

VINCENZO RISOLO
BRUNA BASSI

DISEGNO, PROGETTAZIONE E ORGANIZZAZIONE INDUSTRIALE

2

Organizzazione della produzione
Studi di fabbricazione
Qualità ISO 9000
Sicurezza sui luoghi di lavoro



**HOEPLI
TECNICA
PER LA SCUOLA**

Edizione **OPENSCHOOL**

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

HOEPLI

VINCENZO RISOLO

BRUNA BASSI

Disegno, progettazione e organizzazione industriale

VOLUME 2

Organizzazione della produzione • Studi di fabbricazione •
Qualità ISO 9000 • Sicurezza sui luoghi di lavoro



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

L'INDUSTRIALIZZAZIONE

Unità A1 Nascita ed evoluzione dell'industrializzazione

A1.1	Premessa	3
A1.2	La nascita dell'industrializzazione	5
	Il fordismo	5
	Il taylorismo	6
A1.3	L'Industria 4.0	9
	La realtà italiana	9
VERIFICA UNITÀ A1		14

Unità A2 La produzione

A2.1	I fattori della produzione	17
A2.2	Il piano di produzione	19
A2.3	I sistemi produttivi	21
	Classificazione delle industrie	21
A2.4	Metodologie di produzione	24
A2.5	Classificazione della produzione	25
	Produzione in serie	25
	Produzione a lotti [batch]	26
A2.6	Produzione Just in Time	30
	Il kanban artefice del processo	32
	Il jidoka	33
A2.7	Tipologia dei processi produttivi	33
A2.8	Produzioni in linea	34
A2.9	Il lotto economico	38
	Calcolo del costo del lotto economico	39
A2.10	Produzione per reparti [job shop]	40
A2.11	Diagramma di Gantt	42
A2.12	Diagramma di PERT	45
A2.13	Produzione a magazzino	48
A2.14	Produzione per commessa	49
A2.15	La gestione delle commesse	50
A2.16	Project Management	52
	Il Project Manager	57
A2.17	Scelta del processo produttivo [Make or Buy]	58
	Valutazioni economiche	58
	Valutazioni qualitative	59
A2.18	Il processo produttivo [outsourcing]	59
	Vantaggi dell'outsourcing	60
VERIFICA UNITÀ A2		62
VERIFICHE SOMMATIVE MODULO A		64

Modulo B

LE MACCHINE UTENSILI PER LE LAVORAZIONI MECCANICHE

Unità B1 Macchine utensili e lavorazioni meccaniche

B1.1	Premessa	77
B1.2	Definizioni	77
B1.3	Classificazione delle macchine utensili	78
B1.4	Potenza delle macchine utensili	81
B1.5	Lubrificazione e refrigerazione durante le lavorazioni meccaniche	83
B1.6	Tornio parallelo	84
	Generalità	84
	Parti principali del tornio parallelo	85
	Sistemi di bloccaggio del pezzo al tornio	87
	Dispositivi a corredo di un tornio parallelo	88
B1.7	La fresatrice	89
	Generalità	89
	Parti principali di una fresatrice	91
	Dispositivi blocca pezzo utilizzati sulle fresatrici	92
B1.8	Classificazione delle frese	94
	Frese in HSS o materiale duro	95
	Frese a inserti	96
B1.9	Le alesatrici	98
	Generalità	98
B1.10	Trapanatrici	101
	Generalità	101
	Trapano sensitivo	102
	Trapano a colonna	102
	Trapano radiale o a bandiera	102
	Trapano portatile	103
	Trapano fresa	103
	Trapano plurimandrino	103
B1.11	La foratura	103
B1.12	La stozzatrice	110
B1.13	La brocciatrice	114
	Generalità	114
	La broccia: elementi caratteristici	116
B1.14	Le rettificatrici	118
	Generalità	118
	Classificazione delle rettificatrici	119
	Rettifica senza centri	120
	Rettifica a tuffo	121
	Rettifica tangenziale	121

Modulo D

SALUTE E SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

Unità D1 Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro

D1.1	Tutela della salute e della sicurezza nei luoghi lavoro.....	335	
	Termini e definizioni.....	335	
D1.2	I costi di un infortunio.....	337	
D1.3	L'evoluzione della normativa in materia di sicurezza sui luoghi di lavoro in Italia.....	339	
D1.4	I principi fondamentali del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.....	341	
D1.5	Applicazione del D.Lgs. 81/08 e s.m.i.....	342	
D1.6	Dichiarazione della politica della sicurezza.....	344	
	Esempio di un documento della politica della sicurezza.....	344	
D1.7	La valutazione del rischio.....	346	
D1.8	Esempio di compilazione di un documento della sicurezza.....	347	
D1.9	Riunione periodica.....	363	
D1.10	Dispositivi di protezione individuale DPI e cartellonistica di sicurezza.....	363	
D1.11	Piano di emergenza.....	366	
D1.12	Piano di emergenza incendio.....	369	
D1.13	Piano di emergenza terremoto.....	369	
D1.14	Indicazioni generali per la preparazione dei piani di emergenza incendio (DM 218/92) e terremoto negli edifici scolastici.....	370	
	Premessa.....	370	
	Emanazione ordine di evacuazione.....	371	
	Punti chiave di una procedura di evacuazione.....	372	
	Comportamento da assumere dopo aver abbandonato l'edificio.....	373	
VERIFICA UNITÀ D1		374	
Unità D2 La Direttiva Macchine			
D2.1	Direttiva Macchine.....	377	
D2.2	Campo di applicazione della Direttiva 2006/42/CE.....	377	
D2.3	Fascicolo Tecnico.....	380	
D2.4	Documentazione tecnica pertinente per le quasi-macchine.....	381	
D2.5	Marcatura CE.....	382	
VERIFICA UNITÀ D2		384	
VERIFICHE SOMMATIVE MODULO D		385	
Come utilizzare il coupon per scaricare la versione digitale del libro (eBook+) e i contenuti digitali integrativi (risorse online)			388

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.hoeplicscuola.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: Beltramelli Srl, Stezzano (BG); Canepari Ingranaggi, Parma; Diametal Italia Srl, Busto Arsizio (VA); Lazzati S.p.A., Rescaldina (MI); Mitsubishi Italia S.p.A., Milano; Moretti Srl, Villaguardia (CO); Ossitaglio S.p.A. Parola (PR); Robbi Group Srl, Veronella (VR); SKF Italia; San Polo Lamiere S.p.A., San Polo di Torrile (PR); Latermec, Torrile (PR); Tokai Carbon Italia.

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**.

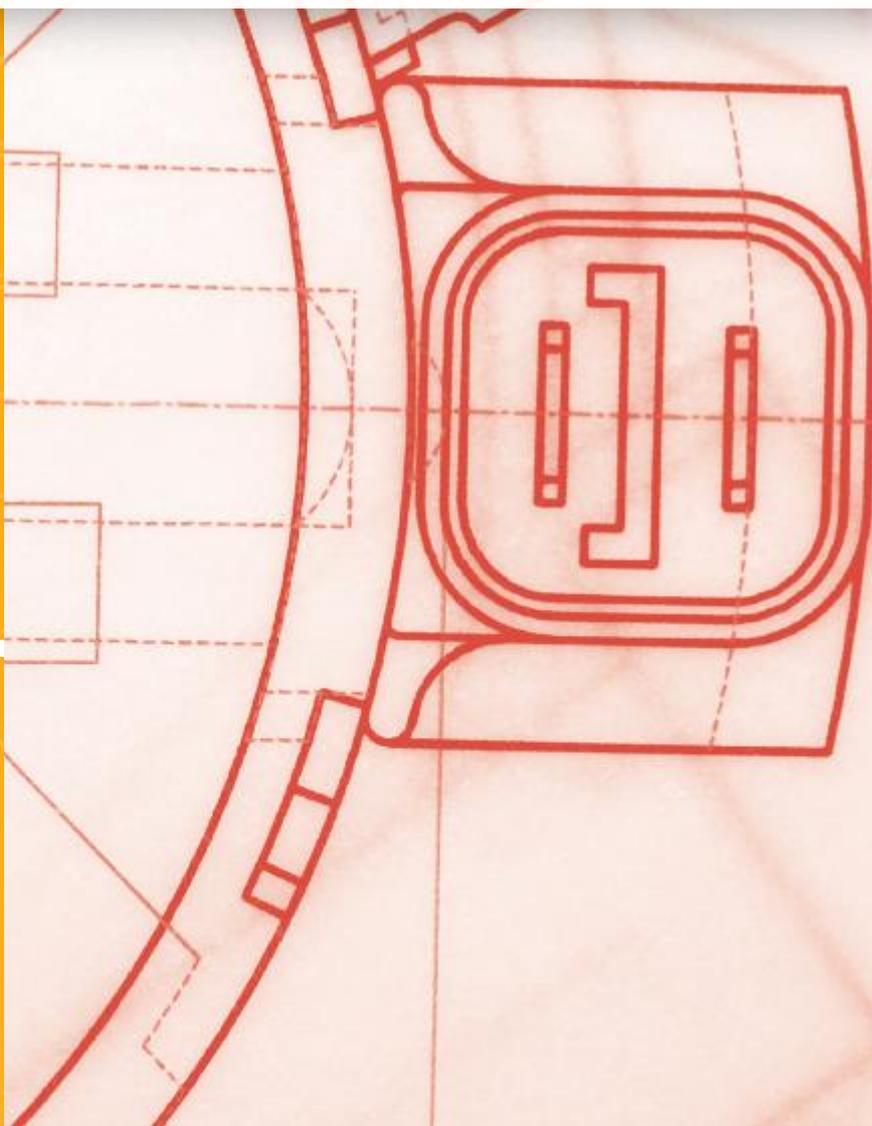
MODULO **A**

L'INDUSTRIALIZZAZIONE

In questo modulo, percorrendo oltre un secolo di storia, viene presentata brevemente la genesi dell'industrializzazione e le motivazioni del suo sviluppo. Nella prima unità sarà raccontata la sua nascita. Non tutti i meriti appartengono al XX secolo, ma sono il frutto di lotte, di conquiste appartenenti almeno ai due secoli che l'hanno preceduto. L'unità A1 si chiuderà dando uno sguardo seppur veloce all'industria 4.0 che non rappresenta più il futuro, bensì l'attualità. L'unità A2 affronterà in maniera più decisa la produzione partendo dai suoi fattori cardine e, attraversando i differenti processi produttivi, arriverà alla loro pianificazione mediante i diagrammi di Gantt e PERT.

A1 Nascita ed evoluzione dell'industrializzazione

A2 La produzione



UNITÀ A1

Nascita ed evoluzione dell'industrializzazione

CONOSCENZE

- Conoscere com'è nata e perché si è sviluppata l'industrializzazione.
- Conoscere il fordismo e il taylorismo.
- Conoscere le motivazioni della nascita e dello sviluppo del marketing.
- Conoscere le cause del ritardato sviluppo industriale italiano.
- Conoscere le peculiarità dell'Industria 4.0.

