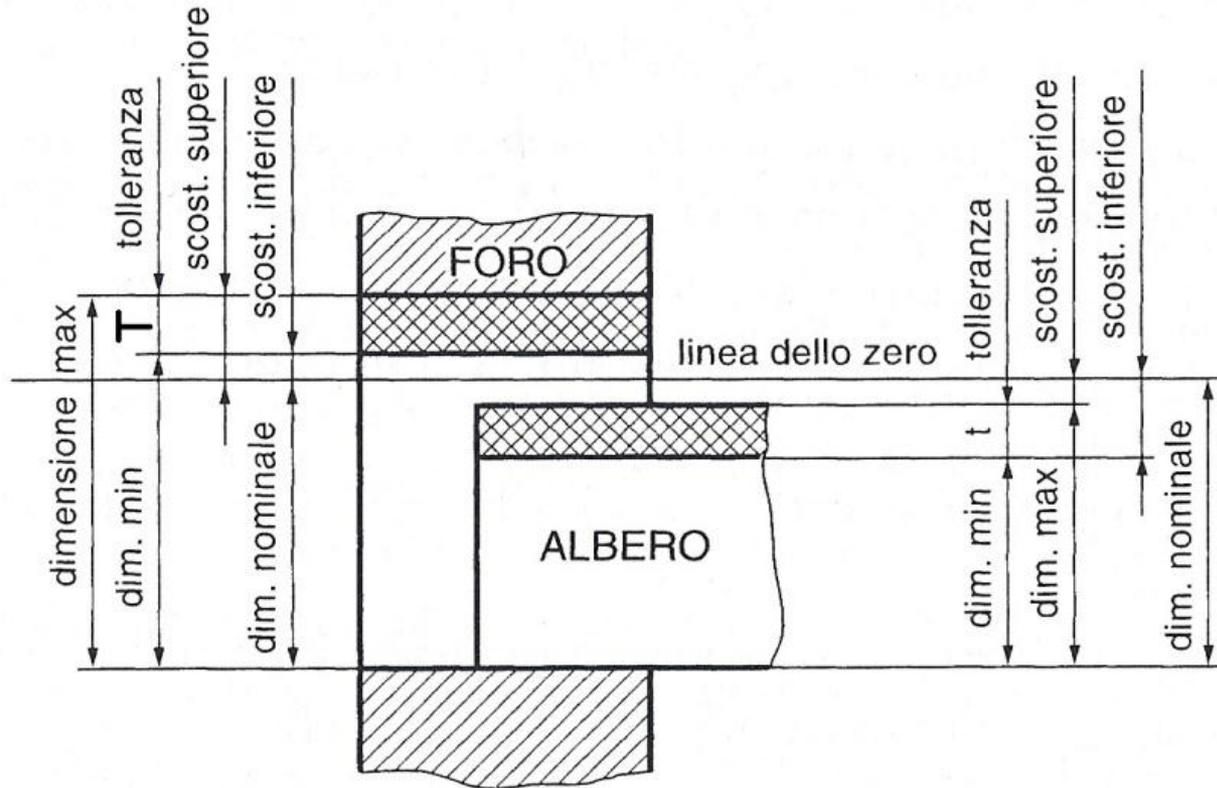
Accoppiamento con giuoco

Accoppiamento incerto



Accoppiamento con interferenza

Quadro riassuntivo



Le dimensioni nominali di albero e foro sono identiche.

Sistemi di tolleranze dimensionali

UNI ISO 286:2010 Sistema di codifica ISO per tolleranze di dimensioni lineari

La precondizione per l'applicabilità del sistema ISO di tolleranze di parti formanti un accoppiamento è che la dimensione nominale del foro e dell'albero siano identiche.

- 1) Temperatura di riferimento: **20°C**
- 2) Le tolleranze sono espresse in **μm**
- 3) Il campo di tolleranze riguarda dimensioni fino a 3150 mm e viene suddiviso in due classi:
 - A. fino a 500 mm**
 - B. da 500 mm a 3150 mm**

Le classi **A** e **B** sono a loro volta suddivise in gruppi dimensionali.

Influenza della temperatura

Tolleranze centesimali possono essere sovrapposte a dilatazioni termica dello stesso ordine di grandezza.

$$\Delta L = \alpha L \Delta T$$

$$\alpha = 1.2E-5$$

$$L = 50\text{mm}$$

$$\Delta T = 60^\circ$$

$$\Delta L = 0.036\text{mm} (36\mu\text{m})$$

$$\Phi 50 / H5 = \Phi 50 0/+0.011$$

Gruppi dimensionali (fino a 500 mm)

GRUPPI PRINCIPALI		GRUPPI INTERMEDI	
oltre	fino a	oltre	fino a
-	3	Nessuna suddivisione	
3	6		
6	10		
10	18	10 14	14 18
18	30	18 24	24 30
30	50	30 40	40 50
50	80	50 65	65 80
80	120	80 100	100 120
120	180	120 140 160	140 160 180
180	250	180 200 225	200 225 250
250	315	250 280	280 315
315	400	315 355	355 400
400	500	400 450	450 500

Gruppi dimensionali (da 500 a 3150 mm)

GRUPPI PRINCIPALI		GRUPPI INTERMEDI	
oltre	fino a	oltre	fino a
500	630	500 560	560 630
630	800	630 710	710 800
800	1000	800 900	900 1000
1000	1250	1000 1120	1120 1250
1250	1600	1250 1400	1400 1600
1600	2000	1600 1800	1800 2000
2000	2500	2000 2240	2240 2500
2500	3150	2500 2800	2800 3150

Dimensione media geometrica

Per ogni *GRUPPO* di ogni *CLASSE* le tolleranze e gli scostamenti vengono calcolati in funzione della dimensione media geometrica D , così definita:

$$D = \sqrt{D_{max} * D_{min}} \quad [\text{mm}]$$

quindi all'interno di ogni gruppo (intervallo di misure) la tolleranza è la stessa

ESEMPIO (classe fino a 500 mm)

Gruppo 1 (fino a 3mm)

$$D = \sqrt{1 * 3} = 1.732$$

Gruppo 5 (da 18 a 30)

Sottogruppo da 18 a 24

$$D = \sqrt{18 * 30} = 23.238$$

Gradi di tolleranza

Per ogni gruppo o sottogruppo, caratterizzato dalla dimensione media geometrica D , è possibile definire diversi gradi di tolleranza indicati con la sigla **IT** (*International Tolerance*).

I gradi di tolleranza indicano la precisione della lavorazione.

- Classe fino a 500 mm (20 gradi di tolleranza IT codificati)

IT01, IT0, IT1,, IT18

+  -

Precisione di lavorazione

- Classe da 500 a 3150 mm (18 gradi di tolleranza IT codificati)

IT1, IT2, ..., IT18

+  -

Precisione di lavorazione

Calcolo di IT (classe fino a 500mm)

I gradi di tolleranza normalizzati da **IT01** a **IT1** si calcolano mediante le seguenti relazioni:

$$IT01 = 0.3 + 0.008 D [\mu\text{m}]$$

$$IT0 = 0.5 + 0.012 D [\mu\text{m}]$$

$$IT1 = 0.8 + 0.020 D [\mu\text{m}]$$

I gradi di tolleranza **IT2**, **IT3** e **IT4** non vengono calcolati ma *ripartiti in progressione geometrica* fra **IT1** e **IT5** .

Calcolo di IT (classe fino a 500mm) II

I gradi di tolleranza da **IT5** a **IT18** si calcolano come multipli dell' unità di tolleranza i , così definita:

$$i = 0.45 * \sqrt[3]{D} + 0.001 * D [\mu\text{m}]$$

Calcolo di IT (classe da 500 a 3150 mm)

I gradi di tolleranza da **IT1** a **IT18** si calcolano come multipli dell' unità di tolleranza I , così definita:

$$I = 0.004 * D + 2.1 [\mu\text{m}]$$

Calcolo di IT

Tolleranze fondamentali

GRADI DI TOLLERANZE NORMALIZZATE	DIMENSIONE NOMINALE (mm)	
	fino a 500	oltre 500 fino a 3150
IT1	-	2 I
IT2	-	2,7I
IT3	-	3,7I
IT4	-	5I
IT5	7i	7I
IT6	10i	10I
IT7	16i	16I
IT8	25i	25I
IT9	40i	40I
IT10	64i	64I
IT11	100i	100I
IT12	160i	160I
IT13	250i	250I
IT14	400i	400I
IT15	640i	640I
IT16	1000i	1000I
IT17	1600i	1600I
IT18	2500i	2500I

A parità di classe di precisione il valore della tolleranza varia a seconda della dimensione nominale.

Tolleranze fondamentali

Valori delle tolleranze fondamentali per dimensioni nominali fino a 3150mm

Table 1 — Values of standard tolerance grades for nominal sizes up to 3 150 mm

Nominal size mm		Standard tolerance grades																			
		IT01	IT0	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
Above	Up to and including	Standard tolerance values																			
		µm										mm									
—	3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	0,1	0,14	0,25	0,4	0,6	1	1,4
3	6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	0,12	0,18	0,3	0,48	0,75	1,2	1,8
6	10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	0,15	0,22	0,36	0,58	0,9	1,5	2,2
10	18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	0,18	0,27	0,43	0,7	1,1	1,8	2,7
18	30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	0,21	0,33	0,52	0,84	1,3	2,1	3,3
30	50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	0,25	0,39	0,62	1	1,6	2,5	3,9
50	80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	0,3	0,46	0,74	1,2	1,9	3	4,6
80	120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	0,35	0,54	0,87	1,4	2,2	3,5	5,4
120	180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	0,4	0,63	1	1,6	2,5	4	6,3
180	250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	0,46	0,72	1,15	1,85	2,9	4,6	7,2
250	315	2,5	4	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	0,52	0,81	1,3	2,1	3,2	5,2	8,1
315	400	3	5	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	0,57	0,89	1,4	2,3	3,6	5,7	8,9
400	500	4	6	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	0,63	0,97	1,55	2,5	4	6,3	9,7
500	630			9	11	16	22	32	44	70	110	175	280	440	0,7	1,1	1,75	2,8	4,4	7	11
630	800			10	13	18	25	36	50	80	125	200	320	500	0,8	1,25	2	3,2	5	8	12,5
800	1 000			11	15	21	28	40	56	90	140	230	360	560	0,9	1,4	2,3	3,6	5,6	9	14
1 000	1 250			13	18	24	33	47	66	105	165	260	420	660	1,05	1,65	2,6	4,2	6,6	10,5	16,5
1 250	1 600			15	21	29	39	55	78	125	195	310	500	780	1,25	1,95	3,1	5	7,8	12,5	19,5
1 600	2 000			18	25	35	46	65	92	150	230	370	600	920	1,5	2,3	3,7	6	9,2	15	23
2 000	2 500			22	30	41	55	78	110	175	280	440	700	1 100	1,75	2,8	4,4	7	11	17,5	28
2 500	3 150			26	36	50	68	96	135	210	330	540	860	1 350	2,1	3,3	5,4	8,6	13,5	21	33

Tolleranze / Lavorazioni / Applicazioni

Grado di tolleranza normalizzato	Classe di tolleranza		Lavorazioni meccaniche corrispondenti		Applicazioni	
	Alberi	Fori	Alberi	Fori	Alberi	Fori
IT1 - IT4			Lavorazione con macchine speciali	Lavorazione con macchine speciali	Lavorazioni di precisione di strumenti di misura, calibri, blocchetti di riscontro	
IT5	extra preciso		rettifica	rettifica speciale	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT6	preciso	extra preciso	rettifica	rettifica	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT7	preciso -medio	preciso	tornitura	rettifica alesatura tornitura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT8	medio	medio	tornitura	alesatura tornitura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT9	medio - grossolano	medio - grossolano	tornitura trafilatura	alesatura tornitura trapanatura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT10	medio - grossolano	medio - grossolano	tornitura trafilatura	alesatura tornitura trapanatura	Lavorazioni di pezzi destinati ad essere accoppiati	
IT11	grossolano	grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT12	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT13	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	
IT14 - IT18	molto grossolano	molto grossolano	Lavorazioni grossolane di stampaggio o fusione		Pezzi non destinati ad accoppiamenti con altri pezzi	

Esempi

$$d=24\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{18 \cdot 30} = 23.238\text{mm}$$

$$i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{23.238} + 0.001 \cdot 23.238 = 1.307\mu\text{m}$$

$$\text{IT7} \Rightarrow \text{Tolleranza } 16i = 21\mu\text{m}$$

$$\text{IT15} \Rightarrow \text{Tolleranza } 640i = 837\mu\text{m}$$

$$d=640\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{630 \cdot 800} = 709.93\text{mm}$$

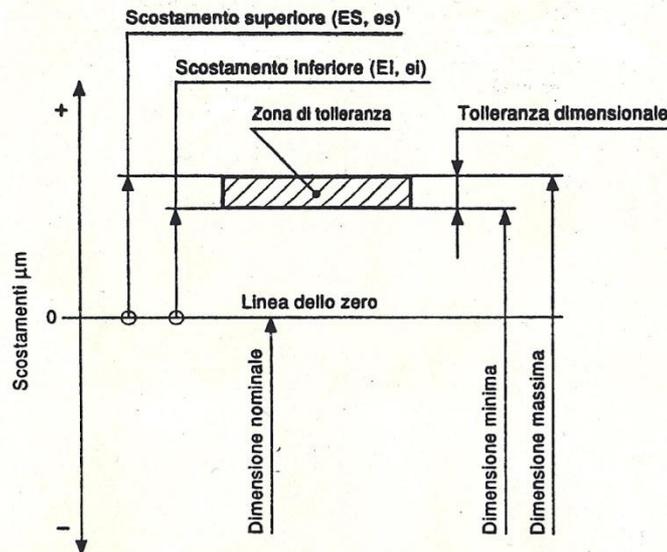
$$I = 0.004 \cdot 709.93 + 2.1 = 4.94\mu\text{m}$$

$$\text{IT3} \Rightarrow \text{Tolleranza } 3.7I = 19\mu\text{m}$$

$$\text{IT12} \Rightarrow \text{Tolleranza } 160I = 791\mu\text{m}$$

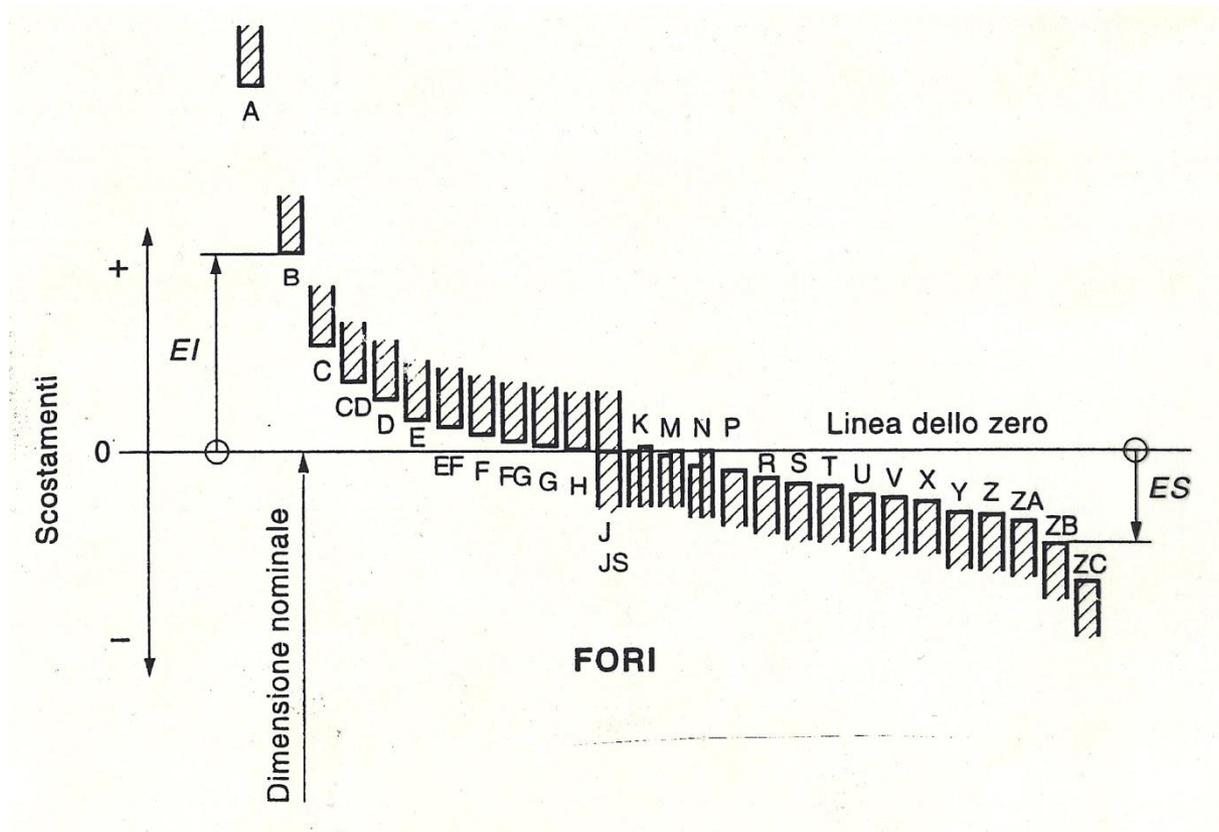
Posizione della zona di tolleranza

Mediante la dimensione media geometrica D , le unità di tolleranza i e I e la tolleranza fondamentale IT è stata definita l'ampiezza della zona di tolleranza ma **non** la sua posizione rispetto alla linea dello zero.



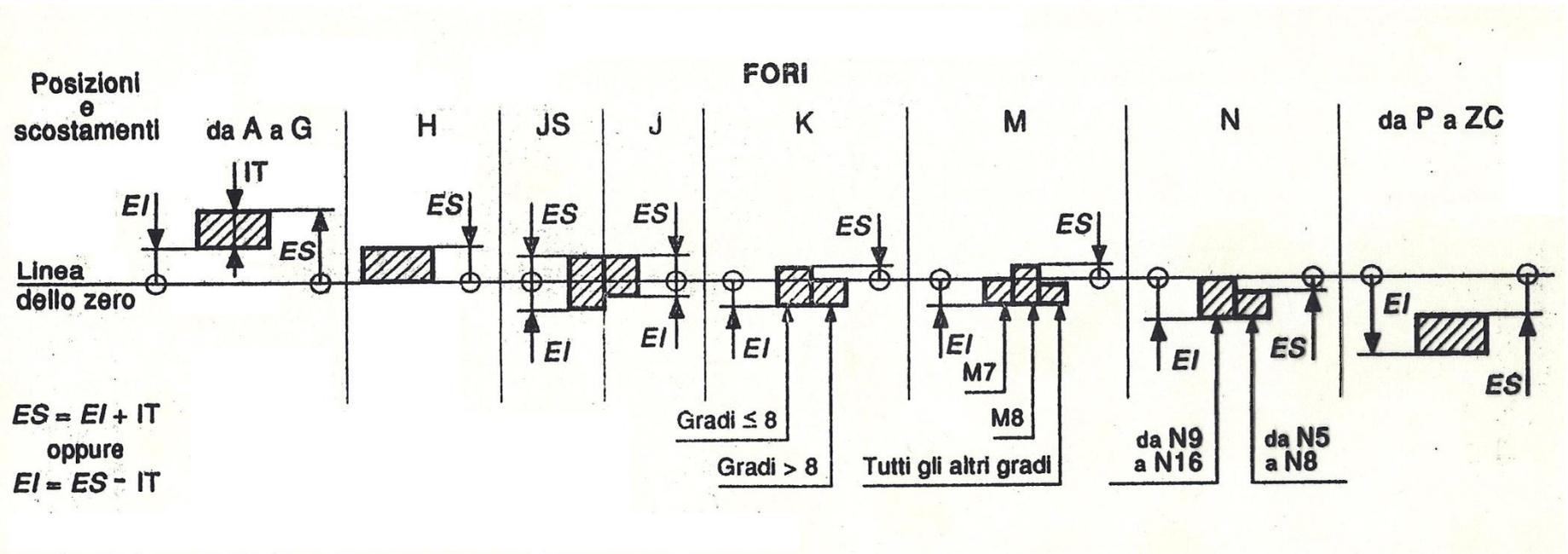
N.B.: Si definisce *scostamento fondamentale* quello **più vicino** alla linea dello zero.

Schema generale – Fori

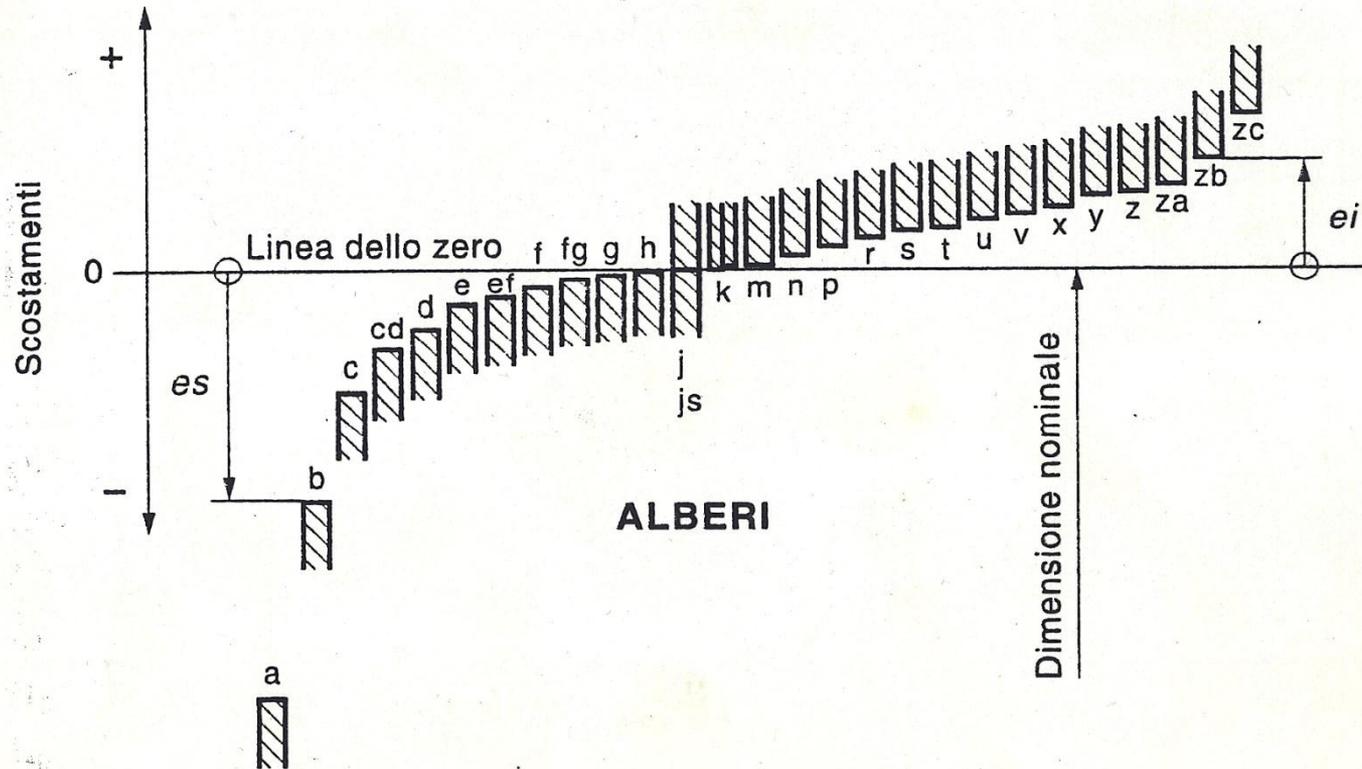


- Da A ad H dimensioni effettive maggiori delle nominali (scostamenti positivi)
- Da K a ZC dimensioni effettive minori delle nominali (scostamenti negativi)

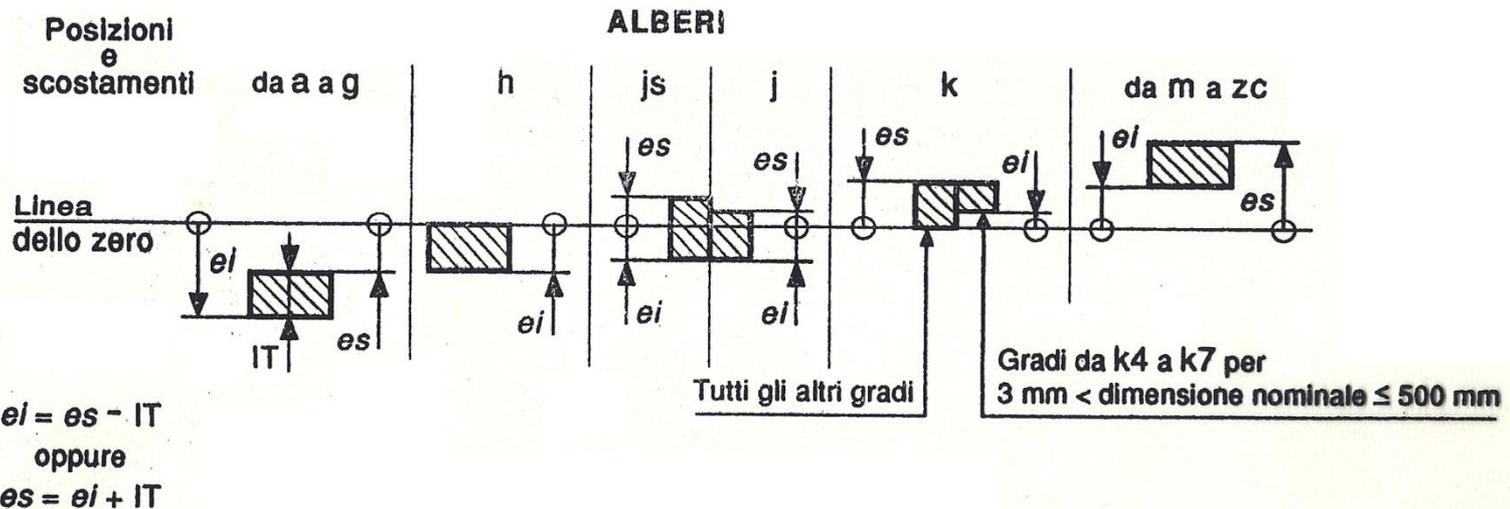
Schema generale – Fori II



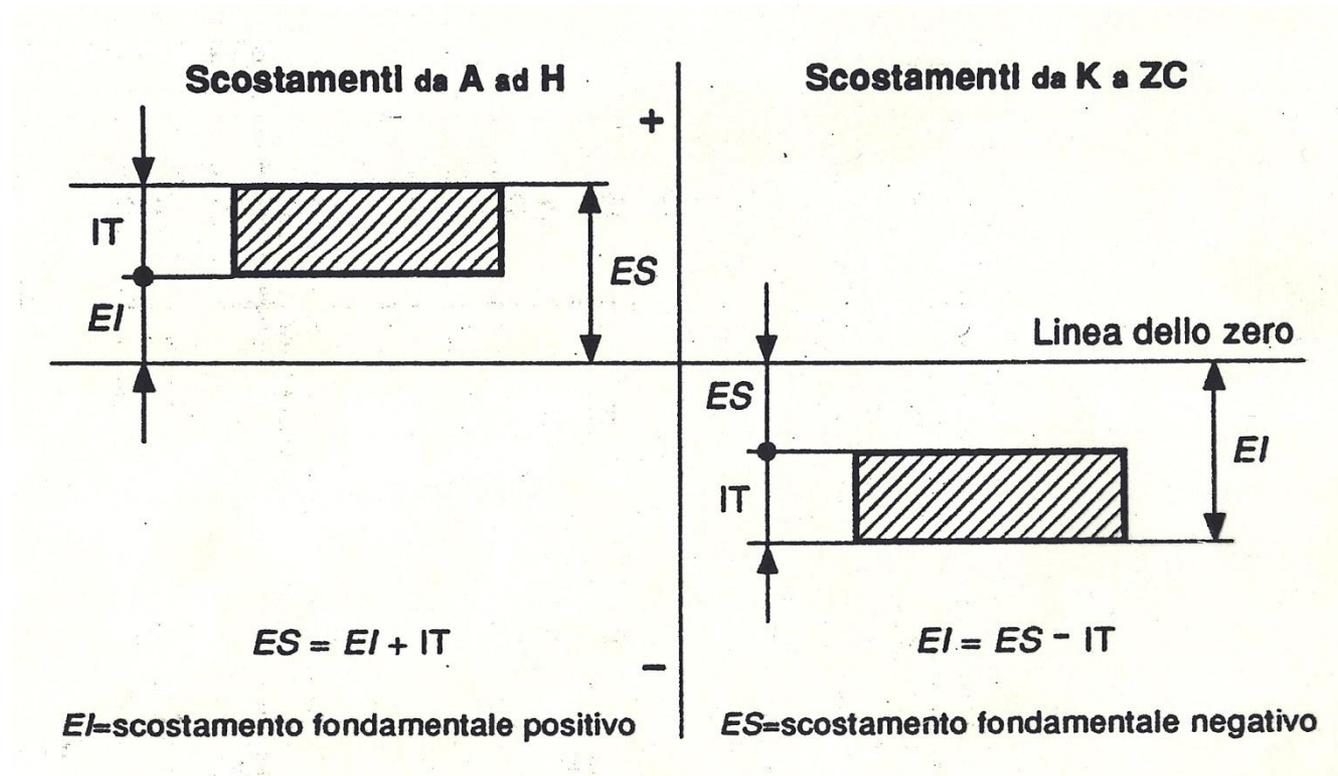
Schema generale – Alberi I



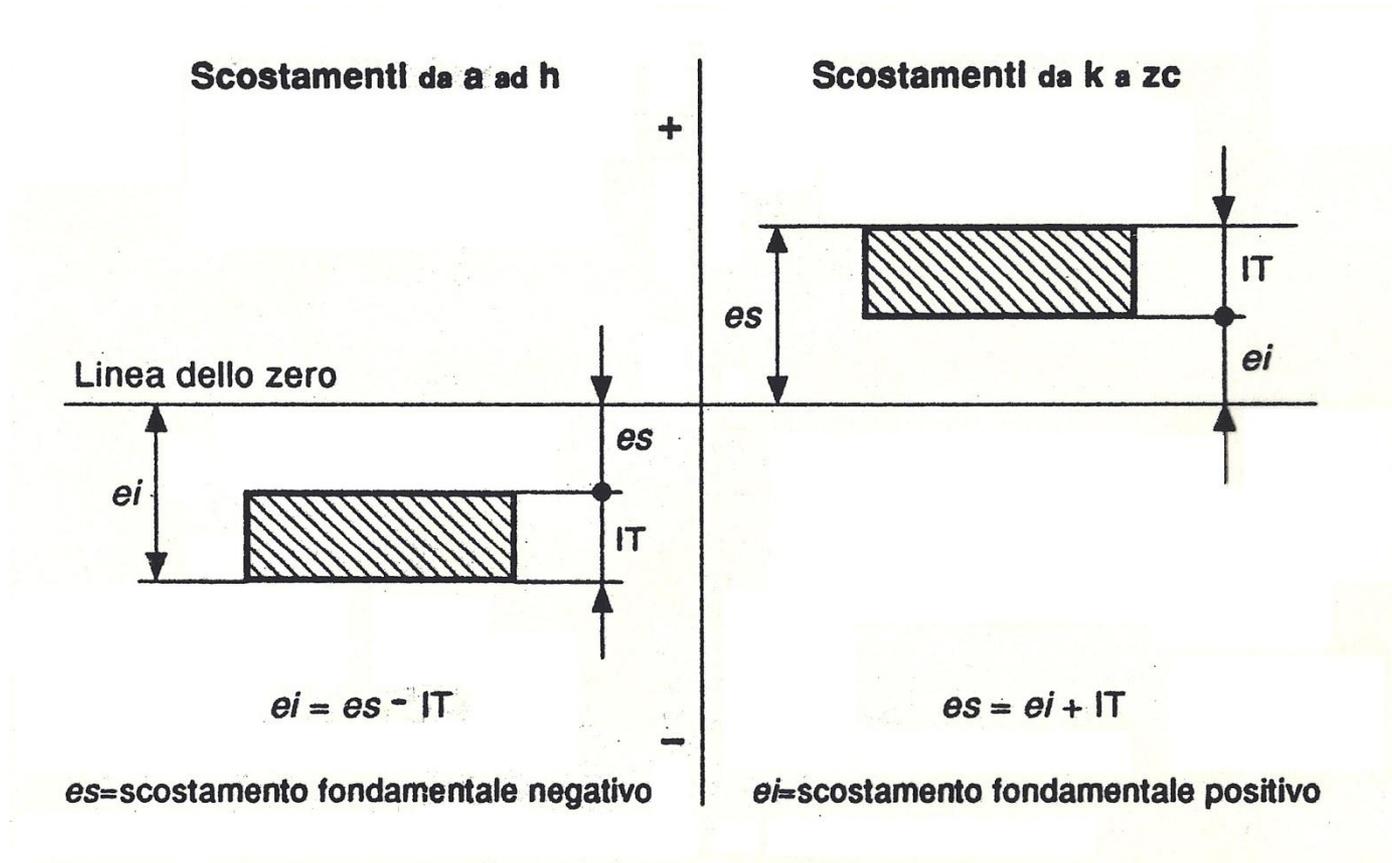
Schema generale – Alberi II



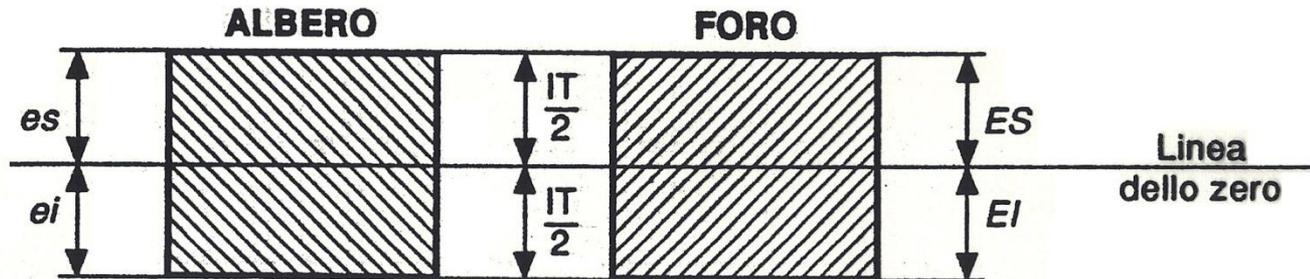
Scostamenti fondamentali - Fori



Scostamenti fondamentali - Alberi



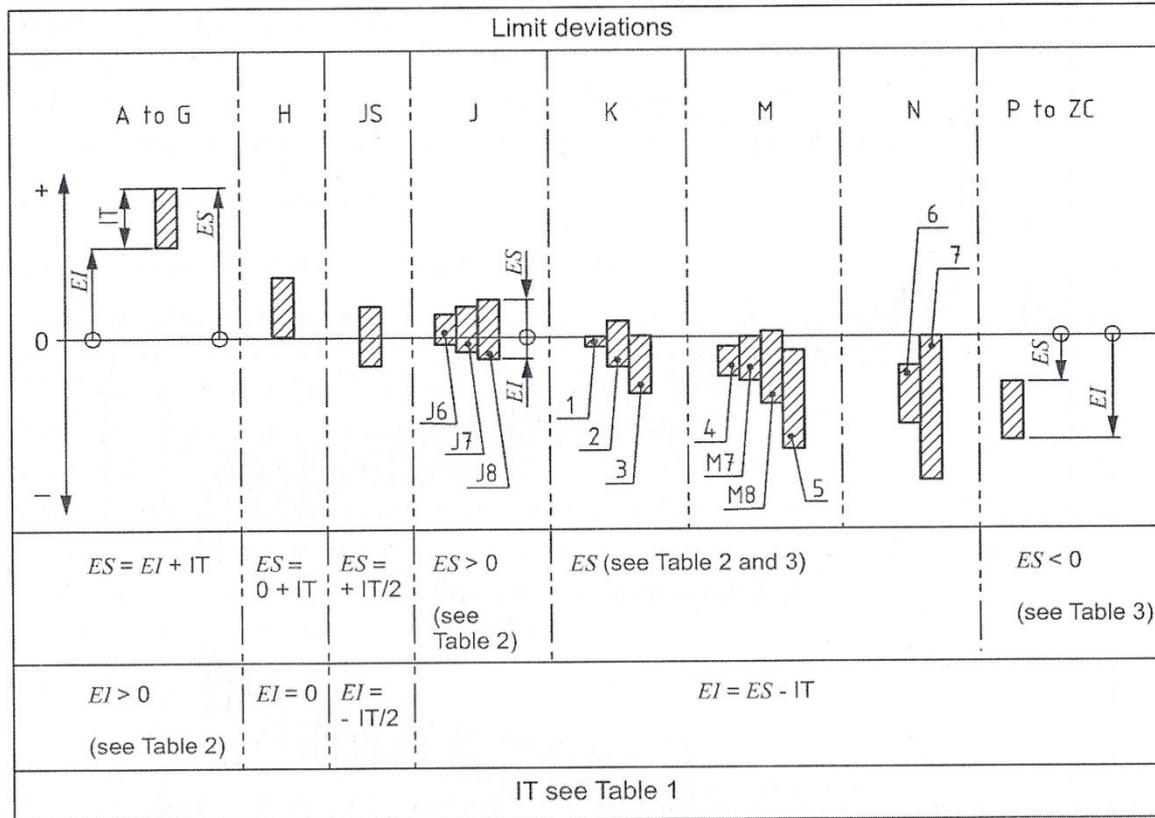
Scostamenti fondamentali – js e JS



- Per gli alberi $\Rightarrow es=ei=IT/2$
- Per i fori $\Rightarrow ES=EI=IT/2$

UNI ISO 286

ISO 286-1:2010(E)



UNI ISO 286

ISO 286-1:2010(E)

Limit deviations					
a to g	h	js	j	k	m to zc
$es < 0$ (see Table 4)	$es = 0$	$es = +IT/2$	$es = ei + IT$	$es = ei + IT$	$es = ei + IT$
$ei = es - IT$	$ei = 0 - IT$	$ei = -IT/2$	$ei < 0$ (see Table 4)	$ei = 0 \text{ or } > 0$ (see Table 5)	$ei = > 0$ (see Table 5)
IT see Table 1					

Scostamenti fondamentali a-js e A-JS

Dimensione nominale (mm)		ALBERO			Formula dove D è la media geometrica delle dimensioni nominali in mm	FORO			Dimensione nominale (mm)	
oltre	fino a	Scostamenti fondamentali	Segno (- oppure +)	Designazione		Designazione	Segno (- oppure +)	Scostamenti fondamentali	oltre	fino a
1	120	a	-	es	$265 + 1,3D$	EI	+	A	1	120
120	500				$3,5D$				120	500
1	160	b	-	es	$\approx 140 + 0,85D$	EI	+	B	1	160
160	500				$\approx 1,8D$				160	500
0	40	c	-	es	$52D^{0,2}$	EI	+	C	0	40
40	500				$95 + 0,8D$				40	500
0	10	cd	-	es	Media geometrica dei valori di "C", "c" e "D", "d"	EI	+	CD	0	10
0	3150	d	-	es	$16D^{0,44}$	EI	+	D	0	3150
0	3150	e	-	es	$11D^{0,41}$	EI	+	E	0	3150
0	10	ef	-	es	Media geometrica dei valori di "E", "e" e "F", "f"	EI	+	EF	0	10
0	3150	f	-	es	$5,5D^{0,41}$	EI	+	F	0	3150
0	10	fg	-	es	Media geometrica dei valori di "F", "f" e "G", "g"	EI	+	FG	0	10
0	3150	g	-	es	$2,5D^{0,34}$	EI	+	G	0	3150
0	3150	h	nessun segno	es	Scostamento=0	EI	nessun segno	H	0	3150
0	500	j			Nessuna formula ¹⁾			J	0	500
0	3150	js	+	es	$0,5 IT_n$	EI ES	+	JS	0	3150
			-	ei						

Scostamenti fondamentali k-zc e K-ZC

0	500 ²⁾	k	+	ei	$0,6\sqrt[3]{D}$	ES	-	K ³⁾	0	500 ⁴⁾
500	3150		nessun segno		Scostamento=0		nessun segno		500	3150
0	500	m	+	ei	IT7 - IT6	ES	-	M ³⁾	0	500
500	3150				$0,024D + 12,6$				500	3150
0	500	n	+	ei	$5D^{0,34}$	ES	-	N ³⁾	0	500
500	3150				$0,04D + 21$				500	3150
0	500	p	+	ei	IT7 + 0 ÷ 5	ES	-	P ³⁾	0	500
500	3150				$0,072D + 37,8$				500	3150
0	3150	r	+	ei	Media geometrica dei valori di "P", "p" e "S", "s"	ES	-	R ³⁾	0	3150
0	500	s	+	ei	IT8 + 1 ÷ 4	ES	-	S ³⁾	0	500
500	3150				$IT7 + 0,4D$				500	3150
24	3150	t	+	ei	$IT7 + 0,63D$	ES	-	T ³⁾	24	3150
0	3150	u	+	ei	$IT7 + D$	ES	-	U ³⁾	0	3150
14	500	v	+	ei	$IT7 + 1,25D$	ES	-	V ³⁾	14	500
0	500	x	+	ei	$IT7 + 1,6D$	ES	-	X ³⁾	0	500
18	500	y	+	ei	$IT7 + 2D$	ES	-	Y ³⁾	18	500
0	500	z	+	ei	$IT7 + 2,5D$	ES	-	Z ³⁾	0	500
0	500	za	+	ei	$IT8 + 3,15D$	ES	-	ZA ³⁾	0	500
0	500	zb	+	ei	$IT9 + 4D$	ES	-	ZB ³⁾	0	500
0	500	zc	+	ei	$IT10 + 5D$	ES	-	ZC ³⁾	0	500

1) I valori sono forniti da tabelle normalizzate.

2) La formula si applica ai gradi da IT4 a IT7. Per tutte le altre dimensioni nominali (sopra 500 mm) e per gradi di tolleranza fino a IT3 e sopra a IT7 lo scostamento fondamentale è nullo.

3) La regola per la determinazione dello scostamento fondamentale è contenuta nel testo della norma.

4) La formula si applica fino al grado IT8. Per tutte le altre dimensioni (sopra 500 mm) lo scostamento fondamentale è nullo.

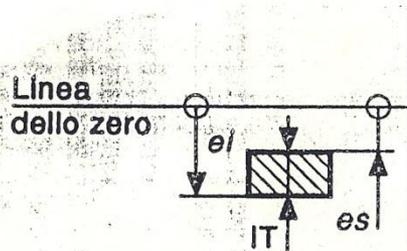
Esempi

Tolleranza 100 f6

$$d=100\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{80 \cdot 120} = 97.98\text{mm}$$

$$i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{97.98} + 0.001 \cdot 97.98 = 2.173\mu\text{m}$$

$$IT6 \Rightarrow \text{Tolleranza } 10i = 22\mu\text{m} = 0.022\text{mm}$$



$$ei = es - IT$$

oppure

$$es = ei + IT$$

$$es = -5.5D^{0.41} = -36\mu\text{m} = -0.036\text{mm}$$

$$ei = es - IT = -58\mu\text{m} = -0.058\text{mm}$$

Pertanto

$$100f6 \equiv 100_{-0.058}^{-0.036}$$

UNI ISO 286

ISO 286-1:2010(E)

Table 2 — Values of the fundamental deviations for holes A to M

Fundamental deviation values in micrometres

Nominal size mm	Fundamental deviation values																	
	Lower limit deviation, <i>E_L</i>								Upper limit deviation, <i>E_S</i>									
	Up to and including IT8	A ^a	B ^a	C	CD	D	E	EF	F	FG	G	H	JS	IT6	IT7	IT8	Up to and including IT8	Up to and including IT8
—	3	+270	+140	+60	+34	+20	+14	+10	+6	+4	+2	0	+2	+4	+6	0	0	-2
3	6	+270	+140	+70	+46	+30	+20	+14	+10	+6	+4	0	+5	+6	+10	-1	+1	-4
6	10	+280	+150	+80	+56	+40	+25	+18	+13	+8	+5	0	+5	+8	+12	-1	+1	-6
10	14	+290	+150	+95	+70	+50	+32	+23	+16	+10	+6	0	+6	+10	+15	-1	+1	-7
14	18												+8	+12	+20	-2	+1	-8
18	24	+300	+160	+110	+85	+65	+40	+28	+20	+12	+7	0	+10	+14	+24	-2	+1	-9
24	30	+310	+170	+120	+100	+80	+50	+35	+25	+15	+9	0	+13	+18	+28	-2	+1	-11
30	40	+320	+180	+130		+100	+60	+30	+30	+10	0		+16	+22	+34	-3	+1	-13
40	50	+330	+190	+140		+120	+72	+36	+36	+12	0		+18	+26	+41	-3	+1	-15
50	65	+340	+200	+150		+145	+85	+43	+43	+14	0		+22	+30	+47	-4	+1	-17
65	80	+360	+220	+170		+170	+100	+50	+50	+15	0		+25	+36	+55	-4	+1	-20
80	100	+380	+240	+180		+190	+110	+56	+56	+17	0		+29	+39	+60	-4	+1	-21
100	120	+410	+240	+180		+230	+135	+68	+68	+20	0		+33	+43	+66	-5	+1	-23
120	140	+460	+260	+200		+260	+145	+76	+76	+22	0					0		-26
140	160	+520	+280	+210		+290	+160	+80	+80	+24	0					0		-30
160	180	+580	+310	+230		+320	+170	+86	+86	+26	0					0		-34
180	200	+660	+340	+240		+350	+195	+98	+98	+28	0					0		-40
200	225	+740	+380	+260		+390	+220	+110	+110	+30	0					0		-48
225	250	+820	+420	+280		+430	+240	+120	+120	+32	0					0		-58
250	280	+920	+480	+300		+480	+260	+130	+130	+34	0					0		-68
280	315	+1 050	+540	+330		+520	+290	+145	+145	+38	0					0		-76
315	355	+1 200	+600	+360		+520	+280	+140	+140	+36	0					0		
355	400	+1 350	+680	+400		+500	+260	+135	+135	+34	0					0		
400	450	+1 500	+760	+440		+450	+240	+125	+125	+32	0					0		
450	500	+1 650	+840	+480		400	200	135	135	34	0					0		
500	560			+480		500	250	145	145	38	0					0		
560	630					630	315	160	160	36	0					0		
630	710					710	400	170	170	34	0					0		
710	800					800	500	180	180	32	0					0		
800	900					900	650	195	195	30	0					0		
900	1 000					1 000	800	210	210	28	0					0		
1 000	1 120					1 120	1 000	220	220	26	0					0		
1 120	1 250					1 250	1 120	230	230	24	0					0		
1 250	1 400					1 400	1 250	240	240	22	0					0		
1 400	1 600					1 600	1 400	250	250	20	0					0		
1 600	1 800					1 800	1 600	260	260	18	0					0		
1 800	2 000					2 000	1 800	270	270	16	0					0		
2 000	2 240					2 240	2 000	280	280	14	0					0		
2 240	2 500					2 500	2 240	290	290	12	0					0		
2 500	2 800					2 800	2 500	300	300	10	0					0		
2 800	3 150					3 150	2 800	310	310	8	0					0		

Deviations = ± IT/n, where n is the standard tolerance grade number

^a Fundamental deviations A and B shall not be used for nominal sizes ≤ 1 mm.
^b Special case: for tolerance class M6 in the range above 250 mm up to and including 315 mm, *E_S* = -9 μm (instead of -11 μm according to the calculation).
^c For determining the values K and M, see 4.3.2.5.
^d For J values, see Table 3.

