

VINCENZO RISOLO
BRUNA BASSI

DISEGNO, PROGETTAZIONE E ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE

1

Normativa del disegno tecnico
Quotatura dei disegni
Collegamenti meccanici
Progettazione di macchine
Elementi commerciali



Edizione **OPENSCHOOL**

- | | |
|---|----------------------|
| 1 | LIBRODITESTO |
| 2 | E-BOOK+ |
| 3 | RISORSEONLINE |
| 4 | PIATTAFORMA |

HOEPLI

VINCENZO RISOLO BRUNA BASSI

Disegno, progettazione e organizzazione industriale

Volume 1

Normativa del disegno tecnico • Quotatura dei disegni •
Collegamenti meccanici • Progettazione di macchine •
Elementi commerciali



EDITORE ULRICO HOEPLI MILANO

Copyright © Ulrico Hoepli Editore S.p.A. 2019

Via Hoepli 5, 20121 Milano (Italy)

tel. +39 02 864871 – fax +39 02 8052886

e-mail hoepli@hoepli.it

www.hoepli.it



Tutti i diritti sono riservati a norma di legge
e a norma delle convenzioni internazionali

INDICE

MODULO A

LA NORMATIVA TECNICA

Unità A1 Terminologia e formato dei fogli da disegno

A1.1	Il disegno tecnico	3
	Generalità	3
A1.2	Definizioni e terminologia	5
	Il codice dei disegni	7
A1.3	Formati dei fogli da disegno e disposizione degli elementi grafici	11
	Formato dei fogli da disegno	12
A1.4	Piegatura dei fogli da disegno	14
	VERIFICA UNITÀ A1	15

Unità A2 I simboli, le linee, la scala

A2.1	Riquadri delle iscrizioni nei disegni tecnici	17
A2.2	Grafica dei simboli	17
A2.3	Le linee nel disegno tecnico: tipologia, spessore e applicazione nei disegni	18
A2.4	La scala nei disegni tecnici	20
	VERIFICA UNITÀ A2	21

Unità A3 Le proiezioni ortogonali, le sezioni, la campitura

A3.1	Le proiezioni ortogonali: metodi di proiezione	23
	Generalità	23
A3.2	Denominazione delle viste	25
A3.3	Le proiezioni prospettiche (secondo la UNI EN ISO 5456-4:2002)	25
A3.4	Le proiezioni assonometriche (secondo la UNI EN ISO 5456-3:2001)	26
A3.5	Viste particolari, parziali, locali	27
A3.6	Le sezioni	28
	Modalità di esecuzione delle sezioni	31
	VERIFICA UNITÀ A3	43

Unità A4 La quotatura

A4.1	La quotatura	47
	Premessa	47
	Alcune regole per una buona quotatura	48
A4.2	Elementi per la quotatura	48
	Linee di riferimento	48
	Linee di misura o porta-quotà	49
	Terminali o frecce	49
	Quota o dimensione	50
A4.3	Disposizione delle quote	52
	Criterio A	52
	Criterio B	53
A4.4	Sistemi di quotatura	53
	Quotatura in serie	54
	Quotatura in parallelo	54
	Quotatura combinata	55
	Quotatura progressiva o a quote sovrapposte o in sequenza	55
	Quotatura per coordinate	56
A4.5	Convenzioni particolari di quotatura (secondo la Norma UNI ISO 129-1:2011)	57
	Quotatura di archi, corde, angoli	57
	Quotatura di cerchi e cilindri	58

	Quotatura di raggi	58
	Quotatura delle sfere	59
	Quotatura degli smussi	60
	Quotatura di profili quadri	60
	Quotatura di profilati, barre, tubi	61
	Quotatura di elementi uguali ed equidistanti	61
A4.6	Conicità, rastremazione, inclinazione	62
	Conicità	62
	Rastremazione	63
	Inclinazione	64
	Quotatura di complessivi	65
	Quotatura di elementi con particolari specifiche	66
	VERIFICA UNITÀ A4	67
	VERIFICHE SOMMATIVE MODULO A	71

MODULO B

DISPOSITIVI DI COLLEGAMENTO

Unità B1 Tolleranze di lavorazione e rugosità

B1.1	Introduzione alle tolleranze di lavorazione	77
	Premessa	77
B1.2	Indicazioni generali	78
	Definizioni	78
B1.3	Definizione di tolleranze di lavorazione	79
B1.4	Le tolleranze nel sistema ISO	84
B1.5	Accoppiamenti con gioco e con interferenza	85
	Accoppiamenti incerti	86
B1.6	Accoppiamenti foro-base e albero-base	86
B1.7	Qualità e posizione delle tolleranze	87
	Posizione della tolleranza	89
B1.8	Calcolo e indicazione delle tolleranze sui disegni tecnici – I segni grafici secondo la Norma UNI ISO 129-1:2011	98
B1.9	Tolleranze per le filettature metriche ISO a profilo triangolare	101
	Lunghezza di avvitamento	102
	Qualità di lavorazione	102
B1.10	La rugosità	104
	Definizioni	104
B1.11	Indicazione delle rugosità sui disegni tecnici	105
B1.12	Criteri per la scelta della rugosità	107
	VERIFICA UNITÀ B1	109

Unità B2 I collegamenti meccanici smontabili: filettature, linguette, chiavette

B2.1	I collegamenti meccanici	114
	Generalità	114
B2.2	Collegamenti meccanici smontabili e non smontabili	114
B2.3	Collegamenti smontabili: le filettature	115
	Profili delle filettature metriche	117
B2.4	I passi delle filettature metriche ISO	118
B2.5	Designazione delle filettature metriche ISO	120
	Esempi di designazione	120
B2.6	Tipologie di filettature	120

B2.7	Rappresentazione delle filettature nei disegni tecnici	122
B2.8	Categorie della bulloneria in acciaio	124
B2.9	Classi di resistenza di viti e dadi	125
B2.10	Forma di viti e dadi	126
B2.11	Sistemi antisvitamento di viti e dadi	127
B2.12	Collegamenti smontabili filettati (applicazioni)	129
	Accoppiamento con vite mordente	129
	Collegamento con vite passante	130
	Collegamento con vite prigioniera	130
B2.13	Organi di collegamento non filettati	132
	Assi e alberi	132
	Linguette	133
	Chiavette	135
	Accoppiamenti con spine	136
	Accoppiamenti con perni	137
	Alberi a profilo scanalato	138
	Biette	141
VERIFICA UNITÀ 82		142

Unità B3 I collegamenti meccanici non smontabili: le saldature, cenni sulle fusioni

B3.1	Collegamenti meccanici non smontabili	149
	Generalità	149
	Sistemi di saldatura	149
B3.2	Saldature autogene	150
B3.3	Saldature eterogenee	150
	Saldobrasatura	150
	Brasatura	151
B3.4	Preparazione dei lembi di saldatura (cianfrinatura)	152
B3.5	Saldatura con gas (ossiacetilenica)	155
B3.6	Saldatura ad arco elettrico con elettrodo rivestito	156
B3.7	Saldatura TIG	158
B3.8	Saldatura MIG e MAG	159
B3.9	Saldatura ad arco sommerso	161
B3.10	Saldatura per punti	162
B3.11	Saldatura laser	164
B3.12	Saldatura a ultrasuoni	164
B3.13	Rappresentazione schematica delle saldature nei disegni tecnici	165
B3.14	Quotatura delle saldature	168
B3.15	Simboli numerici dei processi di saldatura	170
B3.16	Controllo delle saldature	172
B3.17	Cenni sulle fusioni	172
B3.18	Fonderia	173
B3.19	Forni per la fusione	173
	Cubilotto	174
	Forni elettrici	175
B3.20	Il processo di fonderia	175
B3.21	Cenni sui processi speciali di fusione	176
	Pressofusione	176
	Colata in conchiglia	177
	Microfusione	177
VERIFICA UNITÀ 83		178

Unità B4 Chiodature e incollaggi

B4.1	Le chiodature	184
B4.2	Chiodi e normativa di riferimento	184
B4.3	Ribattini e rivetti	189
B4.4	Gli incollaggi	190
B4.5	Classificazione degli adesivi (solo sintetici)	191
VERIFICA UNITÀ 84		193
VERIFICHE SOMMATIVE MODULO 8		195

MODULO C

LA TRASMISSIONE DEL MOTO

Unità C1 Dispositivi e componenti di macchine

C1.1	Introduzione	207
C1.2	Alberi di trasmissione	207
	Alberi orizzontali	208
	Alberi verticali	209
C1.3	Supporti per alberi	214
	Alcune tipologie di supporti commerciali	215
C1.4	Dispositivi di lubrificazione	215
C1.5	Cuscinetti radenti	216
	Caratteristiche tecnologiche delle bronzine	217
	Materiali di costruzione per bronzine	217
C1.6	Cuscinetti volventi	219
	Classificazione dei cuscinetti volventi	219
	Caratteristiche di un cuscinetto volvente	220
C1.7	Designazione dei cuscinetti volventi	224
	Struttura e designazione della sigla dei cuscinetti	224
	Codifica del foro del cuscinetto	225
C1.8	Criteri nell'applicazione e nel montaggio dei cuscinetti volventi	225
	Esempi di applicazioni	226
C1.9	Calcolo dei cuscinetti volventi	229
	Durata di un cuscinetto	229
C1.10	Guarnizioni e tenute statiche e dinamiche	232
VERIFICA UNITÀ C1		237

Unità C2 Le molle

C2.1	Le molle	256
	Generalità	256
	Caratteristiche meccaniche delle molle	256
C2.2	La molla di compressione	257
C2.3	La molla di trazione	259
C2.4	La molla di torsione	259
C2.5	La molla di flessione	260
	Molle a fogli e a balestra	262
C2.6	Materiali da costruzione delle molle	262
C2.7	La normativa sulle molle	263
C2.8	Applicazione di alcuni tipi di molle	263
VERIFICA UNITÀ C2		265