ABILITÀ

- Saper delineare cronologicamente lo sviluppo dell'industrializzazione.
- Saper dare una corretta definizione di fordismo e taylorismo.
- Saper esporre le motivazioni dello scarso sviluppo dell'industria italiana.
- Saper rappresentare le specificità che caratterizzano l'Industria 4.0.

COMPETENZE

- Dare una coerente definizione di catena di montaggio mettendo in evidenza la differenza sostanziale con il precedente sistema produttivo.
- Dimostrare la conoscenza della teoria dell'organizzazione scientifica del lavoro, anche mediante l'ausilio di diagrammi a blocchi.
- Produrre elaborati anche mediante mappe concettuali che dimostrino l'efficacia dell'organizzazione dell'Industria 4.0.

A1.1 PREMESSA

Tentare di dare uno sguardo generale, una visione panoramica e non squisitamente analitica al progresso fatto dall'umanità nell'ultimo secolo, è un compito solo apparentemente semplice. Qualora si rendicontassero le scoperte scientifiche e tecniche, le novità tecnologiche, le innovazioni in tutti i campi, si vedrebbe che hanno non solo condizionato la vita dell'uomo, ma addirittura stravolto l'intero sistema abitativo del genere umano. Non si può considerare il XX secolo come un'unità a sé stante, avulsa dal contesto storico-temporale di appartenenza e attribuirvi meriti e demeriti di quanto è avvenuto negli ultimi cento anni di storia. Il cosiddetto secolo delle meraviglie è figlio e prosecutore dei secoli che l'hanno preceduto. La fine del diciannovesimo secolo, infatti, portava con sé un patrimonio considerevole di straordinarie promesse di cui l'umanità intera avrebbe potuto giovare.

I secoli che lo avevano preceduto erano stati secoli caratterizzati da conquiste del pensiero e da progressi tecnico-scientifici che sono, a ragione, considerate piattaforme per conquiste sempre più audaci.

L'invenzione della radio, del volo aereo, del primo motore a scoppio, della lampadina, del telefono e la teoria della relatività di Einstein, sono solo alcune delle numerosissime novità che si propongono con l'avvento del 1900. La prima rivoluzione industriale si era presentata con la nascita della spoletta volante che aveva rivoluzionato l'industria tessile, la lampadina è stata lo spartiacque tra la prima e la seconda rivoluzione industriale, l'elettronica e l'informatica hanno contrassegnato la nascita della terza rivoluzione industriale.

Anche se agli occhi di molti osservatori oggi il mondo appare sempre più frammentato in specifici settori di specializzazione, questi, soltanto formalmente, evidenziano un'individualizzazione sempre maggiore. In realtà l'interdipendenza delle attività, la loro connessione, è straordinariamente importante per la loro stessa esistenza. Ne sono un esempio tutte le attività economiche che condizionano sempre di più e sempre più spesso tutti i sistemi produttivi. Sistemi economici e sistemi industriali vivono in simbiosi, l'uno è la ragione di vita dell'altro e questo condizionamento spesso ha un coordinamento strategico a livello più alto, sia sul piano nazionale sia sul piano sovranazionale.

I sistemi industriali ed economici oggi devono essere esaminati come un insieme globale. Non a caso si parla sempre più spesso di "globalizzazione". Occorrerebbe considerare i vari settori di specializzazione come gruppi che solo apparentemente si muovono singolarmente verso un traguardo; in realtà tutti sono interconnessi. Qualcuno può raggiungere la meta prima di altri, alcuni in apparenza indugiano, ma tutti hanno un obiettivo comune consistente nel raggiungere l'agognata meta chiamata "progresso".

Questo progresso ha aperto nuovi scenari per l'umanità che non riguardano soltanto l'aspetto tecnico, ma anche i costumi, la concezione della vita, i suoi comportamenti, le sue abitudini. Il mondo, con tutte le sue componenti, muta in maniera costante, si muove con maggior velocità, è sempre più interconnesso, l'aspettativa di vita si allunga; il progresso l'ha modificato, differenziandolo sia praticamente sia

idealmente. Il nuovo millennio vede la tecnica dominare tutta la vita della società, (solo alcuni decenni fa avremmo detto la vita della società occidentale). Gli ultimi decenni hanno visto diversi paesi asiatici, Cina e India in testa, raggiungere un livello che non può non inserirsi nel grande quadro generale dell'industrialismo. Sono moltiplicati i generi di consumo che vengono prodotti in grande quantità con conseguente riduzione dei costi, ma al fine di mantenere alta la produzione e quindi le vendite si è cercato di creare bisogni nuovi e talvolta superflui e voluttuari.

Lo sfruttamento delle risorse naturali che costituiscono le materie prime di cui il progresso si è sempre nutrito quali: carbone, idrocarburi, acqua, non sono più sufficienti, quindi l'uomo ha sviluppato una branca della chimica, traducendo, di fatto, il termine "sintesi" in fatto concreto; trasformazioni prevedibili, basate sulle proprietà delle strutture molecolari delle sostanze coinvolte, la cui conoscenza consente al chimico la padronanza di orientare la trasmutazione, dirigendola verso i prodotti da lui desiderati.

Ecco nascere nuovi materiali, nuovi vegetali, e una serie di nuovi prodotti chimici sintetici creando, e il termine non è improprio, molto rapidamente ciò che la natura generava con i suoi ritmi naturali in molto più tempo. I ritmi lenti non fanno più parte dell'uomo moderno, la parola d'ordine, ormai da più di un secolo sembra essere "velocità". Si deve produrre prima di altri, essere più veloci nelle comunicazioni, negli spostamenti non solo di persone, ma anche e soprattutto di beni e servizi. Arriva l'informatica: tutto viene ormai trattato con i software, ci vediamo e ci ascoltiamo in tempo reale da qualunque parte del mondo, trasmettiamo dati, fatti, notizie in tempo reale. Per certi aspetti il mondo non è mai stato così piccolo.

Il progresso però chiede di pagare un prezzo.

Le industrie inquinano, le automobili inquinano, la chimica inquinano, il trasporto di energia inquinano, gli scarti di produzione inquinano. Se i primi cinquant'anni del XX secolo sono stati finalizzati alla crescita dell'industrializzazione, allo sfruttamento indiscriminato delle risorse naturali, nei successivi cinquant'anni il termine sviluppo comincia a essere sempre più spesso collegato all'inquinamento.

FIG. A1.1 ►
I rifiuti plastici hanno un impatto devastante soprattutto sull'ambiente marino



Si parla in maniera sempre più preoccupante di “buco dello strato di ozono”, di “effetto serra”, si stipulano convenzioni: Ginevra, Vienna, Montreal, protocolli Kyoto, Parigi, ma il progresso non si ferma. I paesi (una volta) in via di sviluppo, nella loro rincorsa a quelli maggiormente industrializzati, non vedono i disastri ambientali ben oltre le loro frontiere che soffocano le città. Si stima, sicuramente per difetto, che l'inquinamento uccida circa nove, dieci milioni di persone l'anno. Non si tratta soltanto di un problema che tocca da vicino le vite umane; il problema coinvolge anche l'economia. Diversi studi e analisi comparative confermano che le malattie legate all'inquinamento determinano una riduzione annua del PIL, fino al 2% nei Paesi a reddito medio-basso, mentre nei Paesi a reddito alto la cura delle malattie provocate dall'inquinamento aumentano la spesa sanitaria dell'1,7%. Non è da sottovalutare nemmeno il collegamento tra inquinamento e cambiamenti climatici, di cui sono responsabili soprattutto i combustibili fossili. L'inquinamento genera seri problemi in megalopoli come New Delhi, Pechino, Città del Messico, dove i livelli hanno raggiunto quote tali da obbligare la chiusura temporanea delle attività: uffici, scuole, fabbriche. Anche in molte città italiane ed europee in genere si ricorre, ormai troppo spesso, al divieto di utilizzare i mezzi di trasporto privati più inquinanti e al “consiglio” di non utilizzare (per alcune fasce protette), determinate zone aperte quali parchi, viali ecc.

Eppure il progresso non è arrestabile. Se le fonti di energia *tradizionali* inquinano, si cercano nuove forme di energia “pulita”. Si comincia a parlare allora di Green Economy, a sfruttare fonti alternative di energia: solare, eolica, biomasse, idrogeno come nuovo propellente per autotrazione. Sono processi lenti e nel breve periodo poco vantaggiosi economicamente. Ci piace ricordare come Henry Ford, in un suo famoso aforisma dichiarava che: «C'è vero progresso solo quando i vantaggi di una nuova tecnologia diventano per tutti». Ed è proprio da questo ingegnere americano, vissuto a cavallo del XX secolo che si può partire per capire come nasce e si sviluppa la moderna industrializzazione.

A1.2 LA NASCITA DELL'INDUSTRIALIZZAZIONE

IL FORDISMO

Henry Ford progetta la prima linea di montaggio nel 1913, rivoluzionando i processi produttivi allora esistenti e questa metodologia viene presa come riferimento per i processi di produzione di massa nel resto del mondo industrializzato. Il suo successo deriva dall'applicazione di un'idea rivoluzionaria, cioè quella di costruire automobili semplici e poco costose destinate alla famiglia media americana. Fino ad allora l'automobile era considerata un oggetto di fabbricazione artigianale e dal costo proibitivo, indirizzata a un pubblico molto limitato. Con il Modello T, Ford rende l'automobile un oggetto alla portata della classe media, introducendola nell'era del consumo di massa e contribuendo ad alterare in maniera irreversibile, le abitudini di vita delle persone oltre a mutare per sempre l'aspetto delle città. Il successo di Ford risiedeva nelle procedure di riduzione dei costi di fabbricazione. Favorito anche dalla disponibilità di nuove fonti di energia come il petrolio e l'energia elettrica, Ford scommette



▲ FIG. A1.2
Modello T

sull'efficacia delle sue idee e su quelle di Taylor ponendo ambiziosi obiettivi. La Ford Modello T sarebbe stata la prima autovettura utilitaria e avrebbe dovuto raggiungere costi compatibili con i redditi della classe media americana, innescando il consumo di massa nel campo ancora sconosciuto dell'automobile. In quegli anni, era il 1903, il Modello T aveva un costo di circa 1000 dollari. Per limitare i costi di produzione, impose quindi la realizzazione di una linea di produzione che passò alla storia come "catena di montaggio". L'idea innovativa della "rivoluzione fordiana" era quella di far muovere i pezzi da lavorare o da assemblare, mantenendo i lavoratori a una postazione fissa, affinché eseguissero le loro mansioni senza spreco

di tempo, ma soprattutto con il ritmo imposto dalla velocità della catena. L'idea risultò vincente e alcuni anni dopo il costo del Modello T passò a 260 dollari. Nel corso di un ventennio la produzione venne incrementata e le vendite passarono da 18 000 a 750 000 unità.

FIG. A1.3
Catena di montaggio Ford per Modello T



Terminò con questo nuovo modello produttivo l'organizzazione del lavoro artigianale. La fabbricazione delle automobili in catena, con cui Ford rivoluzionò l'industria dell'automobile, richiedeva una condizione indispensabile per il suo successo,

cioè l'esistenza di una richiesta in grado di assorbire la sua voluminosa produzione.