UNI ISO 286

Table 3 — Values of the fundamental deviations for holes N to ZC

Fundamental deviation values and Δ values in micrometres

Nominal size mm		Fundamental deviation values Upper limit deviation, ES															Values for Δ						
Above	Up to and including	Up to and including IT8	Above IT8	Up to and including IT7	Standard tolerance grades above IT7												Standard tolerance grades						
					N ^{a,b}		P to ZC ^a	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6
—	3	-4	-4	Values as for standard tolerance grades above IT7 increased by Δ	-6	-10	-14		-18		-20		-26	-32	-40	-60	0	0	0	0	0	0	
3	6	-8 + Δ	0		-12	-15	-19		-23		-28		-35	-42	-50	-80	1	1,5	1	3	4	6	
6	10	-10 + Δ	0		-15	-19	-23		-28		-34		-42	-52	-67	-97	1	1,5	2	3	6	7	
10	14	-12 + Δ	0		-18	-23	-28		-33		-40		-50	-64	-90	-130	1	2	3	3	7	9	
14	18				-39	-45	-60	-77	-108	-150													
18	24	-15 + Δ	0		-22	-28	-35		-41	-47	-54	-63	-73	-98	-136	-188	1,5	2	3	4	8	12	
24	30				-41	-48	-55	-64	-75	-88	-118	-160	-218										
30	40	-17 + Δ	0		-26	-34	-43		-48	-60	-68	-80	-94	-112	-148	-200	-274	1,5	3	4	5	9	14
40	50				-54	-70	-81	-97	-114	-136	-180	-242	-325										
50	65	-20 + Δ	0		-32	-41	-53		-66	-87	-102	-122	-144	-172	-226	-300	-405	2	3	5	6	11	16
65	80				-43	-59	-75	-102	-120	-146	-174	-210	-274	-360	-480								
80	100	-23 + Δ	0		-37	-51	-71		-91	-124	-146	-178	-214	-258	-335	-445	-585	2	4	5	7	13	19
100	120				-54	-79	-104	-144	-172	-210	-254	-310	-400	-525	-690								
120	140	-27 + Δ	0		-43	-63	-92		-122	-170	-202	-248	-300	-365	-470	-620	-800	3	4	6	7	15	23
140	160				-65	-100	-134	-190	-228	-280	-340	-415	-535	-700	-900								
160	180				-68	-108	-146	-210	-252	-310	-380	-465	-600	-780	-1 000								
180	200				-77	-122	-166	-236	-284	-350	-425	-520	-670	-880	-1 150								
200	225	-31 + Δ	0		-50	-80	-130		-180	-258	-310	-385	-470	-575	-740	-960	-1 250	3	4	6	9	17	26
225	250				-84	-140	-196	-284	-340	-425	-520	-640	-820	-1 050	-1 350								
250	280	-34 + Δ	0		-56	-94	-158		-218	-315	-385	-475	-580	-710	-920	-1 200	-1 550	4	4	7	9	20	29
280	315				-98	-170	-240	-350	-425	-525	-650	-790	-1 000	-1 300	-1 700								
315	355	-37 + Δ	0		-62	-108	-190		-268	-390	-475	-590	-730	-900	-1 150	-1 500	-1 900	4	5	7	11	21	32
355	400				-114	-208	-294	-435	-530	-660	-820	-1 000	-1 300	-1 650	-2 100								
400	450	-40 + Δ	0		-68	-126	-232		-330	-490	-595	-740	-920	-1 100	-1 450	-1 850	-2 400	5	5	7	13	23	34
450	500				-132	-252	-360	-540	-660	-820	-1 000	-1 250	-1 600	-2 100	-2 600								
500	560	-44			-78	-150	-280		-400	-600													
560	630				-155	-310	-450	-660															

ISO 286-1:2010(E)

UNI ISO 286

Table 3 (continued)

Nominal size mm		Fundamental deviation values Upper limit deviation, <i>ES</i>															Values for Δ							
Above	Up to and including	Up to and including IT8	Above IT8	Up to and including IT7	Standard tolerance grades above IT7												Standard tolerance grades							
		N ^{a,b}		P to ZC ^a	P	R	S	T	U	V	X	Y	Z	ZA	ZB	ZC	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8		
630	710	-50		Values as for standard tolerance grades above IT7 increased by Δ	-88	-175	-340	-500	-740															
710	800																							
800	900	-56				-100	-210	-430	-620	-940														
900	1 000																							
1 000	1 120	-66				-120	-250	-520	-780	-1 150														
1 120	1 250																							
1 250	1 400	-78				-140	-300	-640	-960	-1 450														
1 400	1 600																							
1 600	1 800	-92				-170	-370	-820	-1 200	-1 850														
1 800	2 000																							
2 000	2 240	-110				-195	-440	-1 000	-1 500	-2 300														
2 240	2 500																							
2 500	2 800	-135			-240	-550	-1 250	-1 900	-2 900															
2 800	3 150																							

^a For determining the values N and P to ZC, see 4.3.2.5

^b Fundamental deviations N for standard tolerance grades above IT8 shall not be used for nominal sizes ≤ 1 mm.

UNI ISO 286

ISO 286-1:2010(E)

Table 4 — Values of the fundamental deviations for shafts a to j
Fundamental deviation values in micrometres

Nominal size mm		Fundamental deviation values															Lower deviation, e_i			
Above	Up to and includ- ing	Upper limit deviation, e_s															IT5 and IT6	IT7	IT8	
		All standard tolerance grades																		
		a ^a	h ^a	c	cd	d	e	ef	f	fg	g	h	js							
—	3	-270	-140	-60	-34	-20	-14	-10	-6	-4	-2	0						-2	-4	-6
3	6	-270	-140	-70	-46	-30	-20	-14	-10	-6	-4	0						-2	-4	
6	10	-280	-150	-80	-56	-40	-25	-18	-13	-8	-5	0						-2	-5	
10	14	-290	-150	-95	-70	-50	-32	-23	-16	-10	-6	0						-3	-6	
14	18																			
18	24	-300	-160	-110	-85	-65	-40	-25	-20	-12	-7	0						-4	-8	
24	30																			
30	40	-310	-170	-120	-100	-80	-50	-35	-25	-15	-9	0						-5	-10	
40	50	-320	-180	-130																
50	65	-340	-190	-140																
65	80	-360	-200	-150																
80	100	-380	-220	-170																
100	120	-410	-240	-180																
120	140	-460	-260	-200																
140	160	-520	-280	-210																
160	180	-580	-310	-230																
180	200	-660	-340	-240																
200	225	-740	-380	-260																
225	250	-820	-420	-280																
250	280	-920	-460	-300																
280	315	-1 050	-540	-330																
315	355	-1 200	-600	-360																
355	400	-1 350	-680	-400																
400	450	-1 500	-760	-440																
450	500	-1 650	-840	-480																
500	560																			
560	630																			
630	710																			
710	800																			
800	900																			
900	1 000																			
1 000	1 120																			
1 120	1 250																			
1 250	1 400																			
1 400	1 600																			
1 600	1 800																			
1 800	2 000																			
2 000	2 240																			
2 240	2 500																			
2 500	2 800																			
2 800	3 150																			

UNI ISO 286

Table 5 — Values of the fundamental deviations for shafts k to zc

Nominal size mm		Fundamental deviation values Lower limit deviation, <i>e_i</i>																	
		Up to and including IT3 and above IT7	IT4 to including IT7	Up to and including IT3 and above IT7	k	m	n	p	r	s	t	u	v	x	y	z	za	zb	zc
—	3	0	0	+2	+4	+6	+10	+14				+18	+20	+26	+32	+40	+60		
3	6	+1	0	+4	+8	+12	+15	+19				+23	+28	+35	+42	+50	+80		
6	10	+1	0	+6	+10	+15	+19	+23				+28	+34	+42	+52	+67	+97		
10	14	+1	0	+7	+12	+18	+23	+28				+33	+40	+50	+64	+90	+130		
14	18											+39	+45	+60	+77	+108	+150		
18	24	+2	0	+8	+15	+22	+28	+35				+41	+47	+54	+63	+73	+88	+136	+188
24	30											+48	+55	+64	+75	+88	+118	+160	+218
30	40	+2	0	+9	+17	+26	+34	+43				+54	+61	+71	+84	+112	+148	+200	+274
40	50											+66	+77	+90	+108	+144	+192	+264	+360
50	65	+2	0	+11	+20	+32	+41	+53				+87	+102	+122	+144	+172	+226	+300	+405
65	80											+102	+116	+141	+174	+210	+274	+360	+480
80	100	+3	0	+13	+23	+37	+51	+71				+124	+146	+178	+214	+258	+335	+445	+585
100	120											+144	+172	+210	+254	+310	+400	+525	+690
120	140	+3	0	+15	+27	+43	+63	+92				+170	+202	+248	+300	+365	+470	+620	+800
140	160											+190	+228	+280	+340	+415	+535	+700	+900
160	180	+4	0	+17	+31	+50	+88	+108				+210	+252	+310	+380	+465	+600	+780	+1 000
180	200											+236	+284	+350	+425	+520	+670	+880	+1 150
200	225	+4	0	+20	+34	+56	+94	+128				+258	+310	+385	+470	+575	+740	+960	+1 250
225	250											+284	+340	+425	+520	+640	+820	+1 050	+1 350
250	280	+4	0	+20	+34	+56	+98	+138				+315	+385	+475	+580	+710	+920	+1 200	+1 550
280	315											+350	+425	+525	+650	+790	+1 000	+1 300	+1 700
315	355	+4	0	+21	+37	+62	+108	+148				+390	+475	+590	+730	+900	+1 150	+1 500	+1 900
355	400											+435	+530	+660	+820	+1 000	+1 300	+1 650	+2 100
400	450	+5	0	+23	+40	+68	+126	+170				+480	+595	+740	+920	+1 100	+1 450	+1 850	+2 400
450	500											+540	+660	+820	+1 000	+1 250	+1 600	+2 100	+2 600
500	560	0	0	+26	+44	+78	+150	+260				+600							
560	630											+680							
630	710	0	0	+30	+50	+88	+175	+340				+740							
710	800											+840							
800	900	0	0	+34	+56	+100	+210	+430				+940							
900	1 000											+1 050							
1 000	1 120	0	0	+40	+66	+120	+250	+520				+1 150							
1 120	1 250											+1 300							
1 250	1 400	0	0	+48	+78	+140	+300	+640				+1 450							
1 400	1 600											+1 600							
1 600	1 800	0	0	+58	+92	+170	+370	+820				+1 850							
1 800	2 000											+2 000							
2 000	2 240	0	0	+68	+110	+195	+440	+1 000				+2 300							
2 240	2 500											+2 500							
2 500	2 800	0	0	+76	+135	+240	+550	+1 250				+2 900							
2 800	3 150											+3 200							

Indicazione delle tolleranze

Le tolleranze dimensionali si indicano accanto al valore della quota mediante una lettera che indica la posizione della tolleranza e un numero che indica il grado di tolleranza. In alternativa posso essere indicati gli scostamenti massimi e minimi rispetto al valore nominale.

Esempio:	per fori	60 H7 oppure $60_0^{+0.03}$
		90 G7 oppure $90_{-0.012}^{+0.047}$
	per alberi	100 f6 oppure $100_{-0.058}^{-0.036}$
		30 h6 oppure $30_{-0.013}^0$

Indicazione delle tolleranze

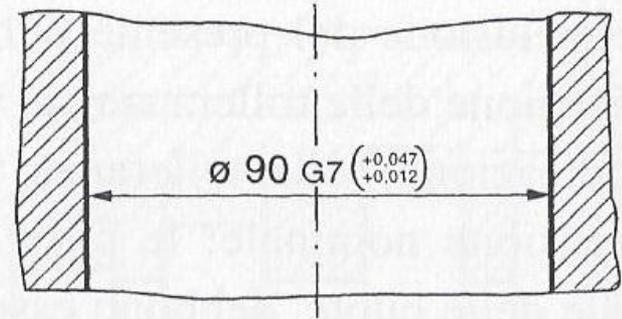
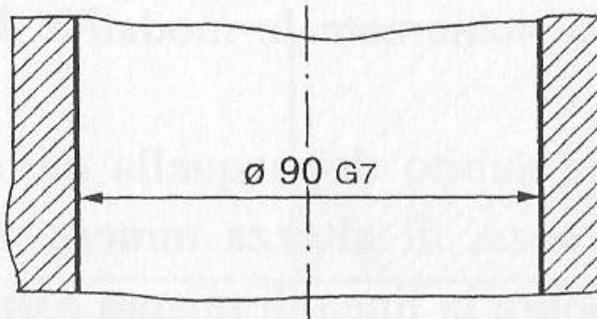
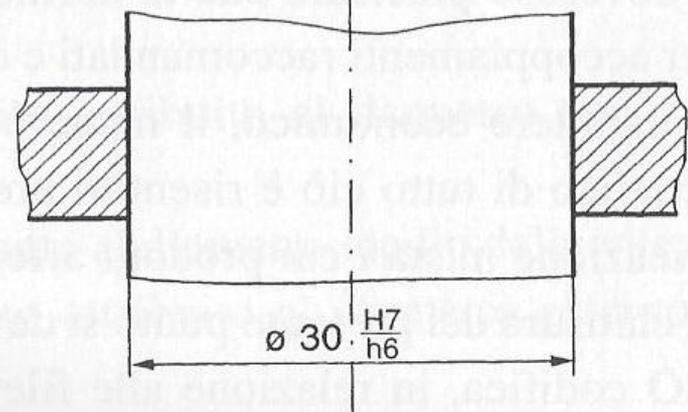
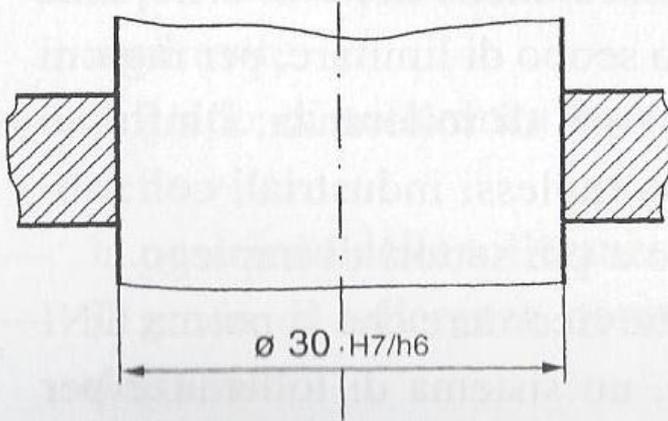


Figura 7-20 Esempio di quotatura con indicazione della tolleranza secondo simboli letterali e numerici.



Le Tolleranze Dimensionali

Albero Base – Foro Base

Ing. Alessandro Carandina

Schema logico

1. Determinazione della dimensione D media geometrica per la classe dimensionale di appartenenza:

$$D = \sqrt{D_{max} * D_{min}} \quad [\text{mm}]$$

2. Determinazione della tolleranza fondamentale IT a partire dall'unità di tolleranza i (fino a 500mm) o I (da 500mm fino a 3150mm)

esempio: IT7 tolleranza = 16i

3. Determinazione dello scostamento base (posizione del campo di tolleranza)

esempio: f6 $es = 5.5 D^{0.41}$

4. Determinazione dello scostamento massimo e dello scostamento minimo

Esempi

$$d=24\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{18 \cdot 30} = 23.238\text{mm}$$

$$i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{23.238} + 0.001 \cdot 23.238 = 1.307\mu\text{m}$$

$$\text{IT7} \Rightarrow \text{Tolleranza } 16i = 21\mu\text{m}$$

$$\text{IT15} \Rightarrow \text{Tolleranza } 640i = 837\mu\text{m}$$

$$d=640\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{630 \cdot 800} = 709.93\text{mm}$$

$$I = 0.004 \cdot 709.93 + 2.1 = 4.94\mu\text{m}$$

$$\text{IT3} \Rightarrow \text{Tolleranza } 3.7I = 19\mu\text{m}$$

$$\text{IT12} \Rightarrow \text{Tolleranza } 160I = 791\mu\text{m}$$

Esempi

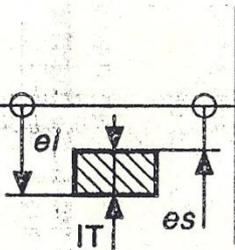
Tolleranza 100 f6

$$d=100\text{mm} \Rightarrow D = \sqrt{80 \cdot 120} = 97.98\text{mm}$$

$$i = 0.45 \cdot \sqrt[3]{97.98} + 0.001 \cdot 97.98 = 2.173\mu\text{m}$$

$$IT6 \Rightarrow \text{Tolleranza } 10i = 22\mu\text{m} = 0.022\text{mm}$$

Linea
dello zero



$$ei = es - IT$$

oppure

$$es = ei + IT$$

$$es = -5.5D^{0.41} = -36\mu\text{m} = -0.036\text{mm}$$

$$ei = es - IT = -58\mu\text{m} = -0.058\text{mm}$$

Pertanto

$$100f6 \equiv 100_{-0.058}^{-0.036}$$

Albero base – Foro base

Al fine di evitare una eccessiva moltiplicazione degli accoppiamenti possibili, il sistema UNI/ISO prevede di utilizzare solo i seguenti sistemi di accoppiamento:

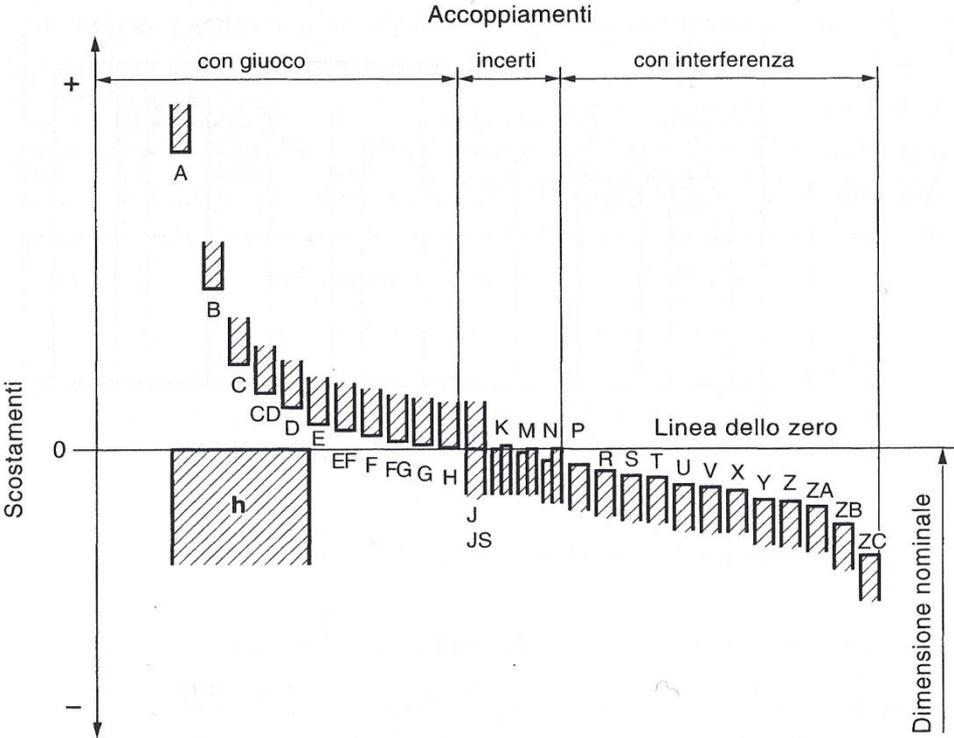
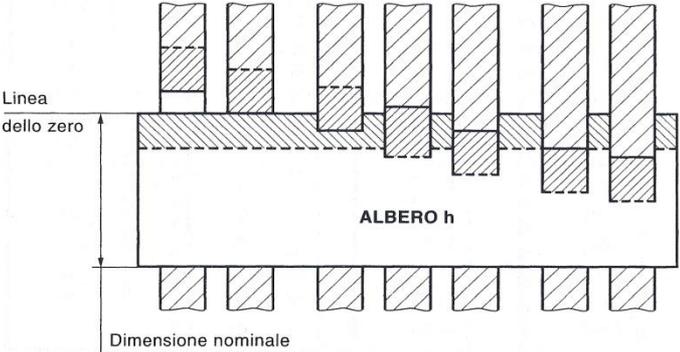
Albero base: mantenendo un albero in posizione h, si combinano fori con posizioni da A a ZC

Es. G7/h6 P6/h5

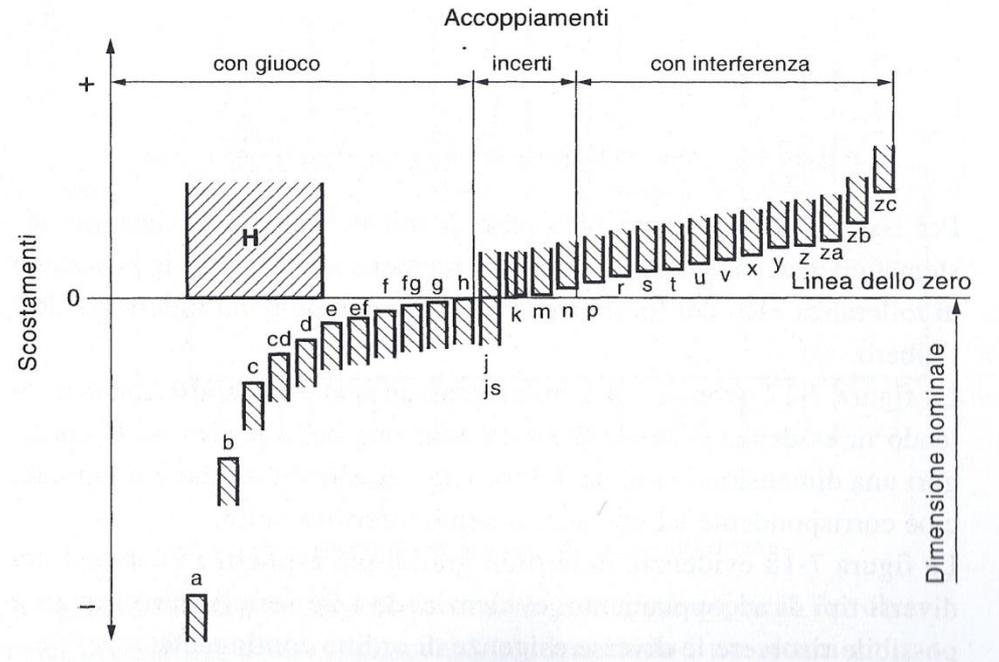
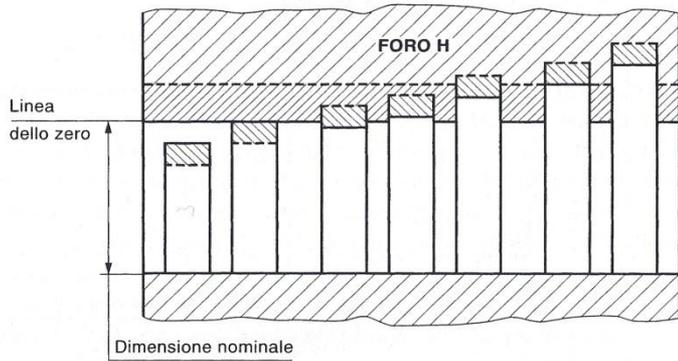
Foro base: mantenendo un foro in posizione H, si combinano alberi con posizioni da a a zc

Es. H7/g6 H6/p5

Albero base



Foro base



Accoppiamenti suggeriti

Basic hole	Tolerance classes for shafts																
	Clearance fits			Transition fits			Interference fits										
H 6					g5	h5	js5	k5	m5	n5	p5						
H 7					f6	g6	h6	js6	k6	m6	n6	p6	r6	s6	t6	u6	x6
H 8				e7	f7		h7	js7	k7	m7				s7		u7	
H 9			d8	e8	f8		h8										
H 9			d8	e8	f8		h8										
H 10	b9	c9	d9	e9			h9										
H 11	b11	c11	d10				h10										

Figure 12 — Preferable fits of the hole-basis system

Basic shaft	Tolerance classes for holes																
	Clearance fits			Transition fits			Interference fits										
h 5					G6	H6	JS6	K6	M6	N6	P6						
h 6					F7	G7	H7	JS7	K7	M7	N7	P7	R7	S7	T7	U7	X7
h 7				E8	F8		H8										
h 8			D9	E9	F9		H9										
h 9				E8	F8		H8										
h 9			D9	E9	F9		H9										
h 9	B11	C10	D10				H10										

Figure 13 — Preferable fits of the shaft-basis system

Esempi

(accoppiamento con interferenza)

Foro base: 40 H6/p5

$$D = \sqrt{30 * 50} = 38.73$$

$$i = 0.45 * \sqrt[3]{38.73} + 0.001 * 38.73 = 1.56$$

Foro IT6 = 10i = 16 μm

$$EI = 0$$

$$ES = 16 \mu\text{m}$$

Albero IT5 = 7i = 11 μm

$$ei = IT7 + 1 = 16i + 1 = 26 \mu\text{m}$$

$$es = ei + t = 37 \mu\text{m}$$

$$\text{Interferenza min: } (D+ei)-(D+ES) = 11 \mu\text{m}$$

$$\text{Interferenza max: } (D+es)-(D+EI) = 37 \mu\text{m}$$

Albero base – Foro base

Indicazioni generali

- Il sistema albero base ed il sistema foro base sono perfettamente equivalenti
- Ragioni pratiche fanno preferire l'uno all'altro
- E' più difficile controllare la tolleranza dei fori che non su un albero di uguale diametro
- Va preferita la soluzione foro base quando si sta approntando un processo di produzione in serie con elevata industrializzazione (vengono approntanti specifici utensili calibrati)
- Preferire il sistema albero base quando la produzione è su commessa con variabilità dimensionali non tabulate
- Compatibilmente con le condizioni di lavoro previste scegliere le tolleranze di accoppiamento più ampie, assegnando al foro le tolleranze maggiori
- Fare riferimento agli accoppiamenti di uso comune (disponibilità di strumenti di controllo)

Albero base – Foro base

Indicazioni pratiche

Campo di applicazione ed esempi di uso di alcuni accoppiamenti FORO BASE d'impiego comune		
Accoppiamenti - Caratteristiche e montaggio	Campo di applicazione	Esempi di applicazioni
H 6 - g 5 di scorrimento Montaggio: libero a mano	Parti rotanti di elevata precisione, con carichi anche forti, purchè con lubrificazione razionale, a sostentazione idrodinamica corretta.	Alberi rotanti di acciaio, bonificati e rettificati, ruotanti in bronzina; mandrini di rettificatrici, di alesatrici, in bronzine registrabili; ingranaggi per pompe d'olio, a elevato grado di precisione, sia in senso assiale, sia in senso radiale.
H 6 - h 5 ; H 6 - h 6 di scorrimento Montaggio: di scorrimento a mano.	Centatura di accoppiamenti di alta precisione, con scorrimento assiale o moto rotatorio lento o oscillante, con lubrificazione interna.	Leve oscillanti mosse da camme in bronzine. Aste di stantuffi; senza segmenti, per pompe d'olio mobili nel cilindro. Manicotti portamandrino e mandrini di fresatrici e alesatrici di elevata precisione. Perni nei pattini di comando di innesti di alta precisione. Cassetti o rubinetti a moto alternativo longitudinale o angolare per comandi idraulici di alta precisione. Spine di posizione molto precise. Bulloni di unione tra cappello e piede di biella.
H 6 - j 5 ; H 6 - j 6 di spinta Montaggio: a mano con mazzuolo	Accoppiamenti di precisione di parti fisse, sfilabili a mano; sedi fisse di centratura di alta precisione; accoppiamenti stretti; scorrevoli assialmente, a sede corta.	Ruote di ricambio, montate con chiavette o su alberi scanalati (centatura su albero interno). Grani di centratura di posizione con doppia superficie di centratura di diverso diametro nella parte smontabile. Quando la sede di accoppiamento sia più lunga e sia richiesta minore precisione, si può usare H 7 - j 6 che è usabile, ma da evitare.
H 6 - n 5 bloccato serrato Montaggio: a mano con mazzuolo o torchietto o con differenza di temperatura.	Accoppiamenti bloccati, non smontabili a mano; parti non bloccate assialmente, ma contro la rotazione reciproca, sotto l'azione di momento torcente, da montare a freddo con pressa o a caldo con mazzuolo.	Ingranaggi di forza fissi, montati con chiavette o su alberi scanalati; corone di bronzo per ruote elicoidali, da calettarsi sul corpo portante di acciaio o ghisa. Perni piantati smontabili. Bronzine nella loro sede esterna, quando siano previsti successivi smontaggi. Grani a doppia superficie di centratura cilindrica.
H 6 - n 6 bloccato alla pressa Montaggio: con torchio	Per organi reciprocamente fissi da montarsi sotto forte pressione, bloccati contro lo scorrimento assiale e contro la rotazione.	Accoppiamenti tra le bussole di sede delle valvole e la testa nei motori a combustione interna.
H 6 - p 5 bloccato alla pressa Montaggio: a mano, con mazzuolo o torchietto e con differenza di temperatura.	Accoppiamenti bloccati non smontabili di parti che debbano lavorare come un pezzo unico, trasmettendo senza chiavette forti carichi assiali e momenti torcenti.	Tenoni piantati nelle rispettive forcelle su comandi di pattini. Innesti di grande importanza. Bronzine nelle rispettive sedi esterne, quando non debbano mai essere smontate. In ogni caso, lo smontaggio può al massimo effettuarsi alla pressa a caldo.

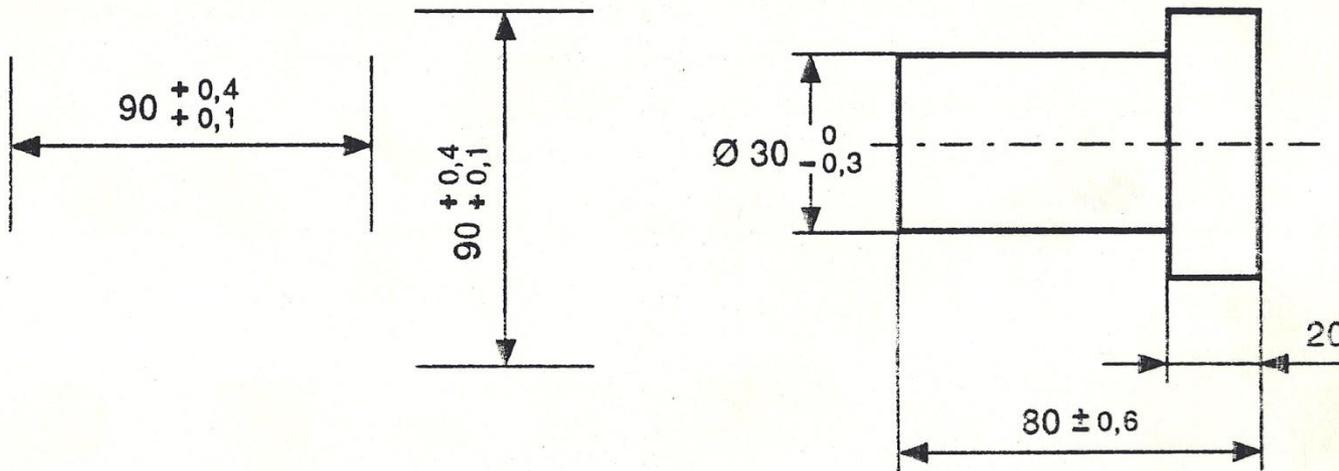
Albero base – Albero base

Indicazioni pratiche

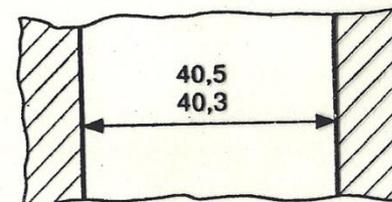
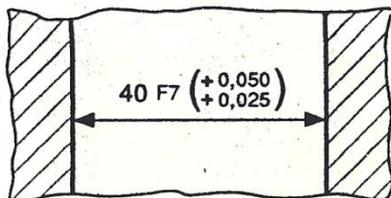
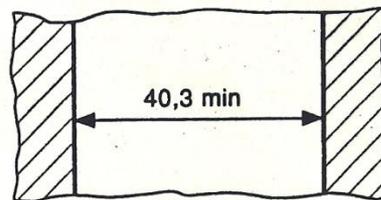
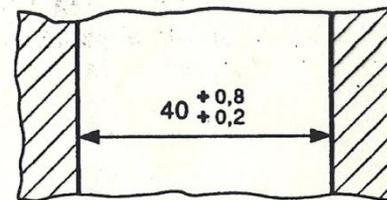
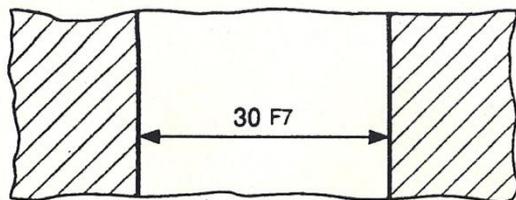
Tab. I.A.14

Campo di applicazione di alcuni accoppiamenti ALBERO BASE di impiego comune			
Accoppiamenti Caratteristiche	Campo di applicazione e montaggio	Accoppiamenti Caratteristiche	Campo di applicazione e montaggio
N6 - h7 bloccato serrato	Per organi fissi uno rispetto all'altro, smontabili solo con forte pressione, che vanno bloccati sia per la rotazione, sia per lo scorrimento.	H7 - h7 di scorrimento	Come per H6 - h6, ma meno preciso
	Montaggio: a mano con mazzuolo o pressetta e con differenza di temperatura	G7 - h6 libero stretto	Per organi che debbano avere mobilità relativa, ma senza giuoco apprezzabile. Montaggio: a mano
M6 - h6 bloccato normale	Come sopra, ma smontabili senza grande pressione. Montaggio: come il precedente	F8 - h7 libero normale	Come sopra, ma con giuoco apprezzabile. Montaggio: a mano
K6 - h6 bloccato leggero	Come sopra, ma facilmente montabili e smontabili. Montaggio: a mano con martello di piombo	E8 - h7 libero largo	Per organi mobili uno rispetto all'altro con giuoco abbondante. Montaggio: a mano
J6 - h6 di spinta	Per organi assicurati contro la rotazione e lo scorrimento, che non devono scorrere facilmente l'uno rispetto all'altro. Montaggio: a mano, con mazzuolo di legno	H9 - h8 di scorrimento	Per organi accoppiabili senza sforzo e che, nel lavoro ordinario, scorrono con lubrificante, uno sull'altro senza sforzo. Montaggio: a mano
H6 - h6 di scorrimento	Per organi in moto lento e con lubrificazione. Montaggio: a mano	F9 - h8 E9 - h8 libero normale	Per organi mobili uno rispetto all'altro: giuoco variabile da piccolissimo ad abbondante. Montaggio: a mano
R8 - h7 P7 - h7 bloccato alla pressa	Poco usati per organi fissi uno rispetto all'altro. Se $D_n > 100$ mm, col foro R8 si devono effettuare prove per il controllo delle caratteristiche dell'accoppiamento Montaggio: come per N6 - h7	D10 - h8 libero amplissimo	Come sopra, ma con giuoco sempre molto considerevole. Montaggio: a mano
N7 - h7 bloccato serrato	Come N6 - h7, ma con minore precisione	H13 - h11 di scorrimento	Per tutti gli accoppiamenti facilmente montabili e smontabili a mano, ma con giuoco limitato, malgrado la lavorazione grossolana.
K7 - h7 bloccato leggero	Come M6 - h6, ma con minore precisione	B11 - h11 C11 - h11 libero largo	Per accoppiamenti con parti molto libere e quando non interessi una grande variabilità del giuoco Montaggio: a mano
J7 - h7 di spinta	Come J6 - h6, ma con minore precisione. Montaggio: idem, o con leggeri colpi di mazzuolo.	A11 - h11 libero amplissimo	Per organi che si montano liberissimi e che esigono giuoco sempre abbondante. Montaggio: a mano

Indicazioni sui disegni



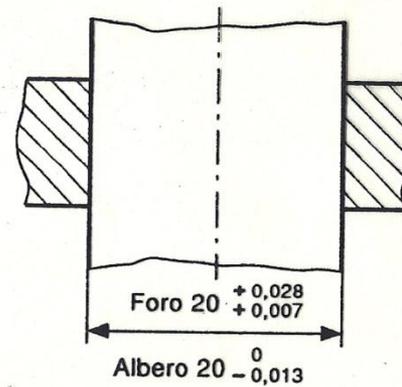
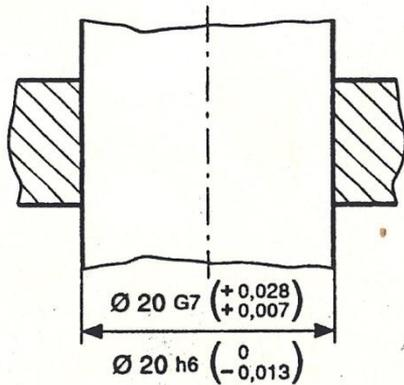
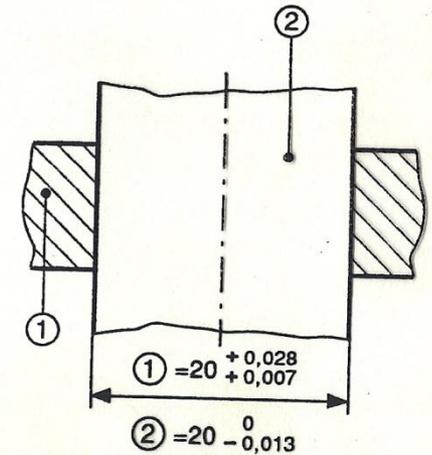
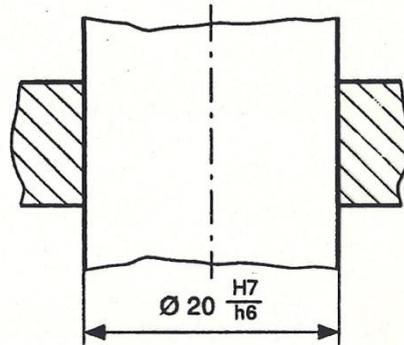
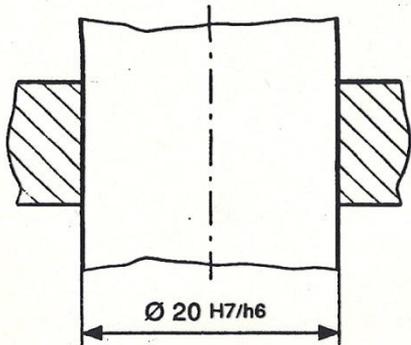
Indicazioni sui disegni - Fori



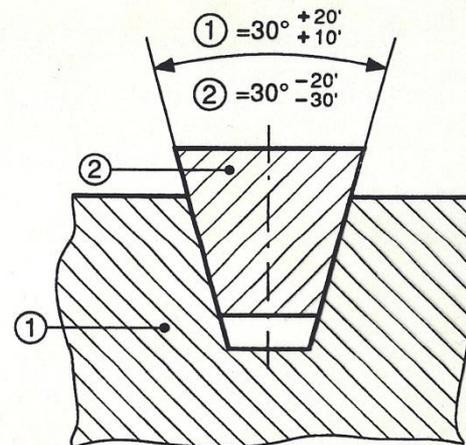
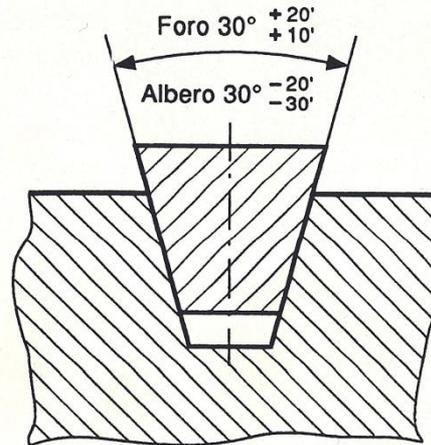
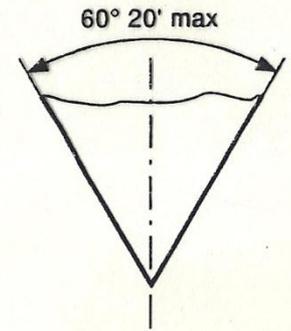
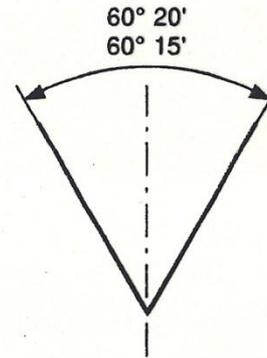
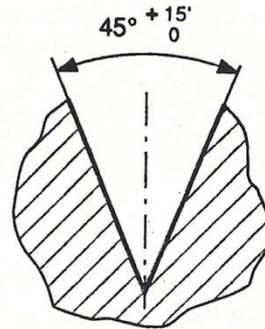
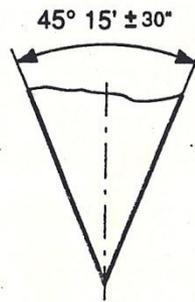
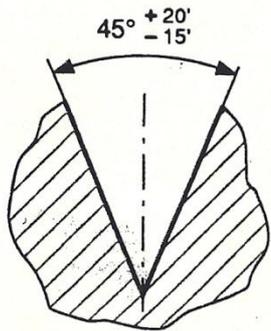
Indicazioni sui disegni - Alberi



Indicazioni sui disegni - Accoppiamenti

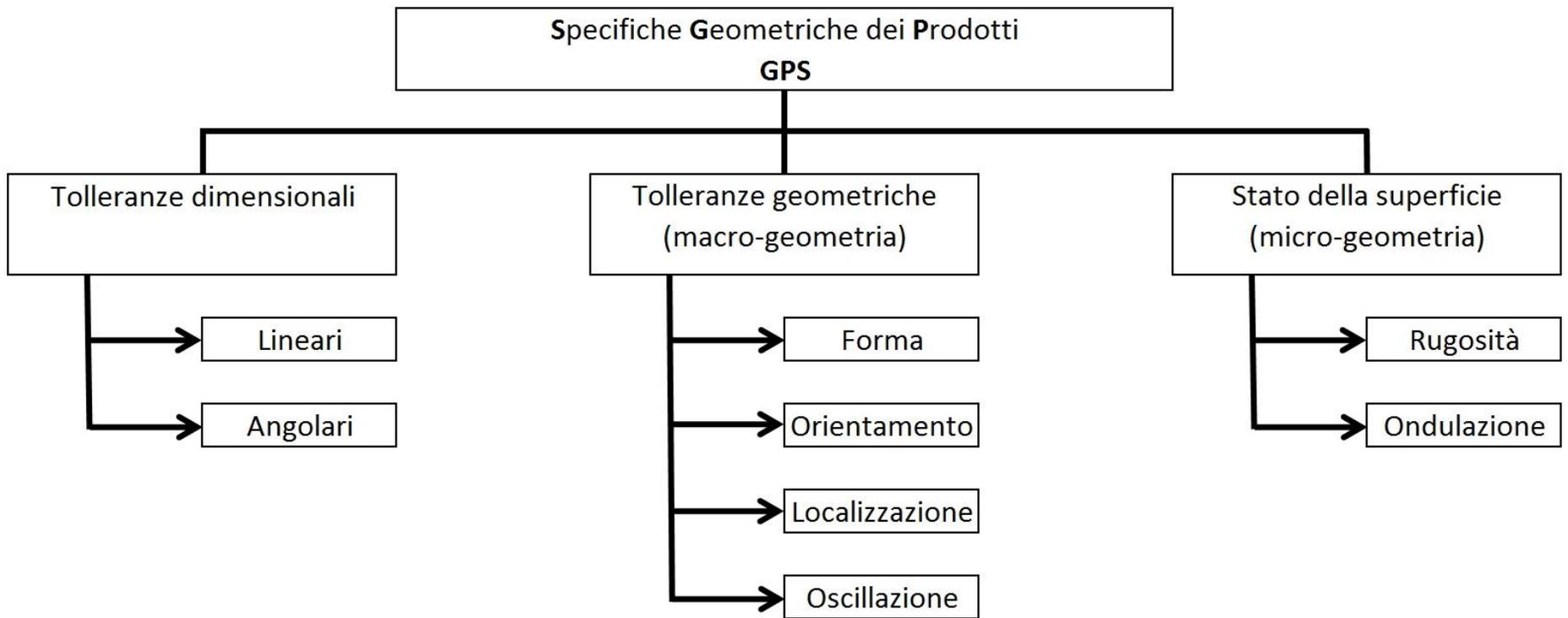


Indicazioni sui disegni Angoli e accoppiamenti angolari



Le Tolleranze Geometriche

Ing. Alessandro Carandina

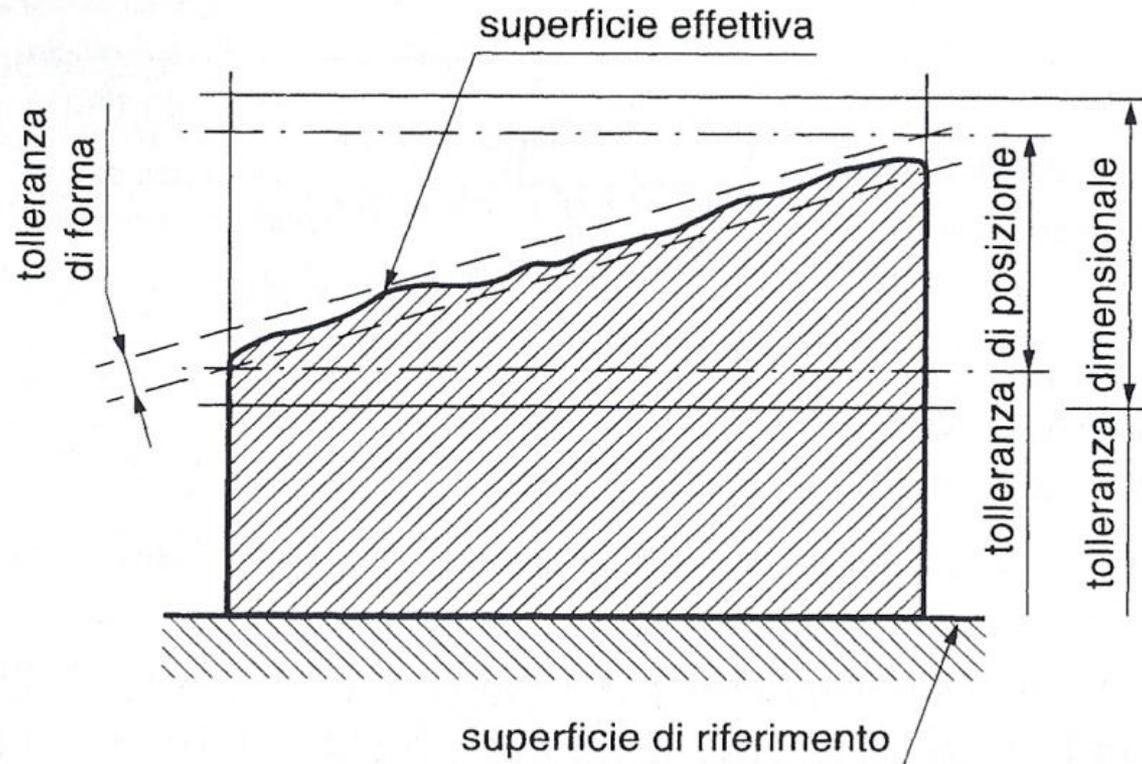


Tolleranze geometriche

Le tolleranze geometriche consentono di controllare lo scostamento dell'elemento reale dalla sua geometria nominale. Le tolleranze geometriche si applicano senza tener conto delle dimensioni dell'elemento (**principio di indipendenza** – UNI EN ISO 8015).

“ciascuna prescrizione dimensionale o geometrica specificata su un disegno deve essere rispettata in se stessa in modo indipendente, salvo non sia prescritta, sul disegno, una relazione particolare. Pertanto, in mancanza di indicazioni specifiche, le tolleranze geometriche si applicano senza tenere conto delle dimensioni dell'elemento, e **le sue prescrizioni (dimensionali e geometriche) devono essere trattate come esigenze tra loro indipendenti**”.