Unità C3 Trasmissione del moto con giunti

C3.1	I giunti	268
	Generalità	268
C3.2	I giunti rigidi	268
C3.3	I giunti elastici	269
C3.4	I giunti articolati	271
C3.5	I giunti oleodinamici	272
C3.6	I giunti di sicurezza	272
VERIFICA UNITÀ C3		274

Unità C4 Trasmissione del moto con ruote dentate

C4.1	La trasmissione del moto	284
C4.2	Classificazione delle ruote dentate	287
C4.3	Caratteristiche geometriche delle ruote dentate	288
C4.4	Proporzionamento di ruote dentate	290
C4.5	Ingranaggi cilindrici a denti elicoidali	293
C4.6	Ingranaggi conici	294
C4.7	Ingranaggi a vite senza fine	295
C4.8	Rappresentazione convenzionale delle ruote dentate	295
VERIFICA UNITÀ C4		301

Unità C5 Trasmissione del moto con cinghie, funi, catene

C5.1	Trasmissioni con cinghie	306
C5.2	Trasmissioni di potenza tramite cinghia	308
C5.3	Tipologie di trasmissione a cinghia	308
C5.4	Caratteristiche delle cinghie piatte	309
C5.5	Caratteristiche delle cinghie trapezoidali	310
C5.6	Galoppini o tenditori	314
C5.7	Caratteristiche delle cinghie sincrone	315
C5.8	Struttura delle cinghie sincrone	316
C5.9	Pulegge per cinghie dentate	316
C5.10	Trasmissione con funi metalliche	318
C5.11	Materiali e dimensionamento delle funi	324
C5.12	Pulegge per funi	325
C5.13	Trasmissioni con catene	327
C5.14	Tipologie di catene	327
C5.15	Ruote per catene (pignoni e corone)	329
C5.16	Rappresentazione grafica di pignone e corona commerciali e lavorati	329
C5.17	Sicurezza e manutenzione delle catene	331
VERIFICA UNITÀ C5		332
VERIFICHE SOMMATIVE MODULO C		334

MODULO D

MATERIALI PER LE COSTRUZIONI MECCANICHE

Unità D1 Materiali metallici ferrosi e non ferrosi

D1.1	Materiali per le costruzioni meccaniche	345
	Materiali metallici ferrosi	345
	Materiali metallici non ferrosi	345
	Materie plastiche	345
	Materiali compositi	346
D1.2	Materiali metallici ferrosi	346
D1.3	Classificazione degli acciai	346
	Acciai legati (speciali)	347
D1.4	Normative UNI sugli acciai	348
D1.5	Le ghise	351
	Generalità	351
D1.6	I vari tipi di ghisa	352

	Ghise grigie	352
	Ghise bianche (UNI EN 12513:2011)	352
	Ghise malleabili (UNI EN 1562:2012)	352
	Ghisa sferoidale (UNI EN 1563:2018)	353
	Ghise speciali	353
	Ghise particolari	353
D1.7	Alluminio, magnesio e relative leghe	354
	Generalità e caratteristiche tecnologiche	354
D1.8	Processo di produzione dell'alluminio	355
	Produzione dei semilavorati	356
D1.9	Normativa UNI di riferimento	357
D1.10	Leghe di alluminio	357
	I principali elementi di lega e loro caratteristiche	359
D1.11	Classificazione internazionale delle leghe di alluminio	360
	Anodizzazione delle leghe di alluminio	363
D1.12	Leghe leggere di magnesio	363
D1.13	Il rame	364
D1.14	Le leghe di rame	366
D1.15	Bronzo	367
D1.16	Ottone	368
	Designazione degli ottoni	369
D1.17	Designazione ISO delle leghe di rame	370
D1.18	Zinco	373
D1.19	Piombo	373
D1.20	Leghe antifrizione	374
VERIFICA UNITÀ D1		375

Unità D2 Materie plastiche

D2.1	Materie plastiche	378
	La normativa UNI	378
	Polimeri termoplastici	378
	Processi di lavorazione dei materiali termoplastici	379
	Polimeri termoindurenti	380
	Elastomeri	381
D2.2	Cenni sui materiali compositi	382
VERIFICA UNITÀ D2		385
VERIFICHE SOMMATIVE MODULO D		387

Appendice

Come utilizzare il coupon per scaricare la versione digitale del libro (eBook+) e i contenuti digitali integrativi (risorse online)		412
--	--	-----

PRESENTAZIONE

Il testo è destinato agli studenti degli Istituti Tecnici Tecnologici indirizzo Meccanica, Meccatronica ed Energia.

L'opera è articolata in due volumi, il primo indirizzato agli studenti del secondo biennio consegue la finalità di completare quanto già sviluppato nel primo biennio allargando l'orizzonte dei disegnatori dalla mera manualità, all'applicazione delle ferree regole della progettazione in un crescendo di giustificata difficoltà. Si tratta di un percorso logico che lo studente, che approccia al disegno prima e alla progettazione poi, deve compiere per comprendere in maniera chiara e con cognizione di causa i processi produttivi che sono alla base della moderna organizzazione industriale.

Il secondo volume (per le classi quinte dei medesimi istituti) abbraccia i concetti fondamentali degli studi di fabbricazione e dell'organizzazione industriale con lo sviluppo di cicli di lavorazione da realizzare su macchine tradizionali e CNC. Viene dato ampio spazio ad attrezzi e utensili per le differenti macchine utilizzate nei processi produttivi, integrando con una serie di esercizi di programmazione svolti su torni CNC e su centri di lavoro.

La pianificazione della produzione, i sistemi di gestione qualità secondo la ISO 9001 e la salute e la sicurezza nei luoghi di lavoro secondo il D.Lgs. 81/08 e s.m.i., completano il ciclo della filiera produttiva.

Alcune Norme UNI citate nel testo sono state ritirate senza sostituzione, ma ancora abbondantemente utilizzate da produttori, da Uffici Tecnici e Aziende e a disposizione sullo store online dell'UNI.

Il corso recepisce le indicazioni ministeriali sui nuovi Istituti Tecnici del settore tecnologico ed è in linea con quanto previsto dall'editoria scolastica in materia di libri digitali.

IMPOSTAZIONE DIDATTICA

L'opera, sviluppata in **moduli**, pone nell'introduzione di ciascuna unità una serie di obiettivi da raggiungere caratterizzati da **competenze**, **conoscenze** e **abilità** attese, verificate al termine delle stesse con **prove di verifica formativa**.

Al fine di fornire agli studenti un valido supporto didattico e di autovalutazione, in ciascuna unità sono previsti **test di verifica** a risposta breve e test vero/falso; inoltre l'azione di verifica e autovalutazione è completata da una serie di esercizi svolti e proposti attraverso i quali lo studente potrà determinare il suo grado di apprendimento. Al termine di ogni modulo è prevista una **verifica sommativa** strutturata analogamente alle verifiche formative. Un'area di progetto conclude la fase della conoscenza o del "SAPE-RE", per affrontare la fase del "SAPER FARE" e del "SAPERE COME FARE". Verranno quindi sviluppati due progetti nei quali gli studenti potranno dimostrare le competenze acquisite nello studio dei moduli precedenti.

AREA DIGITALE

L'area digitale dell'e-Book+ comprende:

-  test di verifica interattivi vero/falso;
-  tavole di consultazione.

Sul sito www.hoeplic scuola.it, è disponibile una **Guida docente** che contiene due progetti interamente svolti, anche in ottica CLIL, oltre all'indice completo e a un estratto delle slide in PowerPoint disponibili online e su chiavetta USB. I docenti potranno svolgere le lezioni mediante LIM riducendo il più possibile le lezioni frontali.

COMPETENZE GENERALI RELATIVE ALL'INDIRIZZO E ALL'ARTICOLAZIONE

L'indirizzo Meccanica, Meccatronica ed Energia ha lo scopo di far acquisire allo studente al termine del percorso quinquennale specifiche competenze nell'ambito dei diversi contesti produttivi, le tematiche e le competenze connesse alla progettazione, la realizzazione e la gestione dei sistemi produttivi e l'organizzazione del lavoro. In particolare nell'articolazione Meccatronica, secondo le Linee guida ministeriali, si acquisiscono competenze che caratterizzano il profilo professionale in relazione ai moderni processi produttivi, in un mercato interno e internazionale sempre più competitivo e globalizzato.

COMPETENZE GENERALI RELATIVE ALLA DISCIPLINA

La disciplina Disegno Progettazione e Organizzazione Industriale deve concorrere, nell'ambito della programmazione del consiglio di classe, al raggiungimento dei seguenti risultati di apprendimento, espressi in termini di competenze:

- ▶ conoscere le principali norme del disegno tecnico e saperle applicare;
- ▶ utilizzare software mediante i quali realizzare particolari e semplici progettazioni;
- ▶ conoscere le principali macchine utensili e i loro principi di funzionamento;
- ▶ conoscere il campo dei materiali per poter effettuare scelte in merito al loro trattamento e lavorazione;
- ▶ agire nel controllo e nella conduzione dei processi, rispetto ai quali un tecnico è in grado di contribuire all'innovazione e all'adeguamento tecnologico e organizzativo;
- ▶ gestire progetti secondo le procedure e gli standard previsti dai sistemi aziendali di gestione della qualità e della sicurezza;
- ▶ redigere relazioni tecniche e documentare le attività individuali e di gruppo;
- ▶ elaborare cicli di lavorazione, analizzando e valutando i costi;
- ▶ redigere istruzioni tecniche e manuali di uso;
- ▶ utilizzare gli strumenti di comunicazione e di team working più appropriati per intervenire in contesti organizzativi e professionali di riferimento.

RINGRAZIAMENTI

Si ringraziano le seguenti aziende che hanno fornito immagini e/o cataloghi da cui trarre spunto per esempi di pratica utilità didattica: Bulloneria Emiliana (Srl), San Cesario sul Panaro (MO); Canepari Ingranaggi, Parma; EUROTRAS s.r.l.s.u., Bascapè (PV); Mollificio Bergamasco S.p.A., Carvico (BG); Redaelli Tecna S.p.A, Milano; SKF Italia; Latermec, Torrile (PR).