I costi di addestramento del lavoro manuale vennero ridotti e nello stesso tempo la direzione dell'azienda acquisì un controllo rigoroso sul lavoro degli operai regolato dalla velocità di stampaggio dei telai fino alla linea di produzione. La riduzione dei costi consentiva un innalzamento degli stipendi per gli operai (non si dimentichi che gli operai venivano pagati a cottimo, cioè più pezzi producevano maggiore era la retribuzione); questo garantiva e assicurava lavoratori soddisfatti ed eliminava i conflitti interni per cui era possibile l'applicazione in fabbrica di procedure rigorose.

IL TAYLORISMO

Alcune innovative idee di Ford erano state ispirate da **Frederick Taylor** (1856-1915), un giovane ingegnere che introdusse l'organizzazione scientifica del lavoro (*Scientific Management*). Questo nuovo sistema di produzione fu esposto dallo stesso Taylor in due opere dal titolo *Direzione d'officina* del 1903 e *L'organizzazione scientifica del*



▲
FIG. A1.4
Frederick Taylor



▲
FIG. A1.5
Adam Smith

lavoro del 1911, in cui delineò i principi fondamentali esposti nei titoli. Taylor intuì che un sistema di produzione industriale studiato e organizzato con criteri “scientifici” avrebbe aumentato considerevolmente la produttività del lavoro con maggior profitto per le aziende. Non solo, avrebbe altresì contribuito a raggiungere insieme più obiettivi che sembravano inconciliabili tra loro: un basso costo della manodopera per le aziende e salari più alti per i lavoratori, un minor prezzo dei prodotti finiti e quindi un maggiore consumo di beni, infine il superamento della sistematica conflittualità tra imprenditori e lavoratori all’interno delle fabbriche.

Henry Ford applicò le teorie di Taylor alla catena di montaggio del Modello T, un’automobile pensata perché costasse poco e fosse acquistata anche dagli stessi operai. S’inaugurò con quest’automobile l’era dell’utilitaria ossia dell’automobile destinata al consumo di massa.

L’organizzazione scientifica del lavoro ipotizzata da Taylor fu resa possibile grazie all’introduzione di una serie di innovazioni, teorizzate precedentemente dall’economista scozzese **Adam Smith** (1723-1790) il quale affermava che le operazioni per produrre un oggetto potevano essere scomposte e affidate a persone diverse. Le principali innovazioni della teoria tayloriana erano:

- ▶ la divisione del lavoro;
- ▶ la standardizzazione dei prodotti;
- ▶ la semplificazione della fabbrica.

Il risultato ottenuto con quest’organizzazione fu l’aumento della produttività di ciascun operaio e quindi della produzione globale e della ricchezza generale.

Se le diverse fasi della lavorazione di un prodotto erano svolte da lavoratori diversi, ciascuno di questi diventava abile e veloce nella sua attività. I tempi non produttivi si annullavano tra ogni singola fase e la successiva.

La standardizzazione dei prodotti fu il risultato più evidente di un nuovo modo di produrre che riguardò soprattutto l’industria meccanica. La fabbricazione di nuove macchine operatrici, ossia macchine destinate alla produzione di altre macchine e macchine dedicate, destinate cioè a eseguire pochi ma specifici lavori di alta precisione, permise di riorganizzare la produzione. Agli ingegneri e tecnici fu affidata la progettazione di oggetti composti da elementi intercambiabili e la fabbrica fu divisa in reparti specializzati nella fabbricazione dei componenti, nell’assemblaggio, nelle prove meccanico-tecnologiche e nelle rifiniture. Tutto questo comportò un decremento della professionalità degli operai perché non erano più richieste competenze e abilità di mestiere ma solo conoscenza e abitudine nell’uso delle macchine.

La produzione in serie e standardizzata diminuì il costo dei prodotti, aumentò i salari degli operai e rese accessibili i prodotti realizzati a una platea di persone di gran lunga maggiore rispetto agli anni precedenti.

Un altro fondamentale elemento fu la semplificazione della struttura interna delle aziende grazie all’impiego generalizzato dell’energia elettrica che sostituì la macchina a vapore. Con l’avvento dell’energia elettrica, infatti, scomparvero gli ingombranti e rumorosi meccanismi di trasmissione del moto dalla centrale a vapore ai reparti produttivi e quindi alle macchine. I tecnici poterono progettare i processi di lavorazione con maggiore libertà perché il movimento delle macchine era possibile

in ogni punto della fabbrica. La maggiore flessibilità nella progettazione delle linee di produzione permise, a sua volta, di eliminare le professionalità più elevate che rappresentavano un elemento di rigidità. Venne meno l'esigenza di utilizzare operai specializzati, depositari dei "segreti del mestiere", che detenevano un forte potere contrattuale, sia perché erano in grado di imporre tempi e metodi corrispondenti alle loro abitudini di lavoro, sia perché da loro dipendevano le squadre di operai comuni e manovali. Era una situazione molto diffusa nelle fabbriche dei primi del Novecento e, in Italia, fino agli anni Cinquanta.

Taylor non si limitò a teorizzare e sperimentare il sistema di produzione nelle fabbriche. Era convinto che l'applicazione generalizzata del suo sistema avrebbe contribuito a migliorare non solo il "benessere" degli imprenditori, ma anche dell'intera società americana. Benessere per tutta la società e pacificazione tra imprenditori e operai, sarebbero stati i risultati più significativi della sua ideologia.

Il sistema tayloristico e la catena di montaggio conquistarono in poco tempo gli Stati Uniti e la loro applicazione fu capillare nelle fabbriche di tutto il mondo industrializzato. A questa disciplina non sfuggirono gli impiegati addetti ai settori amministrativi e commerciali; la loro attività fu frammentata e sottoposta a severi e serrati controlli. Questo sistema ha caratterizzato buona parte del Novecento determinando il grande balzo della produzione industriale e generando un modello di società dei consumi non del tutto superato.

Il lavoro alla catena di montaggio si rivelò presto come alienante e disumanizzante, ma al di là dell'indiscutibile successo sul piano della produttività e dell'efficienza, il fordismo, generò per la prima volta la separazione del lavoratore dal lavoro, generando la figura del lavoratore dedicato a una sola attività.

Il sistema tayloristico fu abbandonato definitivamente quando la tecnologia fornì nuovi strumenti per l'organizzazione del lavoro con l'avvento delle macchine automatiche o CNC (Controllo Numerico Computerizzato).

FIG. A1.6
Tornio CNC



La profonda crisi del 1929 che colpì in maniera particolare gli Stati Uniti impose alle aziende, soprattutto a quelle meccaniche, una presa di coscienza della realtà che richiese, al termine della crisi, una maggior oculatezza nelle scelte organizzative, produttive e in generale di commercializzazione.

Dalla ritrovata saggezza è nata una nuova scienza con l'intento di eliminare errori e incertezze del periodo precedente: la *mercatistica*, oggi più conosciuta nella sua accezione anglosassone il *marketing*.

Le ricerche di mercato diventano indispensabili per la preparazione di un piano industriale. At-

traverso il complesso di metodologie, tecniche e applicazioni delle ricerche di mercato, l'imprenditore conosce le reali capacità di assorbimento del prodotto che intende produrre, il costo a cui lo stesso potrebbe essere venduto, le caratteristiche tecniche che dovrebbe avere ecc.

Un'altra risorsa messa in campo per vendere un numero maggiore di prodotti è stata la pubblicità, prima mediante manifesti o depliant, poi cinematografica e televisiva. L'evoluzione delle attività industriali ha prodotto esigenze sempre più complesse e generato un presupposto imprescindibile per la genesi e lo sviluppo di un qualsiasi processo di produzione: l'organizzazione di tutti i fattori della produzione stessa.

A1.3 L'INDUSTRIA 4.0

LA REALTÀ ITALIANA

Terminata la fase della seconda rivoluzione industriale, caratterizzata dal fordismo e dal taylorismo, in cui l'Italia passa dalla proto industria all'impresa industriale vera e propria, si profila all'orizzonte l'era della terza rivoluzione industriale. La prima fase si caratterizza per la nascita di piccole e medie imprese legate prevalentemente alla costruzione di macchine e attrezzature destinate al settore agro alimentare e del trasporto. L'Italia era un Paese a forte prevalenza agricola e quindi, escludendo le poche aziende del settore automobilistico, lo sviluppo industriale italiano venne innescato da piccole imprese poco più che artigianali. Le due guerre consentirono un notevole sviluppo delle aziende del settore automobilistico, cantieristico, ferroviario con commesse per la maggior parte statali. Il sistema industriale italiano era quindi nato e cresciuto con un difetto congenito, concentrato cioè su settori a bassa tecnologia, il "nanismo" che condizionava in maniera fortemente negativa le imprese e, ovviamente, la sua produttività.

Oggi sappiamo che la produttività è direttamente proporzionale al dinamismo tecnologico e alla dimensione dell'azienda.

Il nanismo è stato l'handicap che non ha consentito uno sviluppo coerente con le molteplici capacità degli imprenditori e dei tecnici italiani. Ovviamente questo a livello generale. Esistevano ed esistono ancora oggi settori in cui l'Italia eccelle, ma spesso rappresentano soltanto delle nicchie, peraltro molto ambite dalle multinazionali straniere. La crisi che ha pervaso tutti i sistemi internazionali degli anni novanta del XX secolo, corrispondente alla terza rivoluzione industriale o come descritto dagli specialisti del settore, allo sviluppo dell'Industria 3.0 caratterizzata dall'elettronica, ha dato il colpo di grazia a tante realtà che, non avendo propensione all'internazionalizzazione e soprattutto le dimensioni per affrontare questa nuova sfida, hanno cessato le attività. Si pensi alle rubinetterie del bresciano, alle centinaia di aziende del Nord-Est, alle acciaierie toscane e liguri. Tuttavia il problema più importante del sistema industriale italiano, come detto sopra, è rappresentato dallo scarso dinamismo tecnologico che per molto tempo, non ha posto la necessaria attenzione ai livelli della produttività e quindi dei costi, avendo prevalentemente prodotto per il mercato interno.