Tolleranze geometriche



Tolleranze geometriche

Lo scostamento definito rispetto alla configurazione teoricamente esatta, può essere relativo a:

- Forma
- Posizione
- Orientamento
- Oscillazione

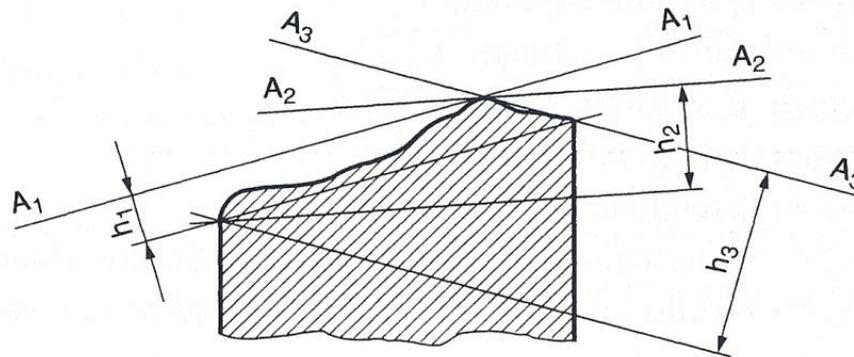
Zona di tolleranze geometrica

La zona di tolleranza geometrica comprende lo spazio all'interno del quale devono essere contenuti tutti gli elementi cui la tolleranza è applicata. Tale zona può essere:

- l'area interna ad una circonferenza;
- l'area compresa fra due circonferenze concentriche;
- l'area compresa fra due rette parallele;
- lo spazio interno ad una superficie sferica;
- lo spazio interno ad una superficie cilindrica;
- lo spazio compreso fra due superfici cilindriche coassiali;
- lo spazio fra due piani paralleli;
- lo spazio interno ad un parallelepipedo.

Tolleranza di forma e di posizione

Si ritiene che la forma di un elemento sia corretta quando la distanza di tutti i suoi punti da una superficie ideale tangente all'elemento stesso è minore o uguale alla tolleranza prefissata (**tolleranza di forma**). La superficie ideale deve essere posizionata in modo che la distanza del punto reale più lontano da essa sia minima.



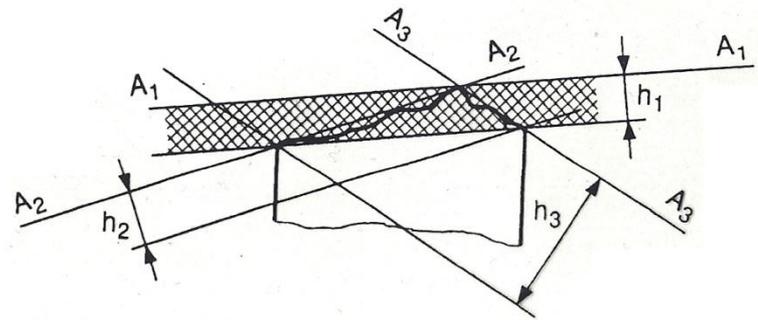
La **tolleranza di posizione** limita gli scostamenti della reciproca posizione di due o più elementi, dei quali uno è prescelto come riferimento per la prescrizione della tolleranza. L'elemento di riferimento viene scelto in base a **considerazioni di tipo funzionale**.

Simboli grafici

TOLLERANZE		CARATTERISTICA OGGETTO DI TOLLERANZA	SEGNO GRAFICO
Su elementi singoli	Tolleranze di forma	Rettilineità	—
		Planarità	
		Circolarità	
		Cilindricità	
Su elementi singoli od associati		Forma di una linea qualunque	
		Forma di una superficie qualunque	
Su elementi associati	Tolleranze di orientamento	Parallelismo	//
		Perpendicolarità	
		Inclinazione	
	Tolleranze di posizione	Localizzazione	
		Concentricità e coassialità	
		Simmetria	
	Tolleranze di oscillazione	Oscillazione circolare	
		Oscillazione totale	

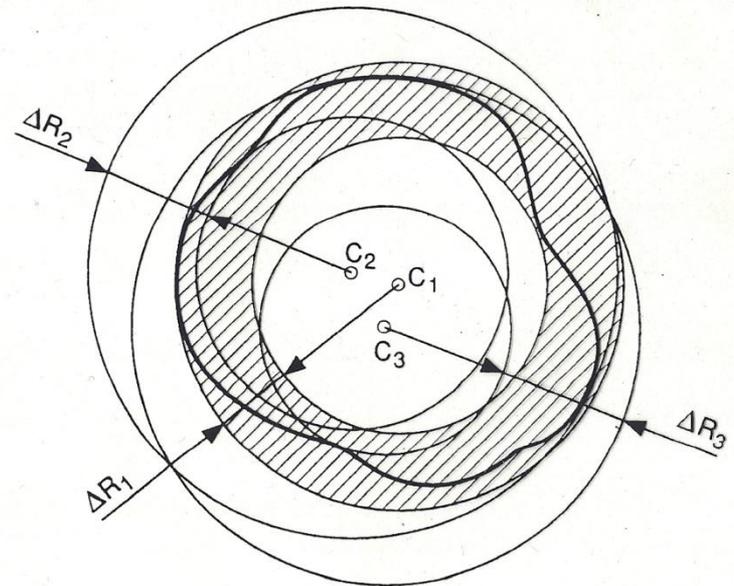
Tolleranza di forma (I)

Esempio 1: La rettilinearità o planarità di un elemento è corretta quando la distanza di ciascuno dei suoi punti da una superficie di forma ideale è minore o uguale alla tolleranza prefissata. L'orientamento dell'elemento di riferimento è scelta in modo da minimizzare tale distanza.



Tolleranza di forma (II)

Esempio 2: La tolleranza di circolarità o cilindricità di un elemento è corretta quando esso è completamente contenuto tra due cerchi concentrici, ovvero tra due cilindri coassiali, aventi minima distanza radiale.



Tolleranze di orientamento, posizione e oscillazione

Le tolleranze di orientamento, posizione e oscillazione si riferiscono sempre ad **elementi associati**. Esse limitano gli scostamenti della posizione reciproca di due o più elementi, dei quali uno o più vengono assunti come **elemento di riferimento** per la prescrizione delle tolleranze.

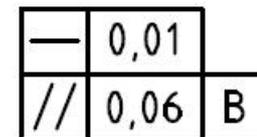
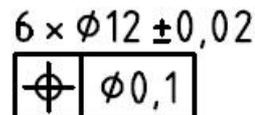
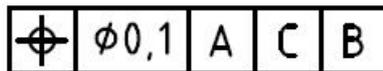
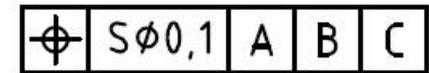
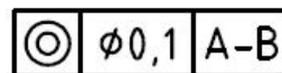
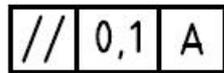
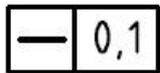
DESCRIZIONE		SEGNO GRAFICO
Indicazione di elemento con tolleranza	diretta	
	mediante lettera	
Indicazione di elemento di riferimento	diretta	
	mediante lettera	
Dimensione teoricamente esatta		
Zona di tolleranza proiettata		
Condizione di massimo materiale		

Segni grafici complementari.

Il riquadro delle tolleranze

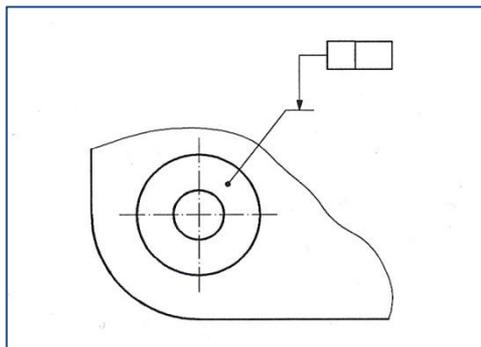
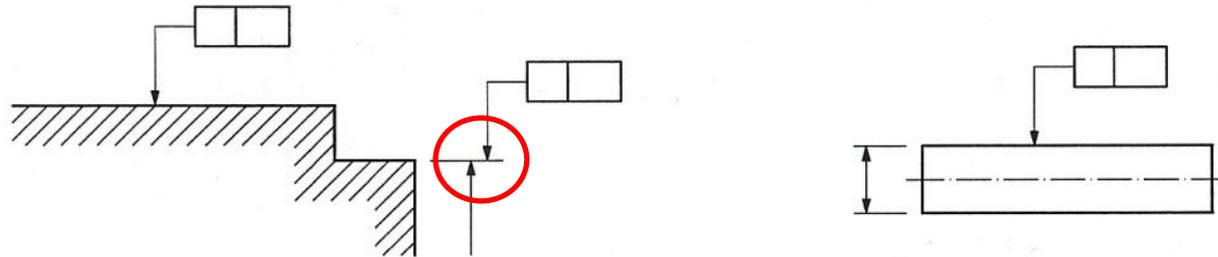
Le indicazioni occorrenti per la prescrizione delle tolleranze geometriche vengono scritte in un apposito riquadro rettangolare suddiviso in due o più caselle contenenti, da sinistra verso destra:

- il simbolo della caratteristica geometrica;
- il valore della tolleranza; se preceduto dal simbolo ϕ la zona di tolleranza è circolare o cilindrica; se preceduto dal simbolo $S\phi$ la zona di tolleranza è sferica;
- se necessario, la lettera o le lettere che identificano il riferimento/i.



Elementi con indicazione di tolleranza (I)

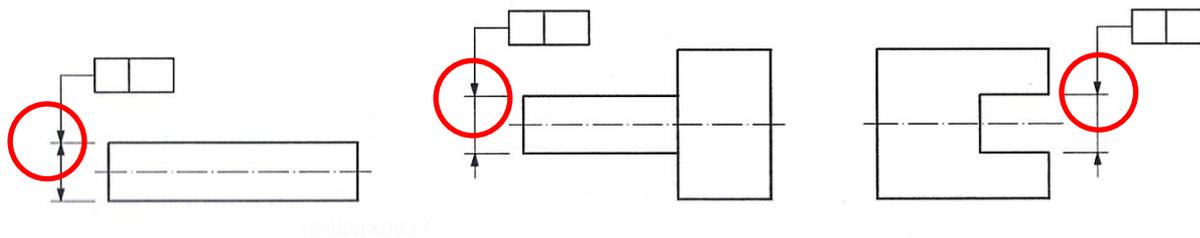
Tolleranza applicata ad una linea o ad una superficie.



Il simbolo di tolleranza si applica sulla linea di contorno o su un suo prolungamento ma ben distinta da una eventuale linea di misura .

Elementi con indicazione di tolleranza (II)

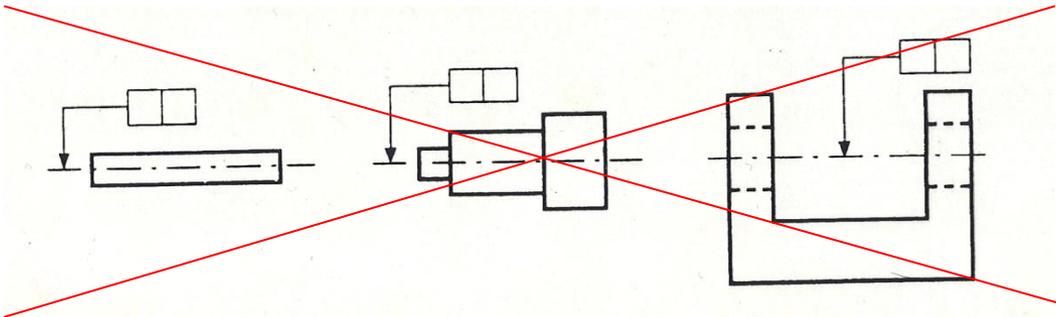
Tolleranza applicata all'asse o al piano mediano della parte quotata.



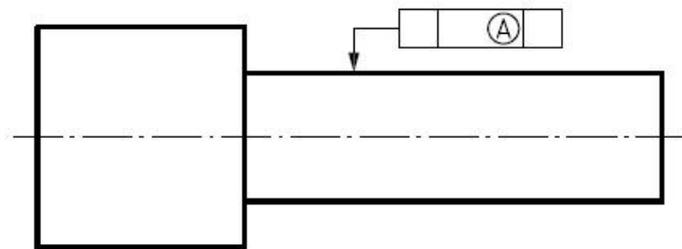
Il simbolo di tolleranza si applica sul prolungamento della linea di misura, sul contorno della figura o al di fuori di questo

Elementi con indicazione di tolleranza (III)

Tolleranza applicata all'asse o al piano mediano degli elementi che hanno in comune quell'asse o quel piano mediano.

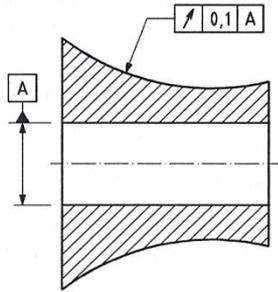


Superata: interpretazione ambigua

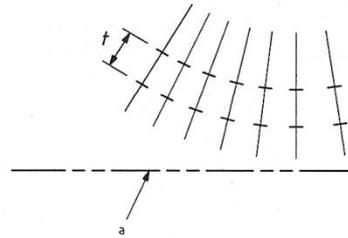


Correntemente in uso seconda la
UNI EN ISO 1101:2013

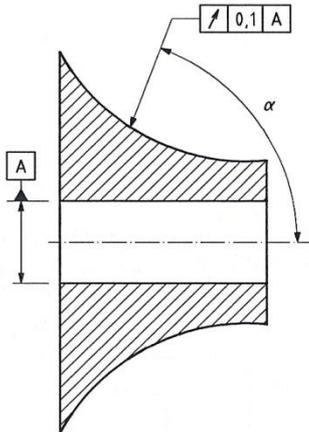
Le zone di tolleranza (I)



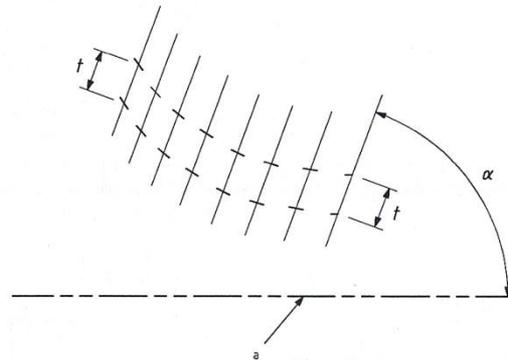
Drawing indication
Figure 16



a Datum A.
Interpretation
Figure 17



Drawing indication
Figure 18



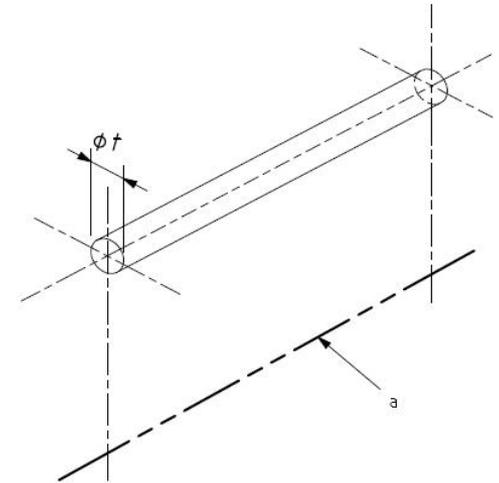
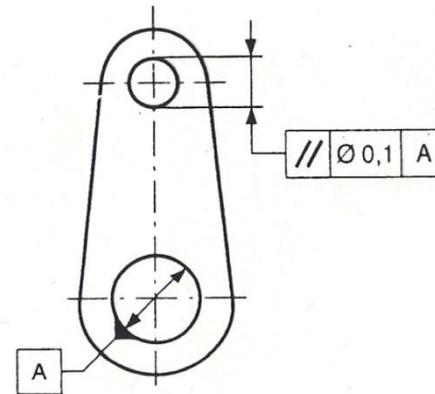
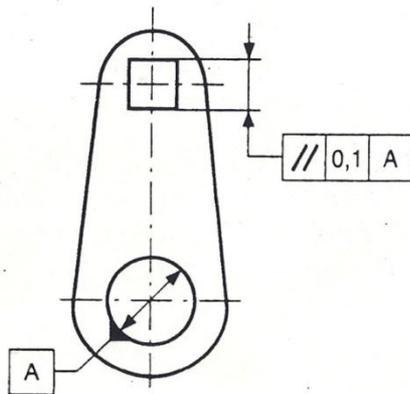
a Datum A.
Interpretation
Figure 19

La direzione della zona di tolleranza è posizionata simmetricamente rispetto alla geometria ideale (salvo specifiche particolari) . Il valore di tolleranza definisce l'ampiezza della zona di tolleranza.

La direzione della zona di tolleranza è in generale perpendicolare alla geometria dell'elemento, salvo prescrizioni particolari.

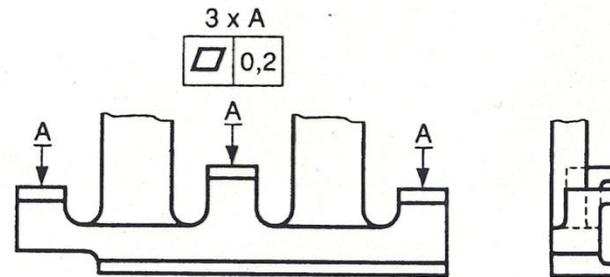
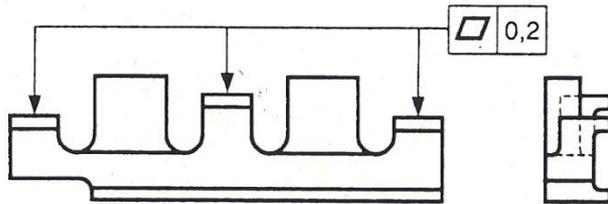
Le zone di tolleranza (II)

L'ampiezza della zona di tolleranza va intesa **secondo la direzione** **indicata dalla freccia** della linea che unisce il riquadro della tolleranza all'elemento soggetto a tolleranza. Fanno eccezione i casi in cui il valore della tolleranza si riferisce ad elementi cilindrici.



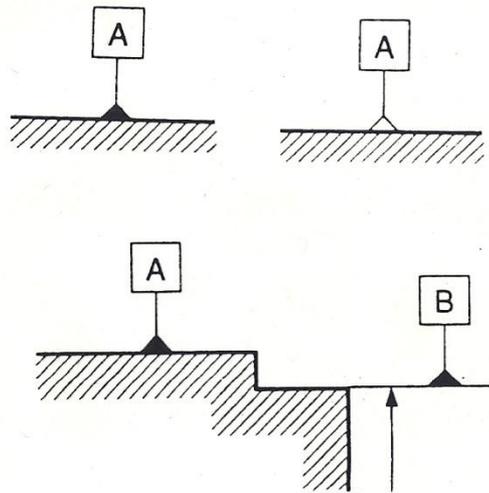
Le zone di tolleranza (III)

Zone di tolleranza singole di uguale valore tra loro, ma applicate a più elementi separati, vengono definite come indicato in figura:

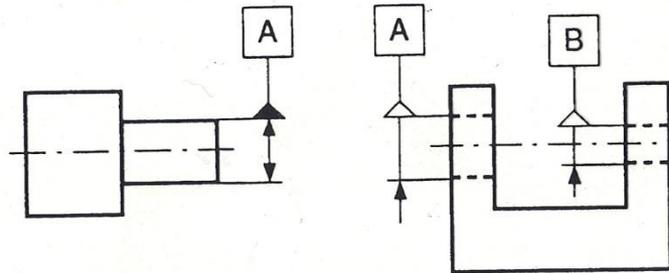


Gli elementi di riferimento (I)

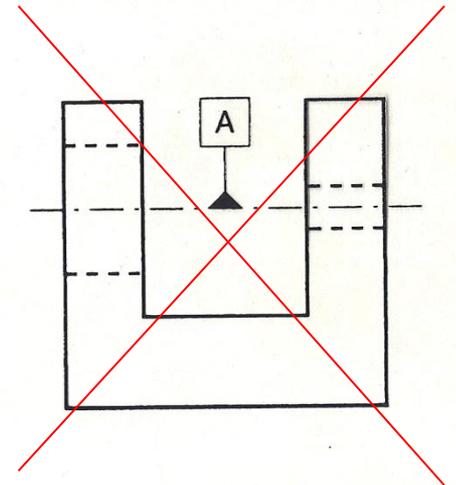
Per identificare l'elemento di riferimento il quadro contenente la lettera maiuscola viene collegato ad un triangolo, nero o bianco, **posto sull'elemento di riferimento** (vale quanto già detto per l'indicazione della tolleranza).



Sulla linea o sulla
superficie



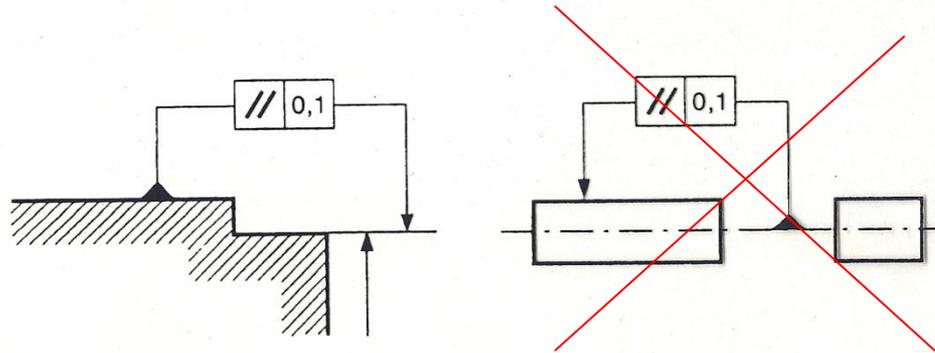
Sull'asse o sul piano
mediano



Da evitare

Gli elementi di riferimento (II)

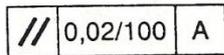
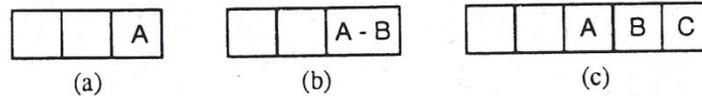
Nel caso in cui il riquadro possa essere *collegato direttamente all'elemento di riferimento* mediante una linea, **la lettera di riferimento può essere omessa**.



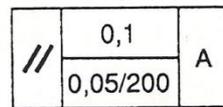
Da evitare

Gli elementi di riferimento (III)

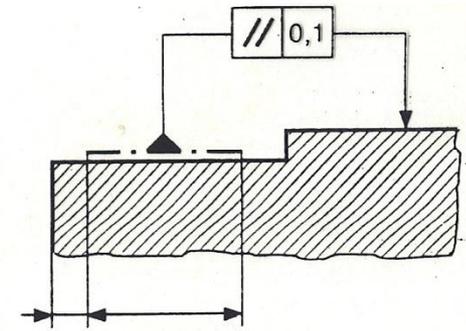
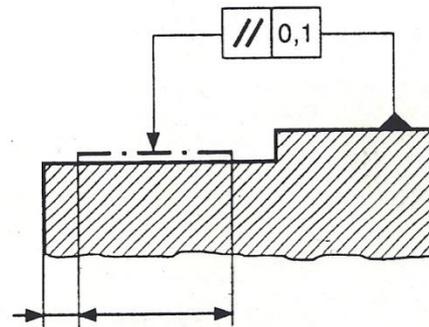
L'identificazione degli elementi di riferimento avviene secondo le seguenti regole:



Locale

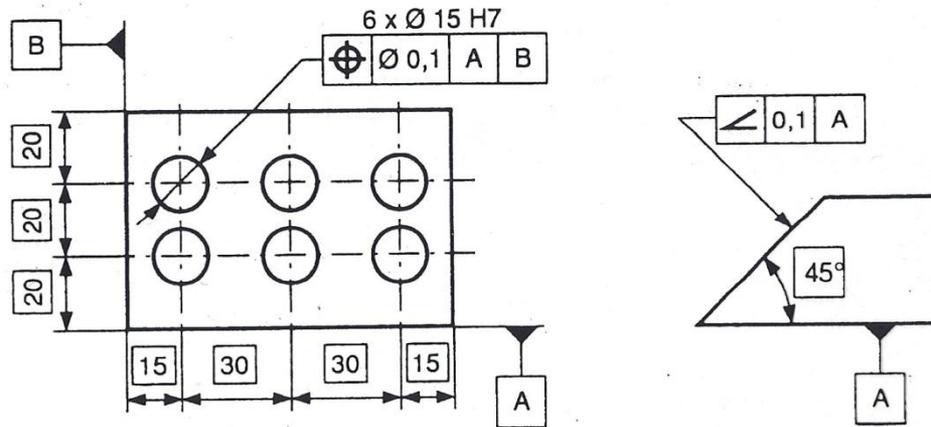


Generale e
locale



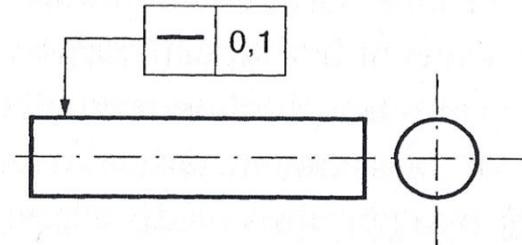
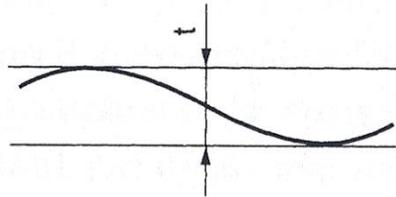
Prescrizioni particolari

Quando vengono prescritte tolleranze di forma, inclinazione o posizione, le dimensioni che ne *determinano la posizione teoricamente corretta*, sono chiamate **dimensioni teoricamente corrette**. Queste dimensioni non possono essere oggetto di tolleranze.

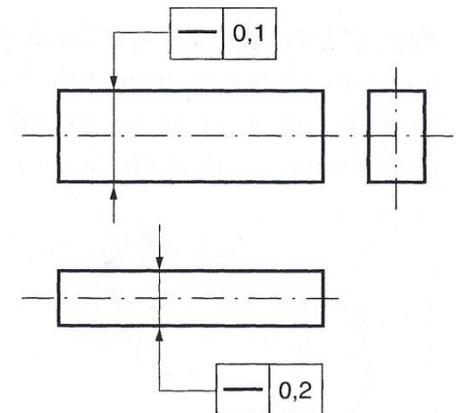
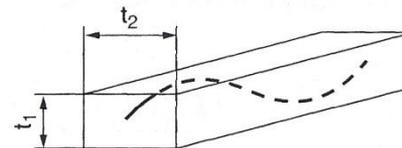


Tolleranza di rettilineità (I)

1. **Tolleranza di rettilineità nel piano:** la zona di tolleranza è quella compresa fra due rette parallele distanti fra loro t .

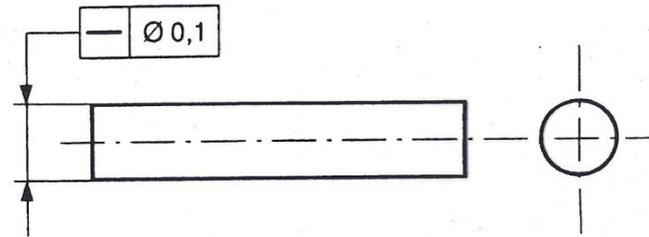
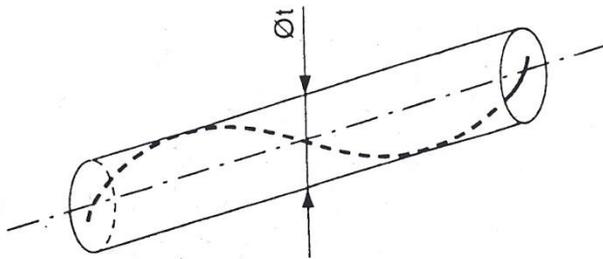


2. **Tolleranza di rettilineità nello spazio su due piani fra loro perpendicolari:** la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in un parallelepipedo di sezione $t_1 \times t_2$.



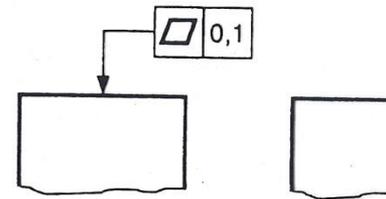
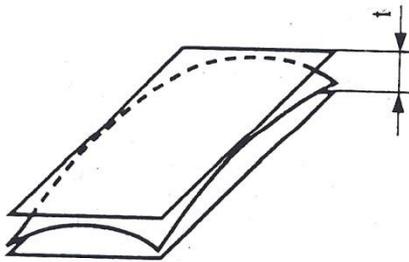
Tolleranza di rettilineità (II)

3) Tolleranza di rettilineità nello spazio secondo una zona cilindrica: la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in un cilindro di diametro t ; il valore della tolleranza è preceduto dal simbolo \emptyset .



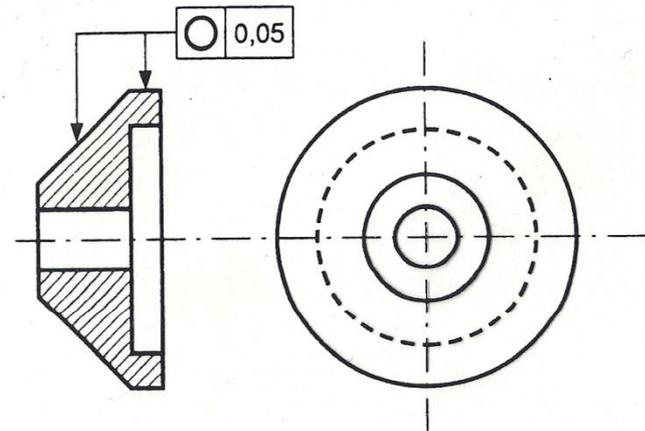
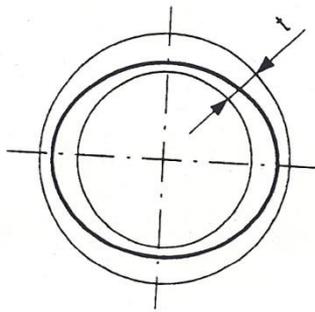
Tolleranza di planarità

1) **Tolleranza di planarità:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani distanti t tra loro.



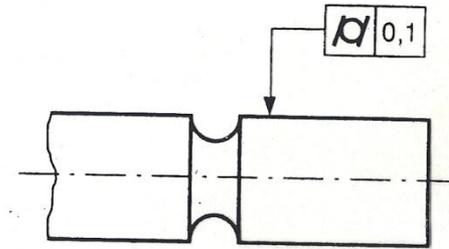
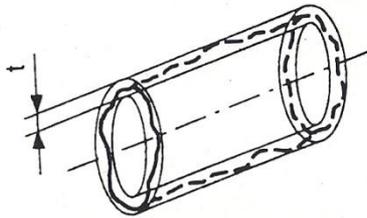
Tolleranza di circolarità

1) **Tolleranza di circolarità:** la zona di tolleranza è la superficie contenuta nella corona circolare definita da due circonferenze distanti t tra loro e giacenti sul piano considerato.



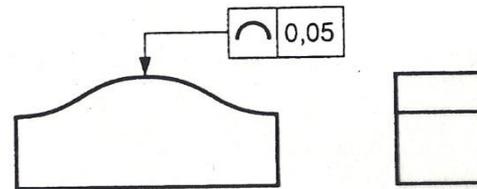
Tolleranza di cilindricità

1) **Tolleranza di cilindricità:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due superfici cilindriche coassiali distanti t tra loro.



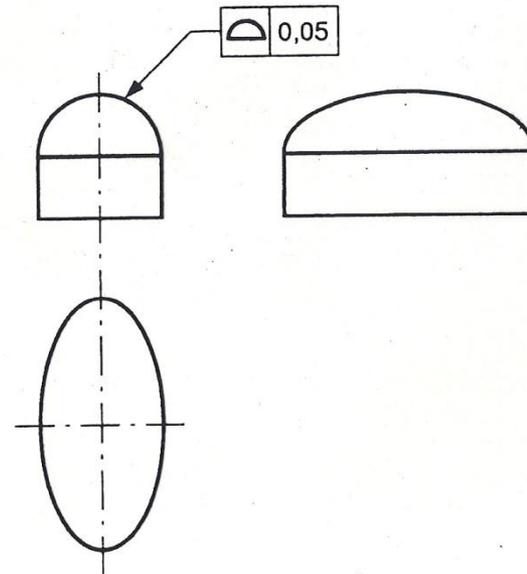
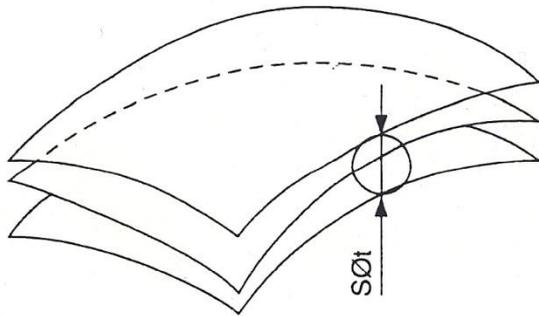
Tolleranza di forma di una linea qualsiasi

1) **Tolleranza di forma di una linea qualunque:** la zona di tolleranza è la superficie compresa fra due linee di inviluppo dei cerchi di diametro t i cui centri sono situati su di una linea avente prefissata forma geometrica.



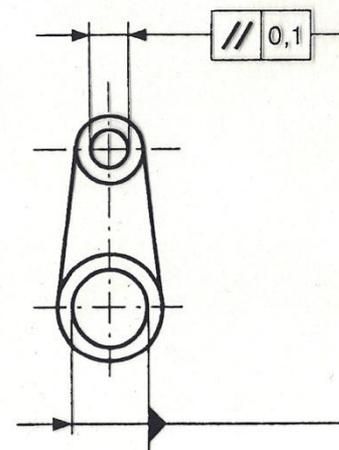
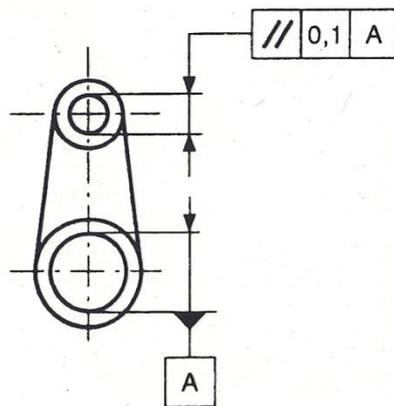
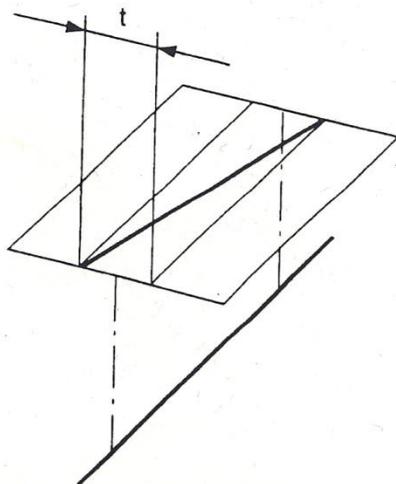
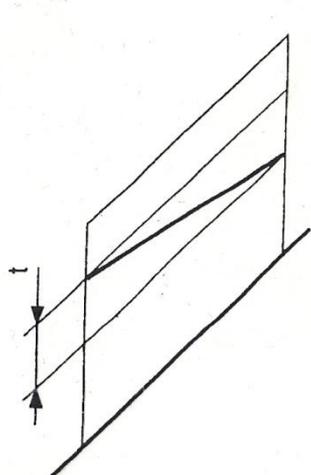
Tolleranza di forma di una superficie qualsiasi

1) **Tolleranza di forma di una superficie qualunque:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due superfici di involuppo delle sfere di diametro t i cui centri sono situati su una superficie avente forma geometrica prefissata.



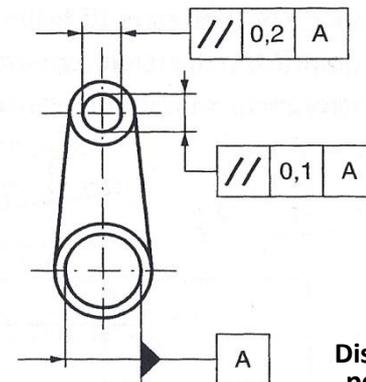
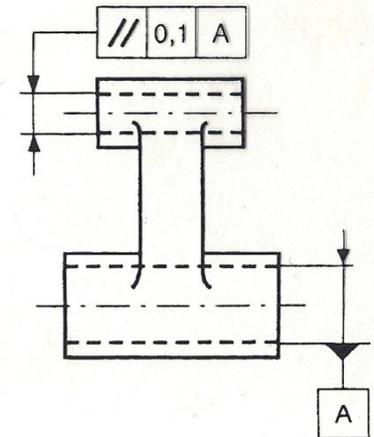
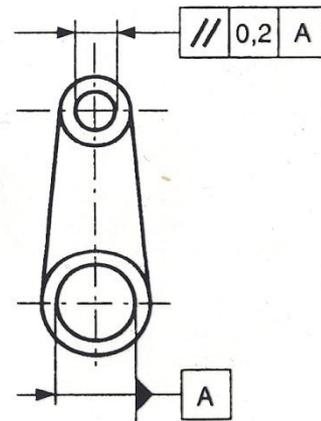
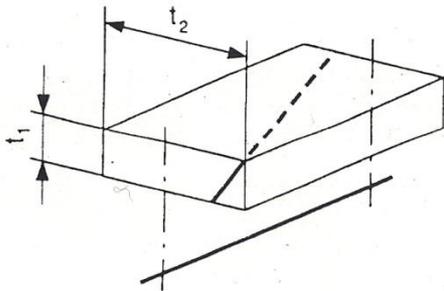
Tolleranza di parallelismo (I)

1) **Tolleranza di parallelismo di una linea rispetto ad una retta di riferimento (tolleranza nel piano):** se la tolleranza è prescritta in un solo piano, la zona di tolleranza su detto piano è la superficie compresa fra due rette parallele distanti t tra loro e parallele alla retta di riferimento.



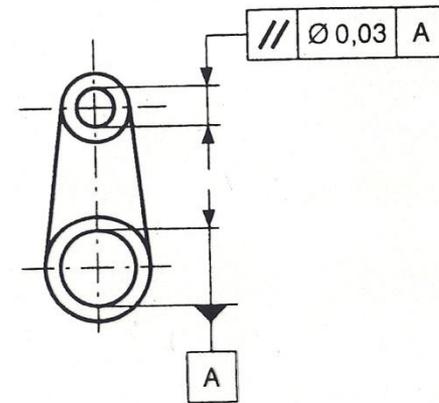
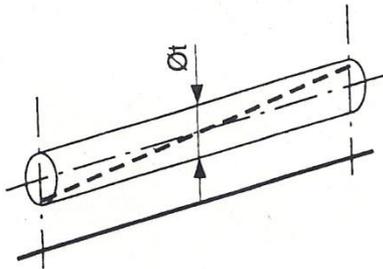
Tolleranza di parallelismo (II)

2) Tolleranza di parallelismo di una linea rispetto ad una retta di riferimento (tolleranza nello spazio): la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in un parallelepipedo di sezione $t_1 \times t_2$ parallelo alla retta di riferimento.



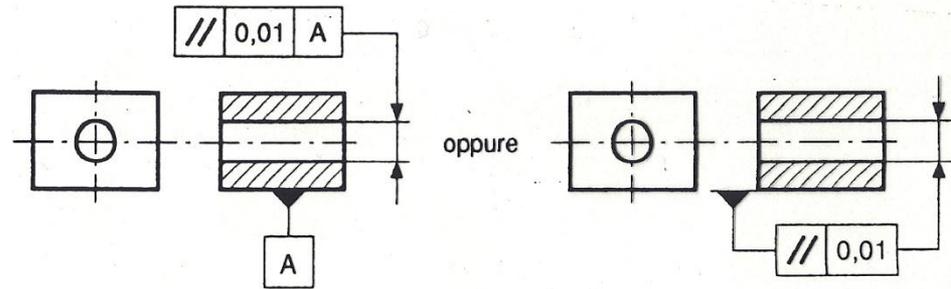
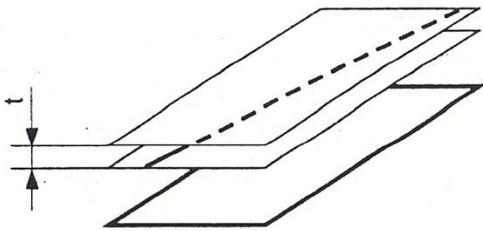
Tolleranza di parallelismo (III)

3) **Tolleranza di parallelismo di una linea rispetto ad una retta di riferimento (tolleranza cilindrica nello spazio):** se il valore della tolleranza è preceduto dal segno \emptyset , la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in un cilindro di diametro t parallelo alla retta di riferimento.



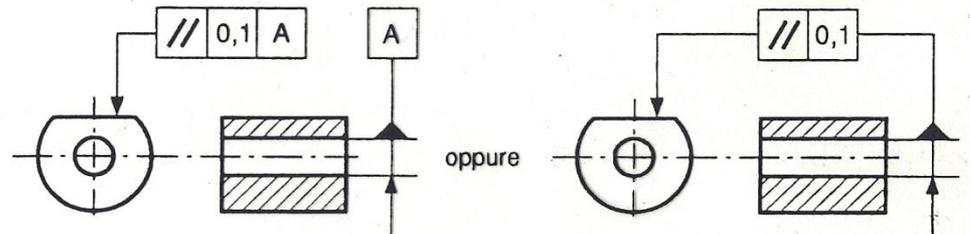
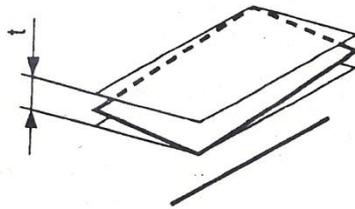
Tolleranza di parallelismo (IV)

4) **Tolleranza di parallelismo di una linea rispetto ad una superficie di riferimento:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani distanti t tra loro e paralleli alla superficie di riferimento.



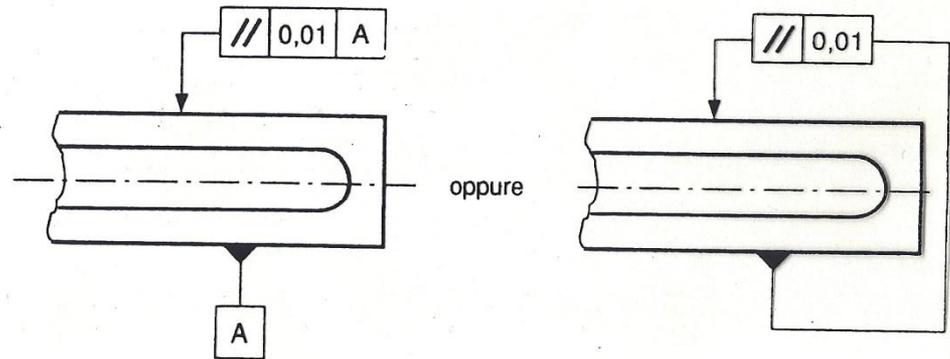
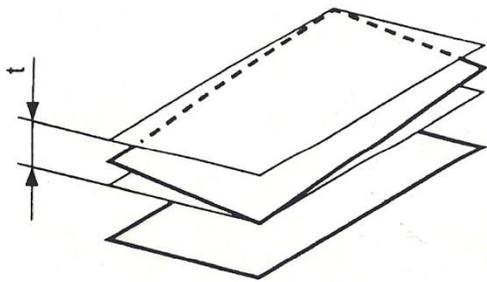
Tolleranza di parallelismo (V)

5) Tolleranza di parallelismo di una superficie rispetto ad una retta di riferimento: la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani distanti t tra loro e paralleli alla retta di riferimento A .



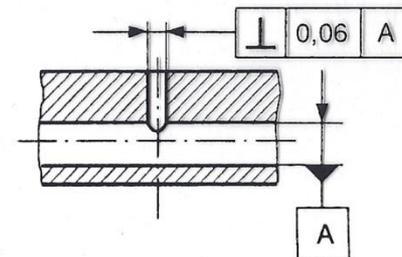
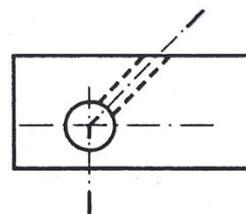
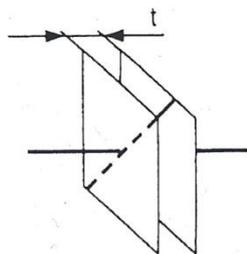
Tolleranza di parallelismo (VI)

6) **Tolleranza di parallelismo di una superficie rispetto ad una superficie di riferimento:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani paralleli distanti t tra loro e paralleli alla superficie di riferimento.



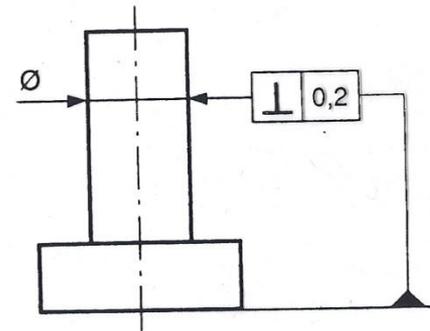
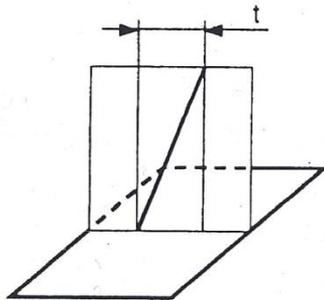
Tolleranza di perpendicolarità (I)

1) **Tolleranza di perpendicolarità di una linea rispetto ad una retta di riferimento:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani paralleli, distanti t e perpendicolari alla retta di riferimento.



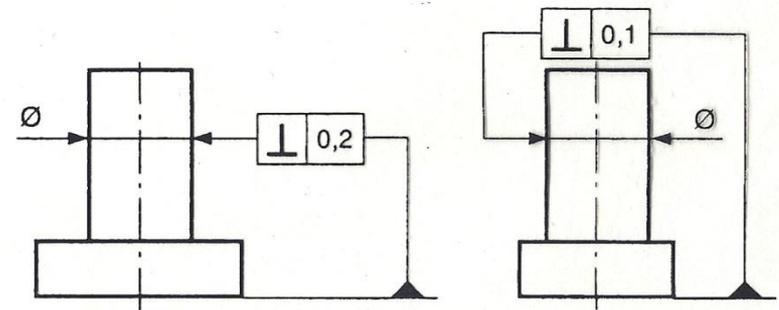
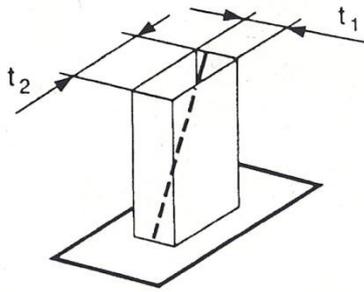
Tolleranza di perpendicolarità (II)

2) **Tolleranza di perpendicolarità di una linea rispetto ad una superficie di riferimento:** la zona di tolleranza è la superficie compresa tra due parallele distanti t , perpendicolari alla retta di riferimento e giacenti nel piano su cui è prescritta la tolleranza.



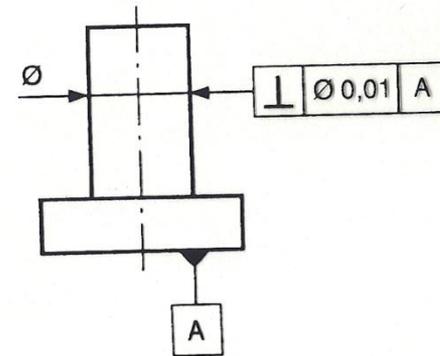
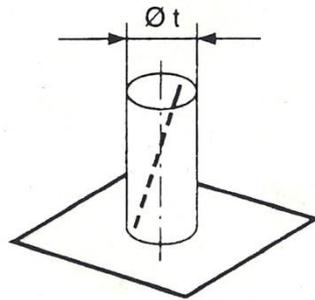
Tolleranza di perpendicolarità (III)

3) **Tolleranza di perpendicolarità di una linea rispetto ad una superficie di riferimento (tolleranza nello spazio):** la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in un parallelepipedo di sezione $t_1 \times t_2$, perpendicolare al piano di riferimento ed orientato come dalle indicazioni di tolleranza.