Un particolare ringraziamento va all'Ing. Carlo Formentini per la consulenza informatica, alla ditta F.Q.S. Snc di Acastilli Davide & C., per il supporto tecnico e all'Ing. Alessandro Casappa per la consulenza tecnica. Una dedica speciale a Sissi, Alan, Benedetta, Carlo, Vittoria, Violante, Enea... eccellenti motivatori.

L'OFFERTA DIDATTICA HOEPLI

L'edizione **Openschool** Hoepli offre a docenti e studenti tutte le potenzialità di Openschool Network (ON), il nuovo sistema integrato di contenuti e servizi per l'apprendimento.

Edizione **OPENSCHOOL**



LIBRO DI TESTO



Il libro di testo è l'**elemento cardine** dell'offerta formativa, uno strumento didattico **agile** e **completo**, utilizzabile **autonomamente** o in combinazione con il ricco **corredo digitale** offline e online. Secondo le più recenti indicazioni ministeriali, volume cartaceo e apparati digitali **sono integrati in un unico percorso didattico**. Le espansioni accessibili attraverso l'eBook+ e i materiali integrativi disponibili nel sito dell'editore sono puntualmente richiamati nel testo tramite apposite icone.

eBOOK+



L'**eBook+** è la versione digitale e interattiva del libro di testo, utilizzabile su **tablet, LIM** e **computer**. Aiuta a comprendere e ad approfondire i contenuti, rendendo l'apprendimento più attivo e coinvolgente. Consente di leggere, annotare, sottolineare, effettuare ricerche e accedere direttamente alle numerose **risorse digitali integrative**.
→ Scaricare l'eBook+ è molto **semplice**. È sufficiente seguire le istruzioni riportate nell'ultima pagina di questo volume.

RISORSE ONLINE



Il sito della casa editrice offre una ricca dotazione di **risorse digitali** per l'approfondimento e l'aggiornamento. Nella pagina web dedicata al testo è disponibile **MyBookBox**, il contenitore virtuale che raccoglie i materiali integrativi che accompagnano l'opera.
→ Per accedere ai materiali è sufficiente registrarsi al sito **www.hoepliscuola.it** e inserire il codice coupon che si trova nella terza pagina di copertina. **Per il docente** nel sito sono previste ulteriori risorse didattiche dedicate.

PIATTAFORMA DIDATTICA



La **piattaforma didattica** è un ambiente digitale che può essere utilizzato in modo duttile, a misura delle esigenze della classe e degli studenti. Permette in particolare di **condividere contenuti ed esercizi** e di partecipare a **classi virtuali**. Ogni attività svolta viene salvata sul **cloud** e rimane sempre disponibile e aggiornata. La piattaforma consente inoltre di consultare la versione online degli eBook+ presenti nella propria libreria.
→ È possibile accedere alla piattaforma attraverso il sito **www.hoepliscuola.it**.

MODULO **A**

LA NORMATIVA TECNICA

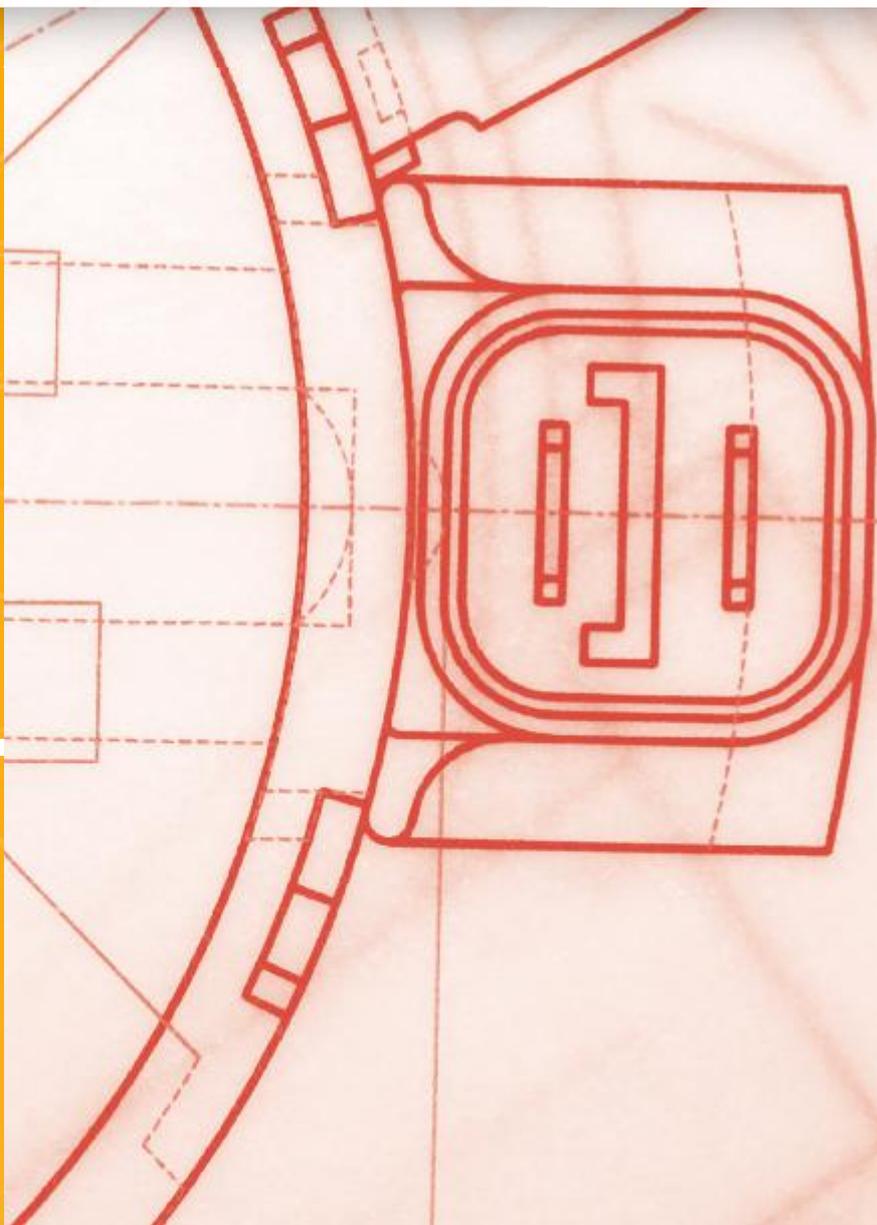
Lo scopo di questo modulo è fornire una preparazione a chi, per motivi differenti, potrebbe non avere acquisito le competenze necessarie per affrontare gli argomenti dei moduli successivi. Si trattano le tematiche riguardanti gli elementi fondamentali del disegno tecnico: i tipi di linea, i formati dei fogli di disegno, la simbologia, la scala, il riquadro delle iscrizioni ecc. Vengono rivisitate le proiezioni ortogonali e le differenti tipologie di campitura (sezioni). Un'unità è dedicata esclusivamente alla quotatura e vengono analizzati tutti i possibili casi in cui può essere quotato un particolare meccanico.

A1 Terminologia e formato dei fogli da disegno

A2 I simboli, le linee, la scala

A3 Le proiezioni ortogonali, le sezioni, la campitura

A4 La quotatura



UNITÀ A1

Terminologia e formato dei fogli da disegno

CONOSCENZE

- Conoscere il significato di unificazione e le funzioni di ISO, CEN e UNI.
- Conoscere e saper definire il disegno di insieme, di un gruppo, di un particolare.
- Conoscere i formati A1, A2, A3 e A4, prendendo come base il formato A0.
- Conoscere i formati allungati e le relative dimensioni.
- Conoscere il significato di formato di riferimento.
- Conoscere la distanza dai bordi della cornice nel caso dei formati A0 e A1 e nel caso in cui il disegno debba essere fascicolato.
- Conoscere la funzione del codice disegno e come si definisce.
- Conoscere la funzione del riquadro delle iscrizioni.

ABILITÀ

- Saper ricercare una norma tecnica e saperla interpretare.
- Saper dare una corretta definizione di disegno e saper distinguere un disegno di gruppo, di particolare, di insieme.
- Saper scegliere un formato specifico e piegarlo in maniera corretta.
- Conoscere l'importanza del riquadro delle iscrizioni e sapere come si costruisce.
- Saper compilare una distinta componenti.

COMPETENZE

- Conoscendo le norme tecniche, attraverso l'abilità acquisita, sapere come cercarle, leggerle e interpretarle.
- Conoscere le definizioni del disegno tecnico, per dare una corretta interpretazione a un elaborato.
- Conoscere e saper fare scelte sui formati dei fogli da disegno, per produrre un elaborato in ottemperanza alle norme di riferimento.

A1.1 IL DISEGNO TECNICO

GENERALITÀ

Qualunque manufatto, per essere realizzato, richiede una comunicazione che avvenga attraverso un linguaggio appropriato, mediante il quale un operatore realizza ciò che un progettista o un disegnatore ha ideato e disegnato. Il linguaggio attraverso il quale disegnatore e operatore comunicano è il disegno. Questo tipo di comunicazione è indipendente dalla distanza fisica tra i due interlocutori e dalla lingua che essi abitualmente parlano. Sempre più spesso, per effetto della globalizzazione dei mercati, ci troviamo di fronte a progetti asiatici o indiani o americani realizzati in Europa o progetti europei realizzati in ogni angolo del mondo e questo non solo nel campo della meccanica o della cantieristica. Pensiamo, infatti, alla progettazione e alla realizzazione di aerei, transatlantici, centrali elettriche, automobili, oppure oggetti più piccoli come: rubinetti, bottiglie, vasetti, piastrelle ecc.

Che cosa accade se un particolare di una macchina realizzata in Italia, ma che opera in Giappone si rompe e deve essere sostituito?

Il particolare (definito pezzo di ricambio) è costruito in Italia e spedito oppure portato e montato da personale specializzato, oppure viene spedito il disegno e operatori giapponesi realizzano il particolare progettato in Italia e provvedono direttamente alla sua sostituzione.

Il disegno è un linguaggio universale, un sistema di simboli tecnici che formano un vocabolario universale ben noto a disegnatori e operatori di produzione.