Quando, per effetto dalla globalizzazione, le aziende italiane sono entrate in competizione con i paesi emergenti, sono emerse tutte le criticità del sistema, accentuando la crisi. Il fenomeno della globalizzazione e quindi la necessità da parte delle aziende d'internazionalizzazione, ha dato vita alla fase attuale dell'Industria 4.0. La rivoluzione industriale del XXI secolo è la quarta nella storia del mondo occidentale. In

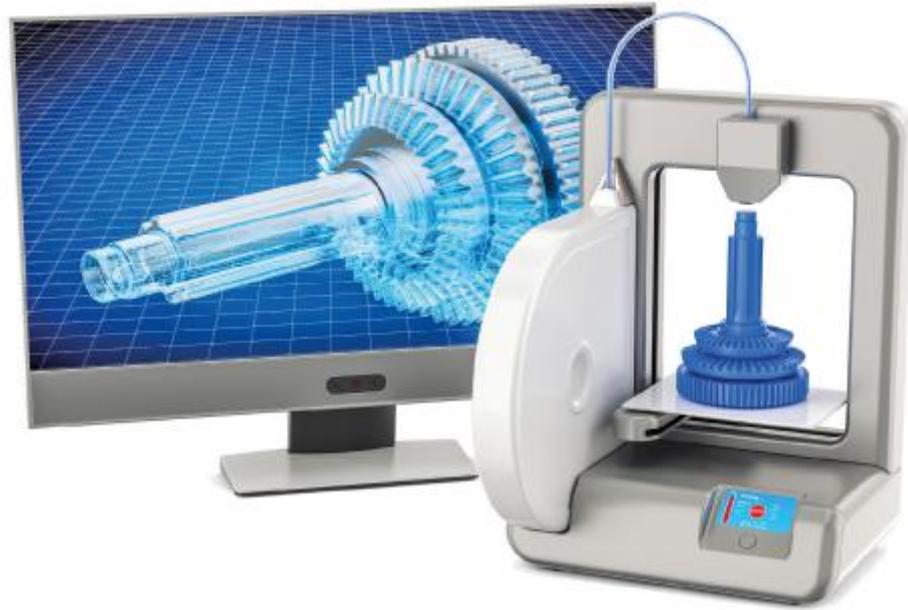
questo contesto le macchine non sono più nemiche dell'uomo, ma collaborano con l'uomo, sostituiscono l'uomo nei lavori pesanti, ripetitivi, pericolosi. I grandi gruppi sono in piena attività con queste nuove tecnologie mentre le piccole e medie imprese devono urgentemente adeguarsi; l'alternativa è soccombere.

Perché l'appellativo di Industria 4.0? È facile intuirlo se si ripercorrono le fasi di innovazione e sviluppo dell'industria stessa; dopo il vapore, l'elettricità, l'automazione degli anni '70-'80 si approda al sistema industriale attuale dove la produzione non è più legata ai sistemi fisici, ma è diventato fondamentale il trattamento dei dati. Si parla pertanto di *big data* cioè enormi quantità di dati raccolti sia in reti dedicate che in *cloud*. Si diffonde in maniera generalizzata l'uso dei robot, le macchine sono autoprogrammabili anche se sottoposte sempre al controllo dell'uomo. Se da un lato si aprono grandi opportunità per le aziende, vi è la costante necessità di nuove professionalità e nuove competenze. L'Industria 4.0 è caratterizzata dalla robotica che rappresenta le articolazioni del sistema, mentre la linfa vitale è rappresentata dalle informazioni. Vediamo la presenza di macchine che controllano le macchine, automobili in grado di avvertire un pericolo e arrestare la marcia, "sentire" il cambio di corsia, accendere fari e tergicristalli in funzione delle condizioni luminose e meteo e ancora aziende controllate in remoto, chip e codici per l'identificazione, robot che riconoscono i materiali, registrano le anomalie correggendole fino a trasformare il semilavorato identico allo standard previsto o migliorarlo modificandolo e ordinando lo spostamento alla fase successiva. Le macchine non sono più avulse dal sistema, ma formano con esso una sola cosa. Se finora la tecnologia digitale ha operato e controllato dall'esterno i sistemi produttivi, con l'Industria 4.0 le reti globali si integrano con gli impianti, la logistica, la vendita e il post vendita in un crescendo di relazioni che collegherà direttamente produttore e cliente. Serviranno molti più tecnici informatici e meccatronici perché con l'Industria 4.0 si avranno moltissimi particolari meccanici realizzati con stampanti 3D, la progettazione simulata delle

FIG. A1.7 ►
Monitoraggio
delle vibrazioni in
tempo reale tramite
tablet in una tipica
lavorazione da
Industria 4.0



FIG. A1.8 ►
L'uso di stampanti
3D sta già
rivoluzionando
il mondo della
produzione
industriale



aziende, la produzione robotizzata, i veicoli per la logistica e le spedizioni autonome, la manutenzione programmata da macchine e guidata da sensori. Robotica e automazione ridurranno gli errori, i tempi e i costi di qualunque prodotto, miglioreranno sicurezza e produttività, ma chi sarà il controllore del sistema? Visto che in un sistema big data sono fondamentali i dati, chi controllerà le piattaforme che li raccolgono e li smistano? Soprattutto sono in grado di far “dialogare” imprese, macchine, servizi e clienti? Chi lo farà sarà detentore di un potere immenso e governerà il futuro non solo industriale, ma anche economico.

Oggi chiunque può accendere una caldaia per il riscaldamento a distanza, avviare un'automobile stando comodamente in casa quando fa freddo, pagare un ristorante con un tap sullo smartphone, controllare la propria azienda a migliaia di chilometri di distanza, sapere dov'è la propria autovettura, conoscere in tempo reale il giudizio di un cliente e tanto altro ancora. Ciò avviene perché qualcuno raccoglie, gestisce e smista i nostri dati, i nostri spostamenti, le nostre richieste o più precisamente siamo noi che essendo asserviti ai sistemi informatici, forniamo i nostri dati a gestori di piattaforme che li utilizzano per connetterci in una rete globale da cui nessuno è più in grado di star fuori. Vediamo quindi come anche la terminologia tecnica si modifica nell'era dell'Industria 4.0. Si sentirà parlare sempre più spesso di:

- **Cyber Security** consistente nell'insieme di tecnologie e processi attuati per proteggere gli elementi informatici di un'azienda da attacchi esterni o interni.
- **Additive Manufacturing** un processo che si contrappone alle tradizionali tecniche di produzione sottrattiva. È considerato un metodo che consente la produzione di oggetti a partire da un modello digitale, depositando progressivamente materiale in maniera stratificata.
- **Big data e smart data**, raccolte di dati sia organizzati che grezzi incredibilmente grandi per velocità, varietà e volume. La competizione tra i grandi gestori di piattaforme consiste nella trasformazione di questi *big data* in *smart data*, cioè in informazioni utili e immediatamente fruibili da parte dei clienti.

- ▶ **Cloud Computing**, ovvero un sistema caratterizzato dall'insieme di tecnologie che consentono di elaborare, memorizzare e archiviare dati grazie all'utilizzo di hardware e software distribuiti in rete. Il loro utilizzo consente una riduzione dei costi e un miglioramento di tutti i servizi associati al prodotto.
- ▶ **Digital Enterprise (azienda digitale)**, in cui l'informazione tecnologica è determinante nella definizione del business e in cui tutti i processi di creazione del valore aggiunto, con il coinvolgimento anche dei fornitori, sono rappresentati e gestiti in maniera digitale e interconnessi.
- ▶ **Digitalizzazione** che attribuisce all'azienda opportunità in termini di valore economico. Tale termine riassume il processo di transizione verso un business digitale.
- ▶ **Industrial Internet**, una tipologia di aziende in cui Internet connette attrezzature, dispositivi e macchine le quali, riconoscendosi, possono trasferire in rete dati su loro stesse e accedere a informazioni aggregate legate ad altri. La funzione di riconoscimento consente di raccogliere da altre macchine e sistemi quanto necessario per il loro funzionamento e fornire quanto disponibile ad altre macchine acquisendo la capacità di svolgere attività in maniera autonoma.
- ▶ **Simulation** che consente di definire la geometria di un prodotto e simularne il comportamento senza la necessità di realizzare prototipi. Le copie digitali del prodotto definite anche *Digital Twins*, rappresentano un'ampia gamma di varianti che possono essere confrontate, testate e valutate in modalità virtuale.
- ▶ **Reshoring**, cioè il rientro in patria di un'azienda precedentemente de-localizzata per motivi economici.

Industria 4.0 non ha solo il significato di quarta rivoluzione industriale. Secondo esperti del settore, il numero quattro rappresenta anche in maniera non convenzionale, i quattro pilastri della nuova industria mondiale. Questi pilastri sono: i *dati*, l'*analisi*, la loro *interazione* e il *trasferimento*.

1. I **dati** immagazzinati in grande quantità sono immediatamente utilizzabili grazie alla connessione a piattaforme specifiche alle quali siamo tutti ormai connessi. Anche dati solo apparentemente innocui, come una banale ricerca in Internet, piuttosto che una chat sui social network, gli acquisti che facciamo, i libri che leggiamo i giudizi che esprimiamo e tanto altro ancora, rappresentano per specifici analisti, indicazione dei nostri comportamenti come consumatori e quindi clienti potenziali di qualche azienda.
2. L'**analisi** dei dati è, infatti, il secondo pilastro dell'Industria 4.0. Quando facciamo ricerche in Internet sfogliando cataloghi o quando utilizziamo software gratuiti, scegliendo un cappello, un mobile, un capo di abbigliamento un attrezzo o altro ancora, riteniamo che questo sia un vantaggio per il cliente; effettivamente può rappresentare un vantaggio per i consumatori, tuttavia rappresenta una facilitazione anche per le aziende che in questo modo possono eliminare dalla loro filiera produttiva prodotti non richiesti con notevole risparmio economico.
3. L'**interazione** tra uomo e macchina, anche se è ancora un mondo da tutto da esplorare, consente di immaginare e in parte già vedere le tantissime potenzialità possibili. Attraverso l'utilizzo di sensori in grado di interpretare i movimenti del

corpo è possibile la loro trasformazione in strumenti di interazione. La realtà virtuale mediante l'utilizzo di maschere particolari ha già trovato applicazioni in diverse attività: caschetti attraverso i quali ci si muove in spazi tridimensionali che faciliteranno imprenditori a testare prototipi virtuali, chirurghi che possono simulare interventi chirurgici complessi ecc.

4. Il **trasferimento** è considerato il quarto pilastro. Rappresenta il processo mediante il quale le informazioni digitali trasformano e creano oggetti fisici. La stampante digitale quindi come strumento fondamentale. Nell'Industria 4.0, la parola d'ordine sarà *Rapid Prototyping* e sarà effettivamente la realizzazione di un prototipo rapido e particolareggiato in tutte le sue caratteristiche fisiche, meccaniche e tecnologiche.

A breve le industrie che avranno successo saranno quelle sostenute da questi quattro pilastri; non è più una realtà virtuale, ma il futuro che, con l'Industria 4.0, è già qui.



A1 VERIFICA

UNITÀ

1 Domande a risposta breve

- 1 Quali erano le aspettative di Ford nel proporre la sua idea rivoluzionaria nel 1913?
.....
- 2 Qual era lo scopo che Ford si era prefissato realizzando il Modello T?
.....
- 3 Chi aiutò Ford nella realizzazione del suo progetto e con quali risorse o idee?
.....
- 4 Cosa sosteneva il taylorismo?
.....
- 5 Quali furono gli elementi che aiutarono il fordismo a realizzare le sue idee rivoluzionarie di azienda?
.....
- 6 Per quanto tempo e dove fu applicato il sistema produttivo inventato da Ford?
.....
- 7 La crisi del 1929 rallentò in parte il fordismo nelle aziende prevalentemente di tipo meccanico. Durante la fase di ripresa nacque una nuova scienza; qual era e in cosa consisteva?
.....
- 8 Qual era il difetto con cui era nata e si era sviluppata l'industria italiana?
.....
- 9 Quali sono le rivoluzioni industriali e quali sono gli elementi che hanno determinato la loro irruzione nel corso della storia industriale mondiale?
.....
- 10 Perché e da quando si parla di Industria 4.0?
.....
- 11 Cos'è e di cosa si occupa la Green Economy?
.....
- 12 Cosa rappresenta nel linguaggio dell'Industria 4.0 il termine Additive Manufacturing?
.....
- 13 Fornisci una definizione di azienda digitale.
.....
- 14 Cosa si definisce con il termine Reshoring?
.....
- 15 Quali sono i quattro pilastri dell'Industria 4.0?
.....