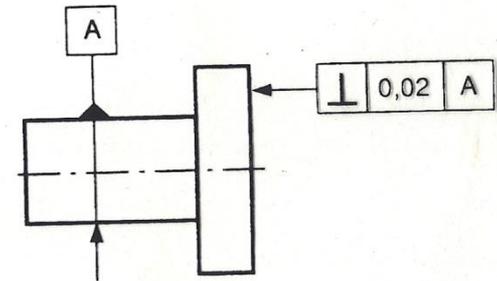
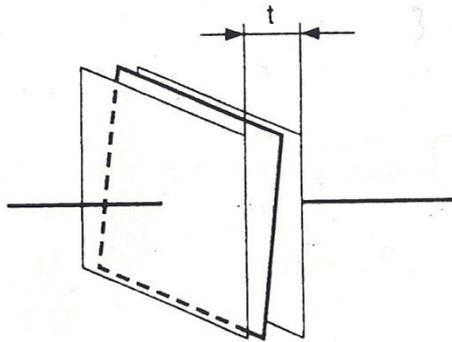
Tolleranza di perpendicolarità (IV)

4) **Tolleranza di perpendicolarità di una linea rispetto ad una superficie di riferimento (tolleranza cilindrica nello spazio):** la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in un cilindro di diametro t ad asse perpendicolare al piano di riferimento. Il valore della tolleranza deve essere preceduto dal simbolo \emptyset .



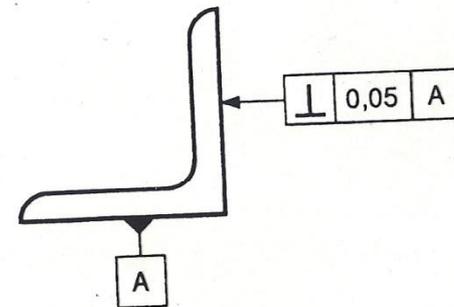
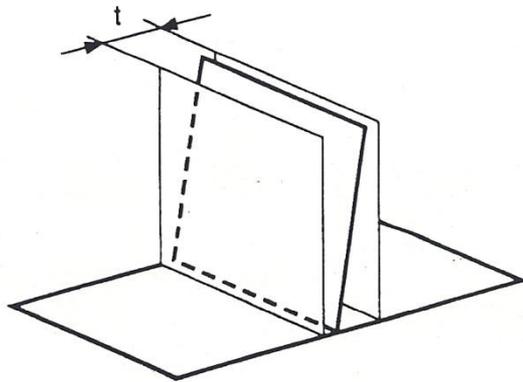
Tolleranza di perpendicolarità (V)

5) Tolleranza di perpendicolarità di una superficie rispetto ad una retta di riferimento: la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani paralleli distanti t tra loro e perpendicolari alla retta di riferimento.



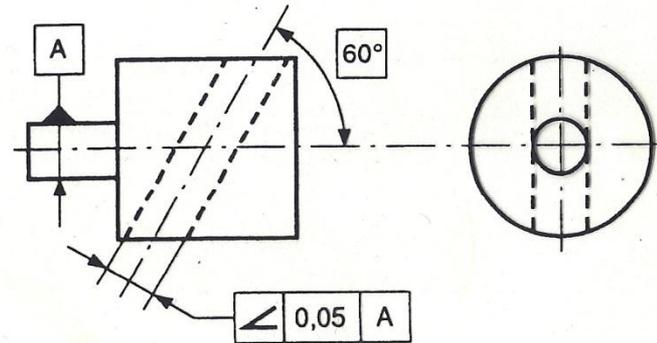
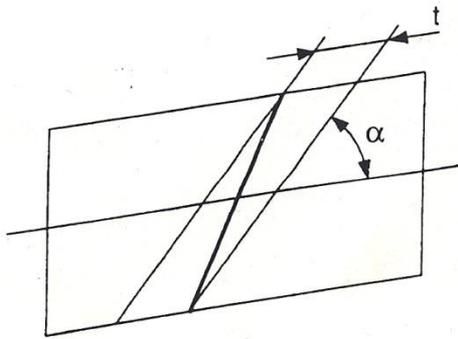
Tolleranza di perpendicolarità (VI)

6) **Tolleranza di perpendicolarità di una superficie rispetto ad una superficie di riferimento:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani paralleli distanti t tra loro e perpendicolari al piano di riferimento.



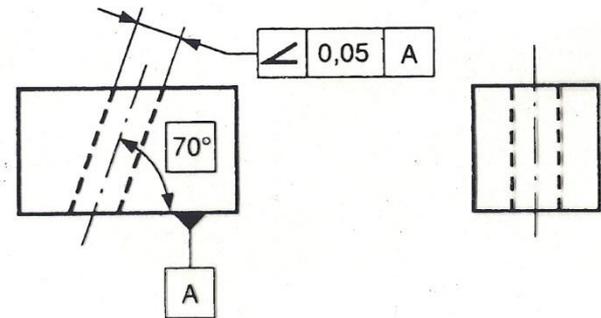
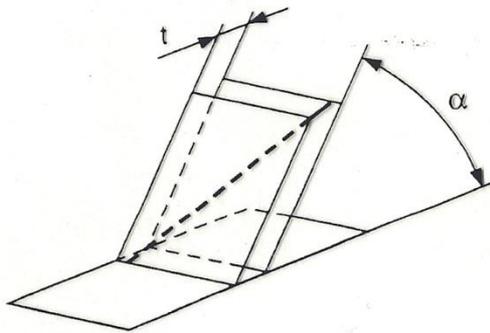
Tolleranza di inclinazione (I)

1) **Tolleranza di inclinazione di una linea rispetto ad una retta di riferimento:** la zona di tolleranza giace su un piano contenente la linea e la retta di riferimento ed è limitata da due rette parallele distanti t tra loro, inclinate rispetto alla linea di riferimento dell'angolo dato.



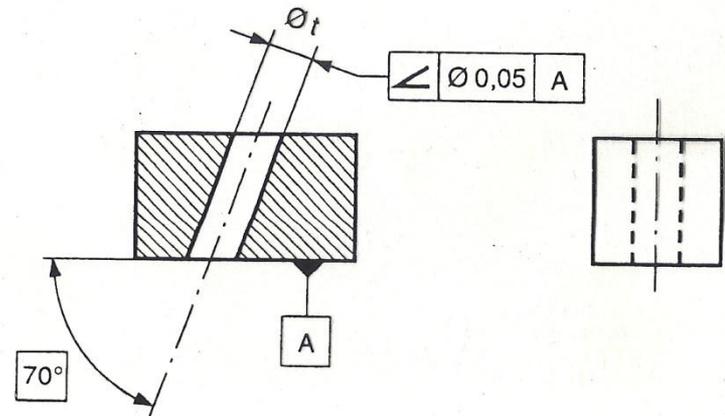
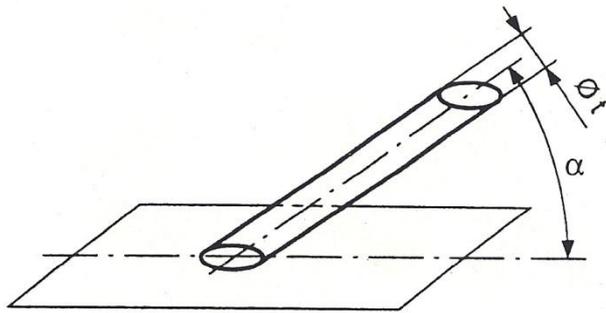
Tolleranza di inclinazione (II)

2) Tolleranza di inclinazione di una linea rispetto ad una superficie di riferimento (tolleranza nello spazio): la zona di tolleranza è compresa tra due piani paralleli distanti t fra loro ed inclinati dell'angolo dato rispetto alla superficie di riferimento.



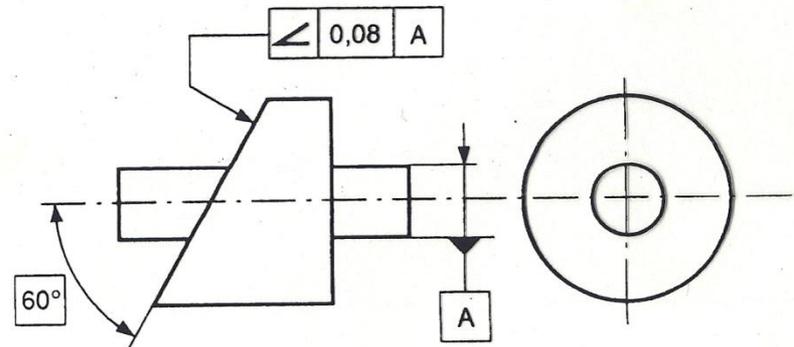
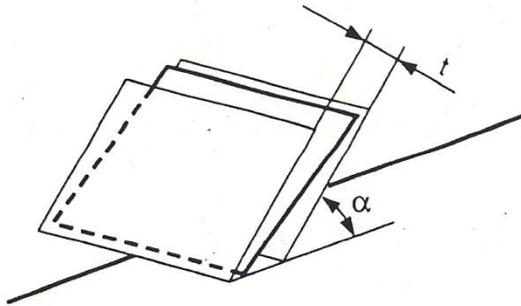
Tolleranza di inclinazione (III)

3) **Tolleranza di inclinazione di una linea rispetto ad una superficie di riferimento (tolleranza cilindrica nello spazio):** la zona di tolleranza è compresa in un cilindro di diametro t , inclinato dell'angolo dato rispetto alla superficie di riferimento. Il valore della tolleranza va preceduto dal segno \emptyset .



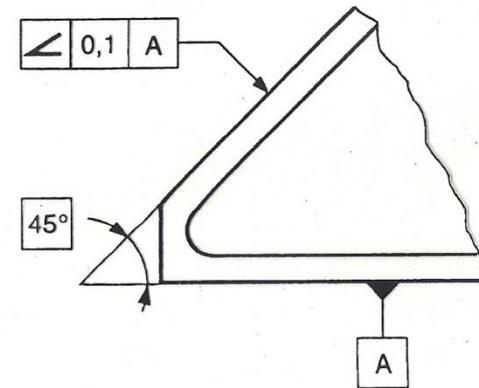
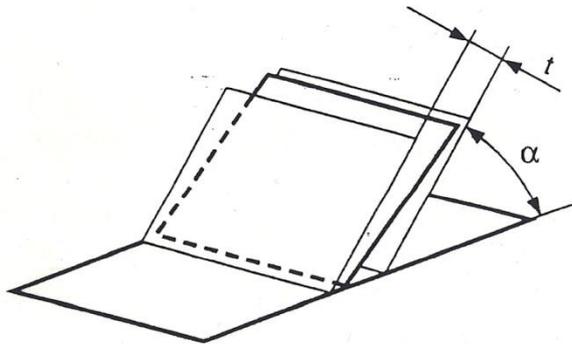
Tolleranza di inclinazione (IV)

4) **Tolleranza di inclinazione di una superficie rispetto ad una linea di riferimento:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani paralleli distanti t tra loro ed inclinati dell'angolo voluto rispetto alla linea di riferimento.



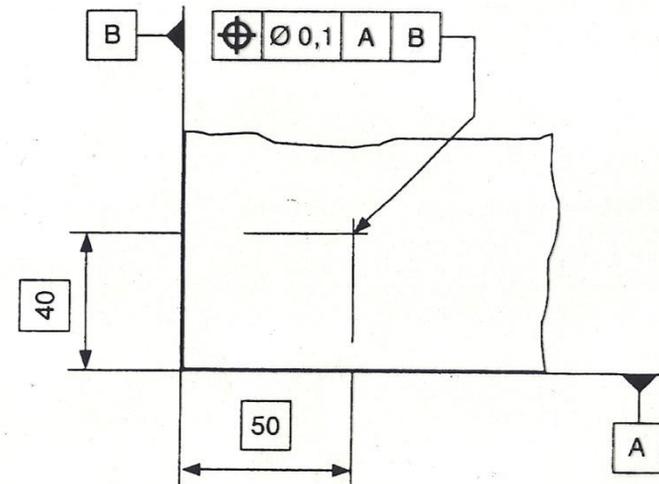
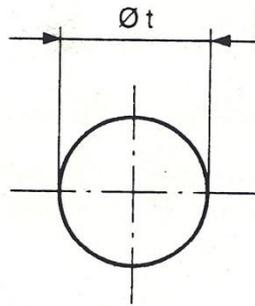
Tolleranza di inclinazione (V)

5) **Tolleranza di inclinazione di una superficie rispetto ad una superficie di riferimento:** la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani paralleli distanti t tra loro ed inclinati dell'angolo voluto rispetto al piano di riferimento.



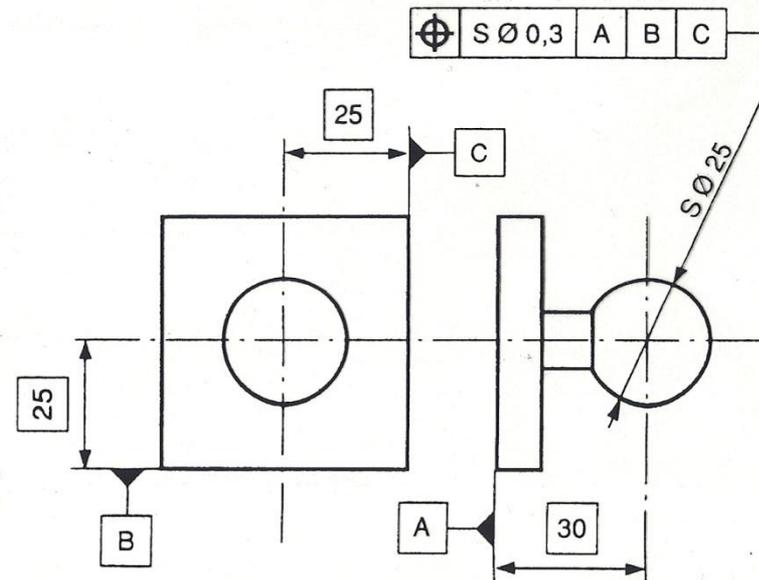
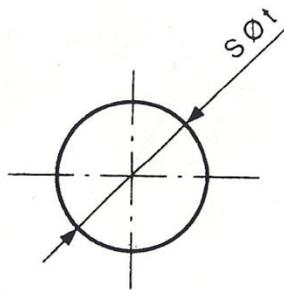
Tolleranza di localizzazione (I)

1) **Tolleranza di localizzazione di un punto (tolleranza nel piano):** la zona di tolleranza è la superficie contenuta in una circonferenza di diametro t , il cui centro si trova in posizione teoricamente esatta rispetto a due riferimenti; la tolleranza va preceduta dal segno \ominus .



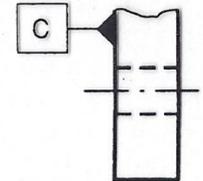
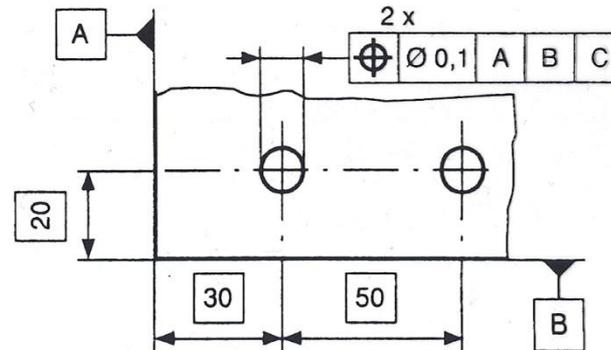
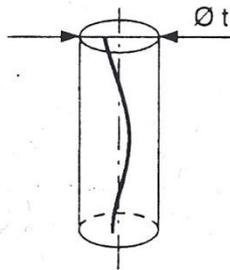
Tolleranza di localizzazione (II)

2) **Tolleranza di localizzazione di un punto (tolleranza nello spazio)**: la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in una sfera di diametro t , il cui centro si trova in posizione teoricamente esatta rispetto a tre riferimenti; la tolleranza va preceduta dal segno $S\emptyset$.



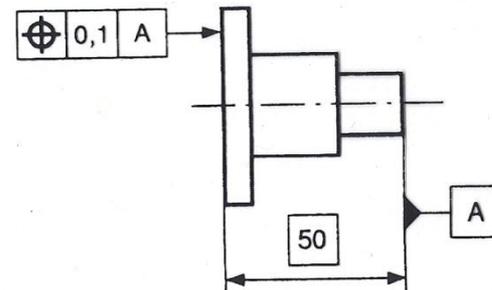
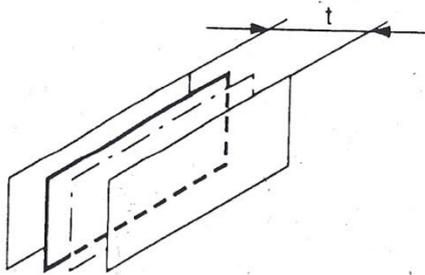
Tolleranza di localizzazione (IV)

5) Tolleranza di localizzazione di una linea (tolleranza secondo una superficie cilindrica): la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in un cilindro di diametro t , avente asse coincidente con la posizione teoricamente esatta della linea posta in tolleranza. Il valore della tolleranza va preceduto dal segno \emptyset .



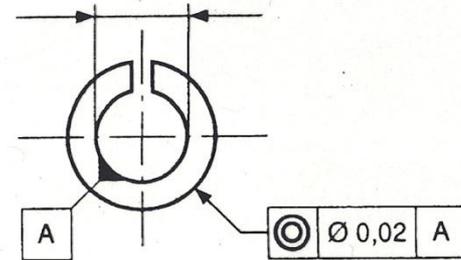
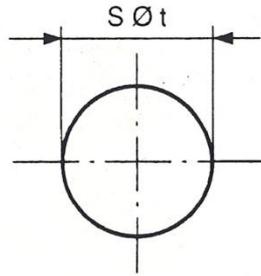
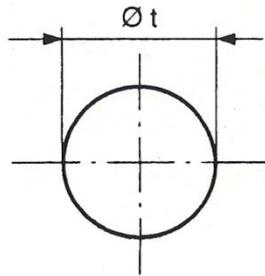
Tolleranza di localizzazione (V)

6) Tolleranza di localizzazione di una superficie piana o di un piano mediano: la zona di tolleranza è lo spazio compreso fra due piani paralleli distanti t tra loro e simmetrici rispetto alla posizione teoricamente esatta della superficie considerata.



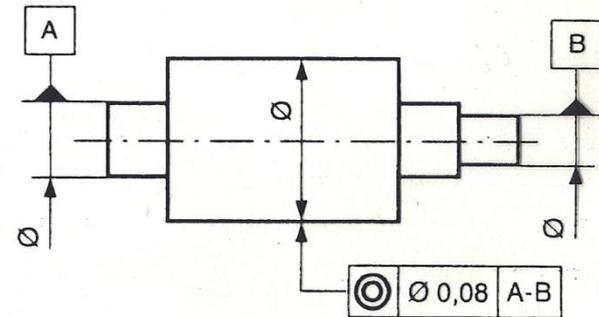
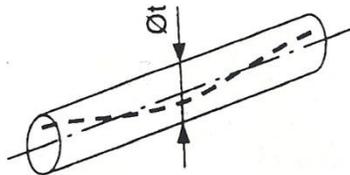
Tolleranza di concentricità e coassialità (I)

1) **Tolleranza di concentricità di un punto:** la zona di tolleranza è la superficie ovvero lo spazio contenuto rispettivamente in una circonferenza o in una sfera di diametro t ed aventi il centro coincidente col centro stesso dell'elemento di riferimento.



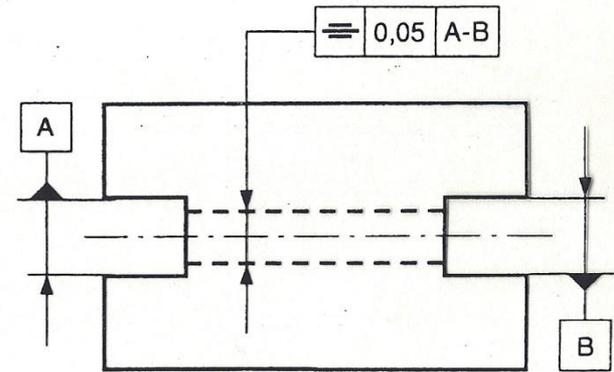
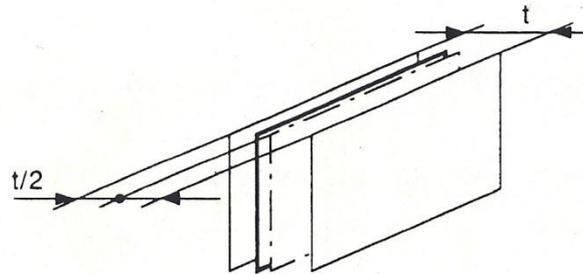
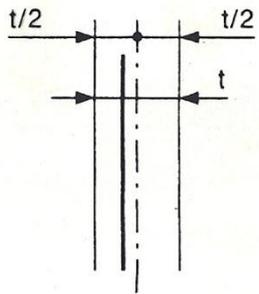
Tolleranza di concentricità e coassialità (II)

2) **Tolleranza di coassialità di un asse:** la zona di tolleranza è lo spazio contenuto in un cilindro di diametro t con l'asse coincidente con quello di riferimento. Il valore della tolleranza deve essere preceduto dal segno \emptyset .



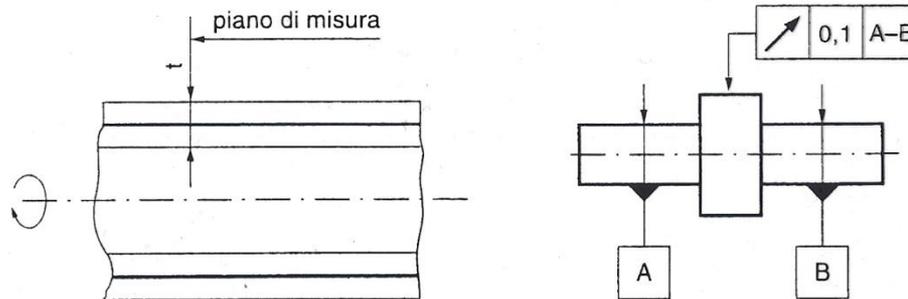
Tolleranza di simmetria

Tolleranza di simmetria di una retta o di un piano: la zona di tolleranza è la superficie o lo spazio rispettivamente compresi fra due rette o due piani paralleli distanti t tra loro e disposti simmetricamente rispetto all'asse o al piano di riferimento.



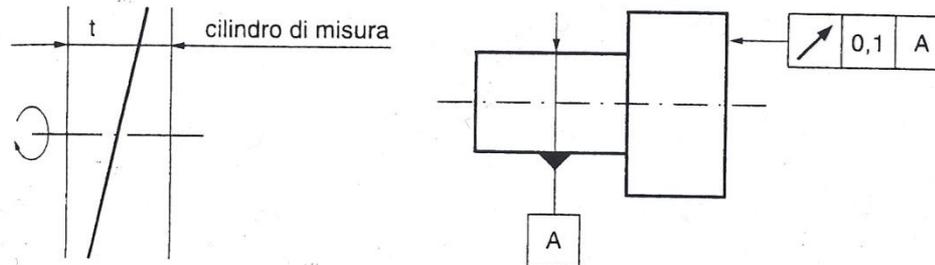
Tolleranza di oscillazione (I)

1) **Tolleranza di oscillazione circolare radiale:** durante una rotazione completa attorno all'asse di riferimento A-B, l'oscillazione radiale rilevata in tutti i piani di misura normali all'asse, non deve superare il valore t .



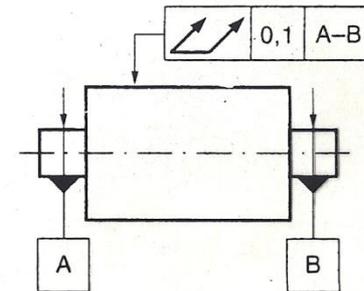
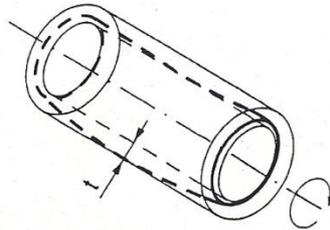
Tolleranza di oscillazione (II)

2) **Tolleranza di oscillazione circolare assiale:** durante una rotazione completa attorno all'asse di riferimento A, l'oscillazione assiale non deve superare il valore t su ogni superficie di misura.



Tolleranza di oscillazione (III)

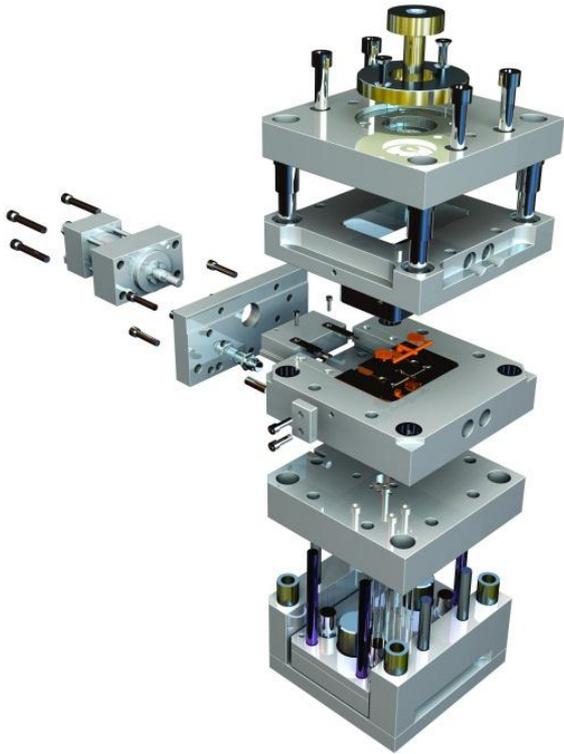
3) **Tolleranza di oscillazione totale:** la zona di tolleranza è limitata da due cilindri coassiali, contenenti la superficie posta in tolleranza, radialmente distanti t tra loro ed i cui assi coincidono con l'asse di riferimento.



Collegamenti Filetatti

Ing. Alessandro Carandina

Classificazione



I pezzi meccanici (o organi meccanici) per poter assolvere i compiti cui sono destinati debbono essere combinati in gruppi e questo può avvenire solo mediante *opportuni collegamenti*.

Classificazione



Collegamenti smontabili: consentono di separare agevolmente e senza danneggiamenti due o più pezzi accoppiati.

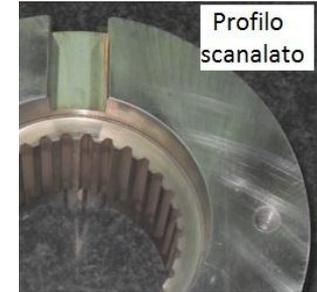
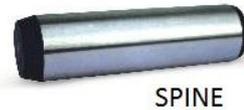


Collegamenti fissi: non permettono la separazione dei pezzi accoppiati a meno di non danneggiare o rompere le zone di giunzione.

Classificazione

Collegamenti smontabili:

- viti e bulloni
- perni
- spine
- chiavette, linguette
- profili scanalati



Collegamenti fissi:

- saldature
- accoppiamenti forzati
- chiodature
- incollaggi



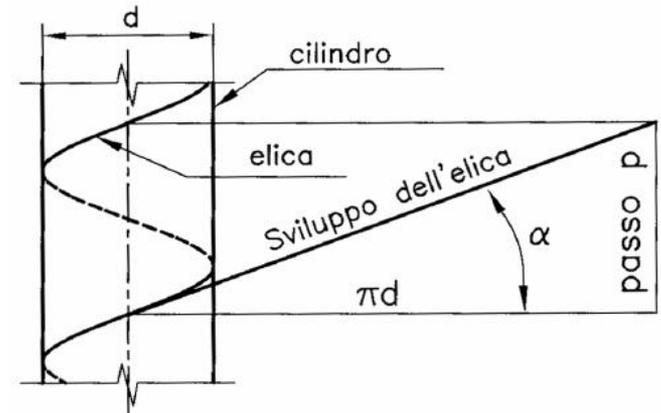
Le filettature

Una **filettatura** si realizza avvolgendo ad elica su una **superficie cilindrica** (cilindro primitivo) un **risalto di sezione costante**.

Il risalto a sezione costante prende il nome di **filetto**.

La superficie cilindrica può essere un albero/pieno (**vite**) o un foro/vuoto (**madrevite**).

L'insieme vite-madrevite formano un **accoppiamento filettato**.



Vite - madrevite



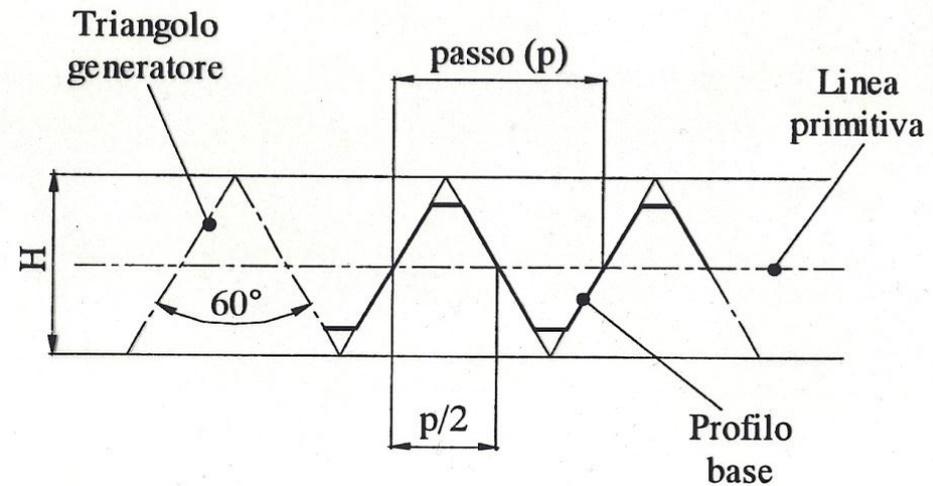
Le filettature

Profilo base: è il profilo teorico comune a vite e madrevite definito da elementi geometrici teorici.

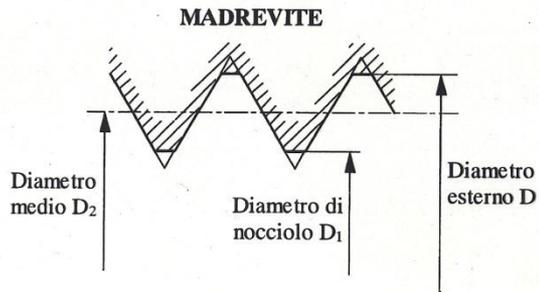
Triangolo generatore: è il triangolo da cui si ottiene il profilo base.

Linea primitiva: è la linea ideale generatrice del cilindro primitivo che si colloca sulla mezzieria dell'altezza H del triangolo generatore.

Passo: distanza fra punti omologhi misurata sulla linea primitiva.



Le filettature



Diametro esterno: per una vite è il diametro d del cilindro tangente alle creste del filetto; per la madrevite è il diametro D del cilindro tangente ai fondi del filetto.

Diametro di nocciolo: per una vite è il diametro d_1 del cilindro tangente ai fondi del filetto; per una madrevite è il diametro D_1 del cilindro tangente alle creste del filetto.



Diametro medio: diametro del cilindro primitivo indicato con d_2 per le viti e D_2 per le madreviti.

Lunghezza di presa: lunghezza assiale sulla quale due filettature sono accoppiate.

Tipi di filettature

Il *tipo di filettatura* dipende dalla **geometria** che caratterizza il **profilo del filetto**, ovvero il **triangolo generatore**.

Tipo di filettature più diffusi:

1. metrica ISO (unificata)
2. Whitworth (unificata)
3. Gas (tubazioni)(unificata)
4. Trapezia (unificata)
5. Dente di sega
6. Sellers
7. Edison
8.

Filettatura metrica ISO

Le filettature metriche ISO sono caratterizzate da un **triangolo generatore equilatero** e possono essere a **passo grosso** o a **passo fine**.

A parità di diametro nominale (espresso in mm) possono essere infatti indicati diversi valori unificati del passo. Il valore maggiore fra quelli indicati è definito passo grosso; tutti gli altri sono definiti passo fine.

Esempio: vite di diametro nominale 24mm – passi unificati: 3 – 2 – 1.5 - 1

M24 oppure M24x1.5

Passo grosso:

- a. avvvitamento/svitamento più rapido;
- b. minori probabilità di danneggiamento dei filetti;
- c. minore pericolo di rottura del filetto.

Passo fine:

- a. a parità di diametro nominale aumenta il diametro di nocciolo;
- b. a parità di lunghezza assiale aumenta il numero di filetti;
- c. minore tendenza allo svitamento;
- d. regolazioni più fini.

Filettatura metrica ISO

Filettature a passo grosso

Esempio di designazione di una filettatura metrica ISO a profilo triangolare a passo grosso, avente $d = 8$ mm e $P = 1,25$ mm:

M 8

(vedere anche punto 2)

Diametro nominale di filettatura (vedere punto 1) e diametro esterno $d = D$			Passo	Diametro medio	Diametro di nocciolo della vite	Diametro della vite all'inizio del raccordo	Diametro di nocciolo della madre vite	Profondità dei filetti della vite	Ricoprimento	Raggio arrotondamento fondo filetto della vite	Sezione resistente (vedere punto 4)	Sezione di nocciolo
Colonna 1	Colonna 2	Colonna 3	P	$d_2 = D_2$	d_3	d_1	D_1	h_3	H_1	r	mm ²	mm ²
1,6*			0,35*	1,373	1,171	1,221	1,221	0,215	0,189	0,051	1,27	1,08
	1,8*		0,35*	1,573	1,371	1,421	1,421	0,215	0,189	0,051	1,70	1,48
2			0,4	1,740	1,509	1,567	1,567	0,245	0,217	0,068	2,07	1,79
	2,2*		0,45*	1,908	1,648	1,713	1,713	0,276	0,244	0,065	2,48	2,13
2,5*			0,45*	2,208	1,948	2,013	2,013	0,276	0,244	0,065	3,39	2,98
3			0,5	2,675	2,387	2,459	2,459	0,307	0,271	0,072	5,03	4,47
	3,5		0,6	3,110	2,764	2,850	2,850	0,368	0,325	0,087	6,78	6,00
4			0,7	3,545	3,141	3,242	3,242	0,429	0,379	0,101	8,78	7,75
	4,5		0,75	4,013	3,580	3,688	3,688	0,460	0,406	0,108	11,3	10,1
5			0,8	4,480	4,019	4,134	4,134	0,491	0,433	0,115	14,2	12,7
6			1	5,350	4,773	4,917	4,917	0,613	0,541	0,144	20,1	17,9
		7	1	6,350	5,773	5,917	5,917	0,613	0,541	0,144	28,9	26,2
8			1,25	7,188	6,486	6,647	6,647	0,767	0,677	0,180	36,6	32,8
		9	1,25	8,188	7,486	7,647	7,647	0,767	0,677	0,180	48,1	43,8

Filettatura metrica ISO

Filettature a passo fine

Esempio di designazione di una filettatura metrica ISO a profilo triangolare, a passo fine, avente $d = 8 \text{ mm}$ e passo $P = 1 \text{ mm}$:

M 8 × 1

(vedere anche punto 2)

Diametro nominale di filettatura (vedere punto 1) e diametro esterno $d = D$			Passo P	Diametro medio $d_2 = D_2$	Diametro di nocciolo della vite d_3	Diametro della vite all'inizio del raccordo d_1	Diametro di nocciolo della madre vite D_1	Profondità dei filetti della vite h_3	Ricoprimento H_1	Raggio arrotondamento fondo filetto della vite r	Sezione resistente (vedere punto 4) mm^2	Sezione di nocciolo mm^2
Colonna 1	Colonna 2	Colonna 3										
2,5*			0,35*	2,273	2,071	2,121	2,121	0,215	0,189	0,051	3,70	3,37
3			0,35	2,773	2,571	2,821	2,821	0,215	0,189	0,051	5,61	5,19
	3,5*		0,35	3,273	3,071	3,121	3,121	0,215	0,189	0,051	7,90	7,41
4			0,5	3,675	3,387	3,459	3,459	0,307	0,271	0,072	9,79	9,01
	4,5		0,5	4,175	3,887	3,959	3,959	0,307	0,271	0,072	12,8	11,9
5			0,5	4,675	4,387	4,459	4,459	0,307	0,271	0,072	16,1	15,1
		5,5	0,5	5,175	4,887	4,959	4,959	0,307	0,271	0,072	19,9	18,8
6			0,75	5,513	5,080	5,188	5,188	0,460	0,406	0,108	22,0	20,3
		7	0,75	6,513	6,080	6,188	6,188	0,460	0,406	0,108	31,1	29,0
8			1	7,350	6,773	6,917	6,917	0,613	0,541	0,144	39,2	36,0
			0,75	7,513	7,080	7,188	7,188	0,460	0,406	0,108	41,8	39,4
		9	1	8,350	7,773	7,917	7,917	0,613	0,541	0,144	51,0	47,5
			0,75	8,513	8,080	8,188	8,188	0,460	0,406	0,108	54,1	51,3
			1,25	9,188	8,466	8,647	8,647	0,767	0,677	0,180	61,2	56,3
10			1	9,350	8,773	8,917	8,917	0,613	0,541	0,144	64,5	60,5
			0,75	9,513	9,080	9,188	9,188	0,460	0,406	0,108	67,9	64,8

Designazione di una vite

Riferimenti normativi

- a) hexagon head bolts (ISO 4014, ISO 4015, ISO 4016 and ISO 8765);
- b) hexagon head screws (ISO 4017, ISO 4018 and ISO 8676);
- c) hexagon nuts (ISO 4032, ISO 4033, ISO 4034, ISO 4035, ISO 4036, ISO 7040, ISO 7041, ISO 7042, ISO 7719, ISO 7720, ISO 8673, ISO 8674, ISO 8675, ISO 10511, ISO 10512 and ISO 10513);
- d) hexagon bolts with flange (ISO 4162, ISO 15071 and ISO 15072);
- e) hexagon nuts with flange (ISO 4161, ISO 7043, ISO 7044, ISO 10663, ISO 12125, ISO 12126 and ISO 21670).

M 10 x 0.5 x 60 – 8.8

vite M10 passo fine – lungh. 60mm – classe 8.8

M 12 x 120 – 10.9

vite M12 passo grosso – lungh. 120 mm – classe 10.9

Altri tipi di filettatura

Vi sono altri tipi di filettature per le quali si riportano alcuni esempi di designazione:

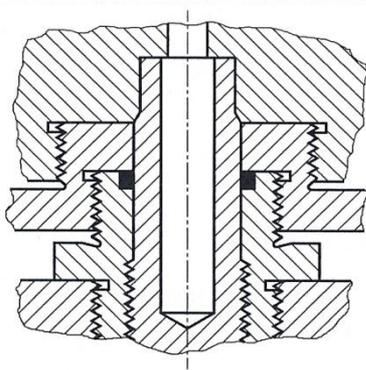
Whitworth	1 ½ W
Gas	G 1 ¼ cilindrica (non a tenuta) Rc 1 ¼ conica (a tenuta)
Trapezia	Tr 40x7
Dente di sega	Φ80 SgN

Rappresentazione convenzionale

EN ISO 6410-1

Filettature e parti filettate

Convenzioni generali

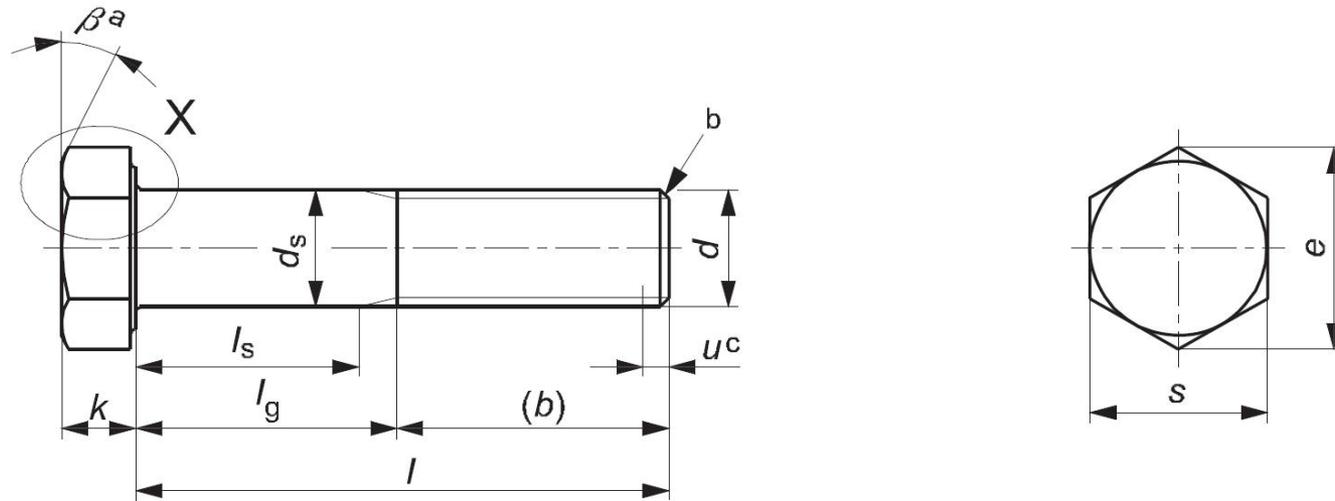


In determinati tipi di documentazione tecnica dei prodotti (pubblicazioni, manuali di istruzione,...) può essere necessaria la rappresentazione dettagliata di una filettatura.

Nei disegni tecnici la rappresentazione dettagliata delle filettature dovrebbe essere impiegata solo quando ciò è assolutamente necessario.

Per convenzione la rappresentazione delle filettature e delle parti filettate viene semplificata attraverso una rappresentazione unica per qualsiasi geometria del profilo.

Vista e sezioni di filettature



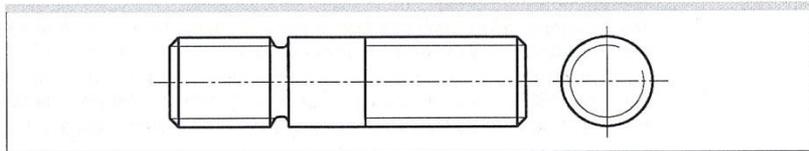
La cresta del filetto deve essere rappresentata con linea continua grossa (tipo 01.2)

Il fondo del filetto deve essere rappresentato con linea continua fine (tipo 01.1)

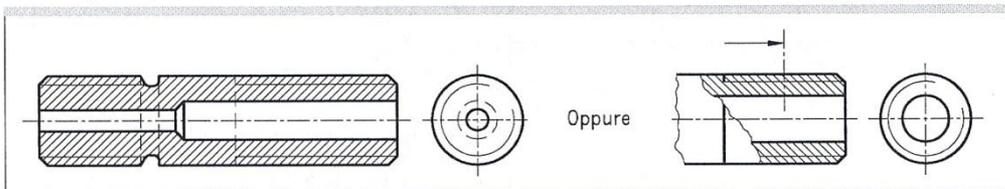
La distanza tra le linee rappresentanti la cresta ed il fondo del filetto dovrebbe approssimarsi alla profondità del filetto e non essere minore del massimo fra :

- due volte lo spessore della linea più grossa;
- 0.7 mm.

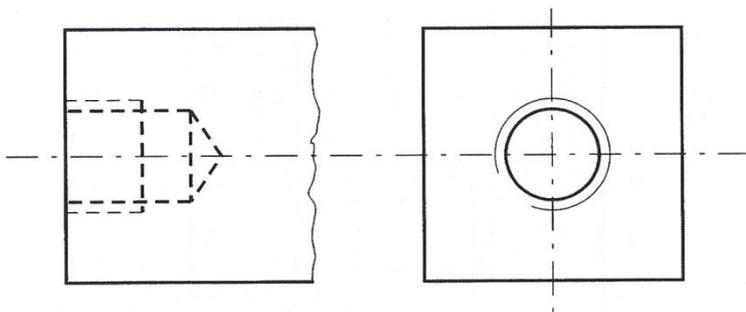
Vista frontale di filettature



Il fondo dei filetti deve essere rappresentato da un arco di circonferenza (tipo 01.1) per circa $\frac{3}{4}$ della circonferenza e interrotto nel quadrante superiore destro.

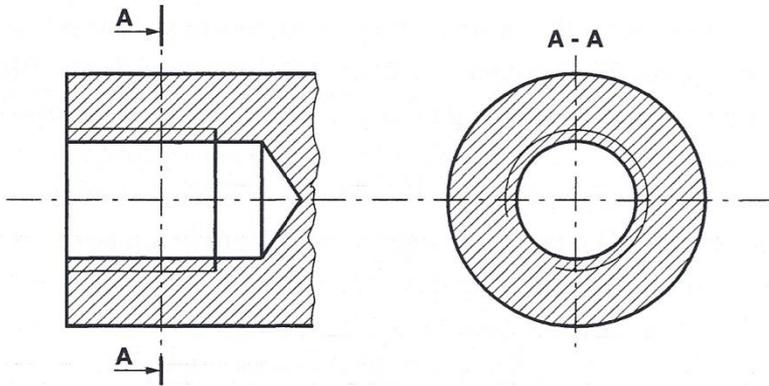


La linea continua grossa (tipo 01.2) rappresentante lo smusso viene di solito omessa.



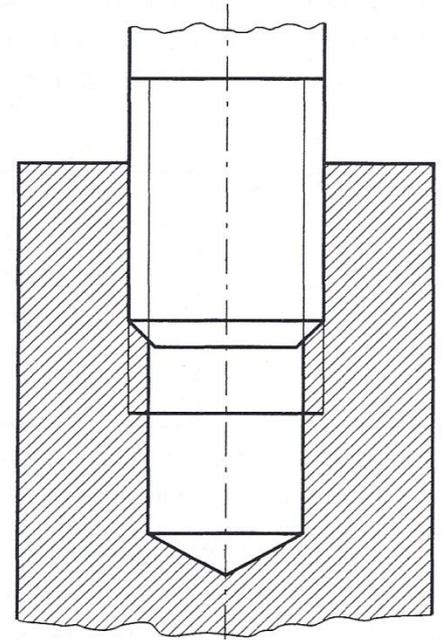
Nelle filettature non in vista le creste vanno indicate con linea grossa a tratti (tipo 02.2) ed i fondi con linea sottile a tratti (tipo 02.1).

Viste di filettature in sezione

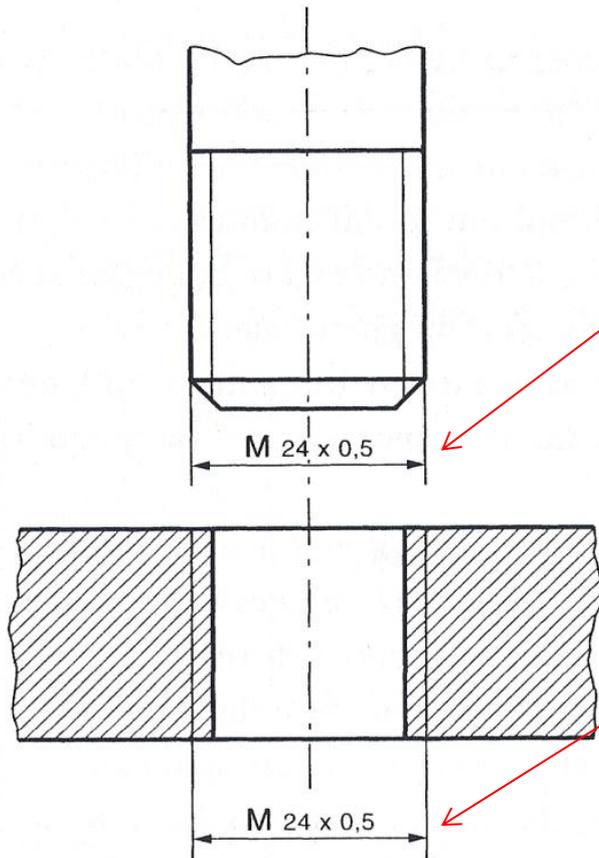


La campitura si estende *fino alla cresta del filetto.*

Negli accoppiamenti vite-madrevite, *le viti nascondono sempre il disegno delle madreviti* (nel disegno vedi inserimento parziale di un gambo filettato in un foro cieco)



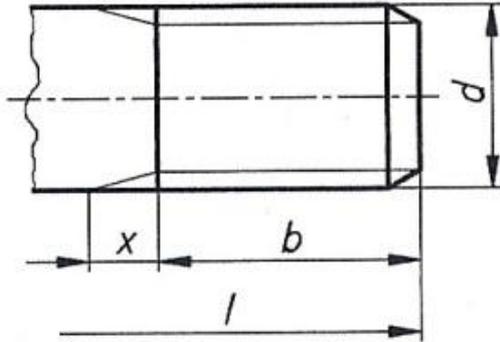
Quotatura normalizzata



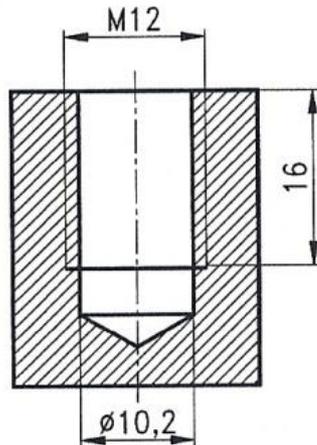
Il diametro nominale si riferisce alla cresta delle filettature esterne (viti).