La leggibilità deve essere chiara e l'interpretazione dei simboli usati deve essere la medesima per chiunque.

Il disegno riproduce graficamente un'idea e non deve dare adito a interpretazioni diverse dall'intenzione del progettista.

È indispensabile che il linguaggio usato nei disegni, come tutte le lingue, abbia le sue regole "grammaticali" certe e rispettate, in misura talvolta maggiore di altre forme di comunicazione.

Queste regole o convenzioni, consentono di rappresentare in maniera schematica un particolare elemento, facendo risparmiare tempo nell'esecuzione, semplificando il disegno e rendendolo comprensibile in modo rapido e preciso.

Occorre altresì che il numero degli elementi sottoposti a *convenzioni*, sia limitato e organizzato secondo una determinata designazione.

Di fondamentale importanza sarà poi l'assoluto rispetto di queste regole da parte dei costruttori.

Le unificazioni

La modalità di fissare convenzioni di rappresentazione e definirle adeguatamente alle necessità tecniche delle differenti tipologie di organi, materiali, prove, prende il nome di **unificazione**.

È compito degli Organi Nazionali recepire e pubblicare nel proprio Paese le tabelle comprendenti le *prescrizioni* e le *regole* che, con il progredire delle tecnologie meccaniche, elettriche, elettroniche, architettoniche ecc., si rendano necessarie.

Condizione necessaria è che ogni Ente di Unificazione Nazionale, nel recepire ed emanare le Norme, faccia in modo che esse concordino con quelle emanate dal sistema internazionale.

Esiste una federazione internazionale denominata **ISO** (*International Organization for Standardization*) che ha il precipuo scopo di fissare le unificazioni internazionali. Anche l'Unione Europea si è mossa in questa direzione e ha individuato una serie di barriere tecniche da eliminare; barriere rappresentate da norme e regolamentazione diverse nei vari Paesi. Gli stati europei si sono impegnati ad armonizzare le singole norme esistenti, riferendosi a una normazione internazionale elaborata dal **CEN** (*Comitè Européen de Normalisation*).

In Italia, l'Ente di Unificazione è denominato **UNI** (Unificazione Nazionale Italiana). Al suo interno l'UNI è suddiviso in Commissioni che si occupano dei vari settori di attività.

Al CEN sono federati diversi Enti che operano per temi e settori differenti. L'UNI pubblica e aggiorna le Norme che hanno ormai superato le cinquemila unità. Per quanto detto sopra, solo una parte di esse interessa il settore metalmeccanico ed è solo di una parte di esse che parleremo in questa unità. Alcune norme sono state ritirate e non sostituite, ma sono citate in questo volume perché molti produttori e utilizzatori vi fanno ancora riferimento e sono tuttora reperibili per l'acquisto nello store UNI.

L'intento è quello di fornire agli allievi la possibilità di apprendere l'uso della norma mediante l'applicazione pratica della norma stessa. Parlando ad esempio delle filettature o delle rugosità, limiteremo il nostro campo di studio alla sola simbologia e alla loro rappresentazione grafica con relative tabelle, senza avventurarci nei complessi labirinti normativi che potranno essere sviluppati come attività di approfondimento. *Imparare facendo* è lo spirito con cui, si auspica, gli studenti si avvicineranno a questo nuovo modo di studiare. In tal modo, al termine del primo anno del secondo biennio di studio, saranno acquisite quelle *conoscenze e competenze* per l'interpretazione della **Normativa UNI**, che consentiranno allo studente di rappresentare in maniera chiara e inequivocabile, attraverso il linguaggio tecnico, differenti organi meccanici e leggere *disegni di particolari* e semplici *disegni di insieme*.

Nella tabella sottostante, **Tab. A1.1**, sono riportati i più importanti enti di unificazione e lo Stato di appartenenza.

TAB. A1.1

ENTI DI UNIFICAZIONE		
STATO	ENTE	ORGANISMO
Internazionale	ISO	International Standard Organization
Italia	UNI	Unificazione Nazionale Italiana
Francia	AFNOR	Association Française de Normalisation
Germania	DIN	Deutsche Industrie Normen
Inghilterra	BSI	British Standards Institution
Spagna	AENOR	Asociación Española de Normalización y Certificación
C.S.I.	GOST	Unific. Governat. delle Rep. Sovietiche
Comunità Europea	EURONORM	Norme Europee
Giappone	JIS	Japanese Industrial Standard
USA	SAE	Society Automotive Engineers
USA	AISI	American Iron & Steel Institute
USA	ASTM	American Society for Testing & Material

A1.2 DEFINIZIONI E TERMINOLOGIA

Numerose sono le definizioni di disegno e, al fine di regolamentare la materia, la Norma UNI ISO 10209-1:1995, seppur nata per chiarire definizioni e significati, resta vaga come per certi aspetti il concetto stesso di disegno.

TAB. A1.2 ▶
Estratto dalla UNI
ISO 10209-1:1995

Disegni tecnici - Terminologia - Tipi di disegno	
Nella tabella UNI ISO 10209-1:1995 sono elencati in ordine alfabetico i vari tipi di disegni tecnici che possono essere eseguiti. È bene che ogni disegnatore conosca la terminologia unificata, che qui viene riportata, eccetto alcuni termini (es. disegno a matita, disegno a mano libera ecc.) che sono di uso comune e non richiedono definizione o che non interessano il disegno meccanico.	
¹ Abbozzo - ² Bozza : Rappresentazione grafica generalmente a uno stadio iniziale di elaborazione, suscettibile di variazioni per quanto attiene la sua stesura definitiva.	²⁶ Disegno di percorso : Disegno che rappresenta il collegamento materiale o logico tra diversi sistemi (es. mediante tubazioni, cavi, connessioni logiche ecc.).
⁵ Diagramma : Rappresentazione grafica, generalmente in un sistema di coordinate, esprime la relazione tra due o più variabili.	²⁷ Disegno di perizia : Disegno utilizzato come ausilio alla stesura di una perizia.
⁶ Disegno : Rappresentazione grafica comunque eseguita su di un supporto qualsiasi (v. n. 40)	²⁸ Disegno di progetto : Disegno eseguito come ausilio alla progettazione. In relazione ai vari livelli: può contenere maggiori o minori particolari (rientrano in questo termine i n. 12 e 16)
¹⁰ Disegno automatico : Disegno eseguito con elemento tracciante guidato automaticamente.	²⁹ Disegno di sottoinsieme : Equivale al n. 18.
¹¹ Disegno come costruito : Disegno che rappresenta un componente o una costruzione intera nella loro configurazione realmente eseguita.	³⁰ Disegno di spedizione : Disegno con le informazioni necessarie per il trasporto dell'oggetto rappresentato.
¹² Disegno costruttivo : Disegno corredato da tutte le informazioni necessarie per costruire e controllare l'oggetto rappresentato.	³¹ Disegno manuale : Disegno eseguito manualmente con o senza l'ausilio di attrezzi.
¹³ Disegno di approvazione : Disegno eseguito per ottenere un benessere.	³³ Disegno per comando numerico : Disegno predisposto per facilitare la programmazione manuale o automatica di pezzi da costruire con macchine a comando numerico.
¹⁴ Disegno di autorizzazione : Disegno eseguito per ottenere un'autorizzazione (enti pubblici).	³⁴ Disegno pittografico : Disegno che, con buona approssimazione, mostra una vista tridimensionale dell'oggetto (es. disegni in assonometria o in prospettiva).
¹⁵ Disegno di brevetto : Disegno eseguito secondo le prescrizioni dell'ufficio brevetti.	³⁵ Disegno preliminare : Equivale ai n. 1, 2.
¹⁶ Disegno di calcolo : Disegno generalmente eseguito come ausilio per lo svolgimento di calcoli.	³⁶ Disegno prestampato parziale : Disegno che viene completato in relazione alla specifica applicazione.
¹⁷ Disegno di componente : Disegno che rappresenta un oggetto facente parte di un insieme di ordine superiore (v. n. 18, 20).	³⁷ Disegno rilevato : Disegno ottenuto mediante rilievo diretto.
¹⁸ Disegno di gruppo : Disegno che rappresenta con maggiori informazioni una parte di un insieme (v. n. 20).	³⁸ Disegno schematico : Disegno con alto grado di astrazione e simbolismi.
¹⁹ Disegno di imballaggio : Disegno con le informazioni necessarie per l'imballaggio di un prodotto.	³⁹ Disegno semplificato : Disegno esprime la funzione e le dimensioni fondamentali di un oggetto, semplificando la sua configurazione reale.
²⁰ Disegno di insieme : Disegno che rappresenta gruppi e/o componenti di un insieme nella loro posizione reciproca.	⁴⁰ Disegno tecnico : Disegno eseguito con finalità tecniche, in relazione sia alle modalità di stesura, sia alle informazioni trasmesse (in generale si dice semplicemente "disegno") (n. 6).
²¹ Disegno di installazione : Disegno che fornisce informazioni necessarie alla posa in opera di un insieme.	⁴¹ Originale : Disegno eseguito in modo diretto, generalmente in esemplare unico, e conservato in modo duraturo.
²² Disegno di montaggio : Disegno che rappresenta un insieme o un gruppo con le informazioni relative all'assemblaggio dei vari componenti.	⁴³ Riproduzione : Rappresentazione grafica ottenuta mediante un qualsiasi procedimento di riproduzione (es. eliografico, elettrostatico, fotografico, microfilm).
²³ Disegno di offerta : Disegno utilizzato come ausilio di specificazioni tecniche sia nelle richieste di offerte, sia nelle offerte.	⁴⁴ Schizzo : Disegno eseguito usualmente a mano libera e che può trascurare l'accuratezza grafica senza compromettere l'interpretazione. Generalmente è uno stadio preparatorio di ulteriori livelli di rappresentazione.
²⁴ Disegno di ordinazione : Disegno utilizzato come ausilio di capitolati di ordinazione.	⁴⁵ Segno grafico : Figura convenzionale per trasmettere un messaggio.
²⁵ Disegno di particolare : Disegno tecnico che rappresenta un singolo particolare, con o senza relazioni o collegamenti con altre parti.	