**2 Test vero o falso**

- | | | |
|--|----------|----------|
| 1 Henry Ford nel 1913 progettò la prima catena di montaggio. | V | F |
| 2 Il Modello T aveva lo scopo di diventare la prima autovettura utilitaria. | V | F |
| 3 Con l'introduzione della catena di montaggio si entrò nell'era dell'industria artigianale. | V | F |
| 4 Taylor introdusse nelle industrie Ford l'organizzazione scientifica del lavoro. | V | F |
| 5 Con l'introduzione delle teorie di Ford e Taylor ebbe inizio la produzione di massa. | V | F |
| 6 Ford fu uno dei primi a introdurre l'elettricità nelle sue fabbriche. | V | F |
| 7 Le teorie di Taylor sull'organizzazione scientifica del lavoro furono applicate anche negli uffici e non solo nelle officine. | V | F |
| 8 La produzione standardizzata diminuì i costi dei prodotti e aumentò i salari degli operai. | V | F |
| 9 Il sistema produttivo introdotto da Ford e Taylor durò pochi anni. | V | F |
| 10 Dopo la crisi del 1929, nacque il marketing e la pubblicità. | | |
| 11 La terza rivoluzione industriale corrisponde con l'avvento dell'elettronica. | V | F |
| 12 L'Italia ha sempre avuto un tessuto industriale prevalentemente costituito da piccole e medie imprese. | V | F |
| 13 Il processo che si contrappone alla tecnica produttiva per sottrazione si definisce Additive Manufacturing. | V | F |
| 14 Il Reshoring consiste nel de-localizzare un'impresa all'estero. | V | F |
| 15 I quattro pilastri dell'Industria 4.0 sono: i dati, l'analisi dei dati, l'interazione e il loro trasferimento. | V | F |

A VERIFICHE SOMMATIVE

MODULO

CONOSCENZE

1 Domande a risposta breve

1 Quali sono state le motivazioni che hanno determinato la nascita del fordismo?

.....

2 Quando e dove nasce il fordismo?

.....

3 Quali sono le caratteristiche principali del taylorismo?

.....

4 Esponi in maniera articolata il concetto di Industria 4.0.

.....

5 Fornisci una definizione dei fattori della produzione.

.....

6 Elenca i principali fattori della produzione specificando più dettagliatamente il fattore tecnico.

.....

7 Quali sono gli elementi più importanti che deve contenere un piano di produzione?

.....

8 Perché viene redatto un piano di produzione?

.....

9 Come si definisce un sistema produttivo dal punto di vista economico?

.....

10 Come si può definire la produzione?

.....

11 Qual è in prima istanza la classificazione delle industrie?

.....

12 Qual è il programma di produzione delle aziende che producono a magazzino e quali rischi si corrono?

.....

13 Qual è il programma di produzione delle aziende che producono su commessa e quali rischi si corrono?

.....

14 Fornisci una spiegazione tecnica di un sistema produttivo orientato al processo.

.....

15 Descrivi brevemente i processi produttivi in serie, in batch e in job shop.

.....

16 Quali sono le caratteristiche principali del sistema produttivo Just in Time?

.....

17 Qual è la differenza sostanziale tra un sistema produttivo push e un sistema produttivo pull?

.....

- 18** Cosa rappresenta il kanban nel sistema JIT?
.....
- 19** Quando un sistema si definisce a ciclo continuo e quando intermittente?
.....
- 20** Cosa s'intende per cadenza di produzione?
.....
- 21** Cosa s'intende per saturazione?
.....
- 22** Fornisci una definizione di produzione per reparti indicando le caratteristiche del layout.
.....
- 23** Cosa rappresenta il diagramma di Gantt?
.....
- 24** Perché si compila un diagramma di Gantt?
.....
- 25** Quali sono i vantaggi (se ve ne sono) offerti dalla scomposizione del lotto in sotto-lotti?
.....
- 26** Cos'è il diagramma di PERT?
.....
- 27** Cosa rappresentano nel diagramma di PERT: i cerchi, la freccia continua e la freccia tratteggiata?
.....
- 28** Quali sono gli elementi per la preparazione di un diagramma di PERT?
.....
- 29** Fornisci una definizione di produzione a magazzino.
.....
- 30** Nelle aziende esiste solo il magazzino prodotti finiti oppure vi sono altri magazzini? Se sì, quali?
.....
- 31** Fornisci una definizione di produzione su commessa.
.....
- 32** Si può affermare che attualmente la produzione make-to-order prevale sulla produzione make-to-stock? Qual è il significato di questa frase?
.....
- 33** Cosa si intende per Project Management?
.....
- 34** Quali soggetti sono indicati con il termine stakeholder?
.....
- 35** Fornisci una spiegazione del ciclo o ruota di Deming.
.....
- 36** Cos'è la Project Charter?
.....
- 37** Descrivi la tecnica strutturale WBS (Work Breakdown Structure).
.....

38 Quali sono le funzioni di un Project Manager?

39 Cosa s'intende per processo Make or Buy? Spiega i due concetti.

40 Fornisci una definizione del processo di lavorazione outsourcing.

41 Quali tipologie di processo outsourcing esistono? Fornisci per ciascuna una breve descrizione.

42 Quali sono gli svantaggi del processo outsourcing?

43 Perché tra gli svantaggi di un processo outsourcing troviamo l'invecchiamento tecnologico aziendale?

44 Cosa può esternalizzare un'azienda?

45 Chi sono i web workers?



2 Test vero o falso

- | | | | |
|----|--|---|---|
| 1 | Il modello T rende l'automobile un oggetto alla portata della classe media. | V | F |
| 2 | Taylor introdusse nelle industrie Ford teorie sull'organizzazione del lavoro già ipotizzate da Adam Smith un secolo prima. | V | F |
| 3 | Con le teorie di Ford e Taylor fu introdotta l'intercambiabilità dei pezzi. | V | F |
| 4 | Le teorie di Taylor sull'organizzazione scientifica del lavoro furono applicate solo nelle officine. | V | F |
| 5 | La produzione standardizzata diminuì i costi dei prodotti ma non aumentò i salari degli operai. | V | F |
| 6 | Dopo la crisi del 1929, si ha la terza rivoluzione industriale legata all'elettronica. | V | F |
| 7 | Tra i fattori della produzione non rientrano le risorse umane. | V | F |
| 8 | Tutti i fattori della produzione concorrono alla realizzazione di un bene/servizio. | V | F |
| 9 | Un piano di produzione non può prescindere dalla valutazione del numero di oggetti da costruire. | V | F |
| 10 | Le attività industriali sono attinenti al settore secondario. | V | F |
| 11 | Le aziende che operano a magazzino corrono rischi di mercato. | V | F |
| 12 | Il layout definisce la modalità di disposizione degli impianti industriali. | V | F |
| 13 | Il tempo di setup corrisponde al tempo di attrezzaggio macchina. | V | F |
| 14 | Il job shop è un altro modo di indicare la produzione per lotti. | V | F |
| 15 | Il Batch è un altro modo per indicare le lavorazioni per reparti. | V | F |
| 16 | I processi produttivi si classificano anche in funzione dei volumi produttivi. | V | F |
| 17 | La produzione Just in Time è una tecnica definita anche Lean Production. | V | F |
| 18 | Il Kanban è un cartellino che autorizza la lavorazione. | V | F |
| 19 | Il Jidoka è un cartellino che nega la lavorazione. | V | F |
| 20 | La cadenza di una linea corrisponde al tempo di produzione di un pezzo. | V | F |
| 21 | La saturazione corrisponde alla occupazione percentuale di una macchina rispetto a quella con il tempo di occupazione massimo. | V | F |
| 22 | Per il lancio di nuovi prodotti è consigliabile la produzione per lotti (batch). | V | F |
| 23 | La lavorazione per lotti offre una maggiore flessibilità della lavorazione per reparti. | V | F |

- | | | | |
|----|--|---|---|
| 24 | Il diagramma di Gantt visualizza la programmazione della produzione. | V | F |
| 25 | Il diagramma di PERT è una rappresentazione grafica delle attività di un progetto. | V | F |
| 26 | Il diagramma di Gantt si può preparare solo con software specifici. | V | F |
| 27 | Il diagramma di PERT rappresenta una pianificazione di tipo statistico. | V | F |
| 28 | La produzione a magazzino si attua per produzioni individuate da un'analisi previsionale. | V | F |
| 29 | Una produzione su commessa è una produzione in cui il cliente definisce tutte le caratteristiche del prodotto da realizzare. | V | F |
| 30 | La produzione su commessa è altresì definita Make to Stock. | V | F |
| 31 | Una commessa deve essere gestita obbligatoriamente da un Project Manager. | V | F |
| 32 | L'esternalizzazione è una attività di outsourcing strategico. | V | F |
| 33 | Tra gli svantaggi del processo outsourcing vi è la riduzione delle risorse umane. | V | F |
| 34 | Qualunque funzione aziendale è realizzabile in outsourcing. | V | F |
| 35 | Tra i vantaggi del processo outsourcing vi è la possibilità di allungare la vita dei propri impianti. | V | F |
| 36 | Produrre internamente o produrre esternamente all'azienda è solo un problema di valutazioni economiche. | V | F |

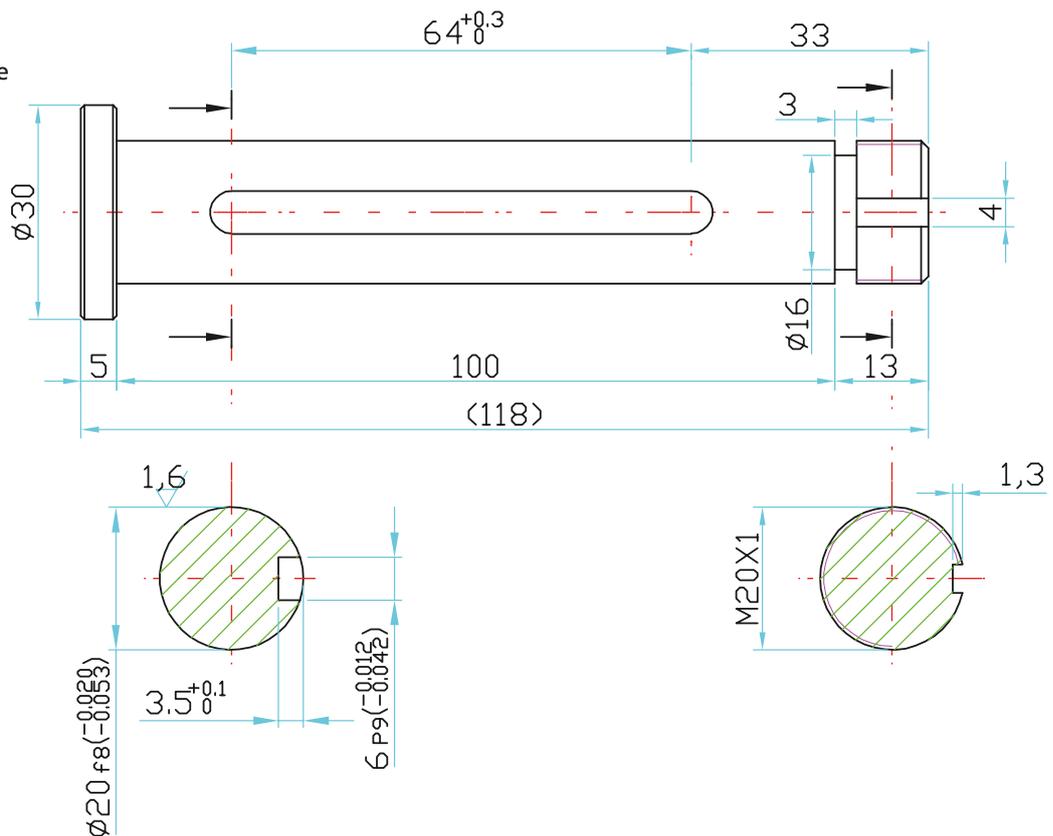
ABILITÀ E COMPETENZE

3 Esercizi

- 1 **Esercizio svolto** Si deve organizzare la produzione di 200 pezzi in materiale C40, come da disegno di **Fig. A2.26**. Il ciclo produttivo prevede una lavorazione di taglio, tornitura e fresatura. Calcola la consegna al cliente *al più presto*.