Il diametro nominale si riferisce al fondo delle filettature interne (madreviti).

Quotatura normalizzata

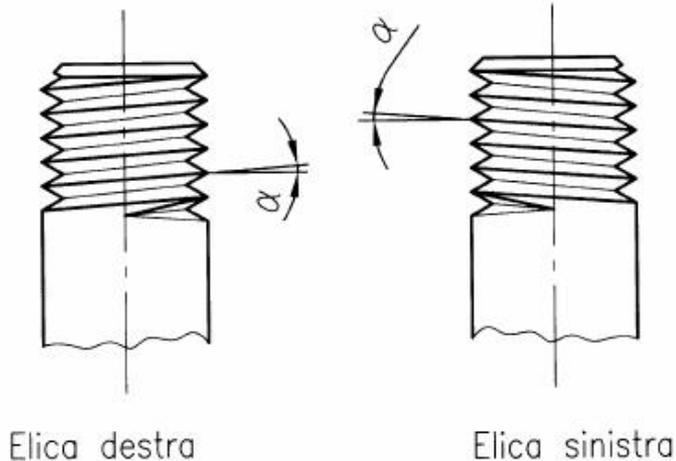


La quota di lunghezza della filettatura (dimensione b) si riferisce alla lunghezza corrispondente alla completa profondità del filetto. Nel caso che la zona di filettatura non completa (dimensione x) sia funzionalmente importante questa va indicata (viti prigioniere).



Nel caso di foro cieco può essere omessa l'indicazione della profondità del foro. Questa dipende dal tipo di utensile considerato ed in mancanza di indicazioni esplicite si ritiene essere 1.25 volte la lunghezza del tratto filettato.

Verso della filettatura



La **filettatura** si dice **destra** se l'avanzamento assiale avviene con una **rotazione destrorsa** (la vite avanza ruotandola in senso orario).

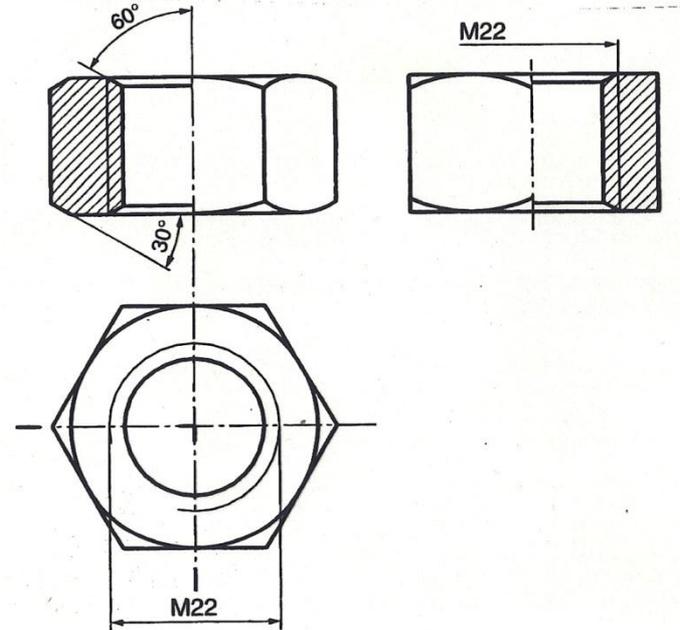
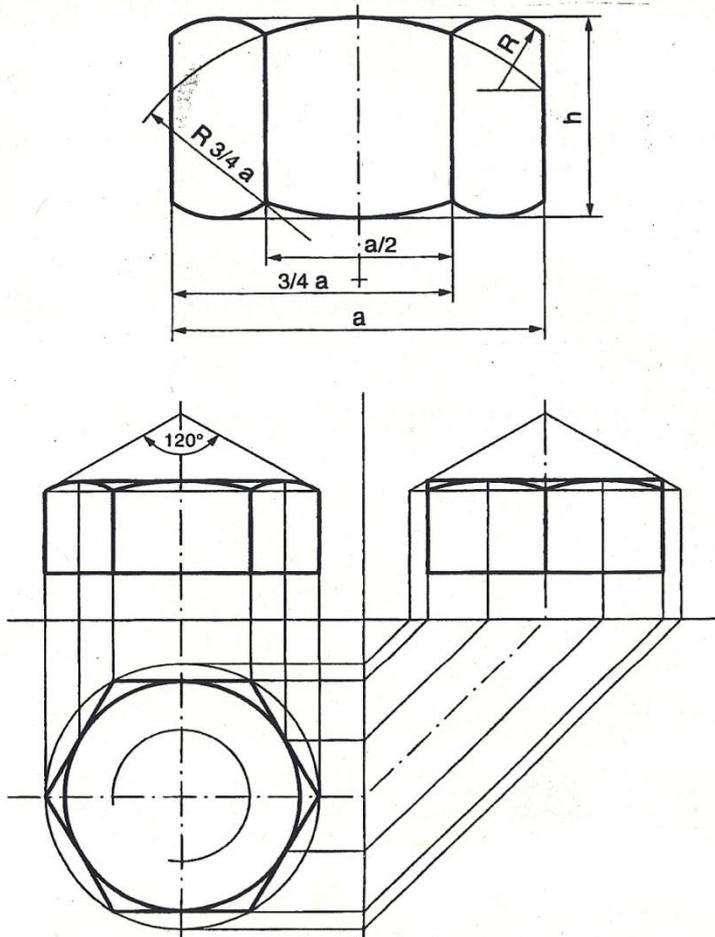
Diversamente la vite si dice **sinistra**.

Le filettature destre (RH) in genere non devono essere specificate. Le filettature sinistre devono essere evidenziate aggiungendo alla designazione della filettatura la sigla LH.

M20x2
M20x2 – RH

M20x2 – LH

Dadi e teste esagonali



Vite, rondelle, dado



Bullone



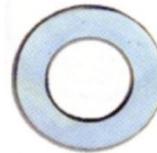
Vite completamente
filettata



Vite parzialmente
filettata

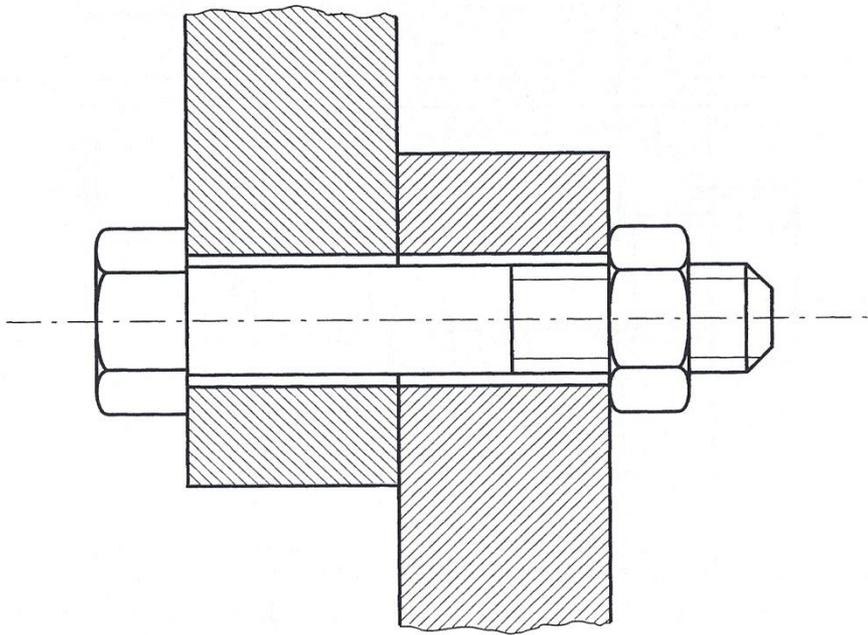


Dado



Rondelle

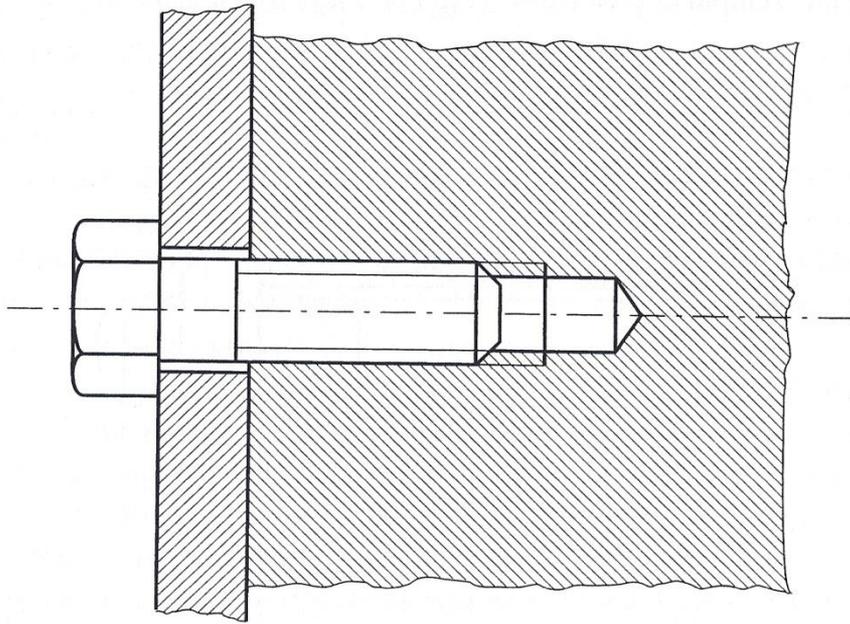
Bullone passante



Caratteristiche:

- accessibilità da entrambi i lati;
- smontaggi frequenti;
- economicità;
- ingombro;
- giochi.

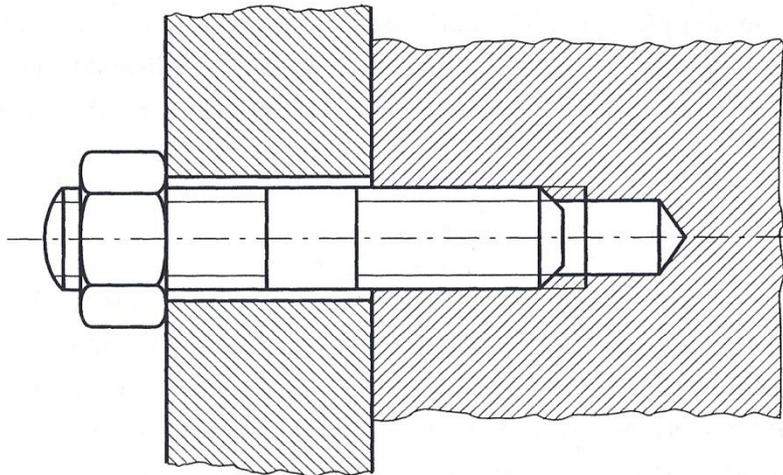
Vite mordente



Caratteristiche:

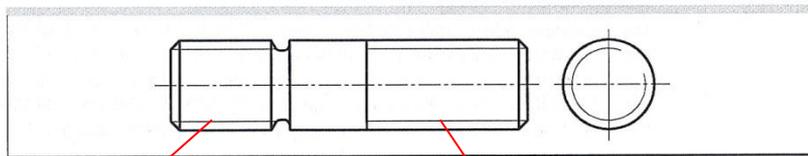
- accessibilità da un solo lato;
- foro cieco filettato;
- danneggiamento madrevite;
- costo foro filettato;
- ingombro su un solo lato;
- giochi.

Vite prigioniera



Caratteristiche:

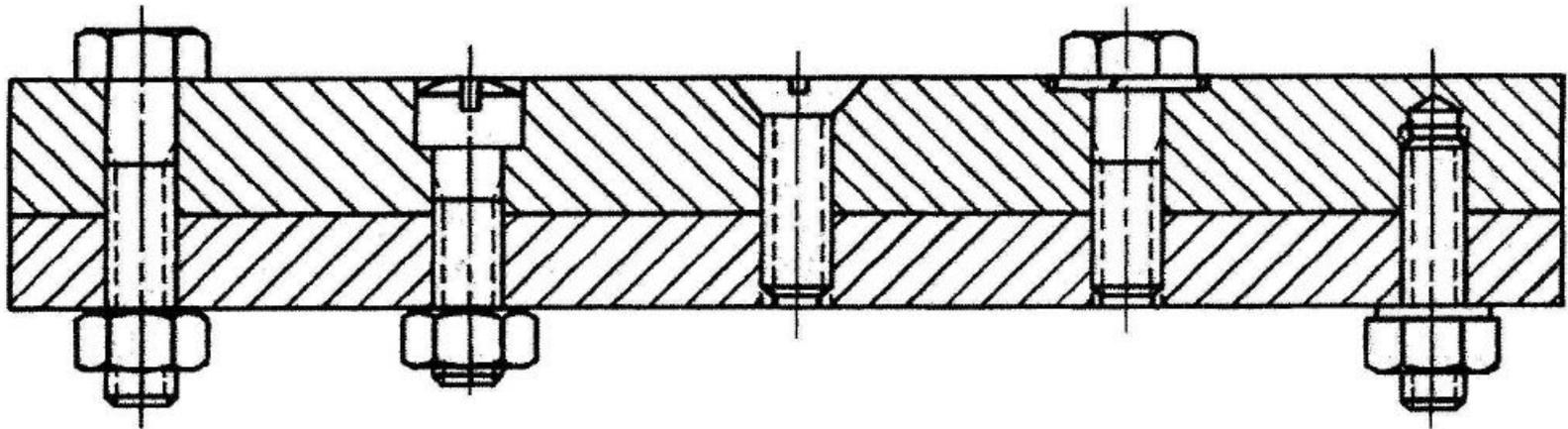
- accessibilità da un solo lato;
- foro cieco filettato;
- no danneggiamento madrevite;
- costo foro filettato;
- ingombro su un solo lato;
- giochi.



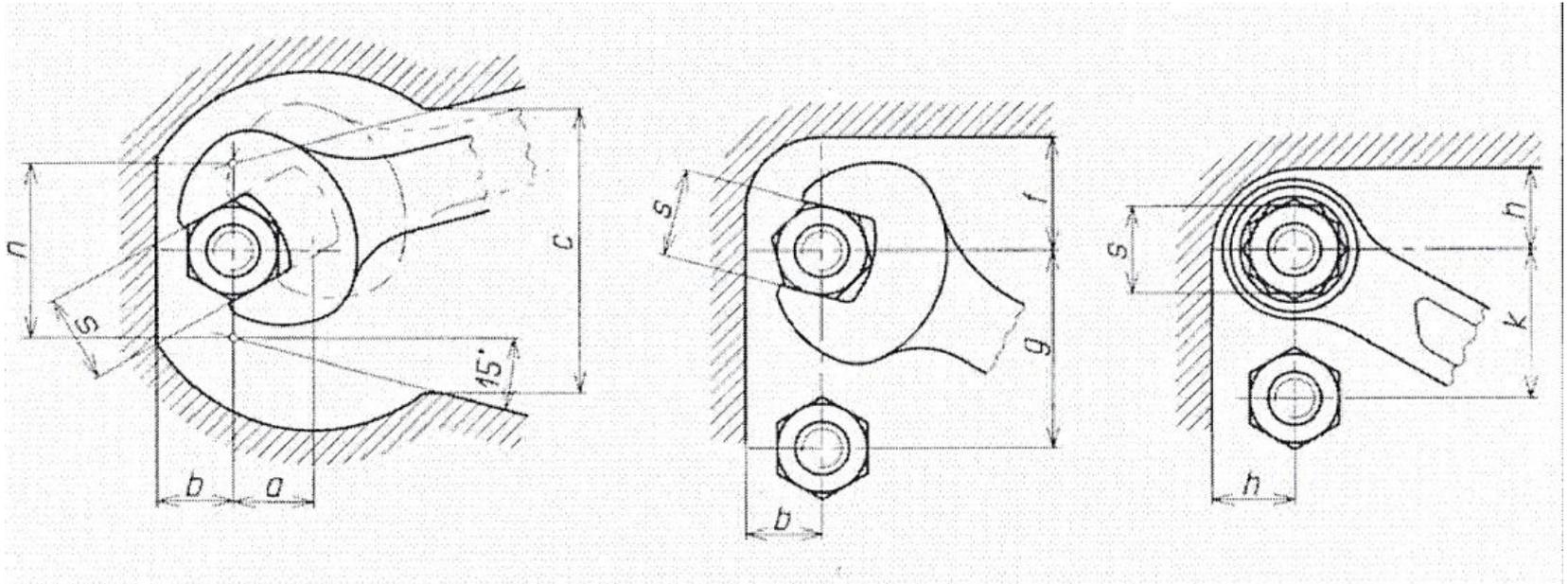
gambo

radice

Configurazioni diverse

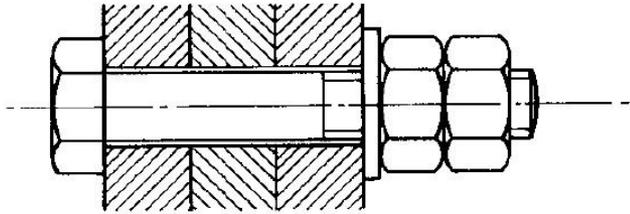


Spazi di manovra



UNI 6761:1992

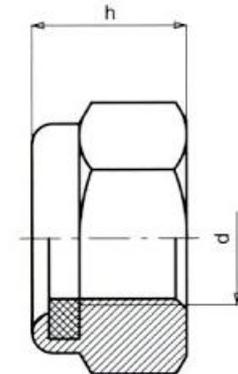
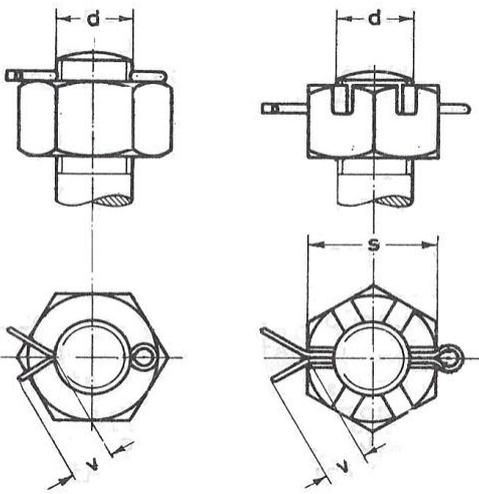
Svitamento



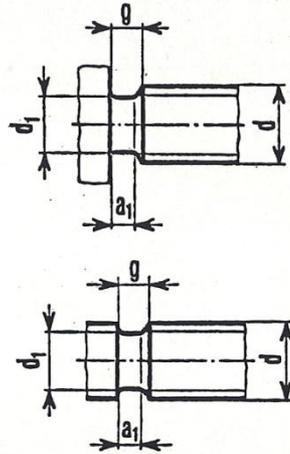
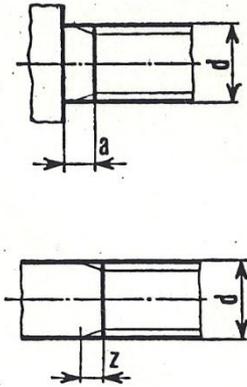
In presenza di carichi variabili e/o vibrazioni le viti tendono a ruotare e quindi si allenta il collegamento.

Vi sono varie soluzioni al problema:

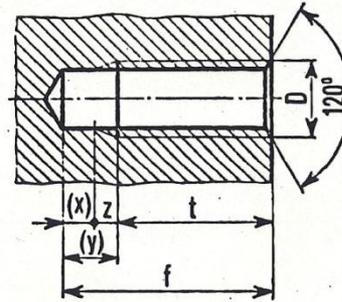
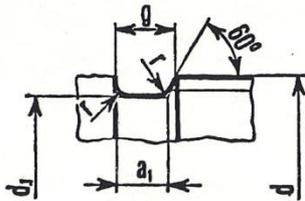
- controdado;
- spine;
- rosette elastiche;
- dadi autobloccanti.



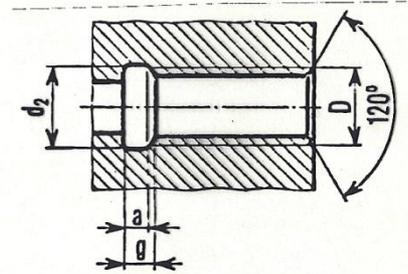
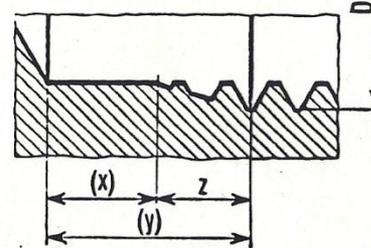
Gole di scarico



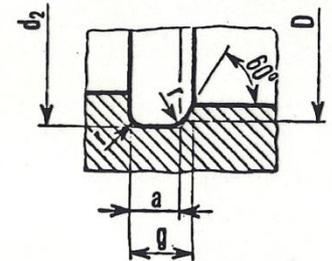
Particolare gola di scarico



Particolare tratto a filetto incompleto



Particolare gola di scarico



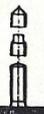
Viti unificate (I)

Rappresen- tazione	Denominazione	Filettatura a passo	Cate- goria	Ø filet- tatura	Riferimento a unif. UNI
	Viti a testa esagonale larga ad alta resistenza per carpenteria	grosso	A C	12 ÷ 27	5712-65
	Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato	grosso	C	5 ÷ 52	5725-65
	Viti e bulloni a testa esagonale con dado esagonale	grosso fine	C	5 ÷ 64 36 ÷ 64	5727-68
	Viti a testa esagonale con gambo parzialmente filettato	grosso fine	A	3 ÷ 68 8 ÷ 80	5737-65 5738-65
	Viti a testa esagonale con gambo interamente filettato	grosso fine	A	3 ÷ 52 8 ÷ 52	5739-65 5740-65
	Viti a testa quadra con gambo interamente filettato	grosso	C	5 ÷ 36	5726-65
	Viti e bulloni a testa quadra con dado esagonale	grosso	C	5 ÷ 36	5728-65
	Viti e bulloni a testa quadra larga con dado quadro	grosso	C	6 ÷ 30	5729-65
	Viti e bulloni a testa tonda stretta e nasello con dado esagonale	grosso	C	5 ÷ 24	5730-65
	Viti e bulloni a testa tonda larga e quadro sottotesta con dado quadro.	grosso	C	5 ÷ 14	5731-65
	Bulloni a testa tonda larga e quadro sottotesta con dado esagonale	grosso	C	5 ÷ 14	5732-65
	Viti e bulloni a testa svasata stretta piana e nasello con dado esagonale	grosso	C	5 ÷ 27	5733-65
	Viti e bulloni a testa svasata stretta con calotta e nasello con dado esagonale	grosso	C	5 ÷ 27	5734-65
	Viti e bulloni a testa svasata larga e quadro sottotesta con dado quadro	grosso	C	5 ÷ 20	5735-65
	Bulloni a gambo da saldare con dado esagonale	grosso	C	8 ÷ 24	5736-65

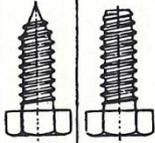
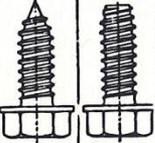
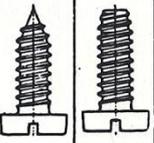
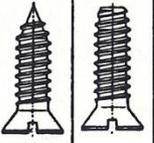
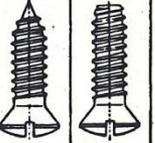
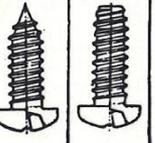
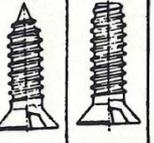
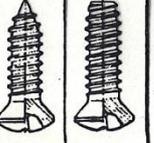
Viti unificate (II)

Rappresen- tazione	Denominazione	Filettatura a passo	Cate- goria	Ø filettatura	Riferimento a unif. UNI
	Viti prigioniere a radice corta	grosso fine	A	3 ÷ 52 8 ÷ 64	5909-66 5910-66
	Viti prigioniere a radice media	grosso fine fine su gambo, grosso su radice	A	3 ÷ 52 10 ÷ 64	5911-66 5912-66
	Viti prigioniere a radice lunga	grosso fine fine su gambo, grosso su radice	A	3 ÷ 52 10 ÷ 64	5914-66 5915-66
	Viti prigioniere a radice estralunga	grosso fine fine su gambo, grosso su radice	A	3 ÷ 52 10 ÷ 64	5916-66 5917-66 5918-66
	Viti senza testa con esagono incassato ed estremità piana smussata	grosso fine	A	3 ÷ 24 8 ÷ 24	5923-67 5924-67
	Viti senza testa con esagono incassato ed estremità cilindrica	grosso fine	A	3 ÷ 24 8 ÷ 24	5925-67 5926-67
	Viti senza testa con esagono incassato ed estremità conica	grosso fine	A	3 ÷ 24 8 ÷ 24	5927-67 5928-67
	Viti senza testa con esagono incassato ed estremità a coppa	grosso fine	A	3 ÷ 24 8 ÷ 24	5929-67 5930-67
	Viti a testa cilindrica con esagono incassato	grosso fine	A	3 ÷ 52 8 ÷ 52	5931-67 5932-67
	Viti a testa svasata piana con esagono incassato	grosso fine	A	3 ÷ 20 8 ÷ 20	5933-67 5934-67
	Viti a testa svasata a calotta con esagono incassato	grosso fine	A	3 ÷ 20 8 ÷ 20	5935-67 5936-67
	Viti a testa quadra ridotta	grosso fine	A	5 ÷ 20 8 ÷ 20	6050-67
	Viti a testa quadra ridotta con bordino	grosso fine	A	5 ÷ 24 8 ÷ 24	6051-67
	Viti a testa quadra ridottissima con estremità piana smussata e conica	grosso fine	A	6 ÷ 24 8 ÷ 24	6052-67
	Viti a testa quadra ridottissima con estremità a colletto piana e cilindrica	grosso fine	A	4 ÷ 24 8 ÷ 24	6053-67

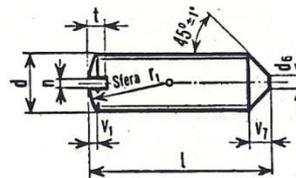
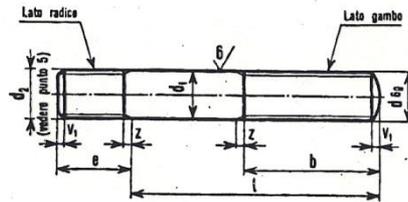
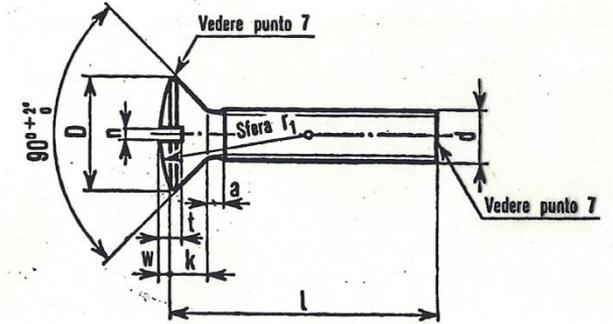
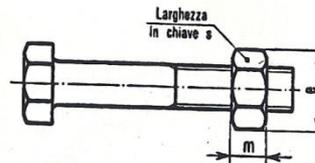
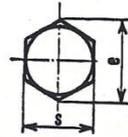
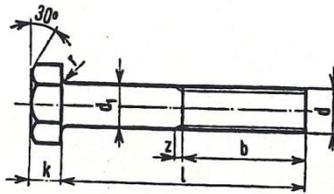
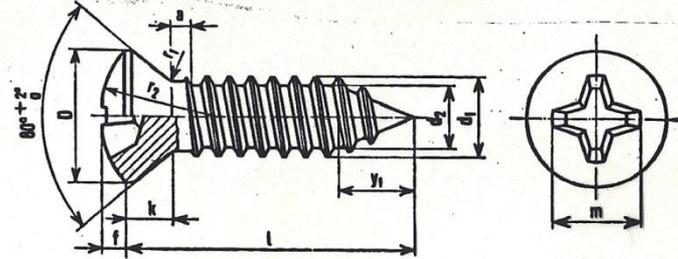
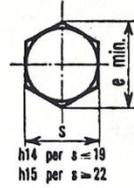
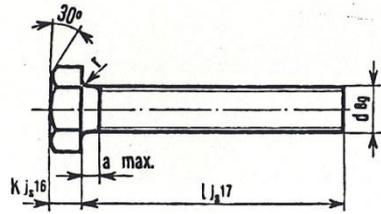
Viti unificate (III)

Rappresen- tazione	Denominazione	Fillettatura a passo	Cate- goria	Ø fillet- tatura	Riferimento a unif. UNI
	Viti a testa cilindrica con in- taglio	grosso	A	1,6 ÷ 12	6107-67
	Viti a testa cilindrica con ca- lotta ed intaglio	grosso	A	1,6 ÷ 12	6108-67
	Viti a testa svasata piana con intaglio	grosso	A	1,6 ÷ 12	6109-67
	Viti a testa svasata con ca- lotta ed intaglio	grosso	A	1,6 ÷ 12	6110-67
	Viti a testa cilindrica forata con calotta ed intaglio	grosso	A	1,6 ÷ 10	6111-67
	Viti senza testa con intaglio ad estremità piana smussata	grosso fine	A	1,6 ÷ 20 8 ÷ 20	6113-67 6114-67
	Viti senza testa con intaglio ad estremità cilindrica	grosso fine	A	2 ÷ 20 8 ÷ 20	6115-67 6116-67
	Viti senza testa con intaglio ed estremità conica	grosso fine	A	1,6 ÷ 20 8 ÷ 20	6117-67 6118-67
	Viti senza testa con intaglio ad estremità a coppa	grosso fine	A	3 ÷ 10 8 e 10	6119-67
	Viti ad alette	grosso	C	3 ÷ 16	5449-64
	Viti a testa zigrinata	grosso fine	A	1,6 ÷ 12 8 ÷ 12	6048-67
	Viti a testa zigrinata con col- letto	grosso fine	A	1,6 ÷ 10 8 e 10	6049-67
	Bulloni a testa svasata e qua- dro sottotesta con dado qua- dro, per macchine agricole	grosso	C	10 ÷ 22	6104-67
	Bulloni a testa svasata e na- sello con dado esagonale, per macchine agricole	grosso	C	10 ÷ 22	6105-67
	Forcelle d'attacco per tiranti a cerniera	grosso fine	A	5 ÷ 24 8 ÷ 24	6056-67
	Tirante ad occhio con estre- mità da ribadire	grosso fine	A	5 ÷ 24 8 ÷ 24	6057-67
	Tirante ad occhio con estre- mità smussata	grosso fine	A	4 ÷ 30 8 ÷ 30	6058-67

Viti unificate (IV)

Rappresentazione	Denominazione		Riferimento a unificazione UNI
	Tipo AB (a punta)	Tipo B (piana)	
	Viti autofilettanti a testa esagonale		UNI 6949-71
	Viti autofilettanti a testa esagonale con bordino sottotesta		UNI 6950-71
	Viti autofilettanti a testa cilindrica con intaglio		UNI 6951-71
	Viti autofilettanti a testa svasata con intaglio		UNI 6952-71
	Viti autofilettanti a testa svasata con calotta ed intaglio		UNI 6953-71
	Viti autofilettanti a testa con calotta ed impronta a croce		UNI 6954-71
	Viti autofilettanti a testa svasata con impronta a croce		UNI 6955-71
	Viti autofilettanti a testa svasata con calotta ed impronta a croce		UNI 6956-71

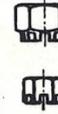
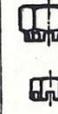
Viti unificate (V)



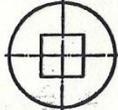
Dadi unificati (I)

Rappresen- tazione	Denominazione	Filettatura a passo	Cate- goria	Ø filettatura	Riferimento a unif. UNI
	Dadi quadrati sottili	grosso	A	1,6 ÷ 10	5596-65
	Dadi quadrati normali	grosso	C	5 ÷ 52	5597-65
	Dadi cilindrici con intaglio	grosso	A	1,6 ÷ 20	
	Dadi cilindrici a due fori	grosso	A	2 ÷ 10	5519-65
	Dadi cilindrici a fori a croce	grosso	A	2 ÷ 10	
	Dadi cilindrici con collarino da ribadire	grosso fine	A	4 ÷ 10 8 e 10	5720-65
	Dadi cilindrici ad impronta	grosso	C	5 ÷ 12	5723-65
	Dadi a corna	grosso fine	C	12 ÷ 33 36 e 39	2402-65
	Dadi zigrinati	grosso fine	A	1,6 ÷ 10 8 e 10	6003-67
	Dadi zigrinati ridotti, con avanforo	grosso fine	A	2,2 ÷ 10 8 e 10	6004-67
	Dadi zigrinati con colletto	grosso fine	A	1,6 ÷ 10 8 e 10	6005-67
	Dadi zigrinati alti con e senza foro per spina	grosso fine	A	4 ÷ 12 8 ÷ 12	6006-67
	Dadi ad alette, stampati a freddo	grosso	C	3 ÷ 16	5448-64
	Dadi ad alette, formati a caldo	grosso	C	10 ÷ 24	
	Dadi a maniglia	grosso	C	10 ÷ 30	2403-65
	Golfari ad occhio allungato, con foro filettato	grosso fine	—	8 ÷ 30 36 ÷ 100	2948-65

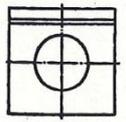
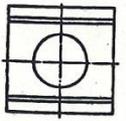
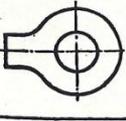
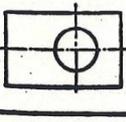
Dadi unificati (II)

Rappresen- tazione	Denominazione	Filettatura a passo	Cate- goria	Ø filet- tatura	Riferimento a unif. UNI
	Dadi esagonali alti (per im- pieghi speciali)	grosso	A	3 ÷ 68	5587-68
		fine		8 ÷ 80	
	Dadi esagonali normali	grosso	A	3 ÷ 68	5588-65
		fine		8 ÷ 80	
	Dadi esagonali bassi	grosso	A	6 ÷ 52	5589-65
		fine		8 ÷ 125	
	Dadi esagonali sottili	grosso	A	1,6 ÷ 10	5590-65
		fine			
	Dadi esagonali alti (per im- pieghi speciali)	grosso	C	5 ÷ 68	5591-65
		fine			
	Dadi esagonali normali	grosso	C	5 ÷ 68	5592-68
		fine		36 ÷ 68	
	Dadi esagonali normali ad in- tagli	grosso	A	4 ÷ 52	5593-65
		fine		8 ÷ 52	
	Dadi esagonali bassi ad in- tagli	grosso	A	6 ÷ 52	5594-65
		fine		8 ÷ 100	
	Dadi esagonali normali ad in- tagli	grosso	C	5 ÷ 52	5595-65
		fine			
	Dadi esagonali larghi ad alta resistenza per carpenteria	grosso	A	12 ÷ 27	5713-65
		fine		C	
	Dadi esagonali ciechi con ca- lotta sferica	grosso	A	3 ÷ 24	5721-69
		fine		8 ÷ 24	
	Dadi esagonali ciechi con ca- lotta riportata	grosso	A	3 ÷ 20	5722-65
		fine		8 ÷ 20	
	Dadi esagonali ciechi a calot- ta piatta	grosso	A	6 ÷ 33	2733-65
		fine		96 ÷ 52	

Rosette unificate (I)

Representazione	Denominazione	Categoria	Per bulloneria con diametro di filettatura mm	Riferimento a unificazione UNI
	<p>Rosette (per appoggio su materiali duri)</p> <p>per bulloneria esagonale</p> <p>per viti a testa cilindrica con intaglio</p>	A	da 1,6 fino a 125	UNI 6592-69
			da 1,6 fino a 12	
	<p>Rosette</p> <p>per appoggio su materiali duri</p> <p>per appoggio su materiali teneri</p>	C	da 5 fino a 68	UNI 6593-69
			da 5 fino a 52	
	<p>Rosette per bulloni ad alta resistenza per carpenteria</p>	A	da 12 fino a 27	UNI 5714-69
		<p>Rosette per viti a testa svassata</p> <p>Esecuzione N (normale, per appoggio su materiali duri)</p> <p>Esecuzione R (rovesciata, per appoggio su materiali soffici)</p>	-	da 2,2 fino a 6,3
		<p>Rosette con foro quadro (per appoggio su materiali teneri)</p>	C	da 5 fino a 14

Rosette unificate (II)

	Piastrine (per appoggio su materiali teneri)	C	da 5 fino a 52	UNI 6596-69	
	Piastrine per appoggio su ali di travi IPN	per bulloni ad alta resistenza per carpenteria	A	da 12 fino a 27	UNI 5715-69
		di uso corrente	C	da 8 fino a 39	UNI 6597-69
	Piastrine per appoggio su ali di profilati UPN	per bulloni ad alta resistenza per carpenteria	A	da 12 fino a 27	UNI 5716-69
		di uso corrente	C	da 8 fino a 39	UNI 6598-69
	Rosette di sicurezza con nasello	A	da 3 fino a 50	UNI 6599-69	
	Rosette di sicurezza con linguetta	A	da 3 fino a 52	UNI 6600-69	
	Piastrine di sicurezza	A	da 3 fino a 52	UNI 6601-69	

Imbiettamenti

Ing. Alessandro Carandina

Definizione

Gli ***imbiettamenti*** sono collegamenti di tipo smontabile che hanno per scopo quello di impedire la rotazione relativa di due elementi accoppiati (in genere ***albero*** e ***mozzo***).

Gli elementi più comuni sono i seguenti:

- ***chiavette;***
- ***linguette;***
- ***perni;***
- ***spine;***
- ***profili scanalati.***

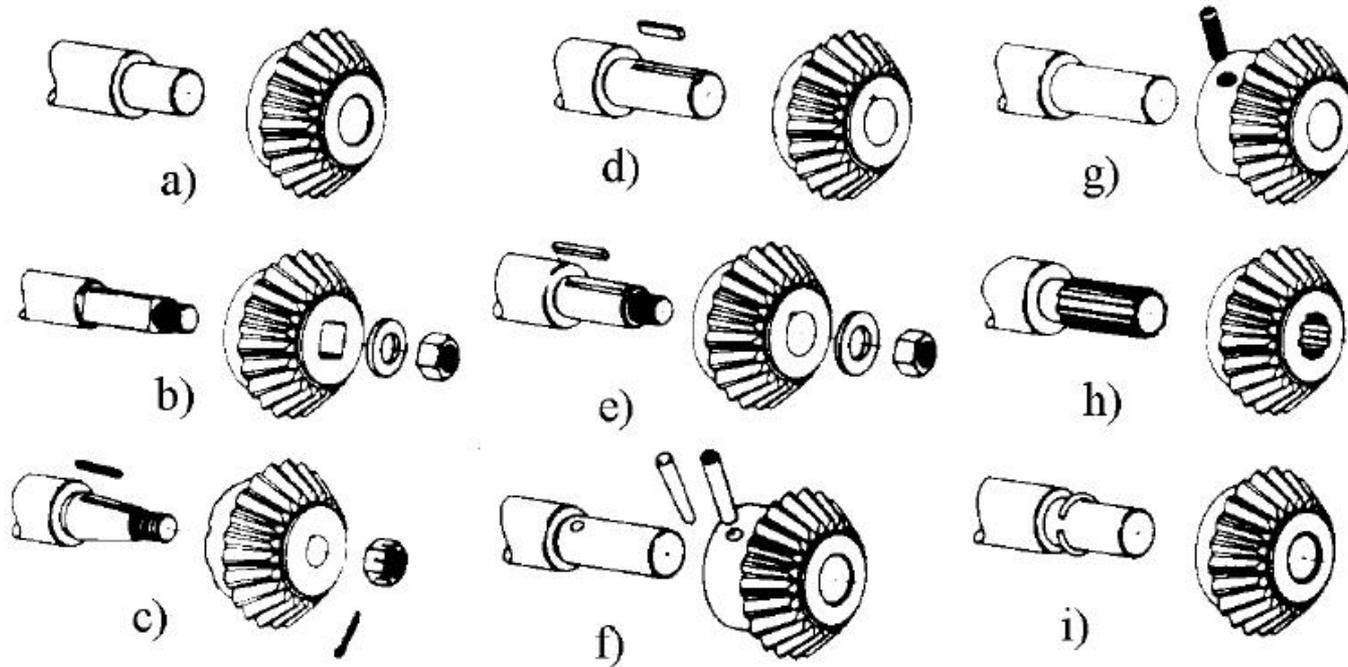
Caratteristiche

Possibili esigenze:

- evitare la rotazione reciproca (trasmissione del momento torcente)
- evitare la traslazione reciproca
- effettuare il centraggio reciproco (riferimento)
- impedire lo smontaggio spontaneo o gli spostamenti relativi

Elementi	Chiavette	Linguette	Perni/Spine	Anelli elastici	Profili scanalati
Esigenze					
impedimento rotazione					
impedimento traslazione					
centraggio o riferimento					
sicurezza o arresto					

Diverse soluzioni



a) forzamento; b) con estremità prismatica e codolo filettato per dado d'arresto; c) su estremità conica con dado o ghiera di forzamento; d) con chiavetta; e) con linguetta e dado d'arresto; f) con spina trasversale; g) con grano di pressione; h) con accoppiamento scanalato; i) per brasatura o saldatura

Chiavette

Le **chiavette** permettono di collegare un albero con un mozzo in modo da consentire la trasmissione del momento torcente.

Le chiavette hanno forma di **prisma a sezione rettangolare** con la faccia superiore inclinata rispetto a quella inferiore di 1:100. Le chiavette agiscono quindi come un cuneo ed il forzamento radiale che nasce consente la trasmissione del momento torcente. Le facce laterali presentano gioco con le corrispondenti superfici delle cave.

Vengono inserite in apposite scanalature dette **cave** ricavate, in genere, sull'albero e sul mozzo.



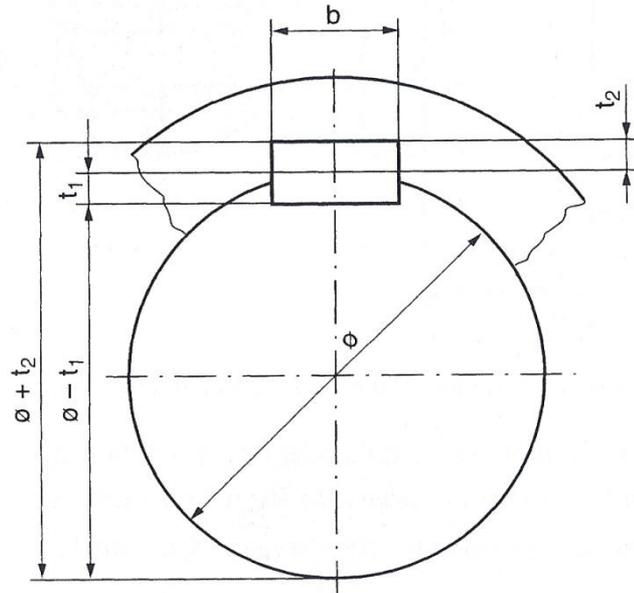
Chiavette: vantaggi/svantaggi

Il forzamento radiale produce **disassamento** fra albero e mozzo.

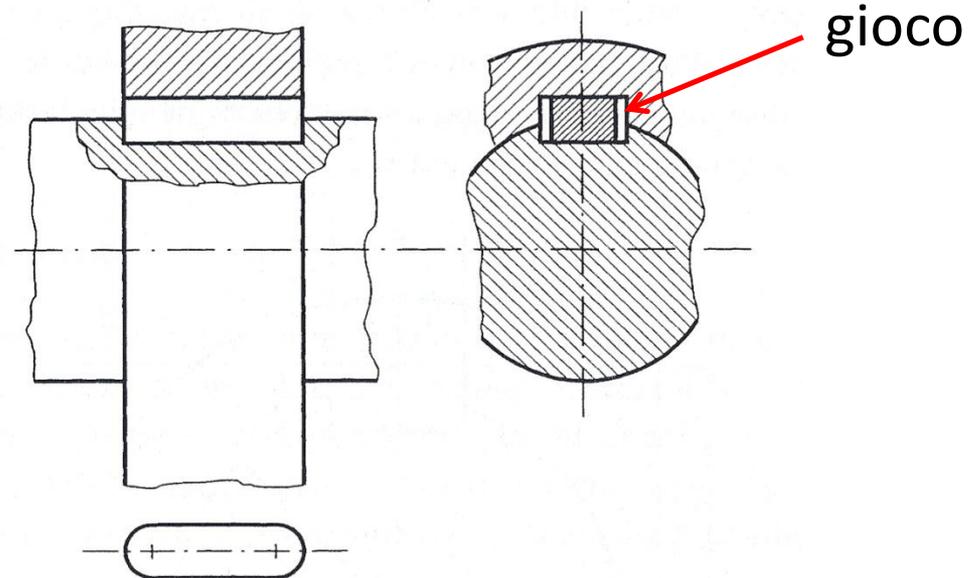
Le velocità di rotazione devono quindi essere basse per evitare vibrazioni e quindi danneggiamenti.

E' una soluzione economica adeguata alla trasmissione di coppie non elevate in presenza di basse velocità di rotazione.

Chiavette

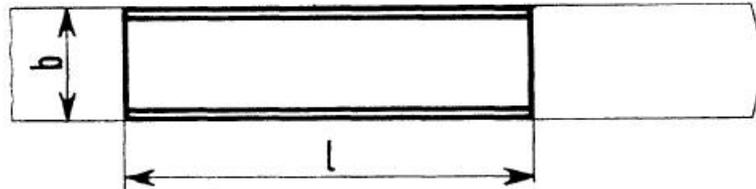
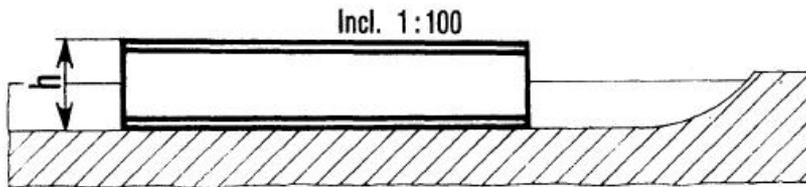


Le cave si ottengono, in genere, per fresatura sull'albero e per brocciatura sul mozzo.