Il disegno, nella tabella UNI ISO 10209-1:1995, è definito come “*Rappresentazione grafica comunque eseguita su di un supporto qualsiasi*”. La medesima tabella definisce in maniera più puntuale il concetto di disegno tecnico.

Si definisce semplicemente **disegno**, un disegno eseguito con finalità tecniche, in relazione sia alle modalità di stesura, sia alle informazioni trasmesse.

Tra le molteplici definizioni richiamate dalla **Tab. A1.2**, si ritiene utile porre l’attenzione su una parte della terminologia utilizzata che ci consentirà di comprendere meglio, nel proseguo del corso, i concetti espressi.

Un disegno è classificabile in relazione al rapporto con le parti che lo costituiscono.

Avremo allora, come recita la Norma UNI:

Il **disegno d’insieme** è definito come un disegno che rappresenta gruppi e/o componenti di un insieme nella loro posizione reciproca.

Il **disegno di gruppo** è definito come un disegno che rappresenta con maggiori informazioni una parte di un insieme.

Il **disegno di particolare** rappresenta un singolo particolare con o senza relazioni o collegamenti con altre parti.

FIG. A1.1 ►
Classificazione dei disegni



In un **disegno di insieme**, detto anche **complessivo**, i singoli particolari che lo compongono devono essere identificati da *un numero inserito in un cerchio (pallinatura)*. A tale numero, inserito in una tabella nello stesso foglio, corrisponderà la posizione nel complessivo, la denominazione, la quantità di pezzi da produrre, il materiale di cui è costituito, il codice disegno ed eventuali note per trattamenti superficiali e altre specifiche tecniche.

Tutte queste indicazioni devono essere riportate nel disegno del particolare a cui si riferiscono. Questa tabella ha diverse funzioni di cui riportiamo le più importanti:

- ▶ la relazione tra i vari particolari;
- ▶ la specifica se si tratta di elemento commerciale o se deve essere prodotto;
- ▶ un elenco dettagliato per l’Ufficio acquisti che dovrà provvedere all’approvvigionamento;
- ▶ determinare la pianificazione di produzione;
- ▶ determinare il costo di produzione.

FIG. A1.2
Distinta componenti

Tale tabella deve essere presente in tutti i disegni e prende il nome di **Distinta componenti**. Nella figura sottostante, **Fig. A1.2**, si riporta un esempio. La norma di riferimento è la UNI ISO 7573.

DISTINTA COMPONENTI					
Pos.	Denominazione	Q.tà	Materiale	Cod. disegno	Note
	Rugosità Ra =	Smussi non quotati: Raccordi non quotati R=	Grado di precisione	UNI 5307	Stato iniziale
LOGO			grado di precisione	<input type="checkbox"/> medio <input checked="" type="checkbox"/> grossolano <input type="checkbox"/> preciso	Codice Disegno
			Scala	Data:	Disegnatore
			Denominazione		Revisore
					

Possono essere realizzati dei disegni di insieme di carattere speciale per scopi ben determinati, per esempio: per predisporre layout di installazioni macchine, per evidenziare il montaggio dei vari particolari, per l'inserimento in manuali di uso e manutenzione, per la compilazione di cataloghi o listini, per basamenti di fondazione o specifici collegamenti con strutture in cemento armato o vie di corsa (nel caso di carroponti) ecc.

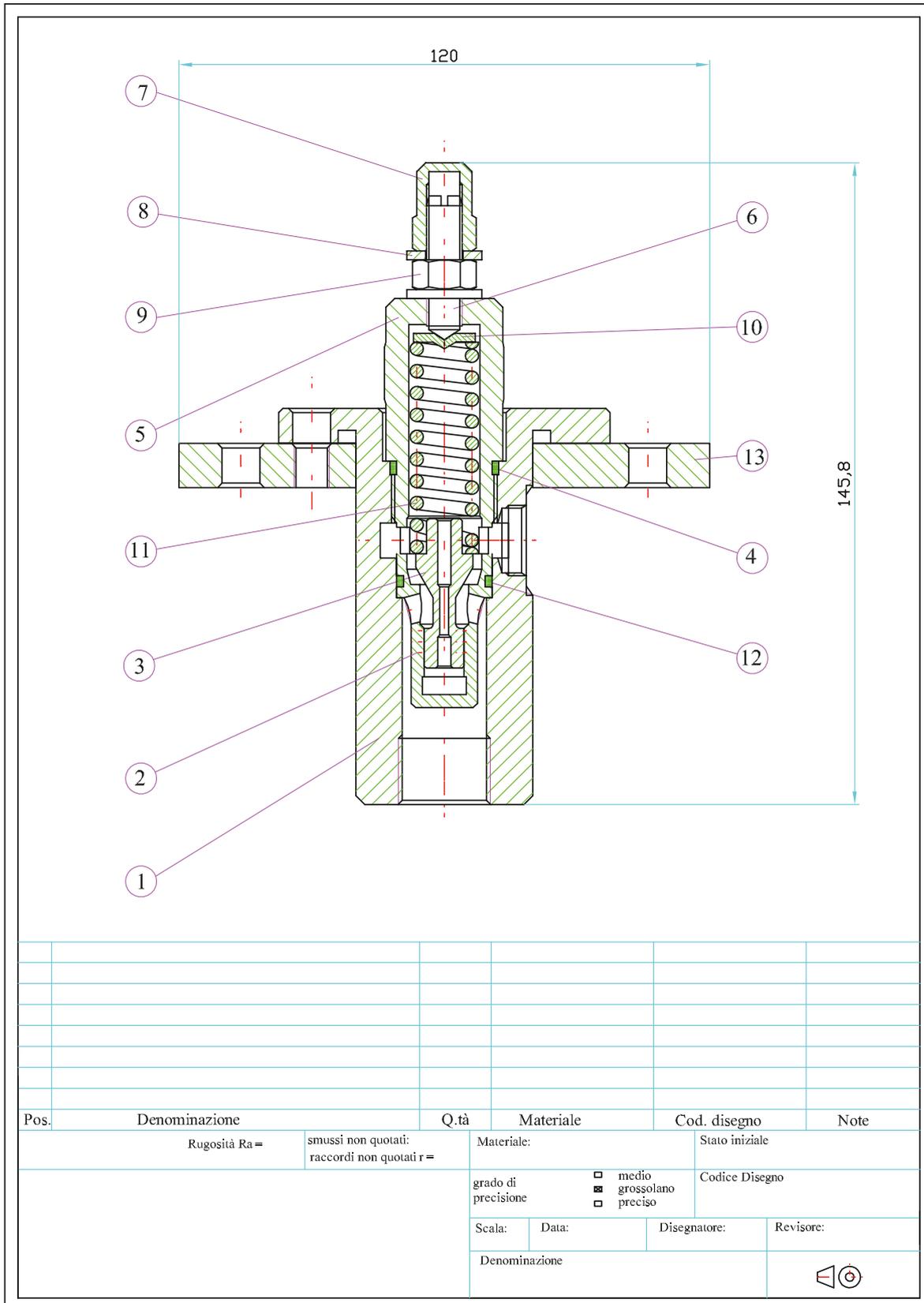
I disegni di insieme non hanno tutte le quote necessarie alla costruzione dei singoli particolari; questa specificità è riservata ai disegni di particolare che rappresentano in maniera esaustiva l'indicazione del materiale, le lavorazioni da eseguire, la finitura delle superfici, eventuali trattamenti, le quote, le tolleranze ecc.

La quotatura dei disegni d'insieme è finalizzata esclusivamente alle quote d'ingombro.

IL CODICE DEI DISEGNI

I disegni sono sempre *codificati* per facilitare la loro tracciabilità. Il codice che caratterizza ogni singolo elaborato è determinato dall'Ufficio tecnico. Generalmente tale codice è definito **codice parlante** in quanto, essendo costituito da specifici caratteri alfanumerici che richiamano la proprietà, l'anno di costruzione della macchina, la tipologia di macchina, se è un particolare tornito, fresato, commerciale ecc., conoscendo il codice di inserimento dei vari dati, si è anche in grado di interpretarlo.

L'insieme di tutti questi elementi costituisce un **codice disegno** ma, non esistendo una specifica norma che stabilisca le modalità del codice stesso, ogni azienda è libera di personalizzarlo secondo le proprie esigenze.



▲ FIG. A1.3
Disegno di insieme o complessivo

A1.3 FORMATI DEI FOGLI DA DISEGNO E DISPOSIZIONE DEGLI ELEMENTI GRAFICI

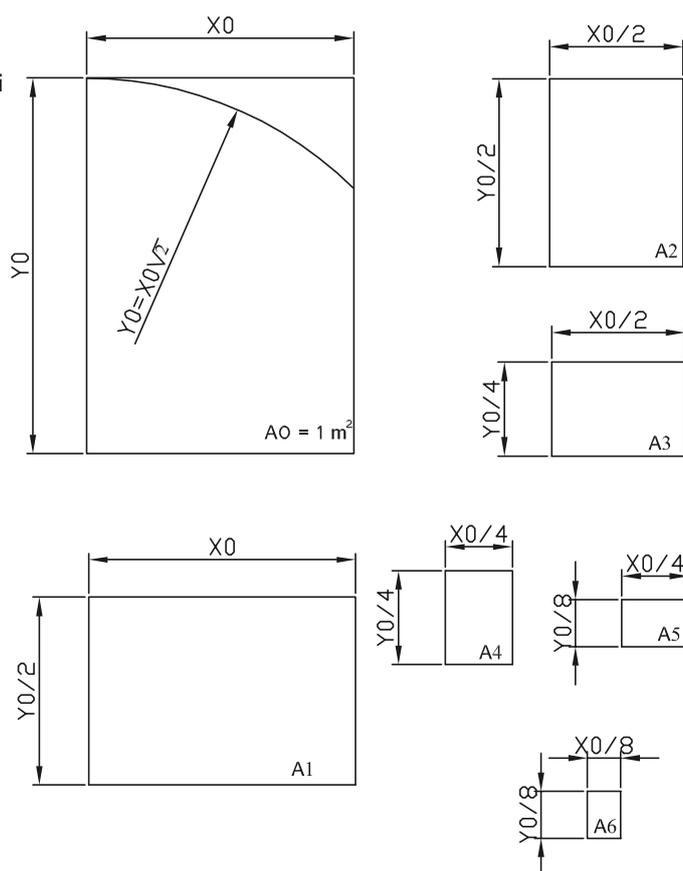
I fogli per il disegno devono avere corrispondenza con la Norma UNI EN ISO 5457:2010, ma esistono altre norme relative a formati differenti da quelli utilizzabili per il disegno tecnico (per esempio: fogli per formati artistici, carte da lettere e altro).