FIG. A2.26 ►

Pezzo da produrre



Svolgimento

La lavorazione sarà eseguita da pezzo singolo prima su tornio CNC quindi su centro di lavoro per l'esecuzione degli spacchi. Indicheremo la scelta di verghe trafilate Ø30 h11 in quanto la testa del perno non presenta sulla sua superficie esterna tolleranze particolari per cui ricadendo nelle tolleranze generali si ritiene congrua la scelta. Il ciclo potrà essere il seguente:

- Op. 10 – taglio al seghetto automatico a nastro del pezzo, con sovrametallo di 1 mm sulla lunghezza (0,5 mm per superficie) $L = 119$;
- Op. 20 – sfaccettatura e smusso su un lato, (set-up macchina con griffe normali e fermo di arresto all'interno del mandrino pezzo fuori 20 mm);
- Op. 30 – sfaccettatura a quota $L = 118$ e centratura (medesimo set-up macchina);
- modifica set-up macchina griffe dolci modificate e contropunta con posizionamento pezzo tra mandrino e contropunta;
- Op. 40 – tornitura a Ø20 f8 × 100 (n. 3 passate con profondità 4-4-2 mm);
- esecuzione gola di scarico di filettatura Ø16 × 3;
- filettatura M20 × 1;
- cambio macchina (centro di lavoro attrezzato con morsa);
- Op. 50 – esecuzione spacco di linguetta 6 × 64 × 3,5;
- esecuzione spacco rosetta di sicurezza 4 × 13 × 1,3.

I tempi standard di operazione più i tempi di lavorazione, calcolati con la formula $T = \frac{L+ex}{a \cdot n}$, sono raggruppati nella seguente tabella:

N. Op.	Lavorazione	Tempo (min)
10	Taglio	0,55
20 + 30 + 40	Tornitura	0,30 + 0,55 + 3,25 Tot 4,10
50	Fresatura	1,20

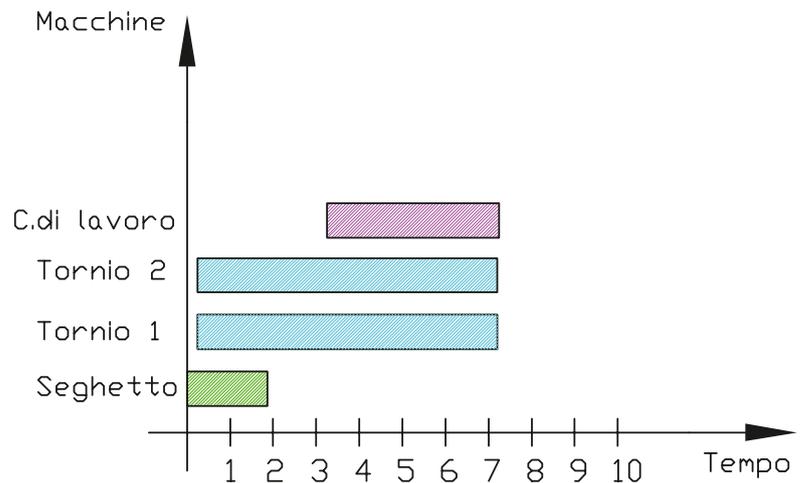
Nel caso in cui si programmi la produzione con flusso totale del lotto avremo:

N. Op.	Lavorazione	Tempo (min)	Tempo totale (min)
10	Taglio	0,55 × 200 =	110
20 + 30 + 40	Foratura	4,10 × 200 =	820
30	fresatura	1,20 × 200 =	240
Tempo preparazione macchine 15' (seghetto) + 10' + 10' (Tornio) + 15' (Fresatrice)			50
Tempo trasf. lotto a macchine successive 10' + 10'			20
Tempo tot. lav. Intero lotto			≈ 20 ore

Appare evidente che qualora volessimo consegnare nell'ambito di un giorno lavorativo il lotto oggetto della commessa, dovremmo agire sul numero di torni. Infatti, portando a due il numero di torni impegnati nella produzione, potremmo lavorare l'intero lotto in meno di 7 ore. Considerando i tempi di setup macchine, di spostamento dei pezzi e di controllo qualità, possiamo garantire la consegna al cliente il giorno successivo l'acquisizione della commessa come evidenziato nel relativo diagramma di Gantt di Fig. A2.27.

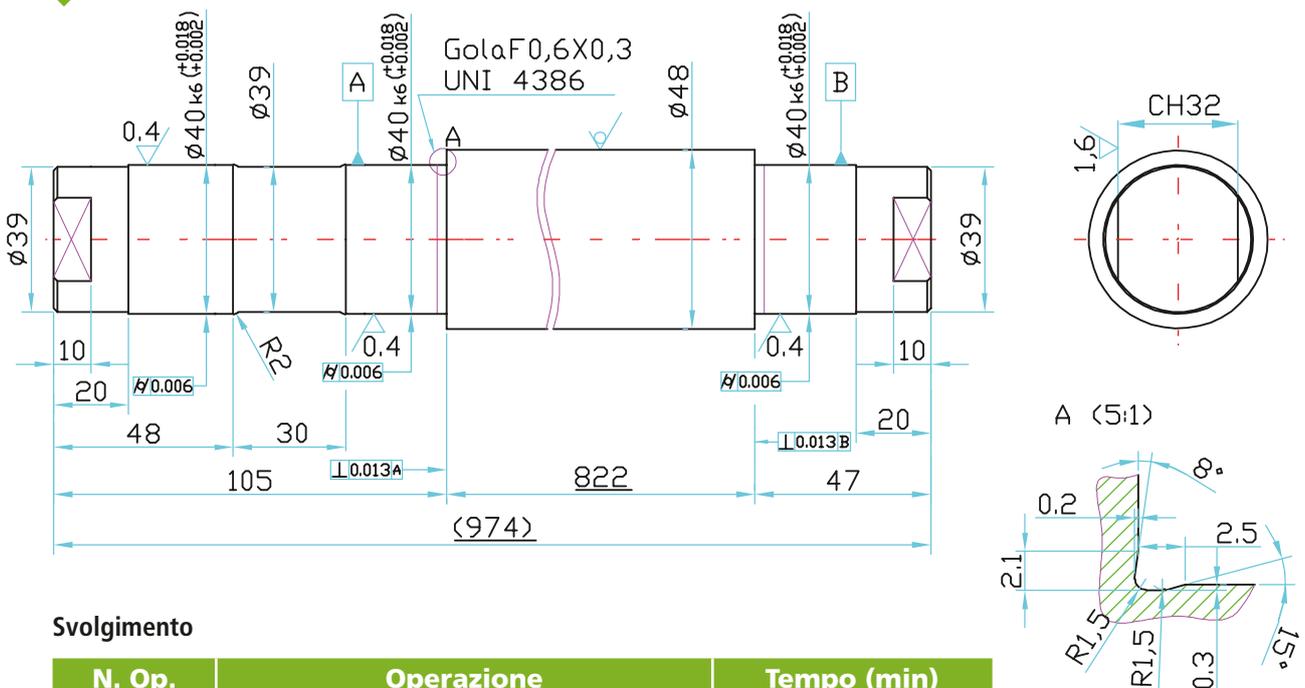
Si potrebbe andare ancora più nel dettaglio della produzione e assegnare al tornio 1 la lavorazione dell'operazione 20 e 30 con un anticipo di produzione di circa 20'. In questo modo il tornio 2, attrezzato con griffe dolci modificate, avrebbe la continuità di lavorazione. Il tornio 1 cambierà setup e programma di lavorazione dopo circa tre ore.

FIG. A2.27 ►
Diagramma di Gantt
dell'esercizio 1



- 2 Esercizio svolto** Si deve organizzare la produzione del perno rappresentato in **Fig. A2.28**, in un lotto costituito da 400 unità in materiale Fe 590. Sapendo che il tempo di taglio corrisponde a 1,45 min, il tempo di tornitura a 16,50 min, il tempo di fresatura a 7,30 min, il tempo di rettifica a 14,50 min, determina la saturazione della linea e rappresenta tale attività nello specifico diagramma a barre (istogramma). Individua, quindi, quale macchina determinerà la cadenza e in quanto tempo tale macchina completerà la lavorazione del lotto.