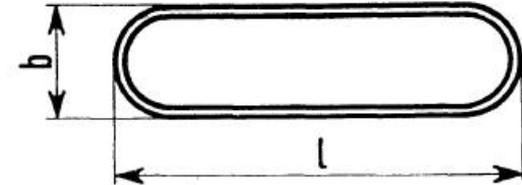
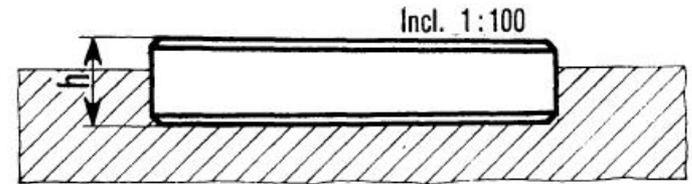


Chiavette (UNI 6607)

Forma A
(diritta)



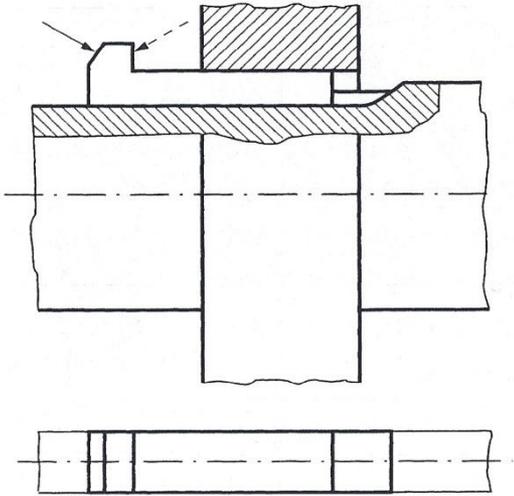
Forma B
(arrotondata)



Esempio di designazione di una chiavetta, forma **A** (diritta), avente sezione $b \times h = 22 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$ e lunghezza $l = 140 \text{ mm}$:

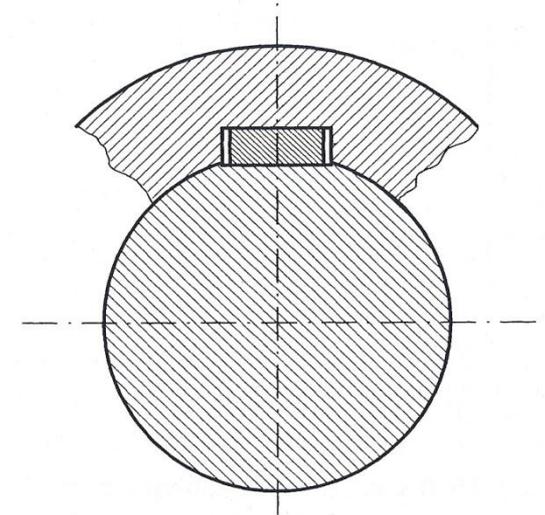
Chiavetta A 22 x 14 x 140 UNI 6607-69

Chiavette con nasello e ribassate

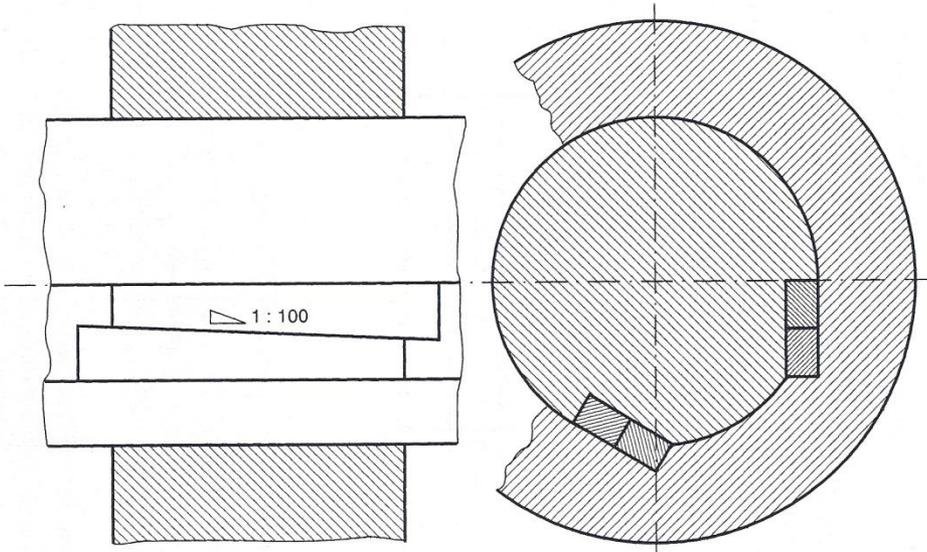


Chiavetta con nasello: la freccia a tratto continuo indica l'azione di montaggio; la freccia a tratto discontinuo indica l'azione di smontaggio.

Chiavetta ribassata: sull'albero non viene realizzata una cava ma solo una spianatura.



Chiavette tangenziali



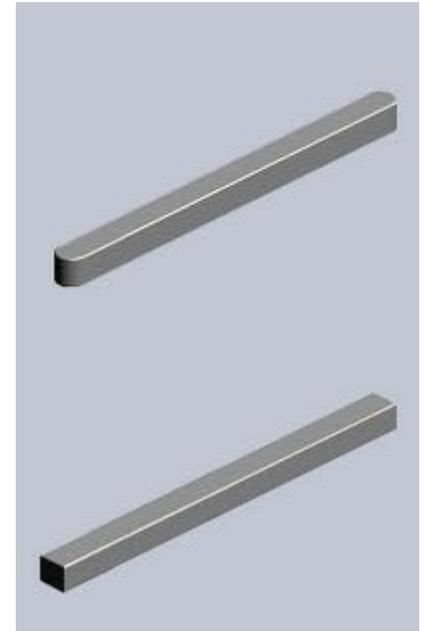
Chiavette tangenziali: si usano quando è necessario trasmettere momenti torcenti elevati e quando è necessario invertire il senso di rotazione.

Linguette

Le **linguette** sono organi di collegamento calettati su cave ricavate su alberi e su mozzi ma, a differenza delle chiavette, hanno le facce a due a due parallele fra loro.

Il moto viene trasmesso per contatto con le facce laterali fra le cave e l'organo di collegamento .

Esiste quindi gioco in direzione radiale ed il momento torcente viene trasmesso dallo sforzo di taglio agente sulle linguette stesse.



Linguette: vantaggi/svantaggi

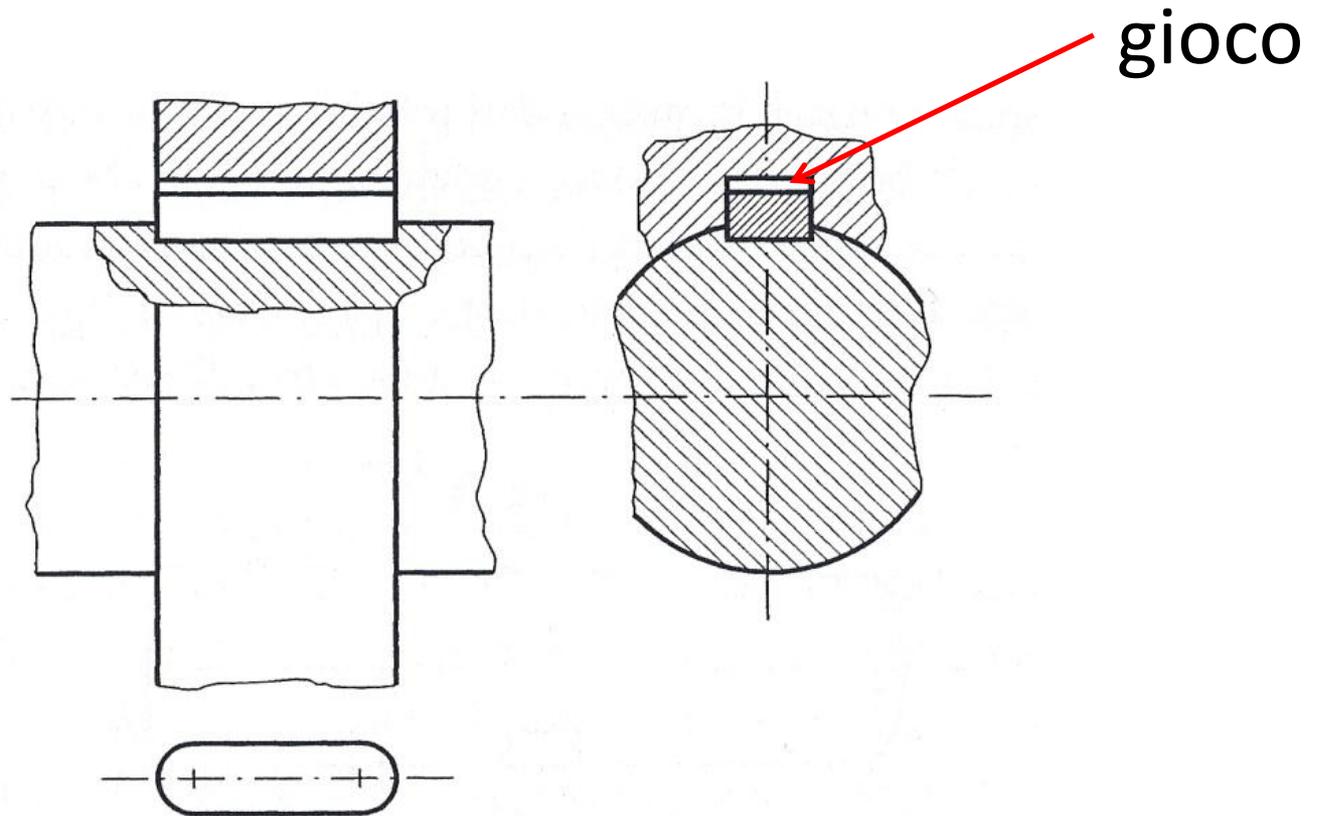
Richiedono lavorazioni più precise (costose) delle chiavette.

Non ci sono disassamenti e quindi le velocità di rotazione possono essere più elevate.

Possono trasmettere coppie più elevate.

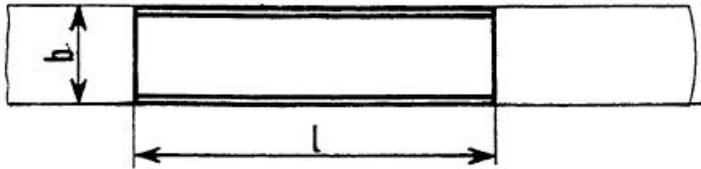
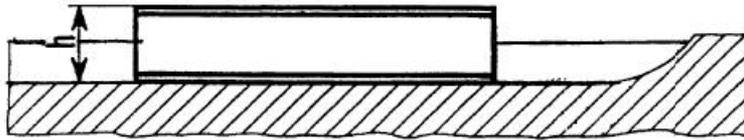
Non vincolano lo spostamento assiale relativo (si devono prevedere sistemi di arresto).

Linguette

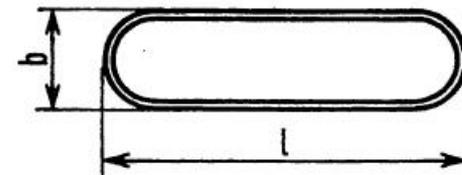


Linguette (UNI 6604)

Forma A
(diritta)



Forma B
(arrotondata)

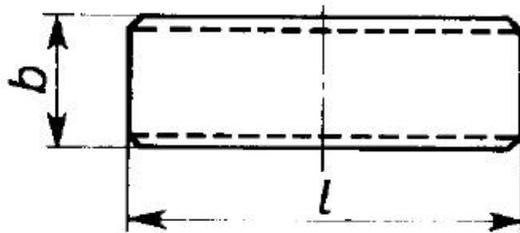
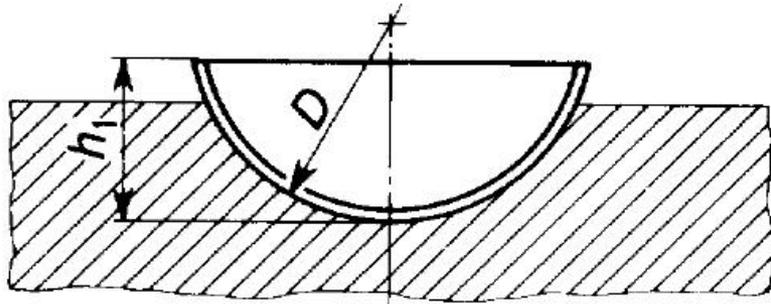


Esempio di designazione di una linguetta, forma A (diritta), avente sezione $b \times h = 22 \text{ mm} \times 14 \text{ mm}$ e lunghezza $l = 140 \text{ mm}$:

Linguetta A 22 x 14 x 140 UNI 6604-69

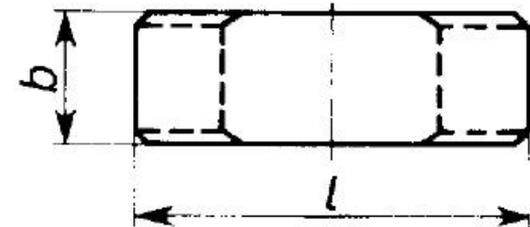
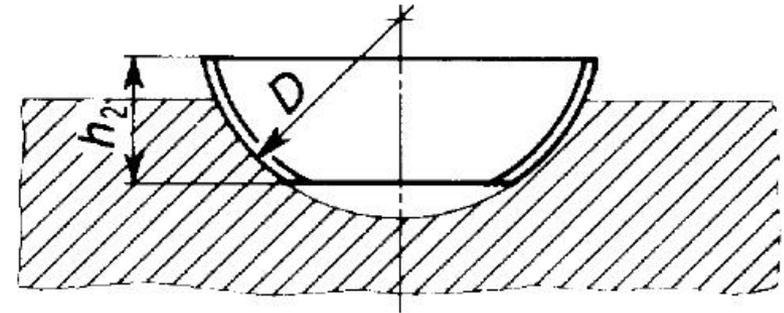
Linguette a disco (UNI 6606)

Forma normale



Forma tronca (vedere punto 2)

$$h_2 = 0,8 h_1$$



Esempio di designazione di una linguetta a disco, avente sezione $b \times h_1 = 6 \text{ mm} \times 9 \text{ mm}$:

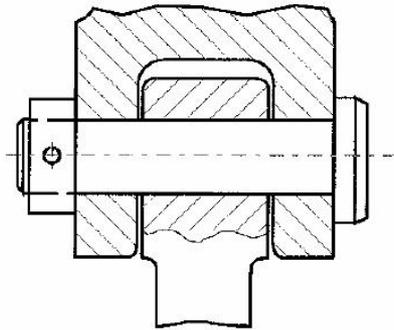
Linguetta 6 × 9 UNI 6606



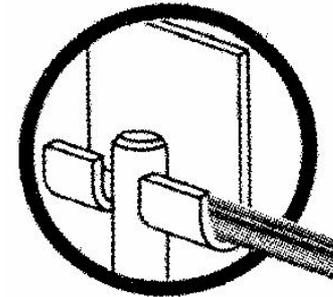
Spine e perni

Spine e perni: elementi di macchine (cilindrici o conici) con funzioni di:

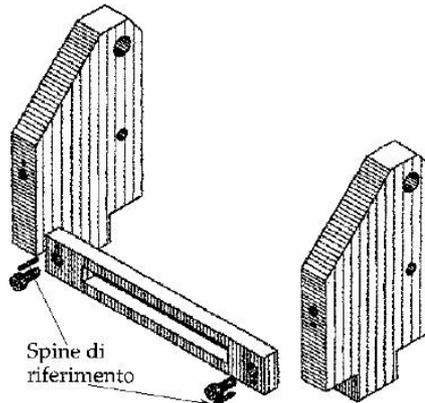
- Fulcro



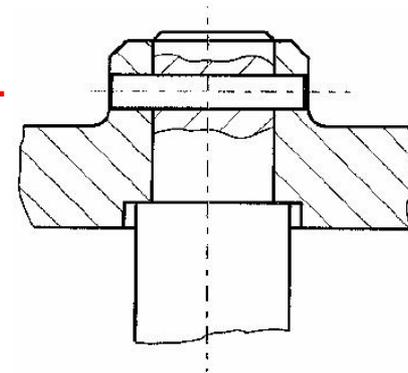
- Arresto



- Centraggio



- Collegamento



Spine e perni

Perni: elementi di forma cilindrica, si inseriscono in fori praticati negli elementi da unire. Possono essere senza testa, con testa piana stretta o larga (con o senza estremità filettata).

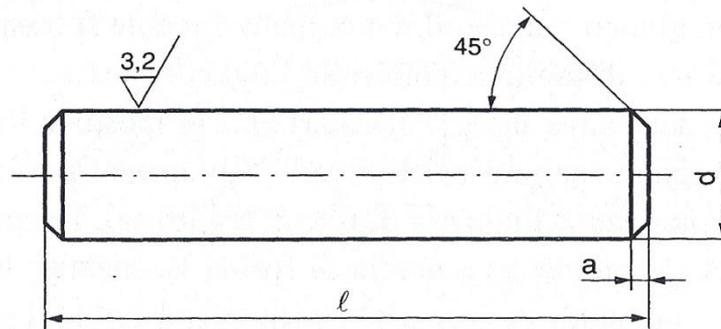


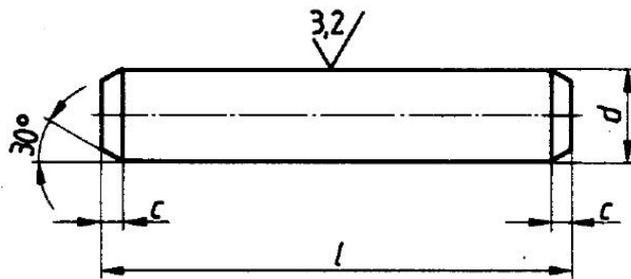
Figura 8-22 Disegno generalizzato di un perno senza testa.

Spine e perni

UNI EN 22340 Perni senza testa

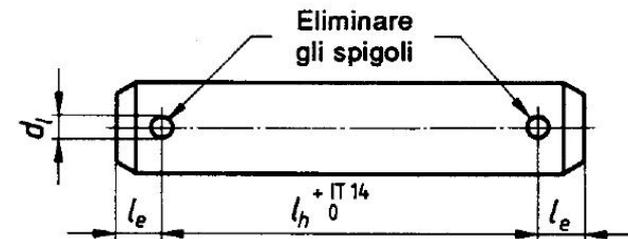
Tipo A

Perno senza foro per copiglia



Tipo B

Perno con foro per copiglia



Designazione

Esempio di designazione di un perno senza testa, tipo B di acciaio, di diametro nominale $d = 20$ mm e di lunghezza nominale $l = 100$ mm:

Perno UNI ISO 2340 - B - 20 × 100 - St

Esempio per uno stesso perno con foro passante per copiglia di $\varnothing 6,3$ mm:

Perno UNI ISO 2340 - B - 20 × 100 × 6,3 - St

Spine e perni

Spine: elementi di forma conica e non possono essere realizzate con gambo filettato o con foro filettato.

Si possono avere anche spine elastiche (cave con intaglio longitudinale) o a spirale per impedire lo sfilamento.

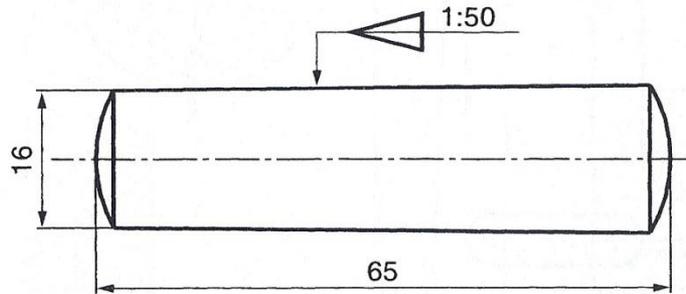
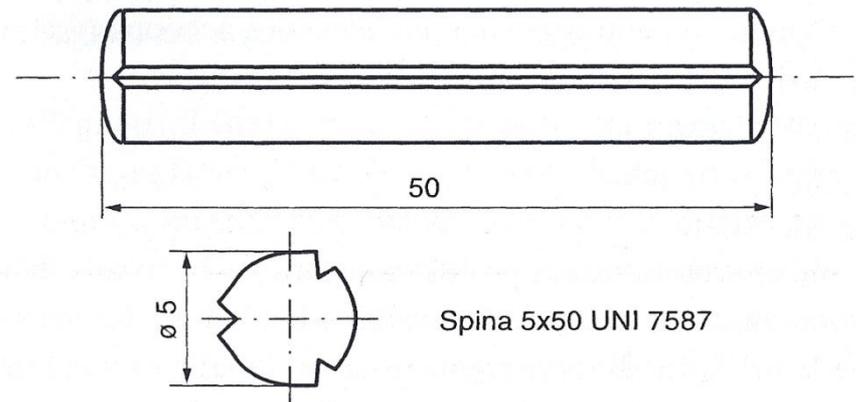


Figura 8-23 Disegno generalizzato di una spina conica.



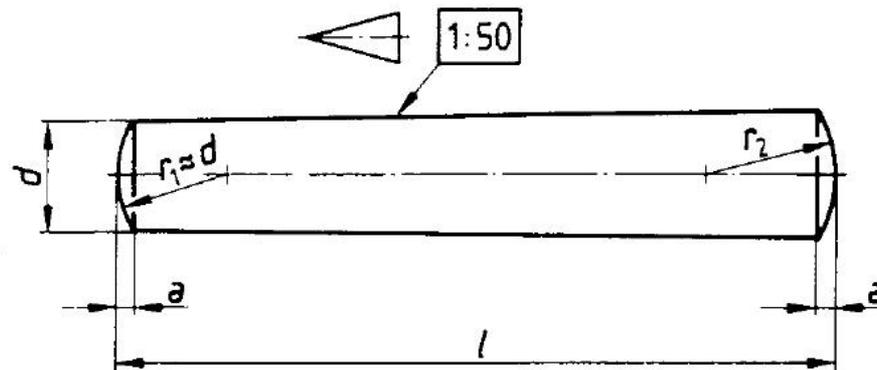
Spina 5x50 UNI 7587

Spine e perni

Esecuzione A (spine rettificate): Rugosità $R_a = 0,8 \mu\text{m}$

Esecuzione B (spine tornite): Rugosità $R_a = 3,2 \mu\text{m}$

UNI EN 22339
Spine coniche



$$r_2 \approx \frac{a}{2} + d + \frac{(0,02 l)^2}{8a}$$

Designazione

Esempio di designazione di una spina conica di acciaio, non temprata, di esecuzione A, di diametro nominale $d = 6 \text{ mm}$ e di lunghezza nominale $l = 30 \text{ mm}$:

Spina UNI ISO 2339 - A - 6 × 30 - St

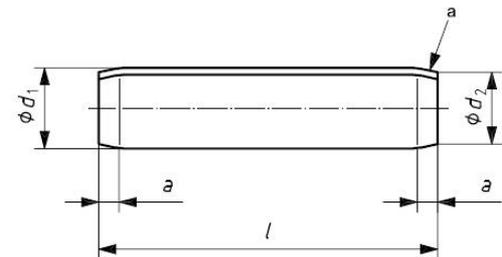
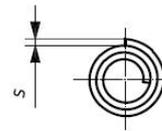
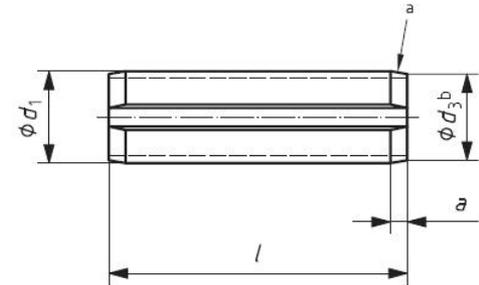
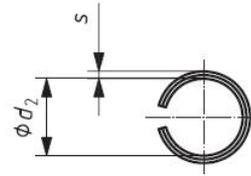
Spine elastiche

Costruite con acciai per molle (alto limite di snervamento) e utilizzate perché in grado di assorbire vibrazioni senza il rischio di estrazione spontanea. Richiedono fori con precisione di lavorazione inferiore.



UNI EN ISO 8750
Spine elastiche a spirale

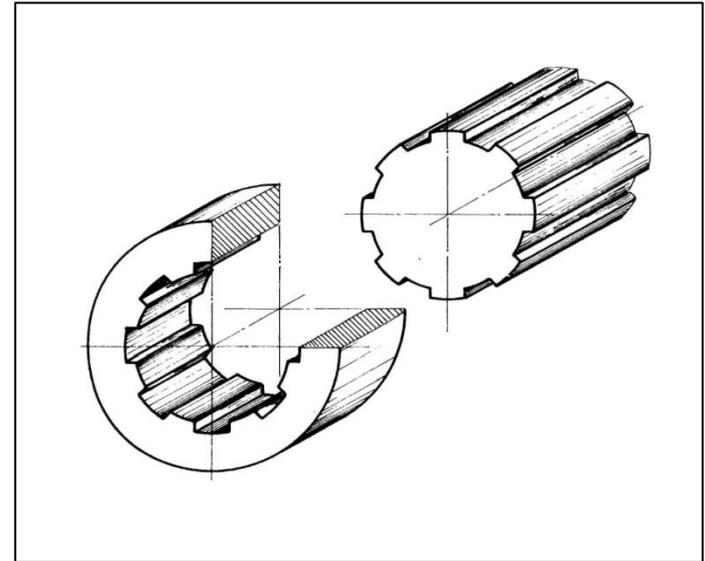
UNI EN ISO 13337
Spine tagliate



Profili scanalati

Nei casi di alberi fortemente sollecitati i collegamenti con chiavette o linguette sono inadeguati sia per la mancanza di un adeguato centraggio fra albero e mozzo (causa di vibrazioni) sia per gli sforzi eccessivi che si concentrano su elementi di piccole dimensioni.

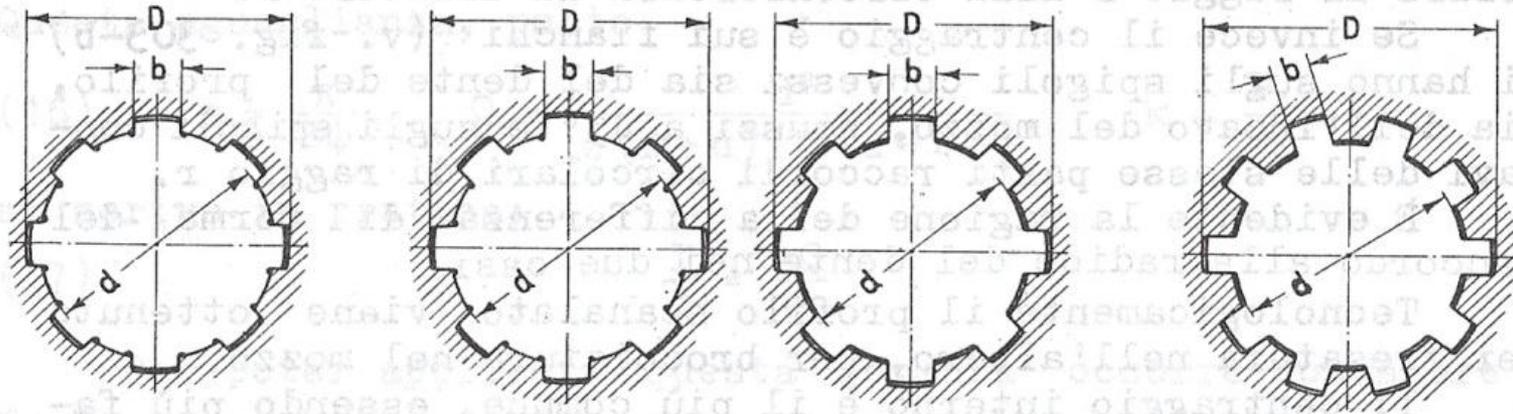
Tutti questi limiti possono venire superati ricorrendo ad alberi scanalati, in cui vengono ricavate (per asportazione di materiale) un certo numero di costole angolarmente equidistanti, che si accoppiano con corrispondenti scanalature del mozzo (ricavate per brocciatura).



Profili scanalati

A seconda del rapporto λ fra la lunghezza radiale complessiva di appoggio ed il diametro dell'albero si distinguono:

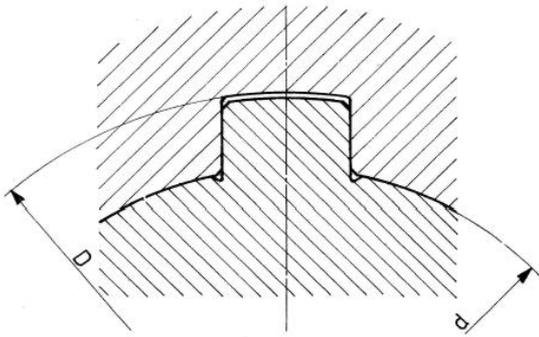
- Profili con appoggio stretto;
- Profili con appoggio medio;
- Profili con appoggio ampio.



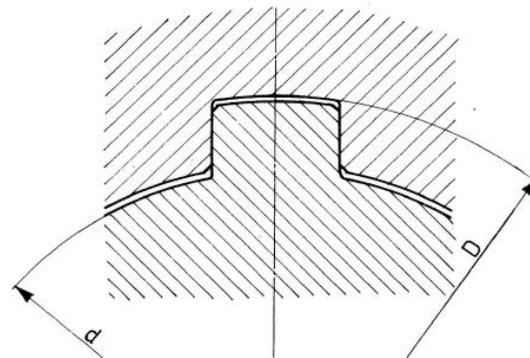
Profili scanalati

Per quanto riguarda il centraggio dei due elementi accoppiati, si distinguono:

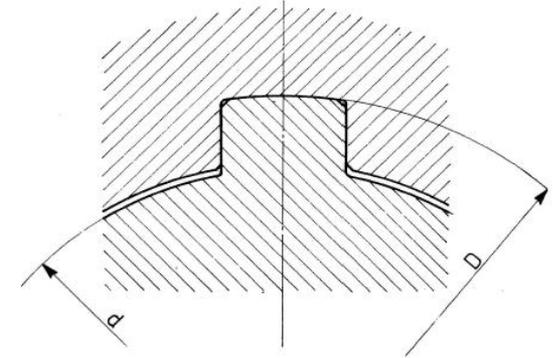
- Centraggio interno (sul diametro d dell'albero);
- Centraggio sui fianchi;
- Centraggio esterno.



interno



sui fianchi



esterno

Profili scanalati: UNI 8953

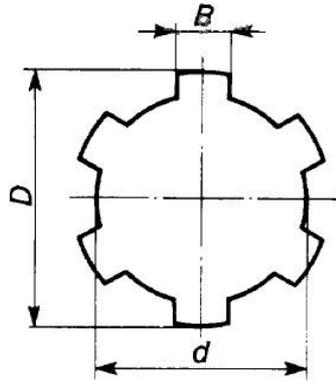


Fig. 1

Prospetto I — Dimensioni nominali

d mm	Serie leggera				Serie media			
	Grandezza	N	D mm	B mm	Grandezza	N	D mm	B mm
11	—	—	—	—	6 × 11 × 14	6	14	3
13	—	—	—	—	6 × 13 × 16	6	16	3,5
16	—	—	—	—	6 × 16 × 20	6	20	4
18	—	—	—	—	6 × 18 × 22	6	22	5
21	—	—	—	—	6 × 21 × 25	6	25	5
23	6 × 23 × 26	6	26	6	6 × 23 × 28	6	28	6
26	6 × 26 × 30	6	30	6	6 × 26 × 32	6	32	6
28	6 × 28 × 32	6	32	7	6 × 28 × 34	6	34	7
32	8 × 32 × 36	8	36	6	8 × 32 × 38	8	38	6
36	8 × 36 × 40	8	40	7	8 × 36 × 42	8	42	7
42	8 × 42 × 46	8	46	8	8 × 42 × 48	8	48	8
46	8 × 46 × 50	8	50	9	8 × 46 × 54	8	54	9

UNI 8953:
Scanalati cilindrici a
fianchi paralleli,
a centraggio interno.

Profili scanalati: UNI 8953

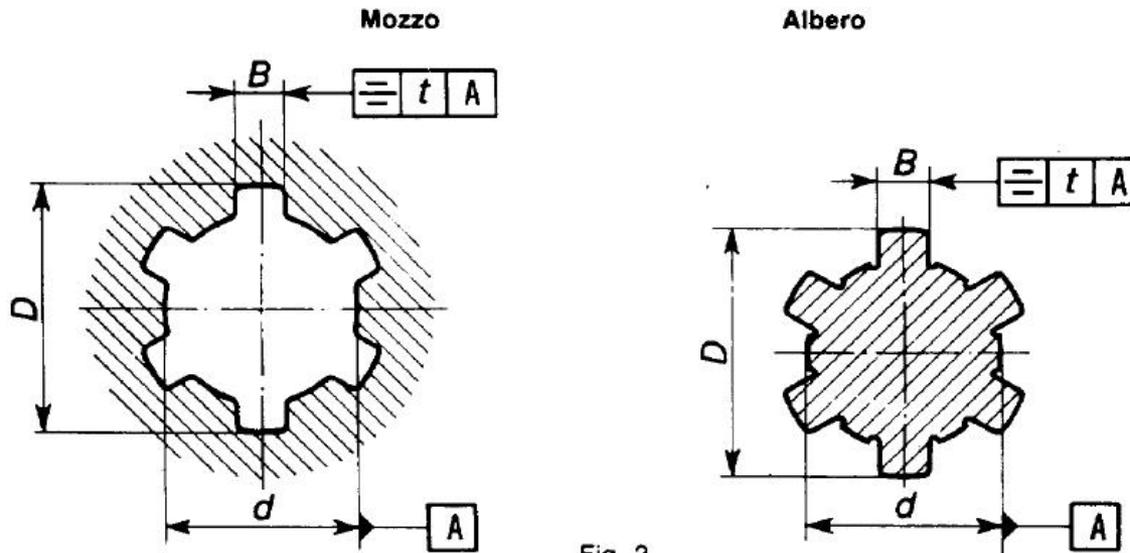
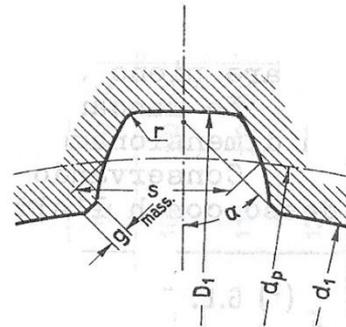
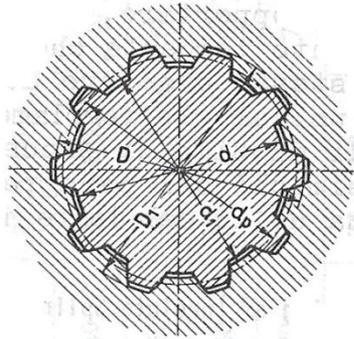
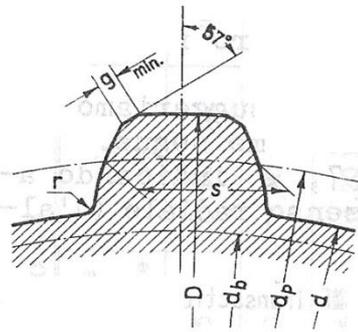


Fig. 2

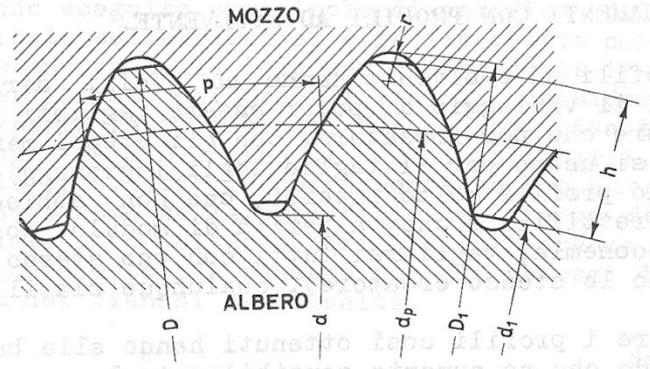
Prospetto II — Tolleranze sulle dimensioni

Tolleranze sul mozzo						Tolleranze sull'albero			Tipo di montaggio
non trattato dopo brocciatura (NT)			trattato dopo brocciatura (T)			B	D	d	
B	D	d	B	D	d	B	D	d	
H9	H10	H7	H11	H10	H7	d10	a11	f7	Scorrevole (S)
						f9	a11	g7	Scorrevole sotto carico (SC)
						h10	a11	h7	Fisso (F)

Profili scanalati: ISO 4156



ISO 4156:
Scanalati cilindrici dritti
con fianchi ad evolvente,
centraggio sui fianchi.



Profili scanalati: designazione

La designazione degli accoppiamenti scanalati deve comprendere il segno grafico del tipo di scanalatura e le indicazioni relative all'accoppiamento.



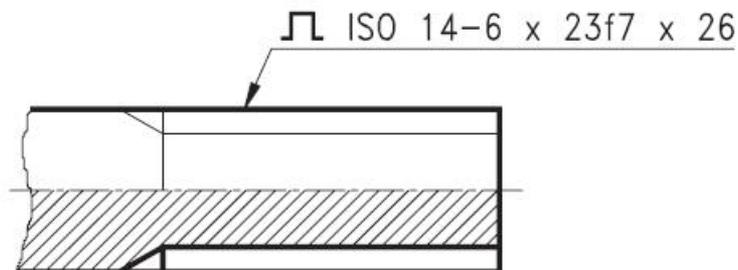
a fianchi paralleli



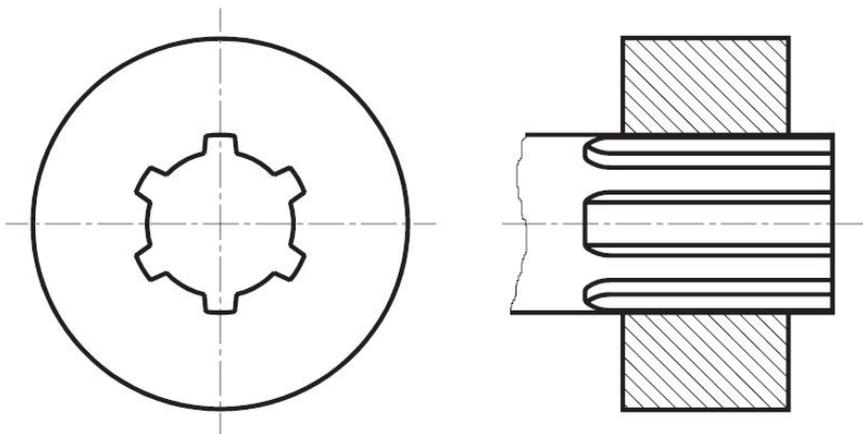
ad evolvente

UNI EN ISO 6413

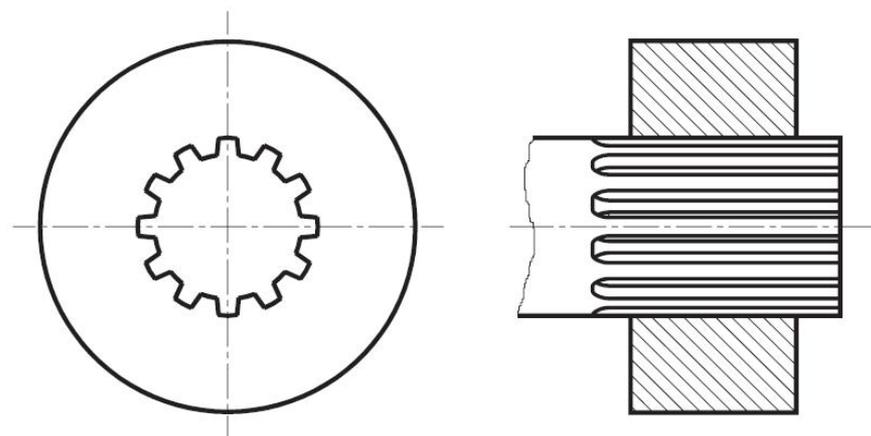
[Simbolo] norma - num. profili x ϕ interno + tolleranza x ϕ esterno



Profili scanalati: designazione



Rappresentazione completa
Scanalato a fianchi paralleli



Rappresentazione completa
Scanalato a fianchi ad
evolvente

Profili scanalati: designazione

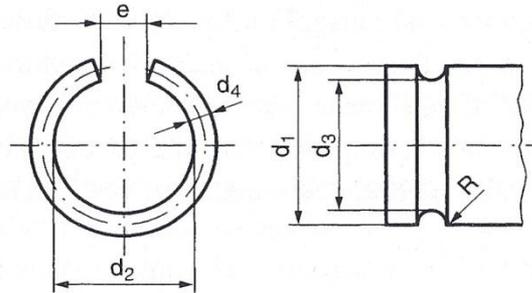
	Scanalature con fianchi rettilinei	Scanalature con fianchi ad evolvente e dentature
Albero		
Mozzo		
Accoppiamento scanalato		

1) Se necessario aggiungere la designazione dell'accoppiamento come indicato in 4 (vedere esempi alle figure 13 e 14).

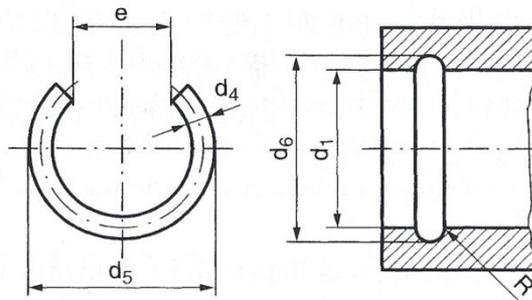
**Rappresentazione
semplificata**

Anelli elastici

Gli ***anelli elastici*** sono realizzati con acciaio per molle, hanno forma circolare discontinua e vengono inseriti nella propria cava o sede per deformazione elastica.

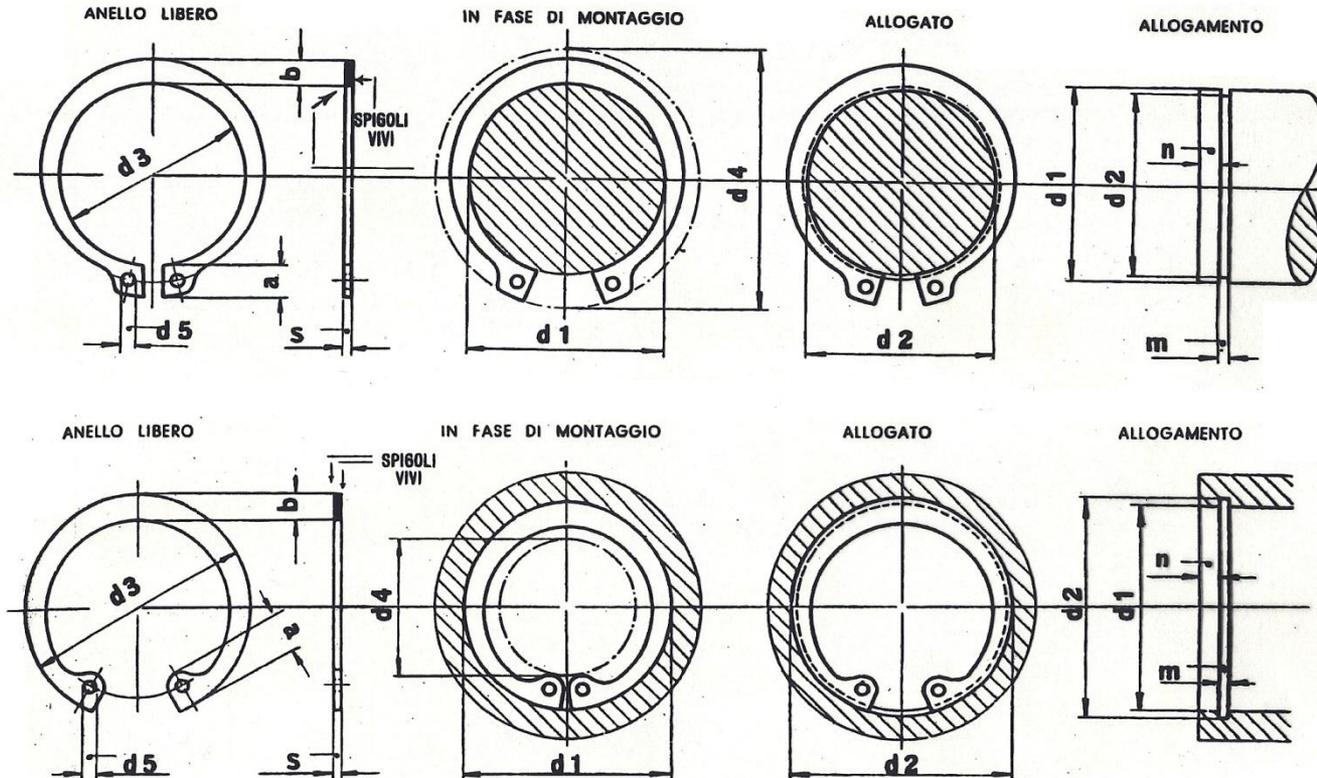


Anello di arresto
Tipo A (albero)

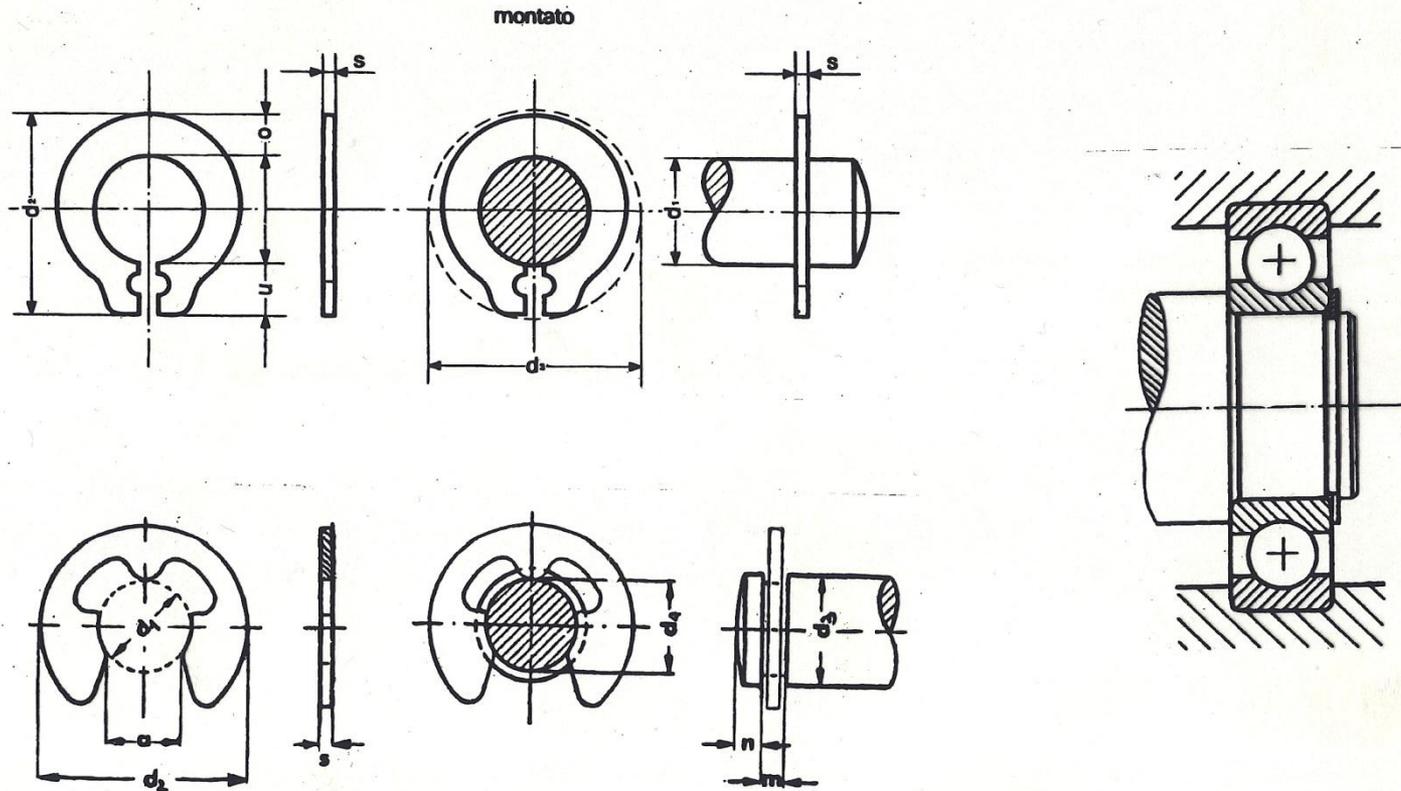


Anello di arresto
Tipo B (foro)

Anelli elastici



Anelli elastici



Collegamenti Fissi

Chiodature
Saldature

Ing. Alessandro Carandina

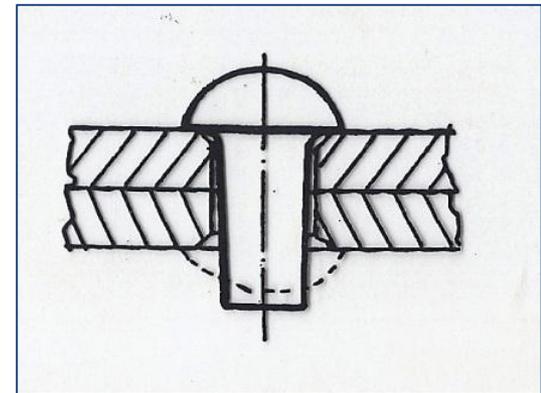
Chiodature: generalità

Oramai abbandonate e sostituite dalla saldatura possono ancora incontrarsi per manutenzioni o ripristino di carpenteria metallica già realizzata (ponti ferroviari).