Il formato base A0 è un foglio con area di 1 m^2 , di forma rettangolare con lato maggiore 1189 e lato minore 841 mm. Il rapporto tra lato più lungo e lato più corto è: $\sqrt{2}$.

Questa formula ci consente di conoscere tutti gli altri formati che si ottengono dimezzando il lato più lungo e mantenendo invariato il rapporto tra i lati.

È possibile ottenere ogni formato successivo, partendo dal formato A0, dividendo per due il lato maggiore come si evince dalla **Fig. A1.6**.

FIG. A1.6 ►
Formato dei fogli da disegno



Formato	X	Y
A0	841	1189
A1	841	594
A2	420	594
A3	420	297
A4	210	297
A5	210	148
A6	105	148

La designazione dei fogli da disegno è contraddistinta dalla lettera **A**, seguita da un numero che corrisponde al numero di dimezzamento per giungere al formato desiderato, ovviamente partendo dal *formato base* indicato con la sigla **A0**.

Come si evince dalla **Fig. A1.6**, si utilizzano anche i formati A5 e A6, ma non per il disegno tecnico per il quale **il formato A4 costituisce il formato minimo di riferimento**.

Nel disegno tecnico sono previsti altresì formati allungati le cui dimensioni si ottengono moltiplicando n volte la metà del lato minore e sommando il prodotto ottenuto al valore della base.

Ad esempio $A4 \times 4$ è un formato 297×210 ottenuto con la seguente relazione:

$$210 + (210 : 2) \times 4 = 630$$

Le dimensioni dei fogli da disegno possono avere un errore di ± 2 mm fino a 600 mm; per dimensioni superiori l'errore massimo ammissibile è di ± 3 mm.

Quando i fogli da disegno sono utilizzati con il lato più lungo tenuto orizzontalmente come base, si dice che sono utilizzati *in orizzontale* (o secondo la ISO Tipo X), se vengono utilizzati tenendo come base il lato minore si diranno *in verticale* (o secondo la normativa ISO Tipo Y).

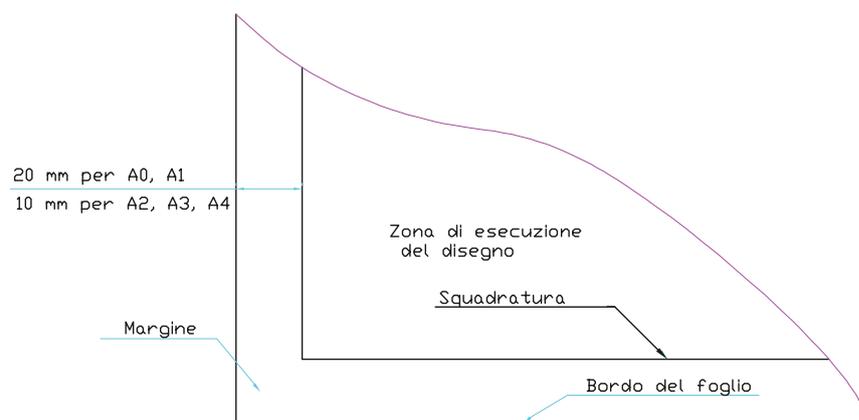
In genere, i disegni tecnici riportano, in corrispondenza dell'angolo inferiore destro, un riquadro per le iscrizioni; tale riquadro fornisce il senso di lettura del disegno stesso.

FORMATO DEI FOGLI DA DISEGNO

I fogli vengono squadrati con una cornice tracciata mediante linea continua di spessore 0,5 mm, posta dal bordo del foglio a 20 mm per i formati A0 e A1 mentre tale bordo risulta essere di 10 mm per gli altri formati.

Qualora i fogli debbano essere fascicolati, come evidenziato nella Fig. A1.7, il bordo può essere aumentato a 20 mm e sempre sul lato sinistro per consentire la foratura.

FIG. A1.7 ►
Squadratura dei fogli da disegno



Scala graduata e sistema di coordinate

Per i disegni da sottoporre a microfilmatura, si raccomanda il tracciamento di una scala graduata e di un sistema di coordinate come indicato nella Fig. A1.8.

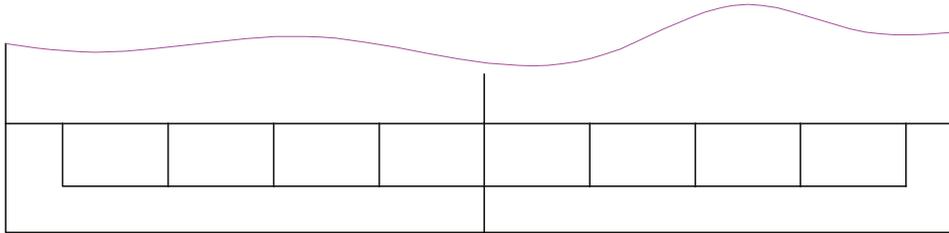
In tali disegni possono essere riportate ulteriori indicazioni allo scopo di precisare posizioni e riferimenti dei disegni stessi sui fogli, in maniera specifica per esigenze di riproduzione, quali per esempio:

- Riferimenti di centratura localizzata nella mezzeria dei lati per consentire la centratura del foglio sulla tavola dell'apparecchio di microfilmatura (vedi Norma UNI ISO 6428).

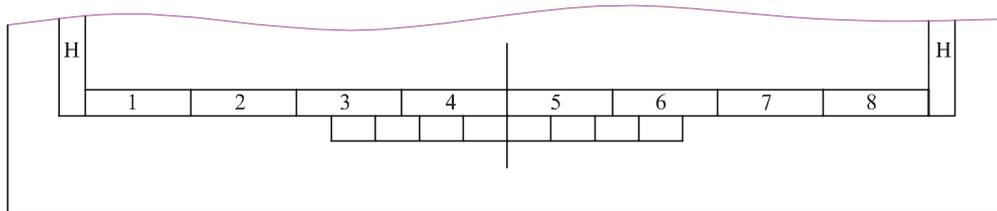
FIG. A1.8
Scala graduata e sistema di coordinate formati A0-A1

- ▶ Scala graduata di riferimento localizzata sul margine orizzontale, appoggiata alla squadratura e simmetrica rispetto al riferimento di centratura.
- ▶ Coordinate localizzate sempre sul margine, aventi maglie di dimensioni comprese tra i 25 e i 75 mm e contraddistinte da lettere sul lato minore e numeri sul lato maggiore.
- ▶ Riferimenti di orientamento e segni per la rifilatura completano questa tipologia di squadratura.