FIG. A2.28
Perno da produrre



Svolgimento

N. Op.	Operazione	Tempo (min)
10	Seghetto n. 1 Macchina	1,45
20	Tornio n. 1 Macchina	16,50
30	Fresatrice n. 1 Macchina	7,30
40	Rettificatrice n. 1 Macchina	14,50

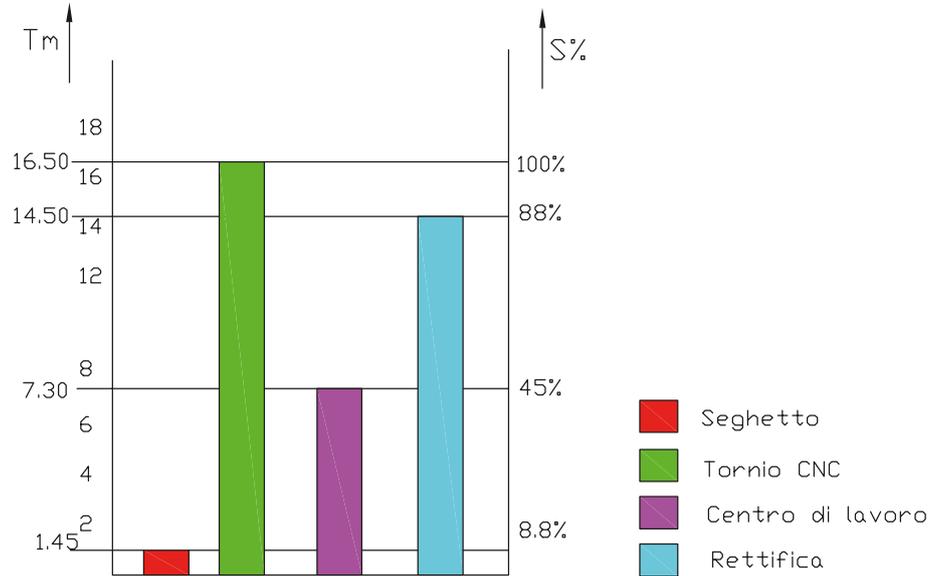
Dalla tabella si evince che il massimo impegno di lavoro è quello del tornio, perché il tempo dell'operazione 20 è il più alto. Questa macchina determina la cadenza, mentre le altre macchine sono impiegate per un tempo minore. La saturazione della linea pertanto sarà:

$$S_{10} = \frac{1,45}{16,50} \cdot 100 = 8,8\% \quad S_{20} = \frac{16,50}{16,50} \cdot 100 = 100\%$$

$$S_{30} = \frac{7,30}{16,50} \cdot 100 = 45\% \quad S_{40} = \frac{14,50}{16,50} \cdot 100 = 88\%$$

Dalle percentuali di saturazione, constatiamo che sia la lavorazione di tornitura, sia la lavorazione di rettifica hanno ancora dei tempi alti rispetto alla fresatura. Nello specifico il tornio determina ancora la cadenza. Inseriamo due torni e due rettifiche e ricalcoliamo la saturazione.

FIG. A2.29 ►
1ª saturazione



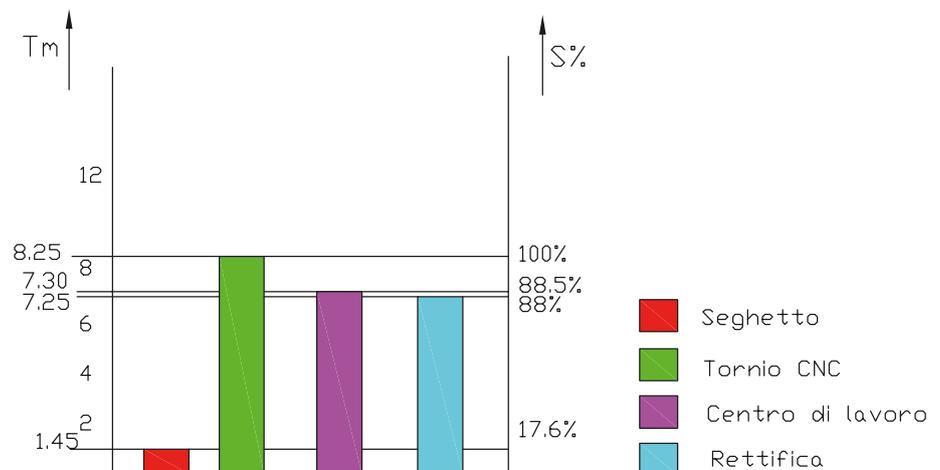
N. Op.	Operazione	Tempo (min)
10	Seghetto n. 1 Macchina	1,45
20	Tornio n. 2 Macchina	8,25
30	Fresatrice n. 1 Macchina	7,30
40	Rettificatrice n. 2 Macchina	7,25

È sempre il tornio a determinare la cadenza (tempo più alto), ma la saturazione la seguente:

$$S_{10} = \frac{1,45}{8,25} \cdot 100 = 17,6\% \quad S_{20} = \frac{8,25}{8,25} \cdot 100 = 100\%$$

$$S_{30} = \frac{7,30}{8,25} \cdot 100 = 88,5\% \quad S_{40} = \frac{7,25}{8,25} \cdot 100 = 88\%$$

FIG. A2.30 ►
Saturazione ottimizzata



Escludendo il tempo del seghetto che per la specificità dei pezzi da tagliare avrà sempre un tempo molto più basso delle altre macchine del processo produttivo, possiamo dire che la saturazione così ottenuta è piuttosto soddisfacente. Si potrebbe migliorare ulteriormente non con l'introduzione di altri torni (perché è ancora questa lavorazione che determina la cadenza), ma con l'autorizzazione a ore straordinarie affinché la tornitura abbia una tempistica produttiva più prossima a fresatura e rettifica. Essendo pertanto la cadenza produttiva di 8,25 min. determinata dalla tornitura, per l'intero lotto occorrerà un tempo di:

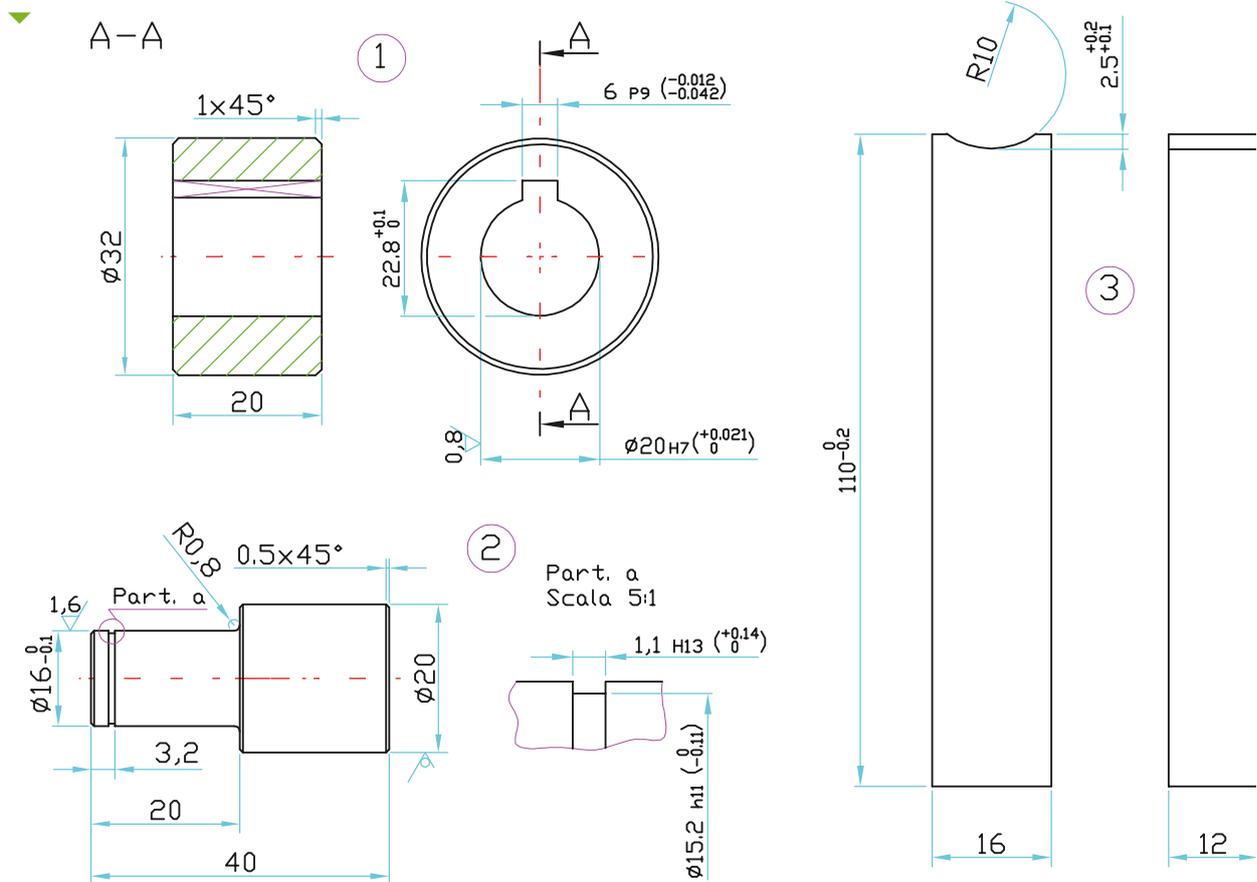
$$8,25 \times 400 = 3300 \text{ min.}$$

$$(3300 : 60) = 55 \text{ ore (tempo di tornitura necessario per la produzione del lotto)}$$

- 3** **Esercizio proposto** I disegni della **Fig. A2.31**, rappresentano i particolari della manovella di cui alla **Fig. A2.32**. Si deve realizzare un lotto di 100 manovelle con i seguenti tempi di lavorazione:

FIG. A2.31

Particolari manovella



Part. 1 (boccola), la sua realizzazione è caratterizzata da tre lavorazioni: taglio 0,30 min – tornitura 3,5 min – esecuzione spacco di linguetta 1,05 min.

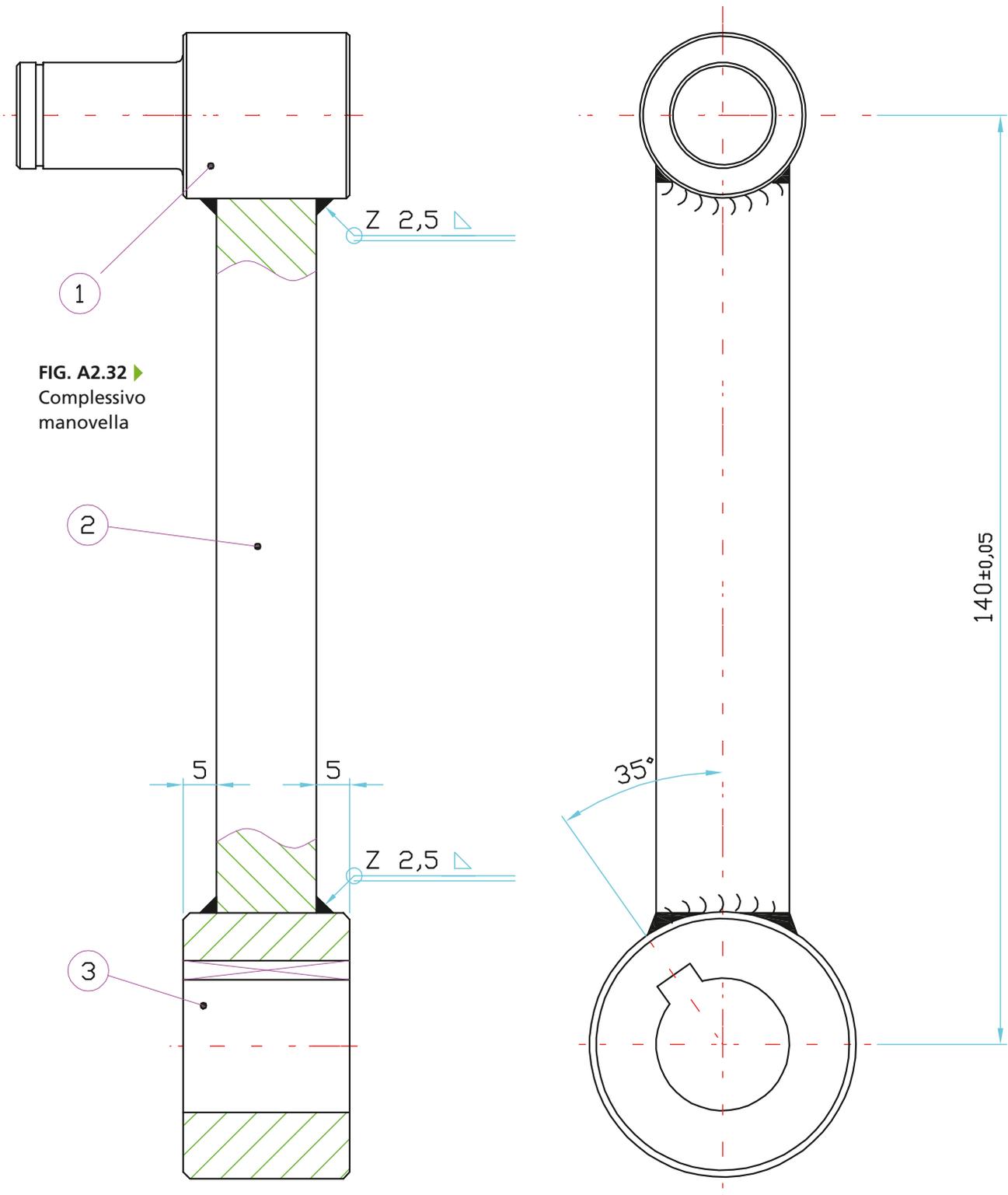
Part. 2 (perno di manovella) caratterizzato da 2 lavorazioni: taglio 0,25 min, tornitura 2,1 min.