Possono distinguersi in:

- Chiodature di forza (collegamento strutturale);
- Chiodature di tenuta (recipienti contenenti fluidi);
- Chiodature di tenuta e di forza (recipienti in pressione);
- Chiodature di sicurezza (collegamenti navali).

Chiodi di diametro superiore a 8mm sono **ribattuti a caldo**; con diametro inferiore vengono **ribattuti a freddo** (ribattini – di solito in materiale non ferroso).







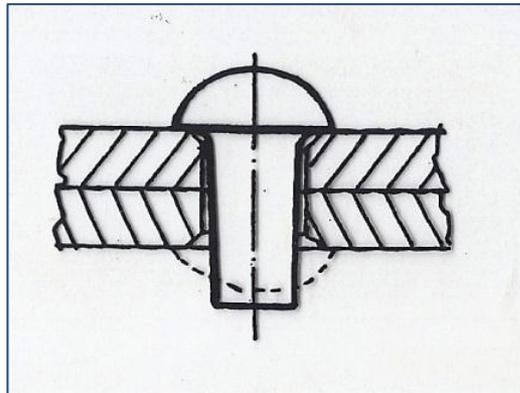
Chiodature

La chiodatura si esegue sovrapponendo in modo opportuno (lembo di chiodatura) i due lembi da unire inserendo nei fori già predisposti i chiodi che vengono messi in opera a caldo (900-1000°C).

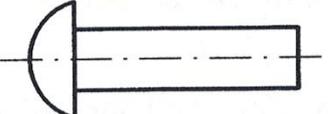
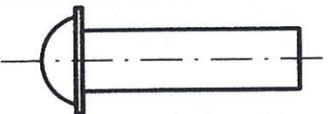
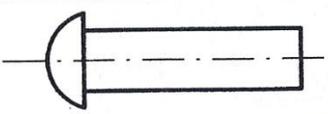
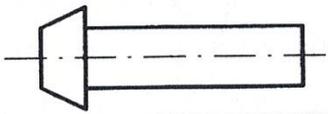
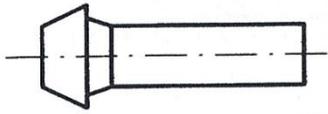
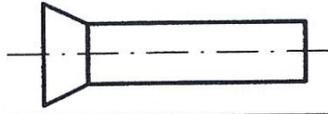
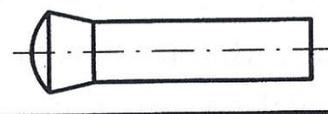
I chiodi sono costituiti da una testa (di varie forme) e da un gambo (parzialmente conico). Quando posti in opera il fusto deve sporgere dagli elementi da collegare per circa una volta e mezza il diametro.

La parte sporgente viene ribattuta così da formare una seconda testa uguale alla prima già prestampata.

Il successivo raffreddamento induce un **ritiro** del chiodo provocando la compressione delle parti accoppiate.

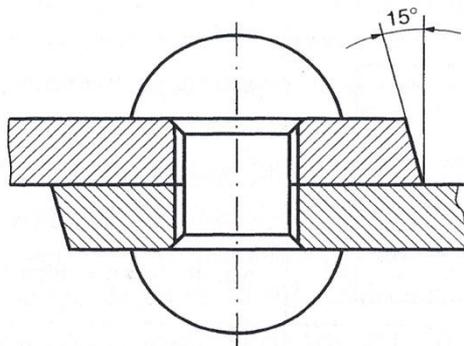


Tipi di chiodi

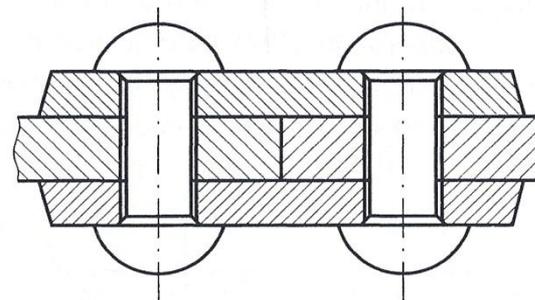
	a testa tonda larga
	a testa tonda larga con bordo
	a testa tonda stretta
	a testa troncoconica
	a testa troncoconica con colletto
	a testa svasata piana
	a testa svasata con calotta

Giunti chiodati

In relazione alla forma del giunto, le giunzioni chiodate possono essere:



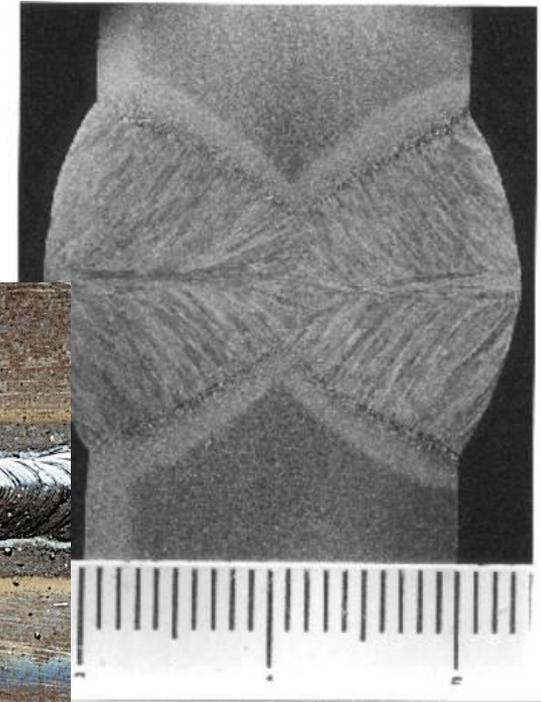
a semplice sovrapposizione



a doppio coprigiunto

Saldature: generalità

Per saldatura si intende una operazione con la quale si collegano due o più parti (giunto) mediante l'azione del calore (o calore e pressione) a creare un unico corpo. L'operazione può essere realizzata con o senza materiale di apporto.



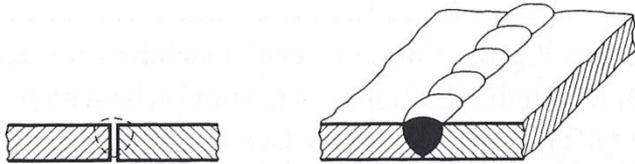
Saldature: generalità

I ***collegamenti saldati*** si distinguono in funzione delle caratteristiche del procedimento di saldatura utilizzato:

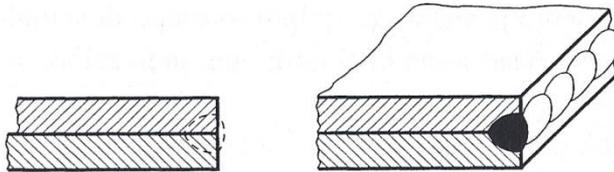
- **Saldatura per fusione**: implica una fusione localizzata del materiale base ed eventualmente l'utilizzo di materiale di apporto (non vi è pressione);
- ***Saldatura per resistenza***: i lembi da giuntare sono messi in pressione ed il riscaldamento avviene per effetto Joule (non si usa materiale di apporto);
- ***Saldatura per pressione***: la saldatura avviene per deformazione plastica localizzata;
- ***Brasatura***: la saldatura avviene mediante materiale di apporto avente temperatura di fusione inferiore a quella del materiale base (le parti da saldare non fondono).

Tipi di giunti saldati

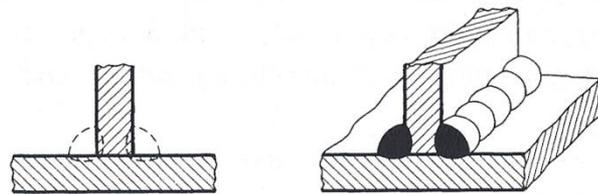
DI TESTA



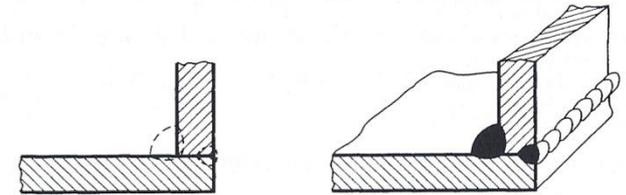
D'ORLO



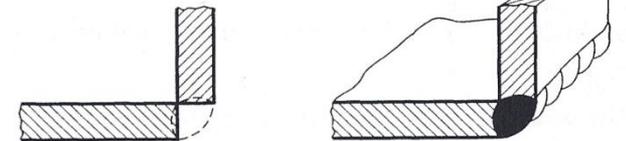
A « T »



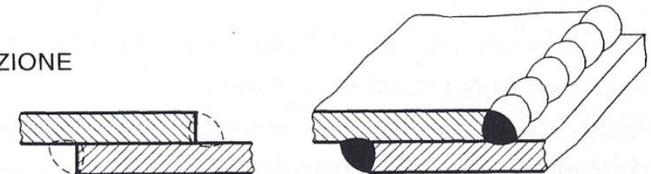
A « L »



DI SPIGOLO



A SOVRAPPOSIZIONE



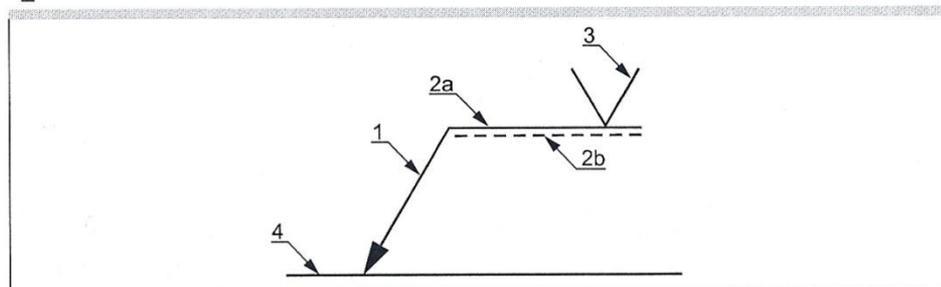
Rappresentazione simbolica delle saldature – UNI EN 22553

- La rappresentazione schematica deve fornire chiaramente tutte le indicazioni necessarie per identificare il giunto che si deve eseguire, senza sovraccaricare il disegno con note o riportare una vista aggiuntiva
- L'indicazione schematica comprende un **segno grafico elementare** che può essere completato da:
 - a) un segno grafico supplementare;
 - b) un metodo di quotatura;
 - c) altre indicazioni.

Metodo di rappresentazione

Legenda

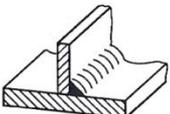
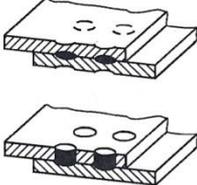
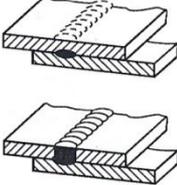
<u>1</u>	Linea di freccia
<u>2a</u>	Linea di riferimento (linea continua)
<u>2b</u>	Linea di identificazione (linea a tratti)
<u>3</u>	Segno grafico della saldatura
<u>4</u>	Giunto



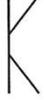
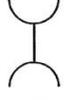
Segni grafici elementari (I)

N°	Denominazione	Disegno illustrativo	Segno grafico
1	Saldatura a bordi rilevati ¹⁾ (bordi rilevati completamente fusi)		
2	Saldatura a lembi retti		
3	Saldatura a V		
4	Saldatura a mezza V		
5	Saldatura ad Y		
6	Saldatura a mezza V con spalla		
7	Saldatura ad U (a fianchi paralleli o inclinati)		
8	Saldatura a J		

Segni grafici elementari (II)

N°	Denominazione	Disegno illustrativo	Segno grafico
continua dalla pagina precedente			
9	Saldatura di ripresa al rovescio		
10	Saldatura d'angolo		
11	Saldatura in foro o in asola		
12	Saldatura a punti		
13	Saldatura in linea continua		

Combinazione di segni grafici elementari

Denominazione	Disegno illustrativo	Segno grafico
Saldatura a doppia V o ad X		
Saldatura a K		
Saldatura a doppia V con spalla		
Saldatura a K con spalla		
Saldatura a doppia U		

Segni grafici supplementari

Forma della superficie della saldatura o forma della saldatura	Segno grafico
a) piana (di solito spianata di macchina)	—
b) convessa	⤴
c) concava	⤵
d) i bordi del cordone di saldatura devono essere ben raccordati	⤴⤵
e) usato un supporto al rovescio di tipo fisso	⌊ M ⌋
f) usato un supporto al rovescio di tipo asportabile	⌊ MR ⌋

I segni grafici elementari possono essere completati con segni grafici supplementari ad indicare la forma della superficie esterna o della saldatura.

L'assenza di un segno grafico supplementare significa che la forma della superficie della saldatura non richiede di essere specificata.

Esempi di applicazione dei segni grafici supplementari

Denominazione	Disegno illustrativo	Segno grafico
Saldatura testa a testa a V con cordone piano (spianato)		
Saldatura testa a testa ad X con cordoni convessi		
Saldatura d'angolo con cordone concavo		
Saldatura testa a testa a V con cordone piano (spianato) e cordone di ripresa al rovescio piano (spianato)		
Saldatura testa a testa a Y e cordone di ripresa al rovescio		
Saldatura testa a testa a V spianata di macchina		 ¹⁾
Saldatura d'angolo con bordi ben raccordati		

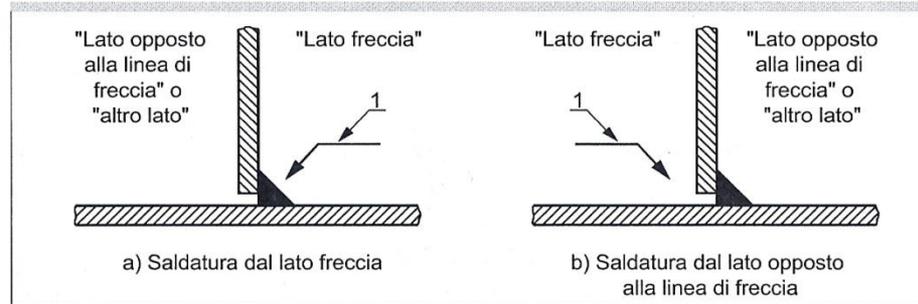
1) Segno grafico conforme alla ISO 1302: in luogo di questo segno grafico può essere usato il segno grafico principale .

Lato freccia e lato opposto al lato freccia (altro lato)

Giunto a T con una saldatura d'angolo

Legenda

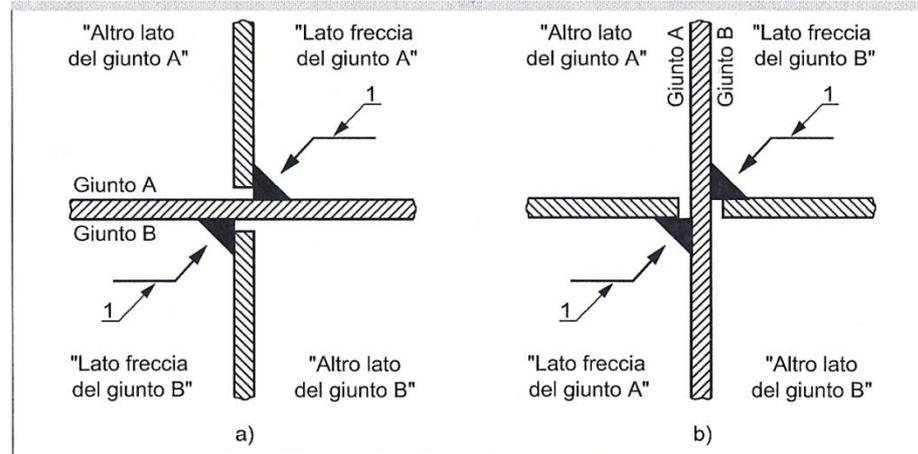
1 Linea di freccia



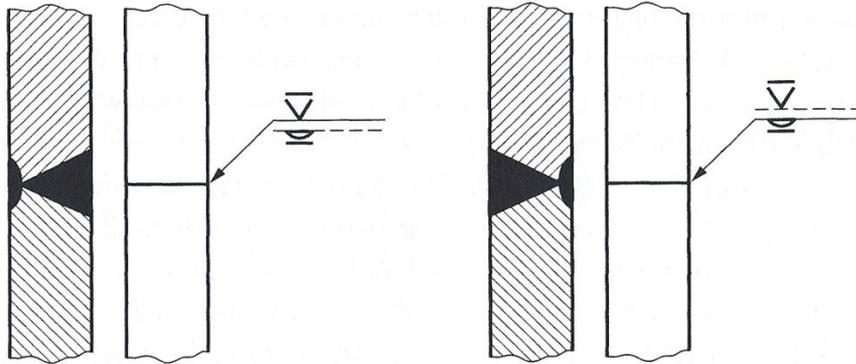
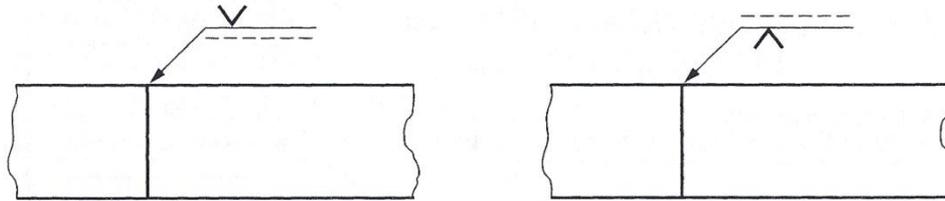
Giunto a croce con due saldature d'angolo

Legenda

1 Linea di freccia

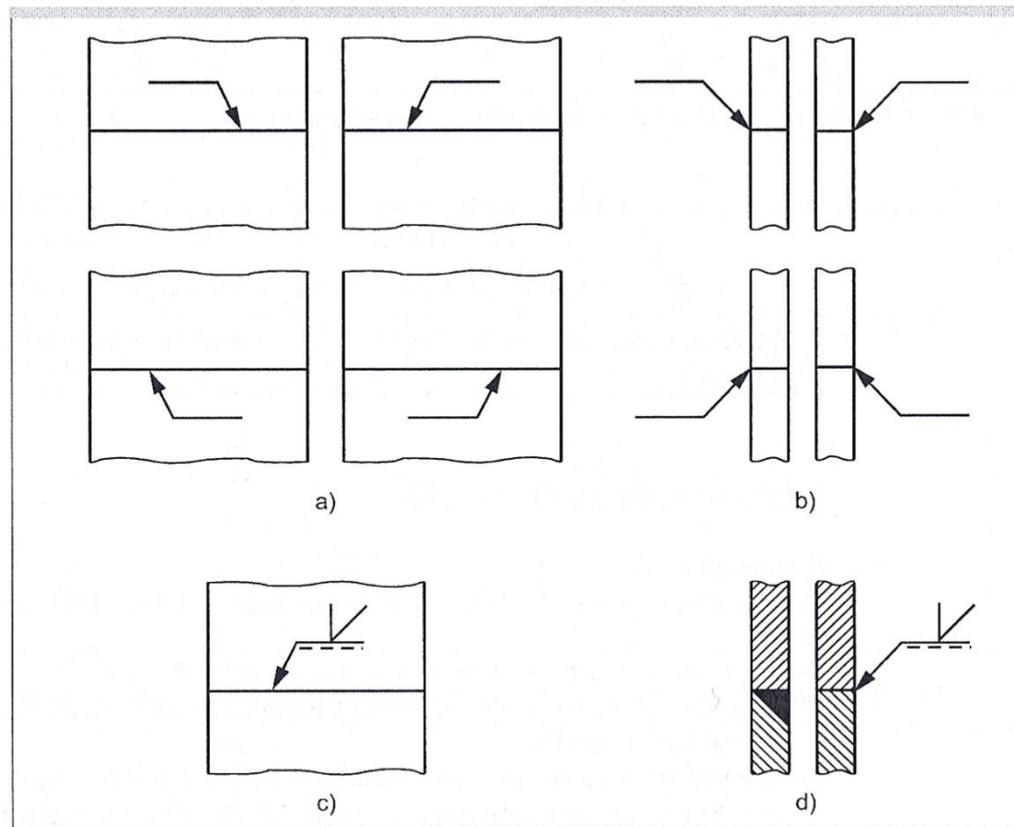


Esempio



Posizione della linea di riferimento

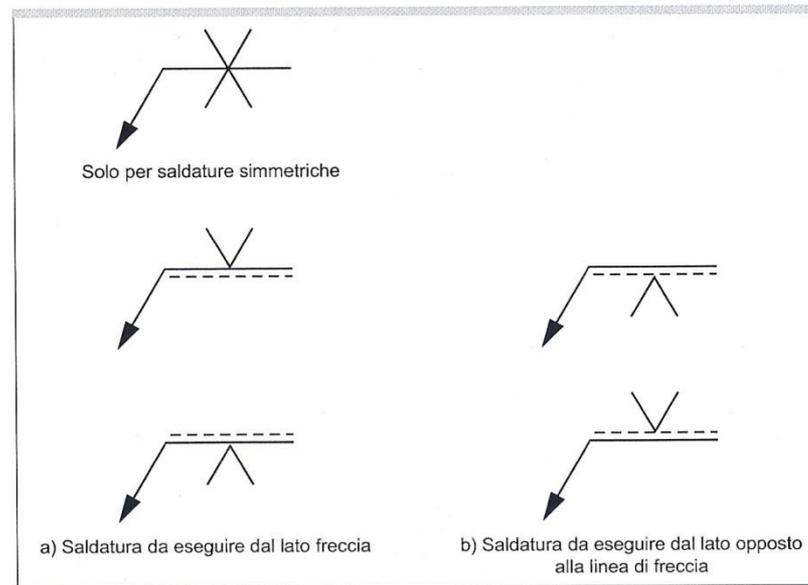
La linea di riferimento deve essere di preferenza tracciata parallelamente al bordo inferiore del disegno o, se ciò non è possibile, perpendicolarmente ad esso.



Posizione del segno grafico rispetto alla linea di riferimento

Il segno grafico deve essere posto sopra o sotto la linea di riferimento, secondo le seguenti regole:

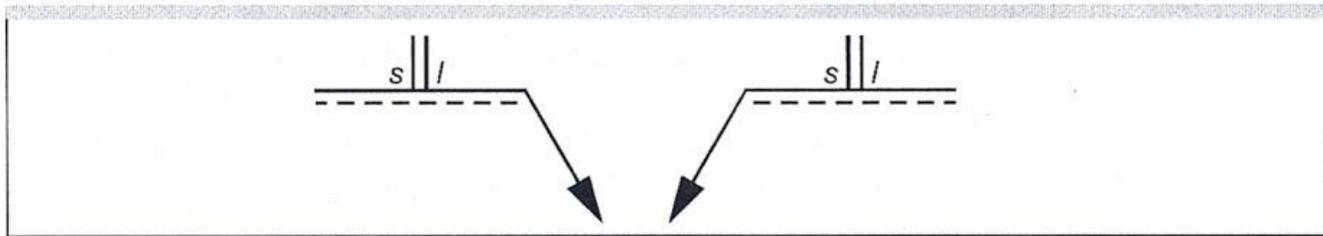
- il segno grafico è posto **dal lato del tratto continuo** della linea di riferimento se la saldatura è dal lato della freccia del giunto;
- il segno grafico è posto **dal lato della linea a tratti** se la saldatura è dall'altro lato del giunto.



Quotatura delle saldature

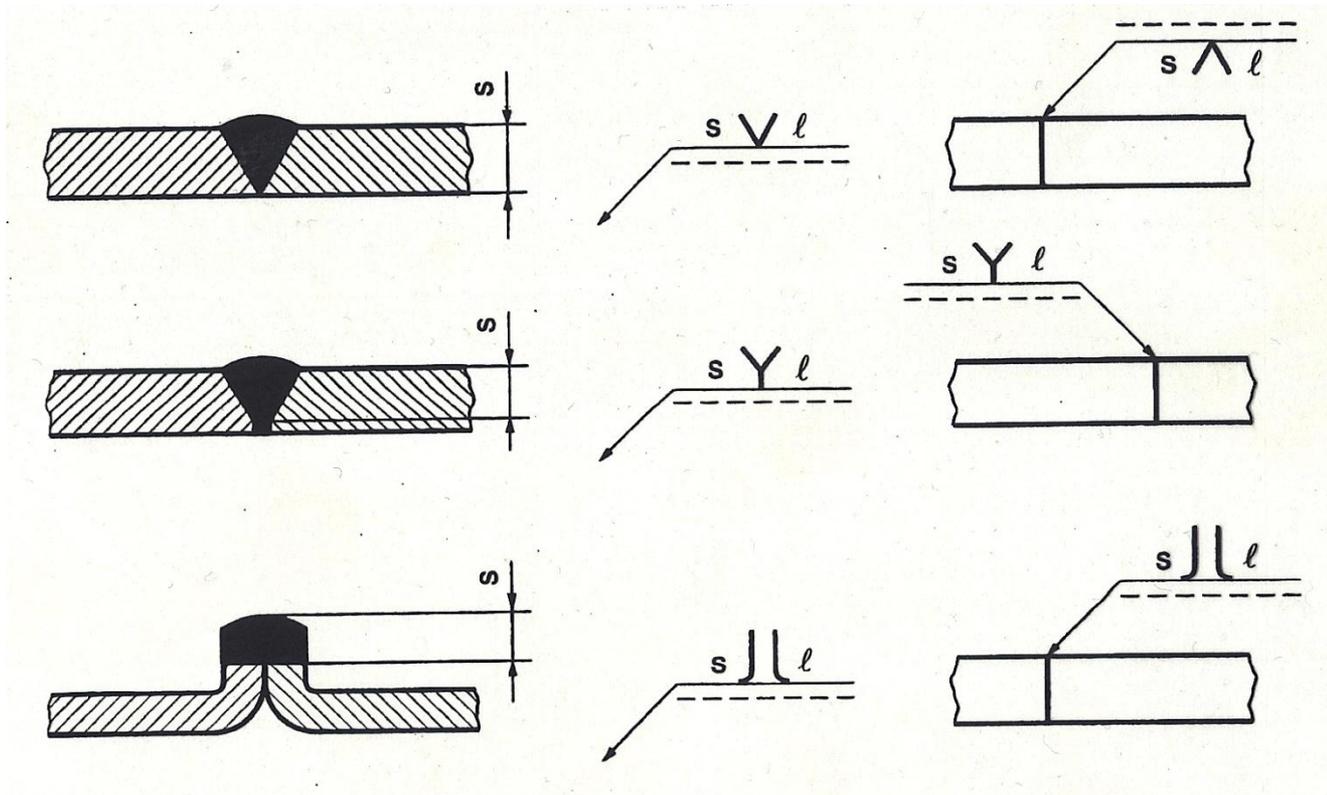
Le informazioni contenute nella quotatura vanno riportate come segue:

- a) le quote relative alla sezione trasversale sono riportate **alla sinistra del segno grafico**;
- b) le quote longitudinali sono scritte **alla destra del segno grafico**.



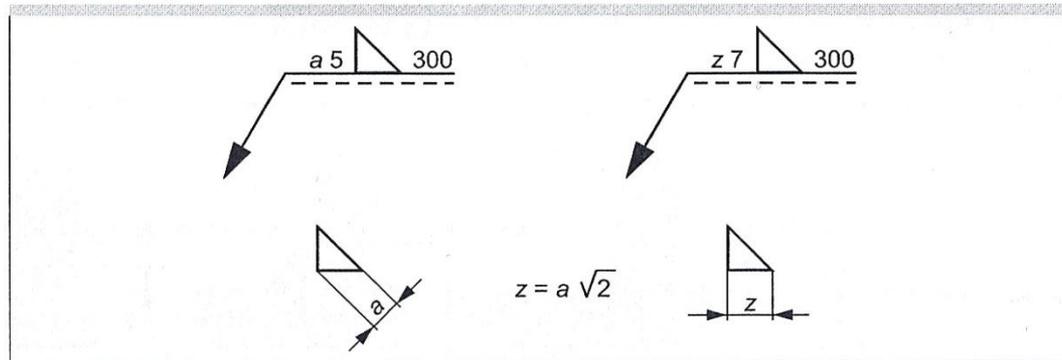
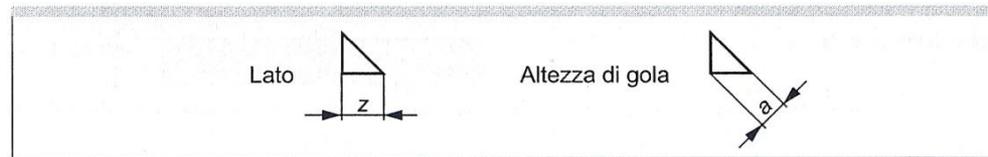
L'assenza di indicazioni alla destra del segno grafico significa che la saldatura è continua per tutta la lunghezza del pezzo saldato.

Quotatura delle saldature: esempio



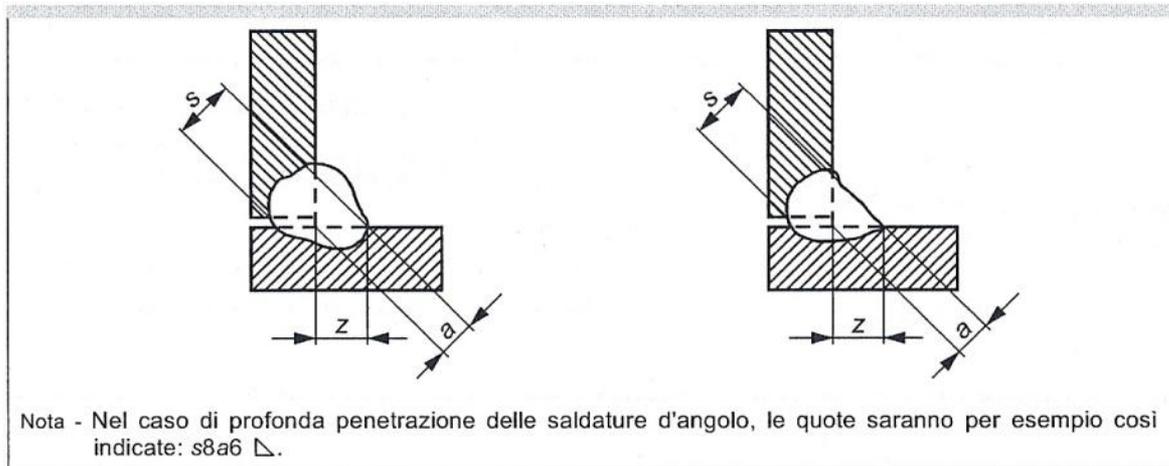
Quotatura delle saldature: saldature d'angolo

Per le **saldature d'angolo** esistono due metodi per indicare le quote. Perciò devono essere sempre indicate le lettere **a** o **z** prima del valore della quota corrispondente:

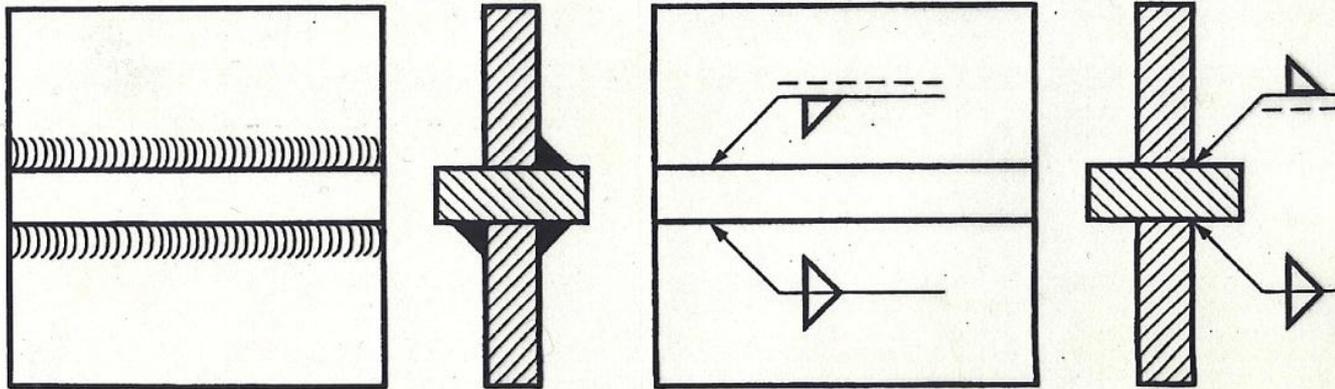


Quotatura delle saldature: saldature d'angolo

Per indicare la **profondità di penetrazione** della saldatura d'angolo l'altezza di gola viene specificata con la lettera **s**.



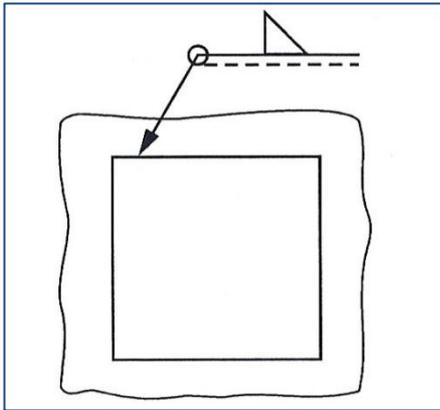
Quotatura delle saldature: saldature d'angolo



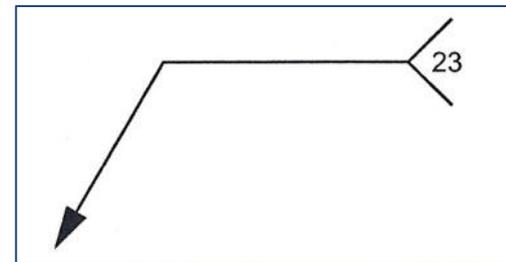
Rappresentazione
convenzionale

Rappresentazione
schematica

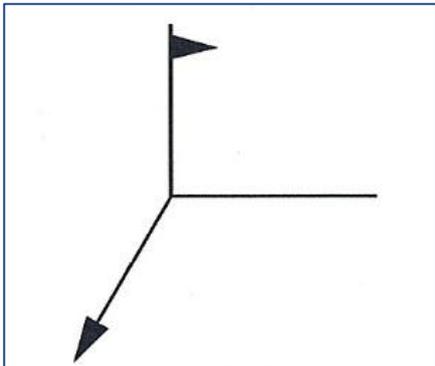
Ulteriori indicazioni



Saldatura perimetrale



Indicazione del
procedimento di
saldatura



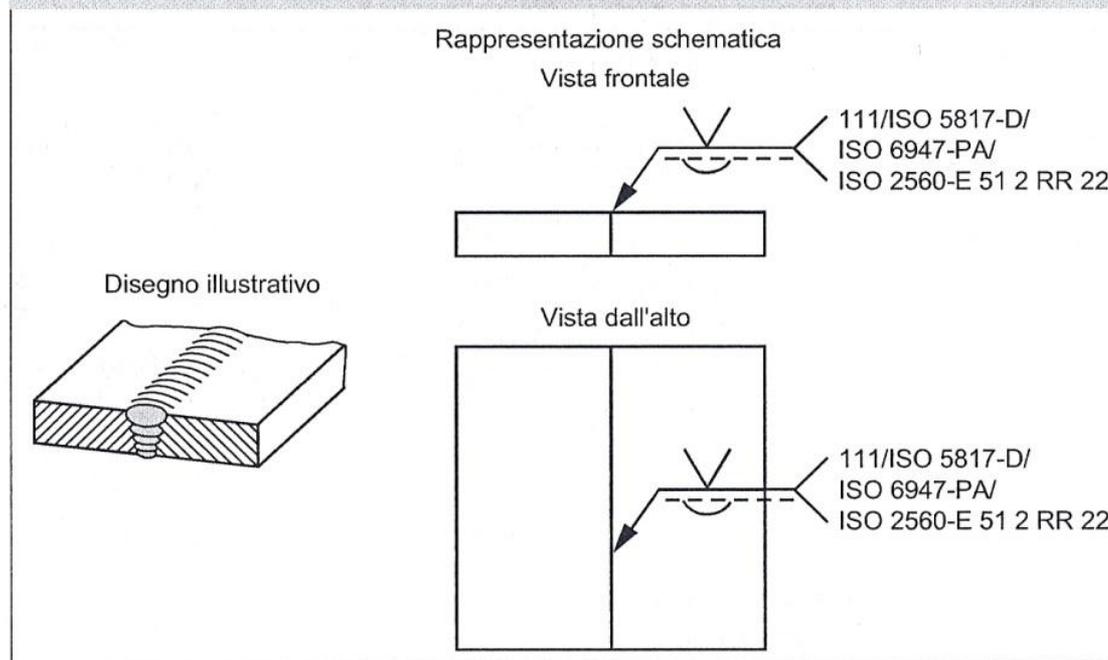
Saldatura da eseguire
in cantiere

Esempio

Esempio

Saldatura testa a testa a V con cordone di ripresa al rovescio (vedere figura 13), eseguita con il procedimento di saldatura manuale ad arco con elettrodi rivestiti (numero di riferimento 111 in conformità alla ISO 4063), livello di qualità richiesto in conformità alla ISO 5817, posizione di saldatura piano in conformità alla ISO 6947, elettrodo rivestito ISO 2560-E 51 2 RR 22.

Saldatura testa a testa a V con cordone di ripresa al rovescio



Nomenclatura dei processi UNI EN ISO 4063

1 saldatura ad arco

11 saldatura ad arco senza protezione di gas

111 saldatura con elettrodo rivestito

112 saldatura con elettrodo rivestito alimentazione a gravità

113

12 saldatura ad arco sommerso

121 saldatura con elettrodo a filo

122

13

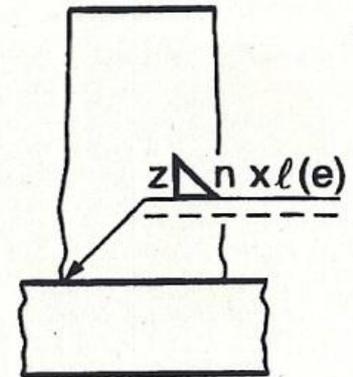
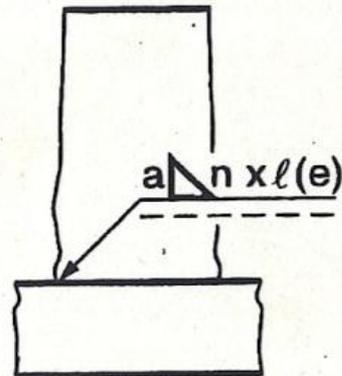
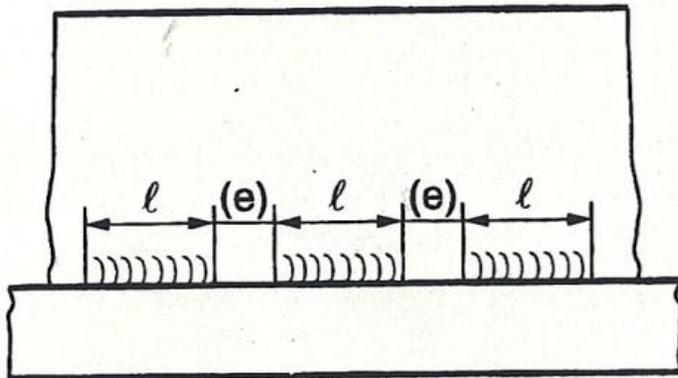
2 saldatura a resistenza

3 saldatura a gas

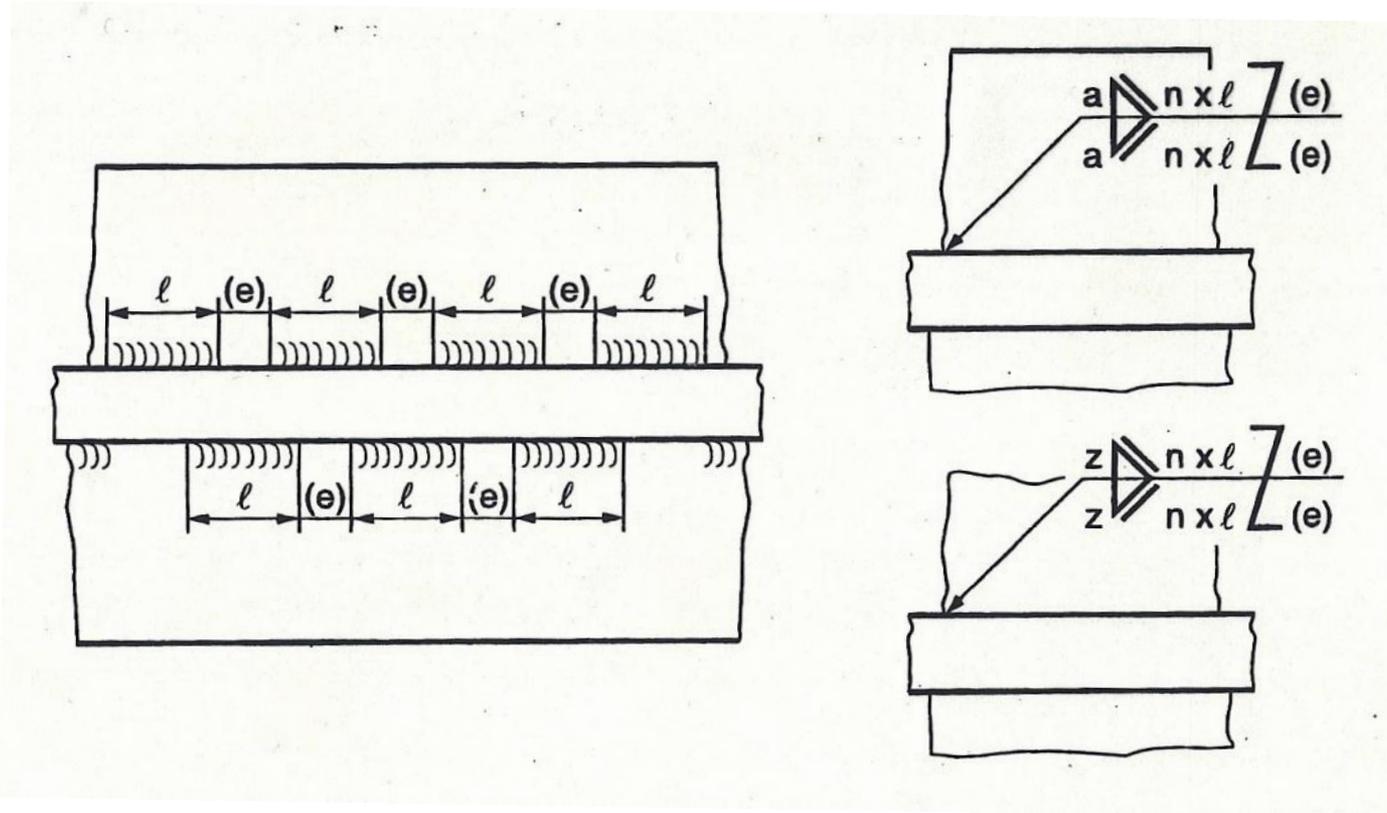
4 saldatura a pressione

5

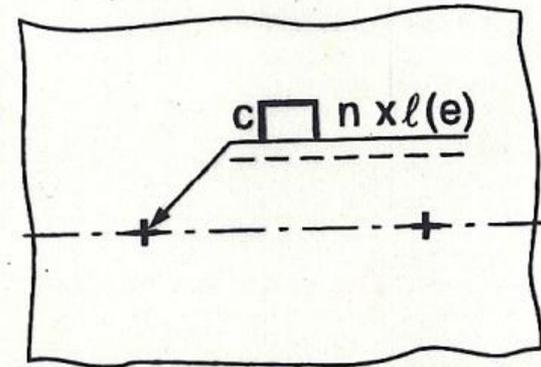
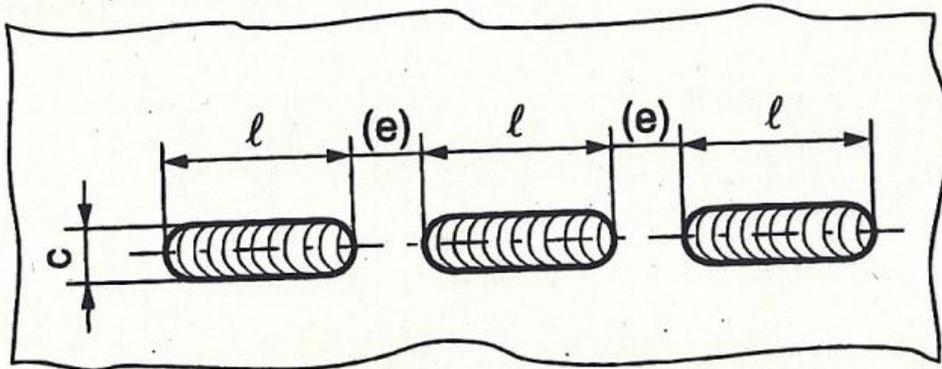
Saldatura d'angolo discontinua



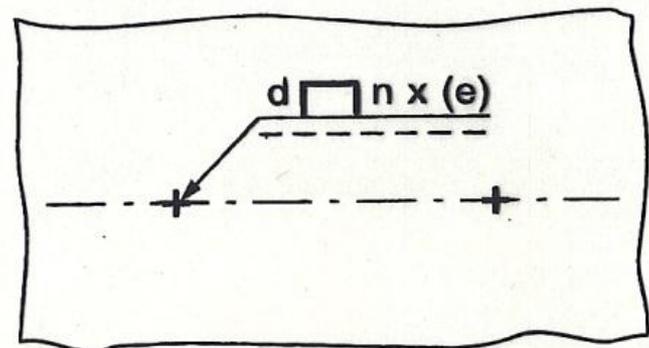
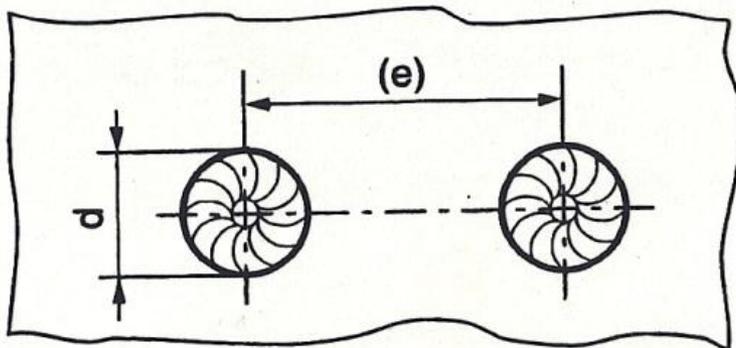
Saldatura d'angolo piana simmetrica e discontinua



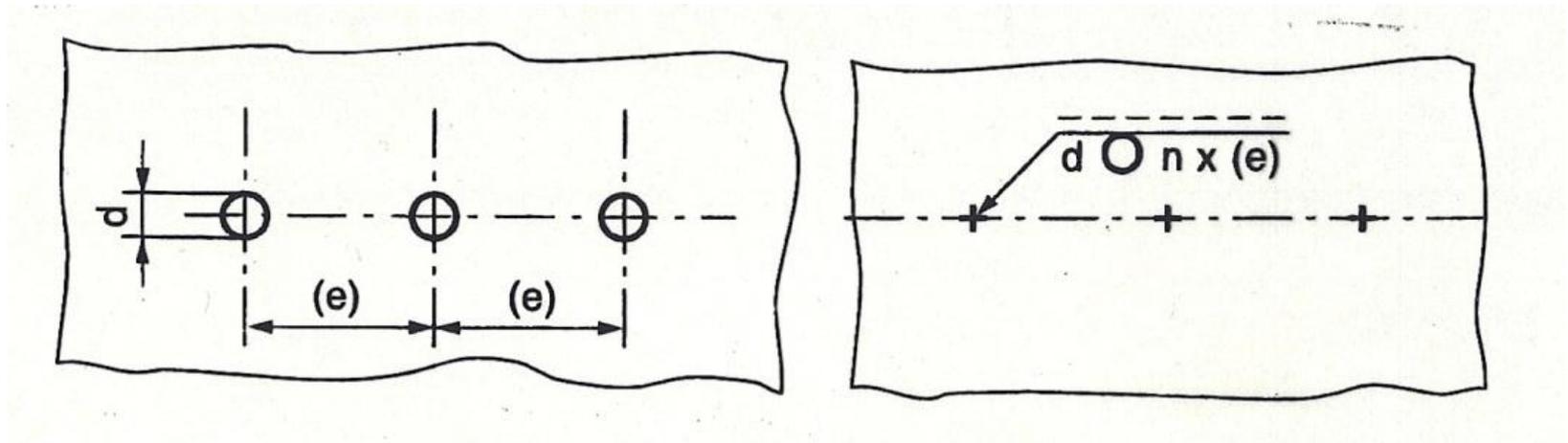
Saldatura entro intagli



Saldatura entro fori



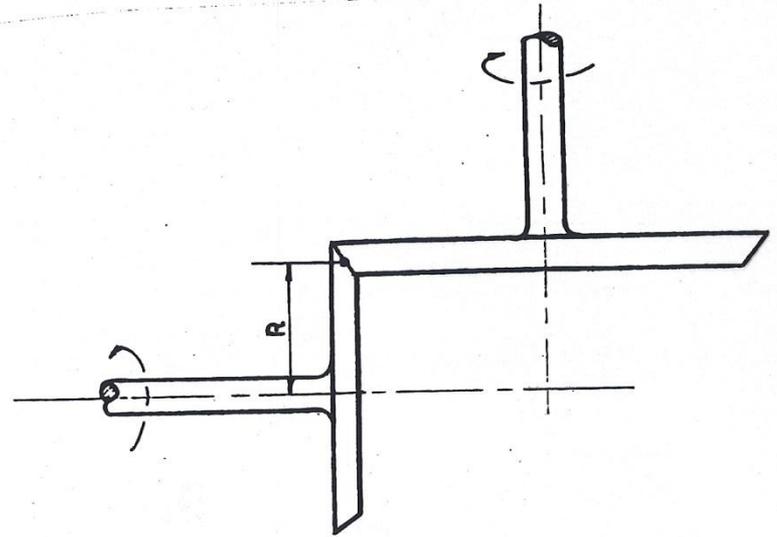
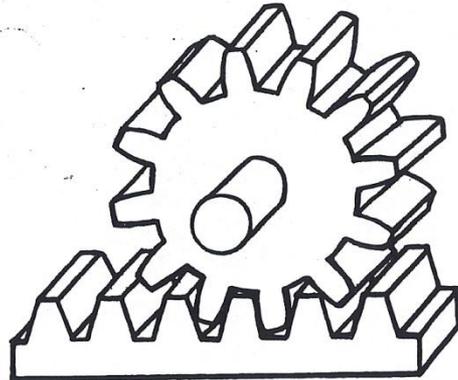
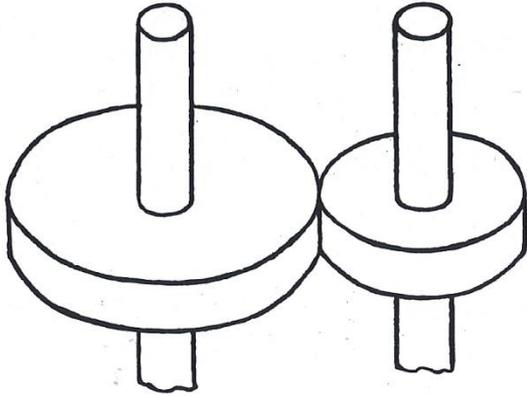
Saldatura a punti



Ruote Dentate

Ing. Alessandro Carandina

Introduzione

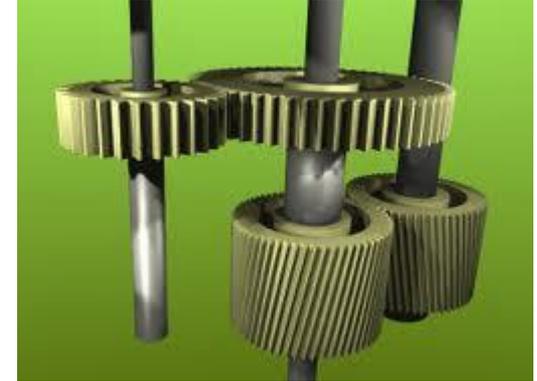


Definizioni

- ***Ruota dentata***: organo dentato destinato a trascinarne un altro o ad esserne trascinato per azione dei denti successivamente a contatto.
- ***Ingranaggio***: meccanismo elementare costituito da due ruote dentate, una motrice e l'altra condotta.
- ***Pignone***: ruota dentata con il minor numero di denti fra quelle di un ingranaggio.
- ***Ruota***: ruota dentata con il maggior numero di denti fra quelle di un ingranaggio.