Scala graduata e sistema di coordinate



Sistema graduato di riferimento



Sistema di coordinate e scala graduata per formati A0 e A1

Scala graduata e sistema di coordinate

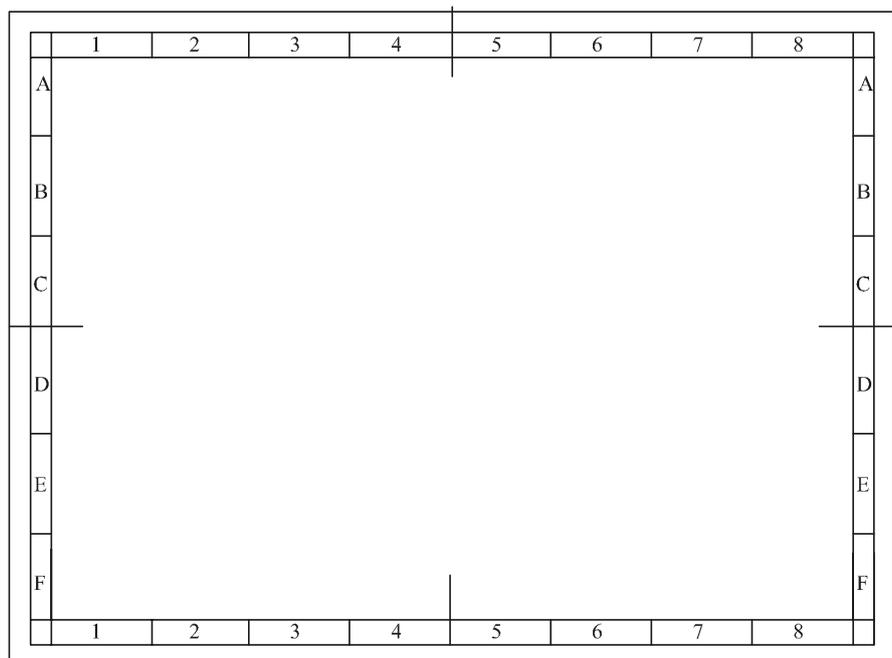


FIG. A1.9 ▶
Scala graduata e sistema di coordinate formati A2-A3-A4

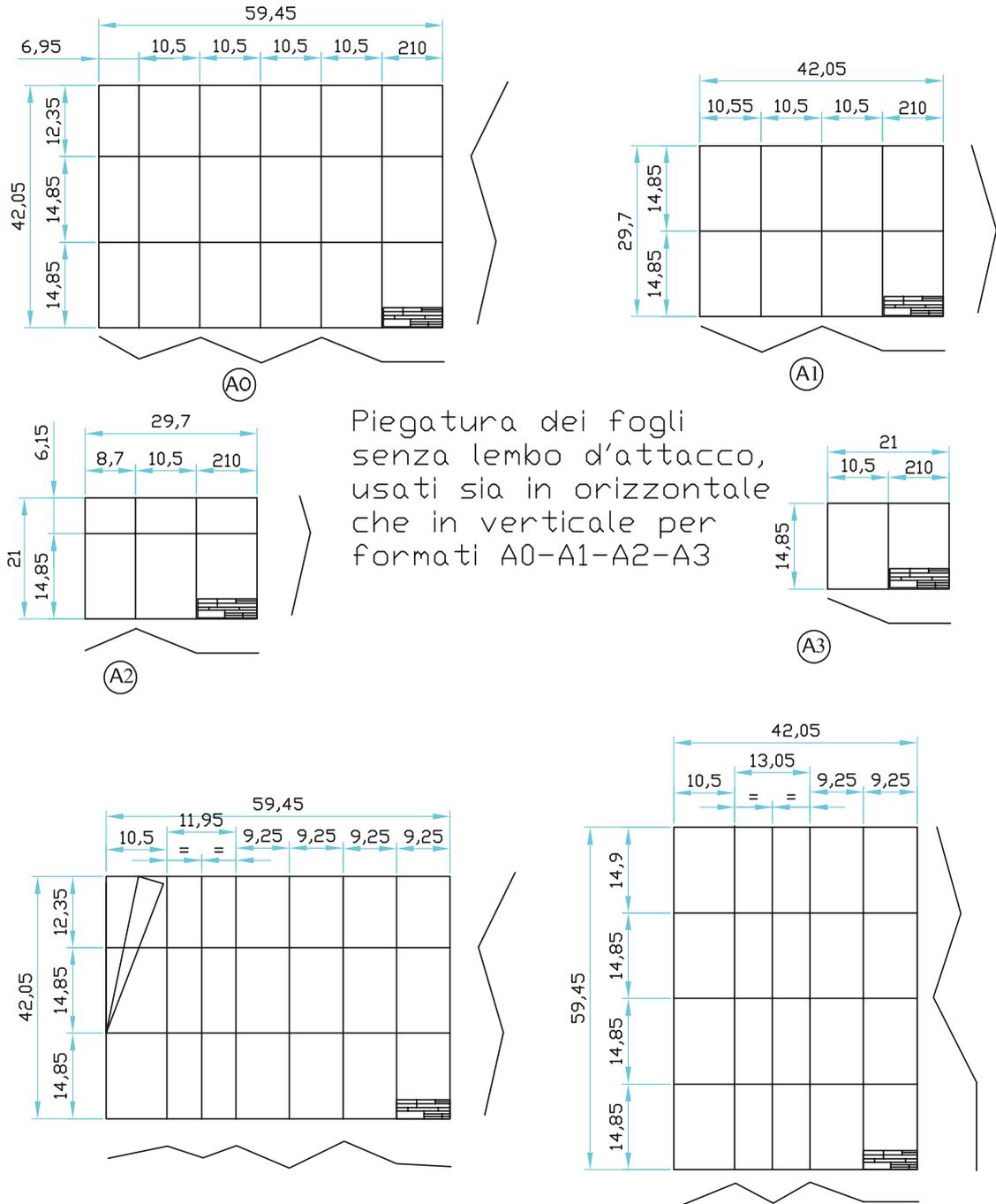
Sistema di coordinate e scala graduata per formati A2-A3-A4

A1.4 PIEGATURA DEI FOGLI DA DISEGNO

Qualunque sia il tipo di formato può essere piegato secondo precise regole che consentono di ridurre le dimensioni fino a renderle uguali a quelle del formato A4, facilitandone l'archiviazione.

Le modalità di piegatura di un foglio sono evidenziate nella Fig. A1.10.

FIG. A1.10 ►
Piegatura dei fogli da disegno



Piegatura dei fogli con lembo d'attacco, usati sia in orizzontale che in verticale per formati A0

VERIFICA

UNITÀ A1

1 Domande a risposta breve

- 1 Fornisci una definizione di unificazione.
.....
- 2 Spiega la funzione della normativa del disegno tecnico.
.....
- 3 Fornisci una definizione di disegno di particolare.
.....
- 4 Descrivi la differenza sostanziale tra il disegno di particolare e il disegno di gruppo.
.....
- 5 Qual è il formato minimo di riferimento?
.....
- 6 Cosa rappresenta la scala graduata nella squadratura del foglio?
.....
- 7 Quali sono le dimensioni del formato A0?
.....
- 8 Come si chiama l'ente italiano che si occupa della emanazione e aggiornamento delle norme concernenti il disegno tecnico?
.....
- 9 Cos'è la distinta dei componenti?
.....
- 10 Quali sono le caratteristiche principali della distinta dei componenti?
.....



2 Test vero o falso

- | | | | |
|----|--|---|---|
| 1 | La Norma UNI ISO 10209-1:1995 definisce la terminologia delle varie tipologie di disegno. | V | F |
| 2 | Il disegno d'insieme riporta tutte le quote dei particolari. | V | F |
| 3 | La pallinatura ha la funzione di identificare tutti gli elementi che costituiscono un disegno d'insieme. | V | F |
| 4 | La distinta componenti ha la funzione di verificare che il disegnatore abbia disegnato tutto. | V | F |
| 5 | Il codice disegno viene stabilito dall'Ufficio tecnico. | V | F |
| 6 | Il codice disegno si definisce "parlante" perché a esso è collegato un file audio. | V | F |
| 7 | Il formato A0 ha un'area di 1 m ² . | V | F |
| 8 | Le dimensioni di un formato A4 sono 210 × 297. | V | F |
| 9 | Le dimensioni dei formati dei fogli da disegno possono avere un errore di ±10 mm. | V | F |
| 10 | I formati A5 e A6 non si usano per il disegno tecnico. | V | F |

VERIFICHE SOMMATIVE

MODULO

A



CONOSCENZE

1 Domande a risposta breve

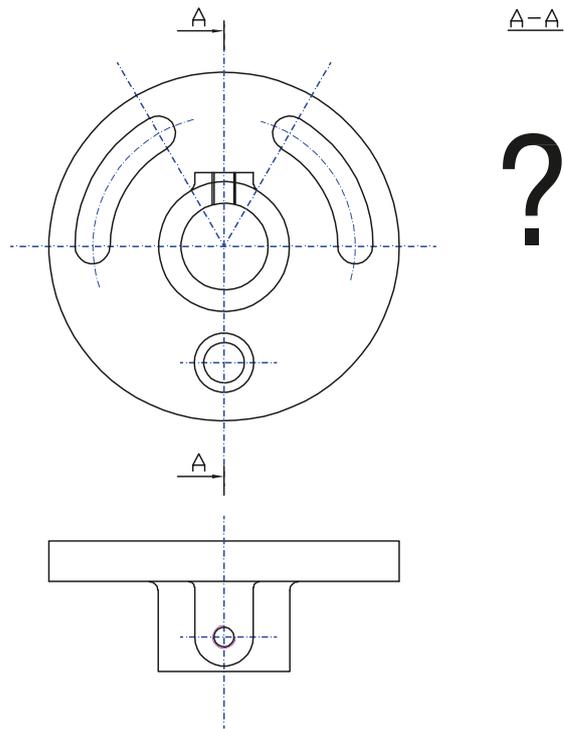
- 1 Qual è il rapporto tra i vari formati dei fogli da disegno?
.....
- 2 Qual è la funzione degli elementi obbligatori nel riquadro delle iscrizioni?
.....
- 3 Indica una scala di ingrandimento e una di riduzione.
.....
- 4 Quali sono i metodi più importanti di rappresentazione delle proiezioni ortogonali?
.....
- 5 Come deve essere indicata nei disegni tecnici la traccia dei piani di taglio?
.....
- 6 Dare una significativa definizione di quotatura funzionale e quotatura tecnologica.
.....
- 7 Perché gli smussi non si quotano in serie con altre quote?
.....
- 8 La quotatura in parallelo è utilizzata specificatamente durante l'esecuzione di pezzi sulle macchine utensili CNC. Perché?
.....
- 9 Come può essere eseguita la quotatura nel caso di elementi ripetuti ed equidistanti?
.....
- 10 Quali sono le differenze sostanziali tra conicità, rastremazione e inclinazione?
.....

ABILITÀ E COMPETENZE

2 Esercizi

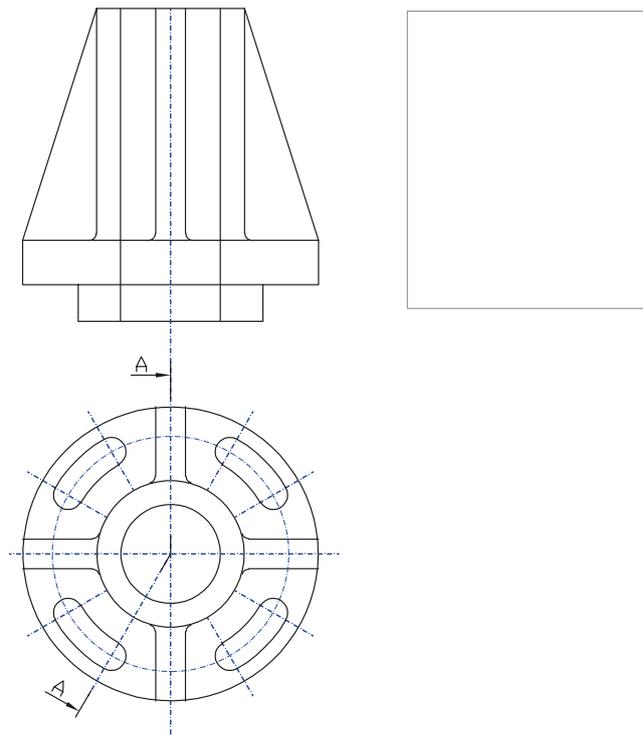
- 1 **Esercizio proposto** Il disegno sottostante **Fig. A4.48**, è sicuramente carente di sezioni, quotature e qualche vista. Analizza l'elaborato quindi, scelto il formato più consono, completalo disegnando anche il riquadro delle iscrizioni.