Part. 3 (corpo manovella) caratterizzato da 2 lavorazioni: taglio 0,25 min, fresatura 1,6 min.

Scelti con giustificato criterio eventuali elementi mancanti:

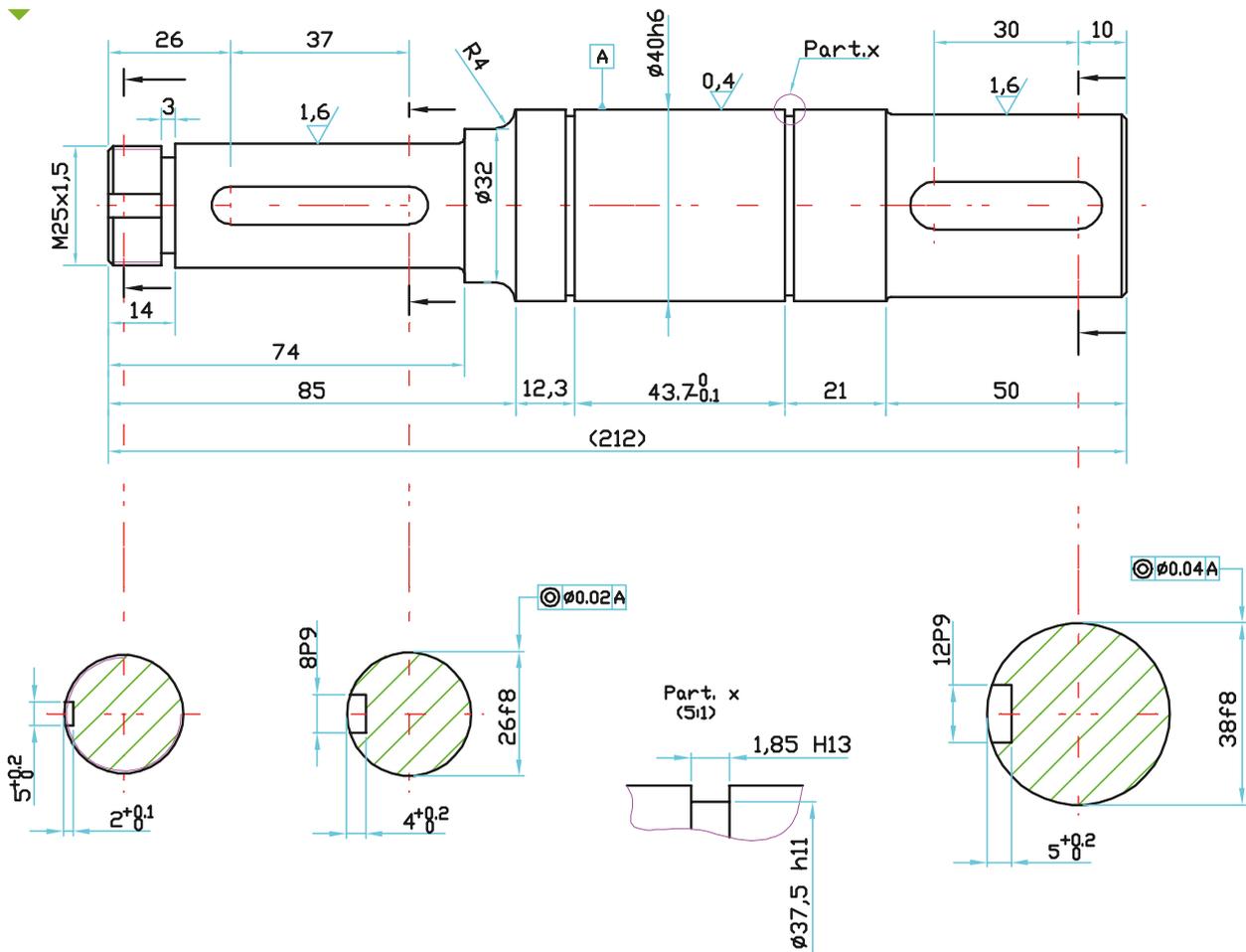
- determina la tipologia di produzione più appropriata per i tre componenti;
- compila il diagramma di Gantt per la produzione dei tre componenti;
- determina la data di consegna più rapida al reparto di saldatura per l'assemblaggio.

Considerando che il reparto di saldatura assembla n. 1 manovella ogni 8 min, determina, infine, in quanto tempo dall'ordine di produzione, potrà essere consegnato l'intero lotto.



- 4 **Esercizio proposto** Si deve realizzare la produzione di n. 800 perni di cui alla Fig. A2.33. Il perno deve essere sottoposto a una lavorazione di tornitura e una lavorazione di fresatura oltre al taglio da barre di 6000 mm. La tornitura viene eseguita da due torni CNC. Il primo, per la tornitura del lato con $\varnothing 38$ impiega un tempo di 0,55 min. Il secondo tornio per completare il pezzo impiega 2,85 min. Il centro di lavoro esegue in 1,55 min la lavorazione degli spacchi di linguetta e lo spacco per la rosetta di sicurezza. Determina la saturazione della linea.

FIG. A2.33
Perno n. 1



- 5 **Esercizio proposto** La boccola rappresentata in **Fig. A2.34** deve essere prodotta in 5000 unità. Considerando un tempo di tornitura di 1,85 min e un tempo di rettifica di 4,5 min inglobando anche il tempo di posizionamento del pezzo, determina in quanto tempo (al più presto) è possibile consegnare il primo lotto di 1000 unità al cliente e quanto tempo occorre per la serie completa. L'azienda può mettere a disposizione della produzione esclusivamente due torni CNC e due rettifiche.

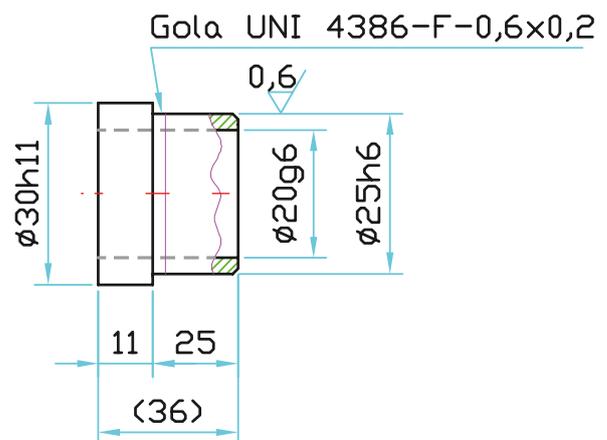
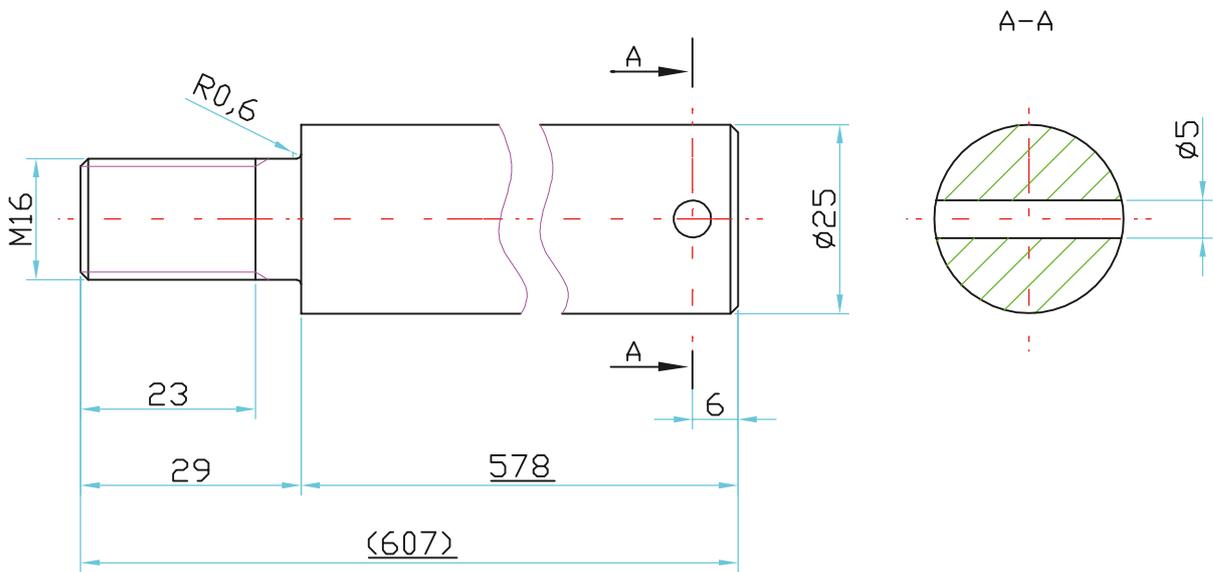


FIG. A2.34
Boccola

- 6 **Esercizio proposto** Del perno rappresentato in **Fig. A2.35** deve essere prodotto un lotto di 200 unità. Disponendo di due torni e un trapano, determina il tempo di consegna. Verifica, inoltre, se dividendo il lotto in sotto-lotti è possibile accorciare i tempi di consegna.

FIG. A2.35
Perno n. 2



- 7 **Esercizio proposto** La piastra porta cuscinetto del disegno Fig. A2.36 deve essere realizzata in un lotto di 300 unità. Sapendo che il tempo di taglio corrisponde a 1,5 min, il tempo di fresatura a 6,50 min e il tempo di foratura a 1,30 min, determina la saturazione della linea e rappresenta tale attività nello specifico diagramma a barre (istogramma). Determina quindi in quanto tempo l'intero lotto potrà essere consegnato al cliente.

FIG. A2.36
Piastra porta cuscinetto