Definizioni

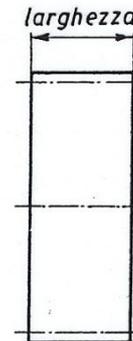
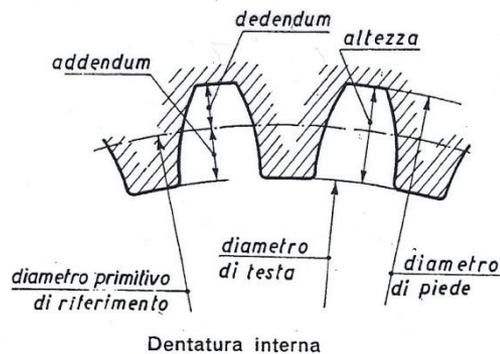
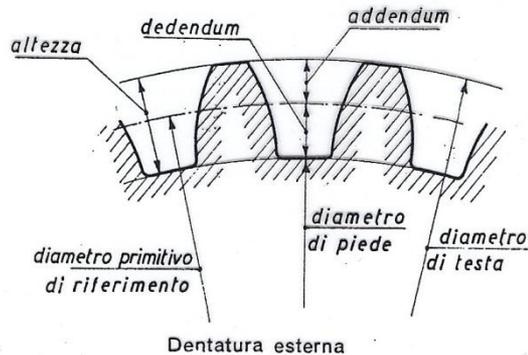
Ingranaggio parallelo: assieme composto da ruote dentate con assi paralleli.



Ingranaggio concorrente: assieme composto da ruote dentate con assi concorrenti. In particolare gli *ingranaggi ortogonali*.



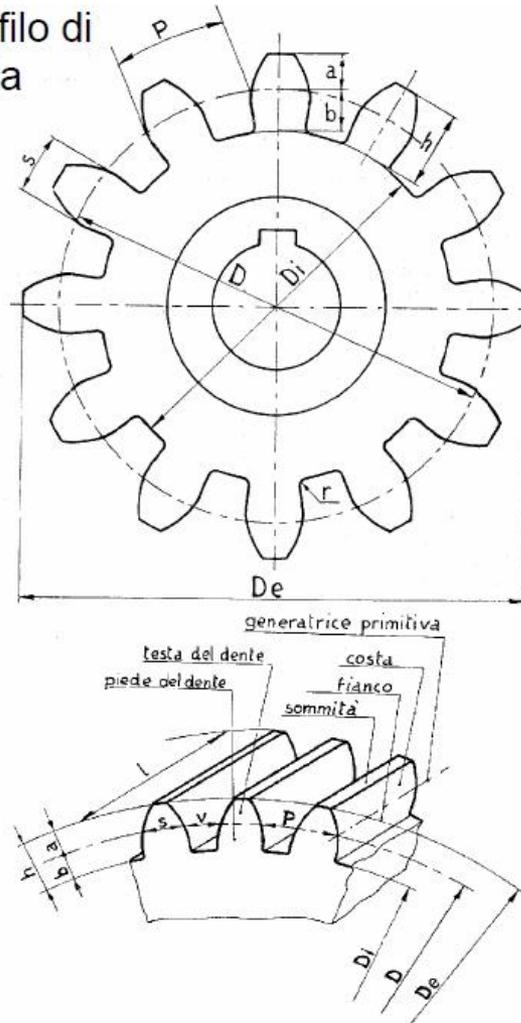
Definizioni



- **Superficie primitiva:** superficie convenzionale di riferimento per tutte le dimensioni di dentatura di una ruota considerata singolarmente.
- **Addendum:** distanza fra la superficie primitiva e la cresta del dente.
- **Dedendum:** distanza fra la superficie primitiva ed il fondo del dente.
- **Larghezza:** misura della larghezza della ruota dentata

Definizioni

Elementi del profilo di una ruota dentata



Definizioni:

D_e = diametro di testa (esterno)

D_i = diametro di fondo (interno)

D = diametro primitivo

P = passo della dentatura

s = spessore del dente

h = altezza del dente

l = larghezza del dente

a = addendum

b = dedendum

z = numero di denti

m = modulo della dentatura

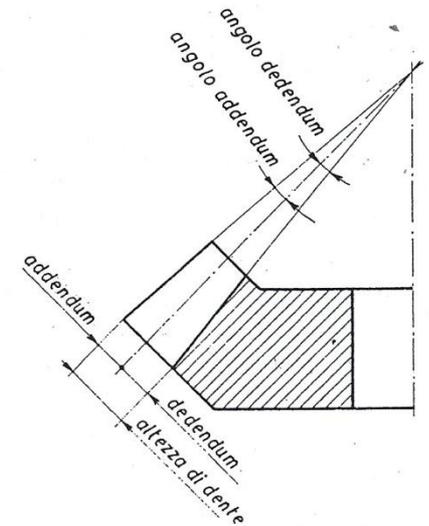
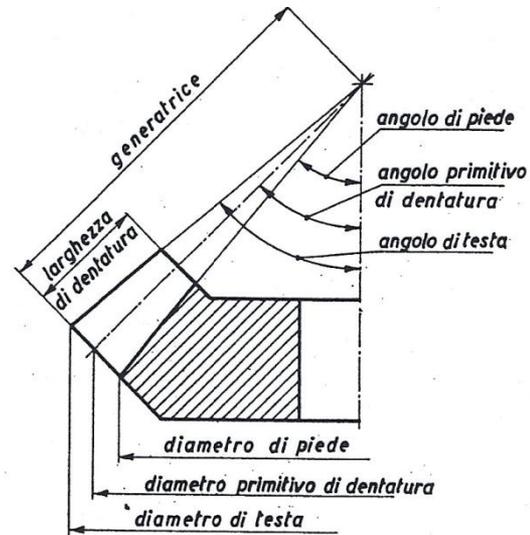
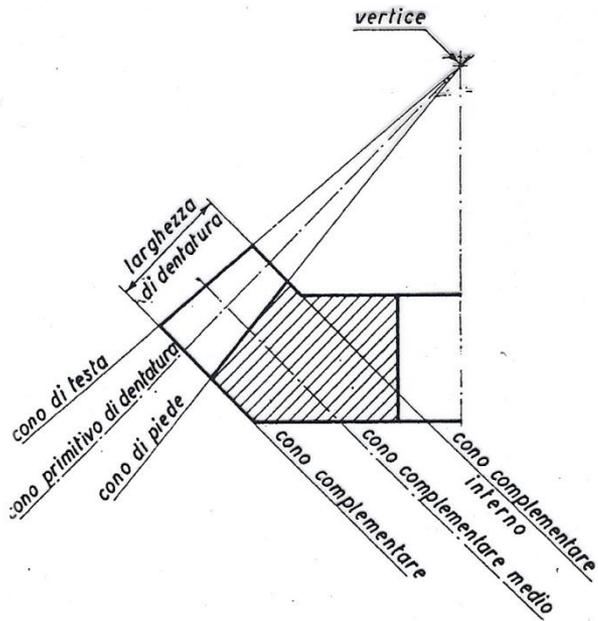
Definizioni

$$p = \frac{\pi \cdot d_p}{z} = \frac{\text{lunghezza della circonferenza primitiva}}{\text{numero di denti}} \quad \text{passo}$$

$$m = \frac{d_p}{z} = \frac{\text{lunghezza del diametro primitivo}}{\text{numero di denti}} \quad \text{modulo}$$

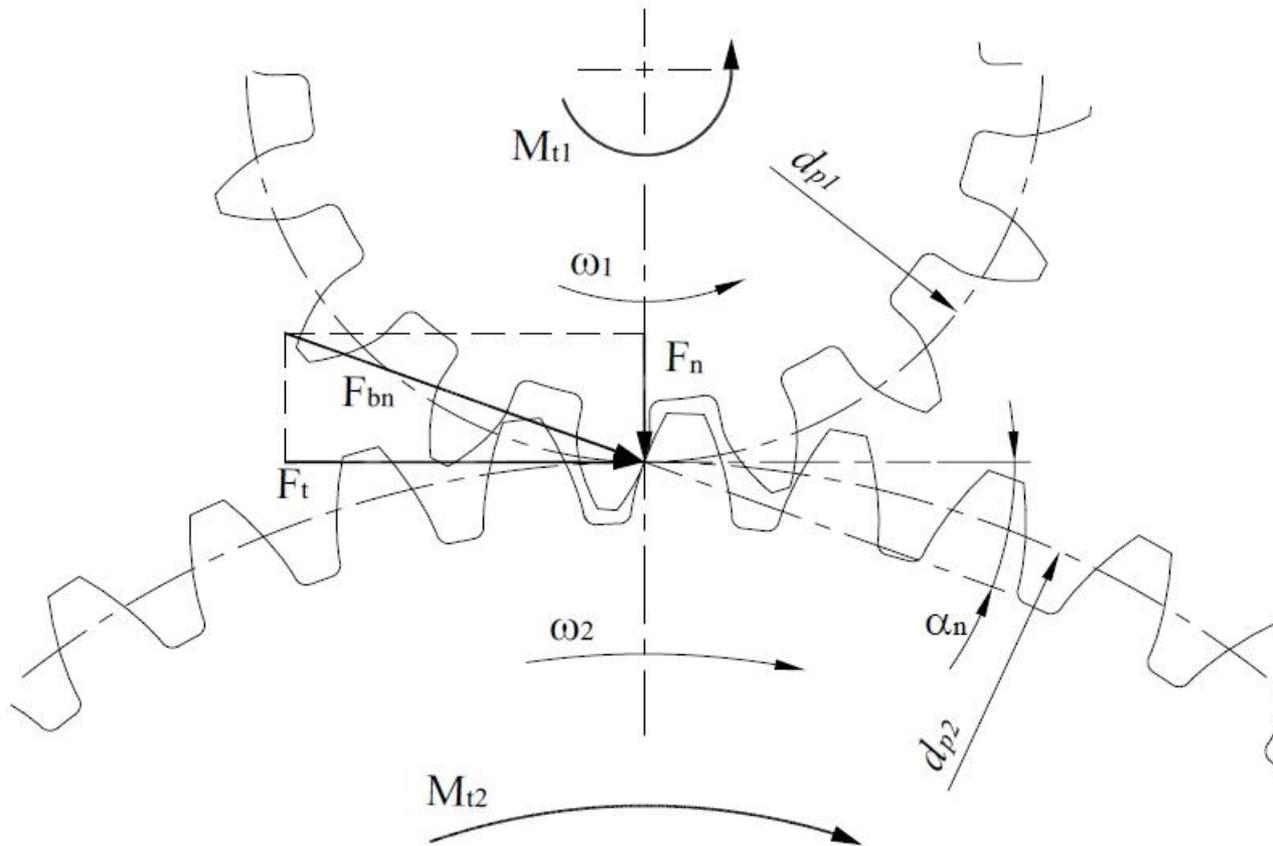
Due ruote ingrananti fra di loro hanno lo stesso passo e quindi lo stesso modulo

Definizioni



Ingranaggi conici

Definizioni





Cilindrica a denti dritti



Cilindrica a denti elicoidali



Conica a denti diritti





Conica a denti elicoidali

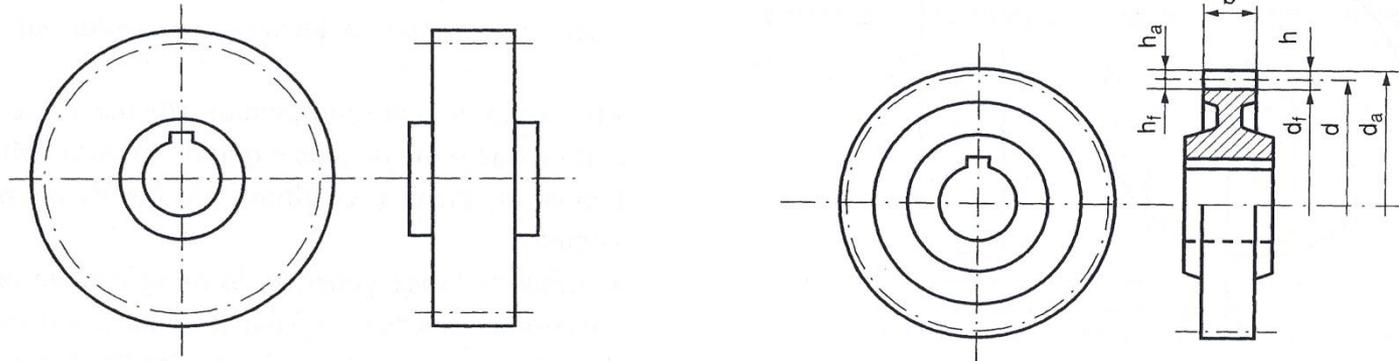


Cremagliera

Rappresentazione unificata UNI EN ISO 2203

I **contorni e gli spigoli** di ogni ruota dentata devono essere rappresentati:

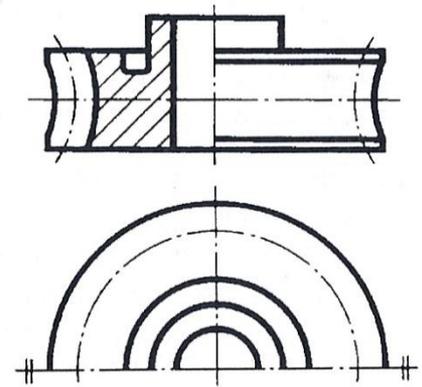
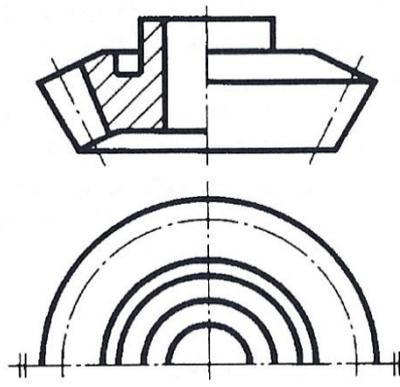
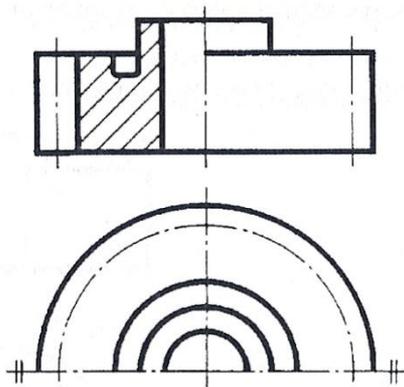
- se in vista, come se si trattasse di una ruota non dentata limitata dalla superficie di testa;
- se in sezione assiale, come se si trattasse di una ruota a dentatura dritta avente due denti diametralmente opposti, non sezionati, anche nel caso di una dentatura non diritta e nel caso di una ruota con numero dispari di denti.



Rappresentazione unificata UNI EN ISO 2203

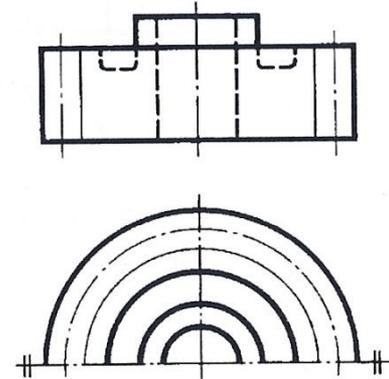
La **superficie primitiva di funzionamento** deve essere rappresentata:

- da un cerchio tracciato con linea mista fine se la ruota è rappresentata proiettata su un piano perpendicolare all'asse della ruota stessa;
- da una linea mista fine, attraversando l'intera larghezza del contorno apparente della dentatura della ruota, se la ruota è rappresentata proiettata su un piano parallelo all'asse della ruota stessa.

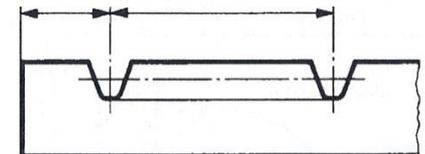
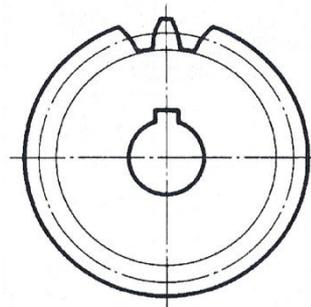


Rappresentazione unificata UNI EN ISO 2203

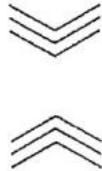
Superficie al piede: deve essere di regola rappresentata solo nelle sezioni. Se necessario può essere rappresentata anche nelle viste non sezionate. In questi casi viene rappresentata con linea continua fine.

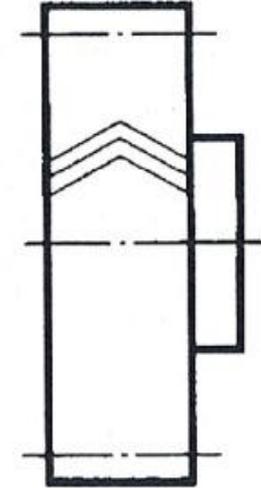


Dentatura: può essere definito richiamandosi alla dentiera di riferimento unificata ovvero ad un disegno in opportuna scala. Se necessario, vanno rappresentati con una linea continua grossa.



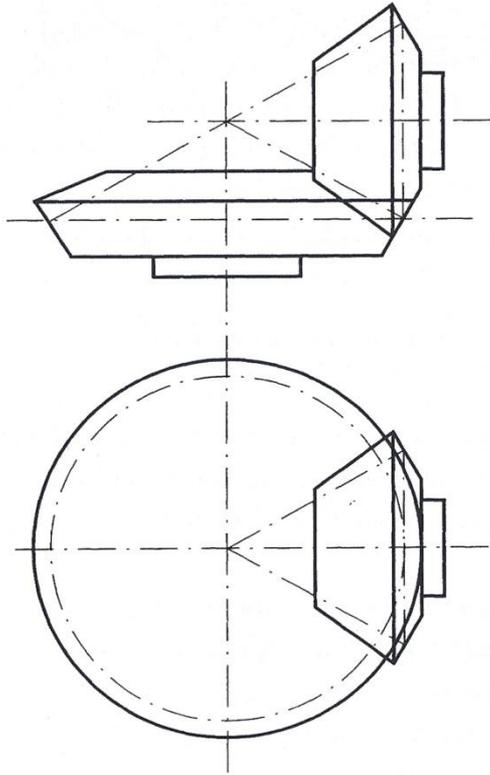
Rappresentazione unificata UNI EN ISO 2203

Dentatura	Simbolo
Elicoidale destra	
Elicoidale sinistra	
Bielicoidale	
Spirale	

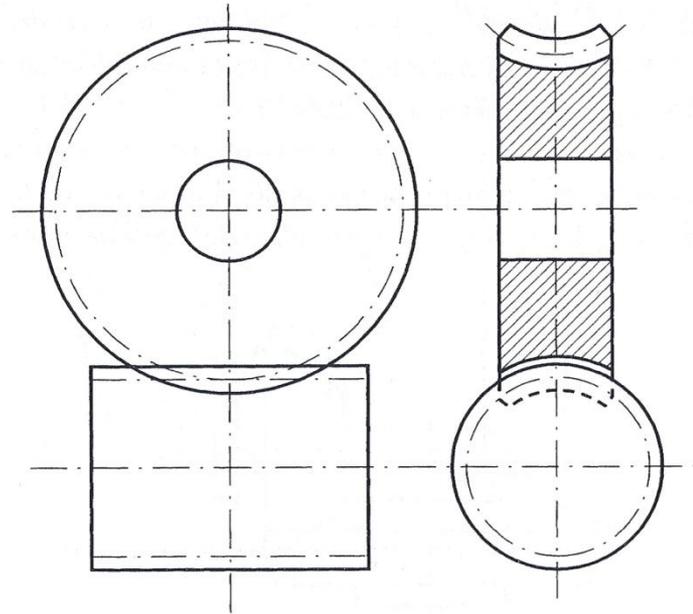


Orientamento della dentatura

Esempi



Ingranaggio conico

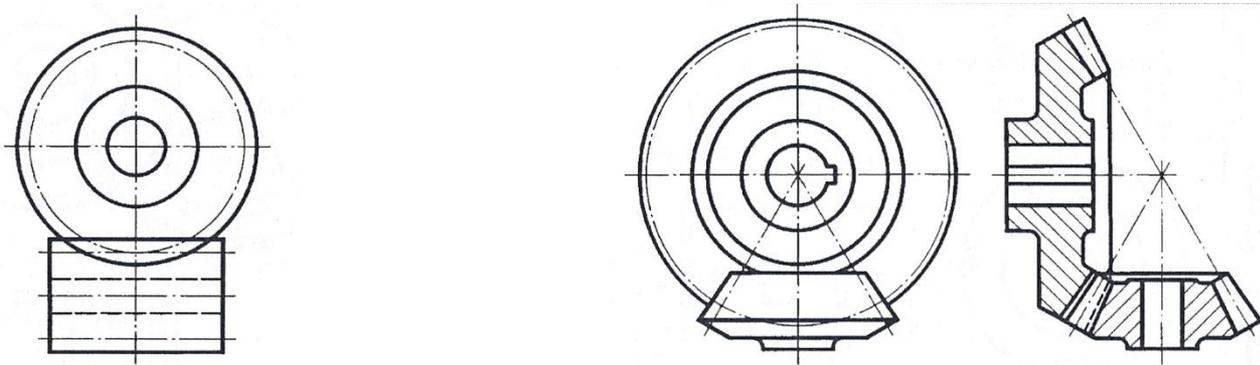


Vite senza fine

Disegni di insieme

Nella rappresentazione di un ingranaggio, si suppone che nessuna delle due ruote copra la parte in presa dell'altra, ad eccezione dei seguenti casi:

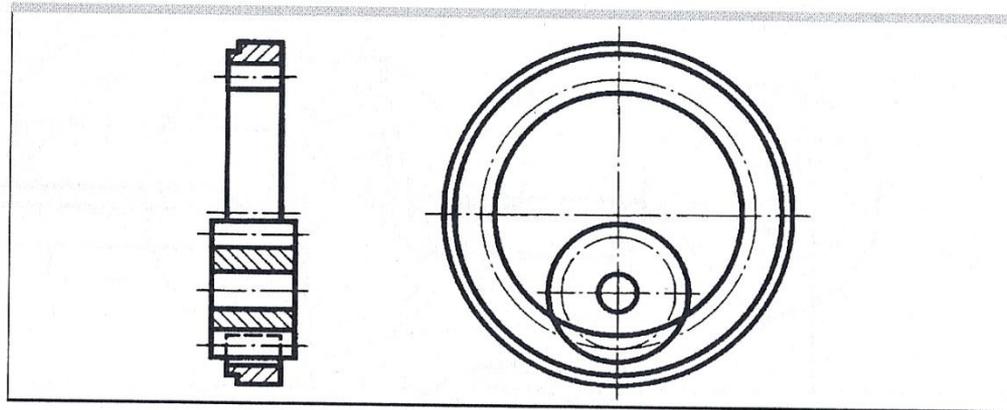
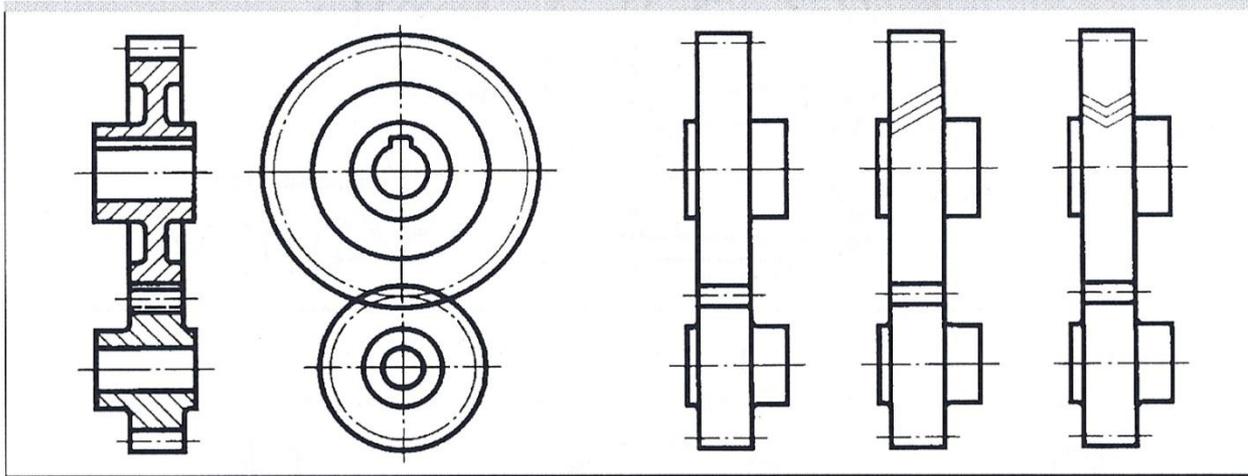
- una delle ruote è situata anteriormente all'altra e la copre effettivamente;
- in sezione assiale, una delle due ruote scelta arbitrariamente copre la parte in presa dell'altra.



Nel caso di un ingranaggio conico vanno prolungate le linee della superficie primitiva fino al loro punto di incontro con l'asse.

Ingranaggio interno

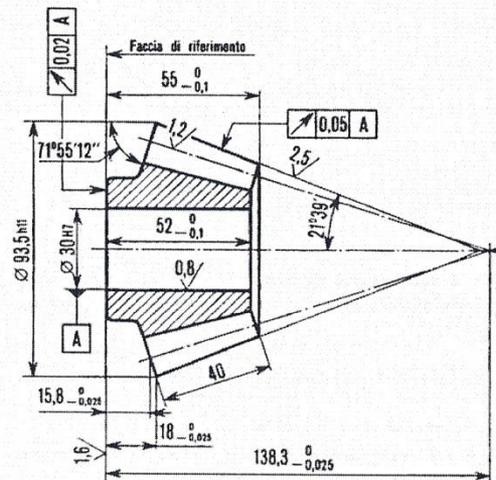
Ingranaggio esterno



UNI 7463

Dati da indicare sui disegni

4. Esempio di una ruota conica a denti diritti esterni ad evolvente con foro di riferimento



Caratteristiche della dentatura		
Modulo	m	5
Numero di denti	z	16
Dentiera di riferimento		UNI 6588-09
Diametro primitivo di riferimento	d	80
Angolo primitivo di riferimento	δ	$18^\circ 4' 48''$
Angolo di piede	δ_f	$16^\circ 22' 48''$
Lunghezza della generatrice	R	128,87
Coefficiente di spostamento	x	0,42
Spessore del dente:		
- corda	\bar{s}	8,54 - 0,05
- altezza sulla corda	\bar{h}_a	5,95 - 0,08
Grado di precisione		*
Numero di denti ruota coniugata (disegno N° . . .)	z	49
Angolo tra gli assi dell'ingranaggio	Σ	90°
Gioco normale dell'ingranaggio	j_n	0,10 ÷ 0,16
* Per i gradi di precisione della dentatura, vedere UNI (in preparazione).		

Cuscinetti a Rotolamento

Ing. Alessandro Carandina

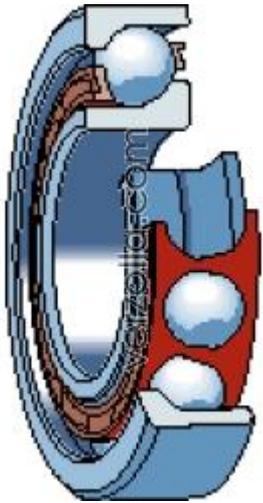
Generalità



Hanno lo scopo di permettere la rotazione relativa di un componente (albero) rispetto ad un altro (supporto-alloggiamento) evitando lo strisciamento circonferenziale grazie al rotolamento di corpi volventi (sfere o rulli).

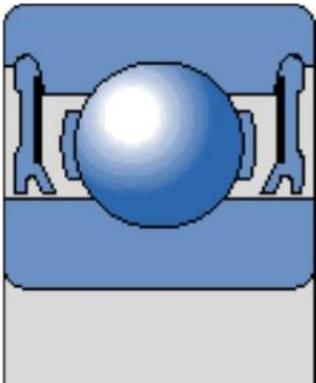


Generalità



Sono formati da:

- Anello interno (solidale all'albero)
- Anello esterno (solidale al supporto)
- Una o più corone di corpi volventi (sfere o rulli) che rotolano sulle piste ricavate sugli anelli
- Una gabbia rotante che mantiene in posizione i corpi volventi
- Eventuali guarnizioni o schermi di protezione



Generalità

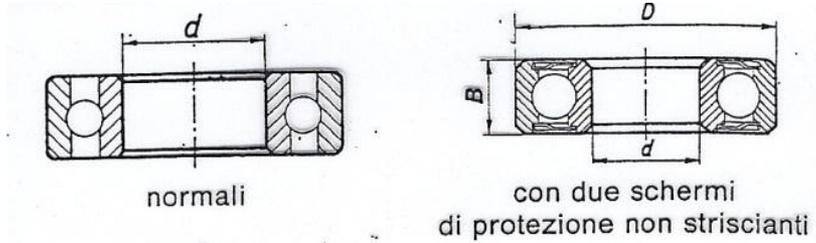


Tipi di cuscinetti (in relazione alla modalità di trasferimento del carico):

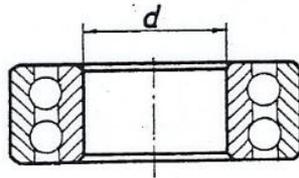
- Radiali
- Assiali
- Combinati
-



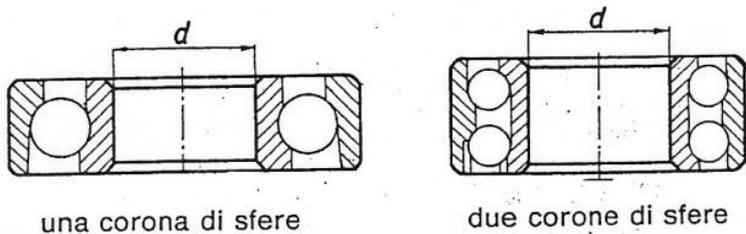
Generalità



Cuscinetti radiali ad una corona di sfere

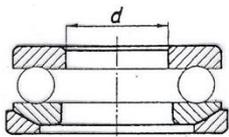


Cuscinetti radiali a due corone di sfere

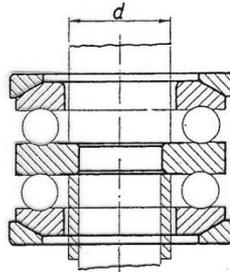


Cuscinetti radiali-obliqui a sfere

Generalità

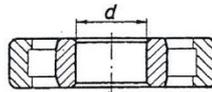
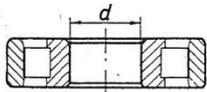


semplici

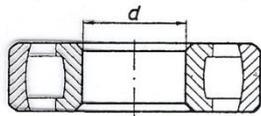


doppi

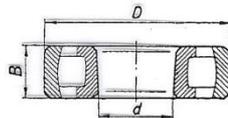
Assiali a sfere



Radiali a rulli

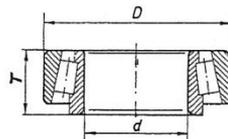
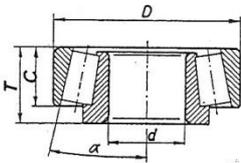


con foro
cilindrico



con foro
conico

Radiali a rulli orientabili



Radiali a rulli conici

Rappresentazione semplificata

UNI EN ISO 8826-2

prospetto 1 **Elementi della rappresentazione semplificata specifica per le caratteristiche dei cuscinetti volventi**

N°	Elemento	Descrizione	Applicazione
1.1	 1)	Linea diretta continua lunga	Linea che rappresenta l'asse dei corpi volventi, senza possibilità di orientamento
1.2	 1)	Arco di cerchio continuo lungo	Linea che rappresenta l'asse dei corpi volventi, con possibilità di orientamento
1.3	<p>Indicazioni alternative (esempi)</p>   2)	<p>Linea diretta continua corta che attraversa la linea continua lunga N° 1.1 oppure N° 1.2 a 90° (indicazione semplificata preferibile) coincidente con il centro della linea (radiale) di ciascun corpo volante.</p> <p>cerchio</p>	<p>Numero di corone e posizione dei corpi volventi</p> <p>sfera</p>
	 2)	rettangolo largo	rullo
	 2)	rettangolo stretto	rullino, perno

1) Questo elemento si può rappresentare inclinato, in funzione del tipo di cuscinetto.
 2) Invece della linea continua corta, questa alternativa può essere usata per rappresentare il corpo volante.

Rappresentazione semplificata UNI EN ISO 8826-2

prospetto 2 Combinazione di elementi nella rappresentazione semplificata specifica

Caratteristiche del carico sul cuscinetto		Caratteristiche del cuscinetto				
		Due anelli		Tre anelli		
		Una corona	Due corone	Una corona	Due corone	
Direzione del carico	Radiale	no				
		si				
	Assiale	no				
		si				
	Radiale ed assiale	no				
		si				

Nota - I cuscinetti volventi mostrati in questo prospetto sono sempre rappresentati nel disegno nello spazio al di sopra dell'asse del cuscinetto.

Rappresentazione semplificata

UNI EN ISO 8826-2

prospetto 3 Cuscinetti a sfere ed a rulli

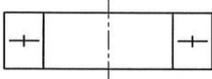
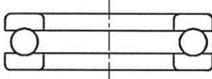
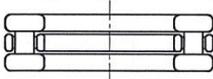
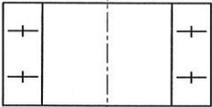
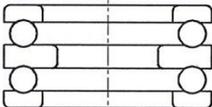
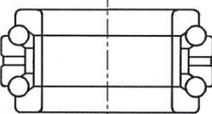
Rappresentazione semplificata specifica		Applicazione	
		Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli
		Illustrazione ¹⁾ e riferimento ²⁾	Illustrazione ¹⁾ e riferimento ²⁾
3.1		 Cuscinetto radiale a sfera, ad una corona ISO 15, ISO 8443 Cuscinetto "inserto" ISO 9628	 Cuscinetto a rulli cilindrici, ad una corona ISO 15
3.2		 Cuscinetto radiale a sfere, a due corone ISO 15	 Cuscinetto a rulli cilindrici, a due corone ISO 15
3.3			 Cuscinetto orientabile a rulli, ad una corona ISO 15
1) Disegno incompleto, solo per informazione. 2) Se disponibile.			
segue nella pagina successiva			

Rappresentazione semplificata UNI EN ISO 8826-2

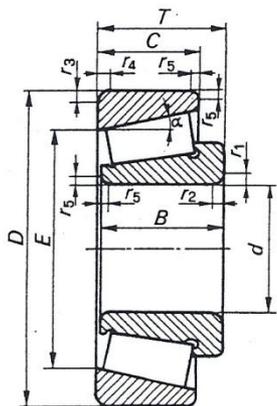
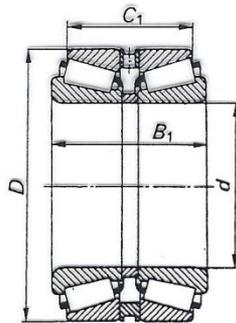
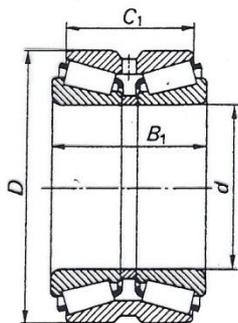
Rappresentazione semplificata specificata	Applicazione		
	Cuscinetti a sfere		Cuscinetti a rulli
	Illustrazione ¹⁾ e riferimento ²⁾		Illustrazione ¹⁾ e riferimento ²⁾
continua dalla pagina precedente			
3.4		 Cuscinetto orientabile a sfere, a due corone ISO 15	 Cuscinetto orientabile a rulli, a due corone ISO 15
3.5		 Cuscinetto obliquo a sfere, ad una corona ISO 582	 Cuscinetto a rulli conici, a contatto obliquo, ad una corona ISO 355
3.6		 Cuscinetto a sfere, non separabili, a contatto obliquo a due corone	
3.7		 Cuscinetto obliquo a sfere, a due corone, anello interno in due pezzi	
3.8			 Cuscinetto a rulli conici, a due corone, anello interno in due pezzi ISO 355
<p>1) Disegno incompleto, solo per informazione. 2) Se disponibile.</p>			

Rappresentazione semplificata UNI EN ISO 8826-2

prospetto 6 Cuscinetti assiali

Rappresentazione semplificata specifica		Applicazione	
		Cuscinetti a sfere	Cuscinetti a rulli o rullini
		Illustrazione ¹⁾ e riferimento ²⁾	Illustrazione ¹⁾ e riferimento ²⁾
6.1		 Cuscinetto assiale a sfere, a semplice effetto ISO 104	 Cuscinetto assiale a rulli, a semplice effetto  Gabbia assiale a rullini  Gabbia assiale a rulli
6.2		 Cuscinetto assiale a sfere, a doppio effetto ISO 104	
6.3		 Cuscinetto assiale a sfere, a contatto obliquo	

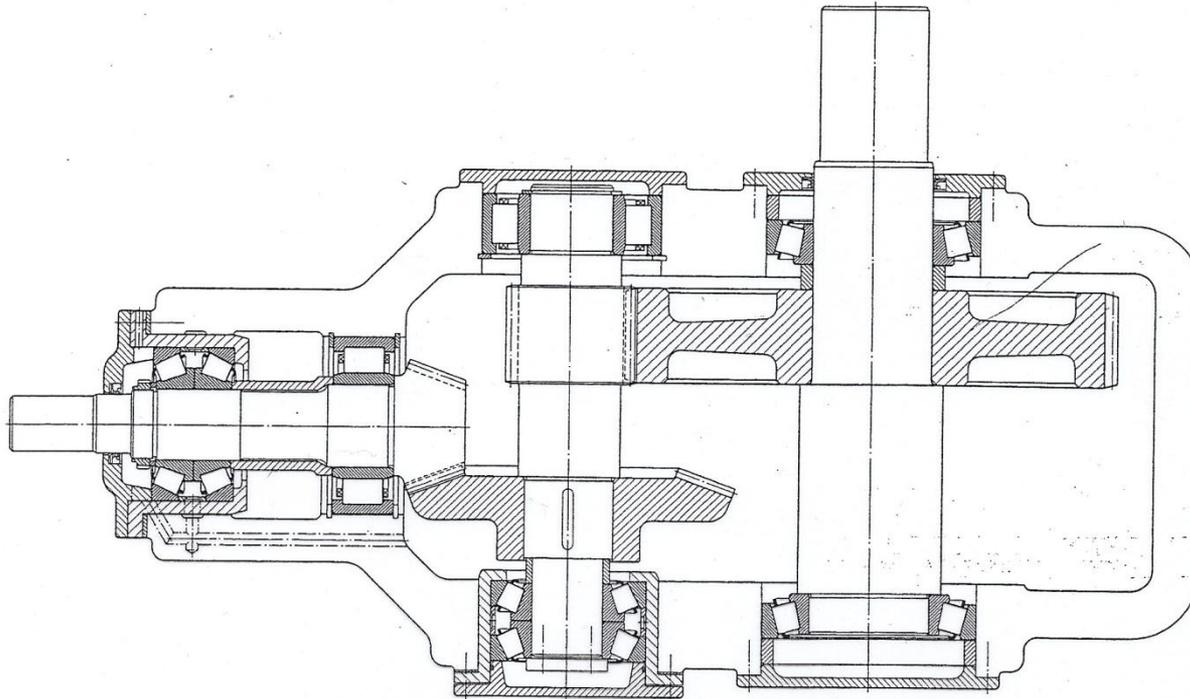
Grandezze caratteristiche



Valori nominali			
d	diametro del foro	r_1	altezza del raccordo in direzione radiale, lato facciata maggiore dell'anello interno
D	diametro esterno	$r_{1 \text{ s min}}$	dimensione singola minima di r_1
D_1	diametro esterno della flangia	r_2	larghezza del raccordo in direzione assiale, lato facciata maggiore dell'anello interno.
T	larghezza del cuscinetto	$r_{2 \text{ s min}}$	dimensione singola minima di r_2
B	larghezza dell'anello interno	r_3	altezza del raccordo in direzione radiale, lato facciata maggiore dell'anello esterno.
B_1	larghezza del cuscinetto doppio	$r_{3 \text{ s min}}$	dimensione singola minima di r_3
C	larghezza dell'anello esterno	r_4	larghezza del raccordo in direzione assiale, lato facciata maggiore dell'anello esterno.
C_1	larghezza dell'anello esterno doppio, o dei due anelli esterni singoli e del distanziatore esterno	r_5	altezza e larghezza in direzione radiale ed assiale delle facciate minori dell'anello interno ed esterno.
E	diametro interno minore dell'anello esterno		
h_1	altezza della flangia		
α	angolo di contatto		

L'anello esterno doppio o il distanziatore esterno possono avere o non avere una scanalatura e i fori di lubrificazione, come specificato dalle designazioni del cuscinetto.

Esempi



Esempi

figura 4

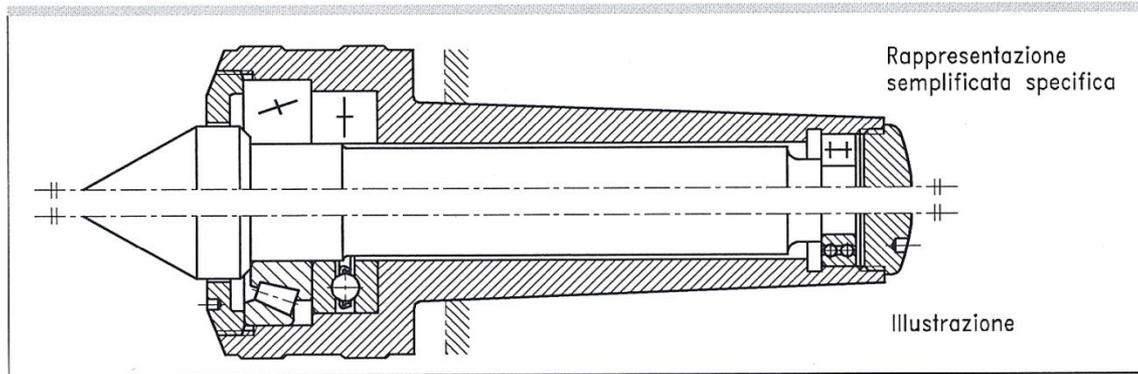


figura 5