FIG. A4.48 ▶



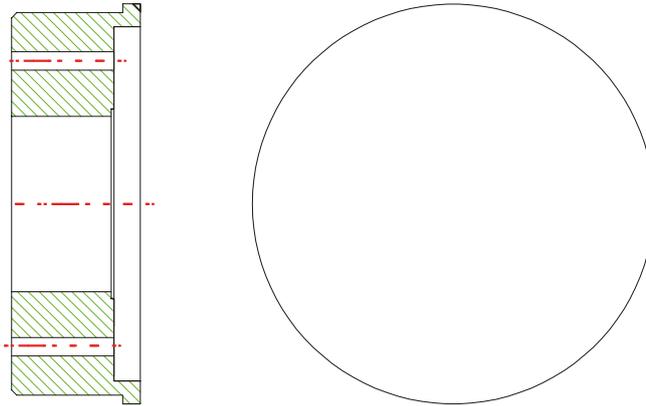
- 2 **Esercizio proposto** Il disegno sottostante **Fig. A4.49**, è carente di sezioni, quotature e viste. Analizza l'elaborato quindi, scelto il formato più consono, completa il disegno inserendo anche il riquadro delle iscrizioni.

FIG. A4.49 ▶



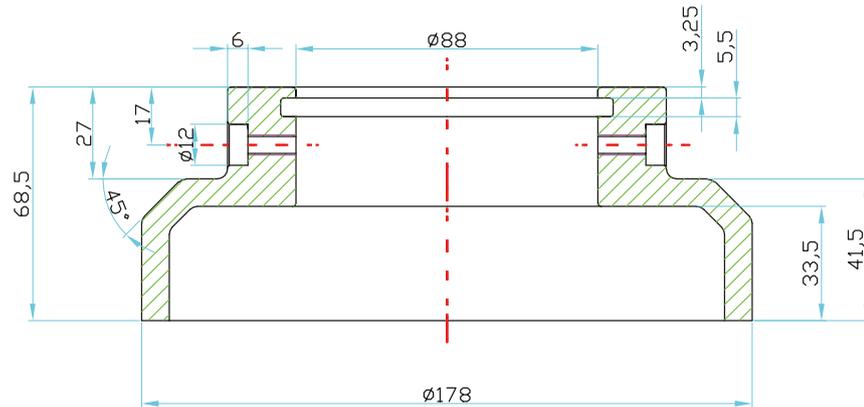
- 3 **Esercizio proposto** Il disegno sottostante (Fig. A4.50), appare sezionato. Analizzata la vista, completa la pianta tracciando il piano di taglio che dà luogo alla sezione A-A, quindi ridisegna l'elemento riproporzionandolo e avendo come base il foro centrale di $\varnothing 100$.

FIG. A4.50 ►



- 4 **Esercizio proposto** Analizzato il disegno sottostante (Fig. A4.51) e dopo aver corretto gli eventuali errori, completalo e ridisegna.

FIG. A4.51 ►



- 5 **Esercizio proposto** Verifica i disegni sottostanti e ridisegnali nel foglio appropriato inserendo il riquadro delle iscrizioni.

FIG. A4.52 ►

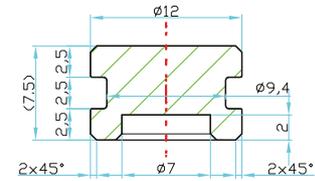
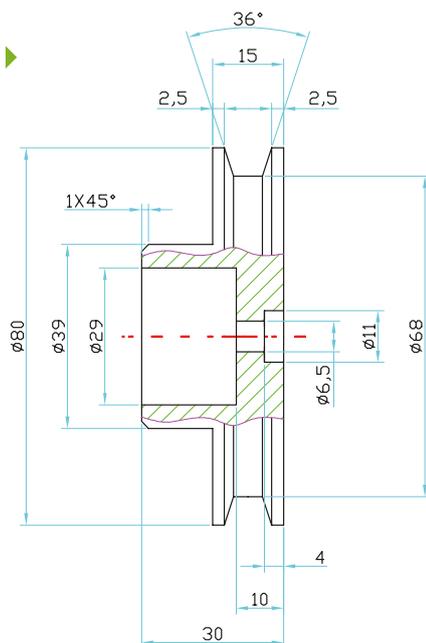


FIG. A4.53

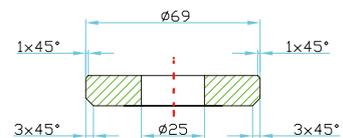


FIG. A4.54

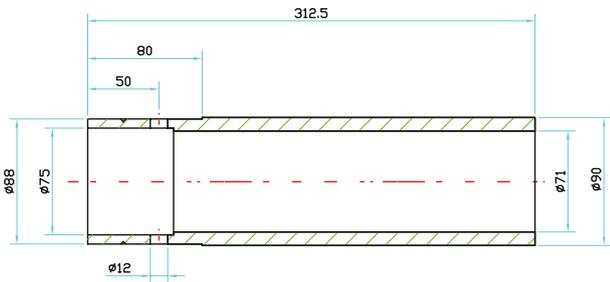


FIG. A4.55

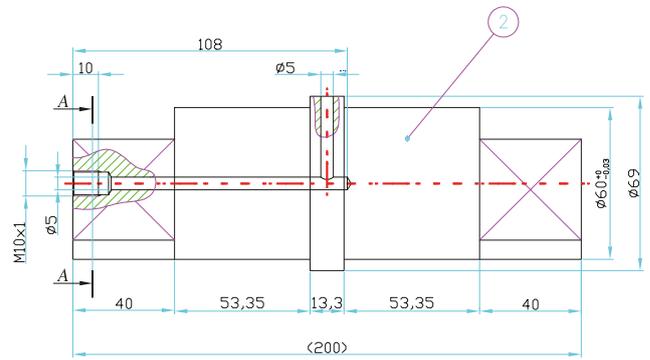


FIG. A4.56

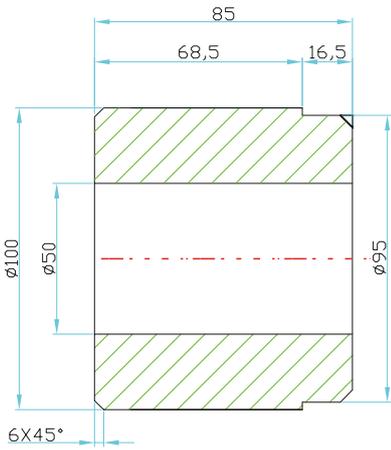


FIG. A4.57

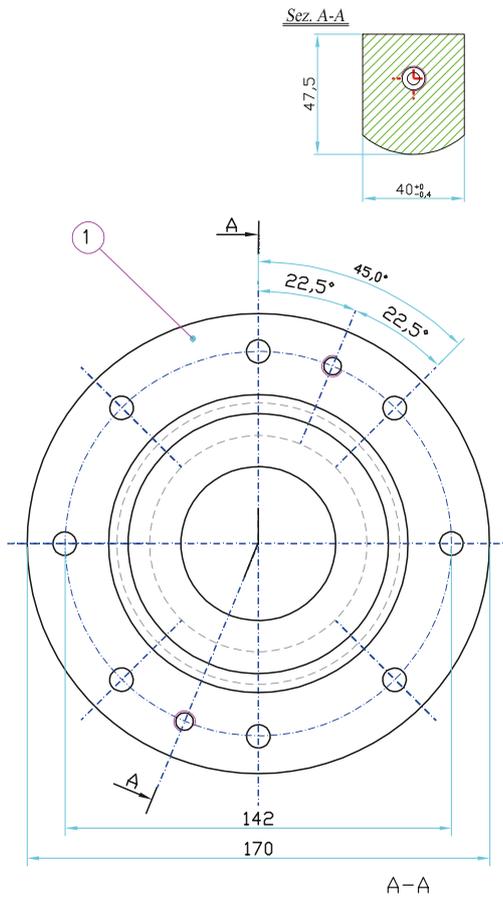


FIG. A4.58

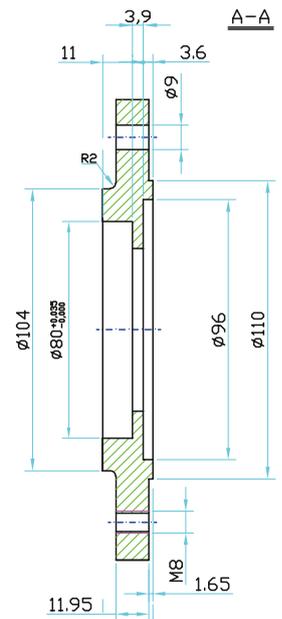
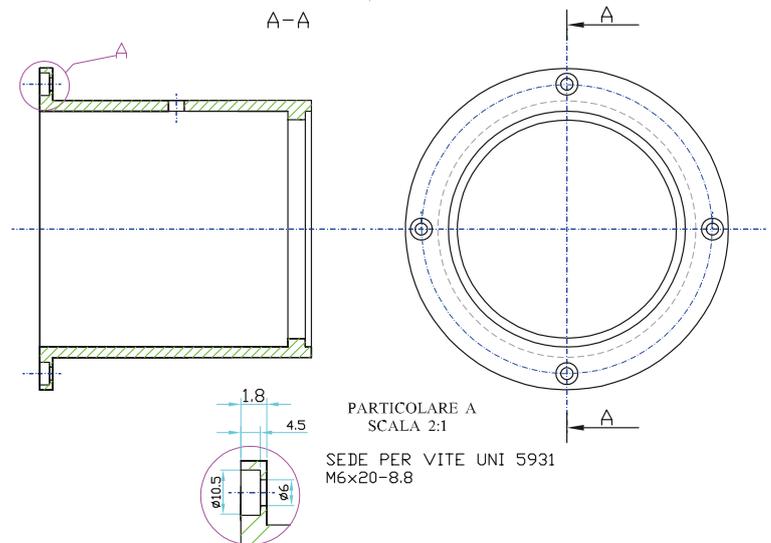


FIG. A4.59



PARTICOLARE A
SCALA 2:1
SEDE PER VITE UNI 5931
M6x20-8.8