

ITIS “OTHOCA” ORISTANO

IL CICLO DI LAVORAZIONE

Il ciclo di lavorazione

- Si definisce **CICLO DI LAVORAZIONE** la successione delle operazioni da compiere per la produzione di un particolare meccanico, nel rispetto delle indicazioni fornite dal disegno esecutivo.
- Il **costo finale** di un prodotto dipende dal ciclo di lavorazione.
- La razionalizzazione di quest'ultimo rende competitiva un'impresa nella vendita dei suoi prodotti finiti.

Il ciclo di lavorazione

- **L'elaborazione di un ciclo di lavorazione dipende da molti fattori tra i quali:**
 - **Numero, forma e dimensioni dei pezzi da produrre;**
 - **Tipo di materia prima o semilavorato di partenza e loro costo;**
 - **Trattamenti termici previsti, finitura superficiale e precisione dimensionale richiesta dal committente;**
 - **Tempi di consegna della commessa;**
 - **Tipi di attrezzature e di utensili impiegati;**
 - **Costo del prodotto imposto dalla concorrenza;**
 - **Competenza professionale della manodopera impiegata e necessità di saturazione del parco macchine presenti in officina;**

Il ciclo di lavorazione

- **Non esiste quindi un'unica soluzione per il ciclo di lavorazione.**
- **Ogni ciclo può subire modifiche qualora si verificano le seguenti situazioni:**
 - **Necessità di produzione più veloce;**
 - **Acquisto di macchine nuove;**
 - **Uso di attrezzature più sofisticate;**
 - **Utilizzo di utensili speciali;**
 - **Modifiche dei trattamenti termici previsti.**

Il ciclo di lavorazione

- Per l'elaborazione dei cicli di lavorazione, ogni ditta utilizzerà la tecnica ritenuta più rispondente alle proprie esigenze tecnologiche e organizzative.
- Gli **impianti** e le **attrezzature** disponibili nell'azienda saranno perciò un dato di partenza per la stesura del ciclo di lavorazione (soprattutto quando il volume di produzione è limitato).
- **Quando le quantità da produrre sono molto elevate** può essere opportuno predisporre più soluzioni alternative che prevedano l'uso di attrezzature, anche costose, per la riduzione dei tempi e, quindi, anche dei costi.

Il ciclo di lavorazione

- La descrizione di un processo produttivo avviene attraverso la stesura di due documenti:
 - il **cartellino** del **ciclo di lavorazione**;
 - il **foglio analisi operazione**.
- Con il termine **operazione** si intende qualsiasi intervento eseguito sul materiale o sul pezzo, in modo manuale o meccanico: lavorazione per deformazione plastica o con asportazione di truciolo, montaggio, controllo, spostamento, ecc.
- A volte, però, viene considerata operazione un insieme di lavorazioni eseguite sul pezzo con la stessa macchina o in un posto di lavoro: tornitura, fresatura, saldatura, cementazione / tempra, ecc.

Il ciclo di lavorazione

- Con il termine **fase**, invece, si intende ogni singola azione che viene effettuata per l'esecuzione di un'intera operazione:
 - montare il pezzo su autocentrante;
 - avviare il mandrino;
 - cambiare l'utensile;
 - avvicinare l'utensile;
 - impostare la profondità di passata;
 - innestare l'avanzamento automatico, ecc.

Il ciclo di lavorazione

- Il cartellino del ciclo di lavorazione esprime la suddivisione del processo produttivo in successive **operazioni**, mentre il foglio analisi operazione elenca tutte le **azioni** necessarie per l'operazione stessa.
- Il ciclo di lavorazione comincia dalla stesura del **disegno di progettazione** dove la caratteristica principale di ogni particolare è la funzionalità, che viene garantita dalla correttezza delle forme, dalle dimensioni etc..

Il ciclo di lavorazione

- Poiché i processi produttivi sono molteplici (fusione, stampaggio, asportazione di truciolo, ecc.) dal disegno di progettazione si ricava il **disegno di fabbricazione** o disegno esecutivo che deve tenere conto:
 - del tipo di tecnologia impiegata;
 - del grezzo (o semilavorato) di partenza;
 - dei materiali impiegati e dei sovrametalli di lavorazione.
- Esso dovrà riportare tutte le quote e i trattamenti termici previsti sul pezzo.

Il ciclo di lavorazione

- **Il disegno di fabbricazione deve prescrivere le tolleranze di lavorazione, le tolleranze dimensionali e geometriche, che dovranno essere le più ampie possibili per diminuire i costi di produzione garantendone comunque la funzionalità.**
- **Per la scelta del grezzo o semilavorato di partenza occorre conoscere le principali caratteristiche dei materiali, che sono:**
 - **durezza;**
 - **lavorabilità. alle macchine utensili**
 - **aspetto estetico;**
 - **massa specifica;**
 - **fusibilità, fucinabilità**
 - **resistenza meccanica.**

Il ciclo di lavorazione

- Il ciclo deve prevedere lavorazioni non in contrasto con le **peculiarità dei materiali utilizzati**, ma le deve invece sfruttare ed esaltare.
- Ad esempio non si dovrà mai fucinare la ghisa che è un materiale molto fusibile.
- Se una forma è ottenibile per fusione è preferibile usare le ghise (basamenti);
- Se le forme prevedono piccoli spessori, forme complesse, pesi ridotti, sarà più conveniente usare leghe leggere.
- L'acciaio è invece un materiale adatto ad ottenere semilavorati mediante il processo di stampaggio.

Il ciclo di lavorazione

- Nelle lavorazioni alle macchine utensili, soprattutto se automatiche e con elevato numero di utensili nella zona di lavoro, assume particolare importanza la forma del truciolo.
- Infatti un **truciolo spezzettato**, caratteristico delle ghise, bronzi e ottoni, è facilmente asportabile, mentre un **truciolo fluente**, caratteristico degli acciai non legati, può creare seri problemi per la sua eliminazione.

Il ciclo di lavorazione

- Nelle lavorazioni alle macchine utensili si fa largo uso dei **profilati metallici** direttamente reperibili sul mercato. Tra questi si ricordano:
 - **I laminati**: sono i semilavorati meno costosi, possono avere diverse forme (piatti, tondi, lamiere, ecc.) e presentano una superficie non rifinita con rugosità $Ra = 12,5 \div 25$, coperta da uno strato di ossido che deve essere asportato.
 - Le precisioni dimensionali sono molto basse (tolleranze dell'ordine del millimetro).

Il ciclo di lavorazione

- **I trafilati e i calibrati:** i trafilati possono avere forme diverse, mentre i calibrati solo forma tonda. Presentano una superficie priva di ossidi che può essere usata come superficie finale del pezzo ($Ra = 1,6 = 3,2$), risparmiando lavorazioni alle macchine utensili.
- Sul mercato sono disponibili calibrati con tolleranze h11 oppure h9.

Il ciclo di lavorazione

- - Le **barre rettificate**: sono caratterizzate da tolleranze dimensionali molto strette ($h7 = h6$) ed essendo ottenute con lavorazione di rettifica presentano ottima finitura ($Ra = 0,8 = 1,6$), conseguentemente il loro costo risulta abbastanza elevato (circa il triplo rispetto ai laminati comuni e circa il doppio rispetto ai trafilati con tolleranza $h11$).

Il ciclo di lavorazione

- **Sovrametallo nelle lavorazioni**
- **La conoscenza delle tolleranze dimensionali e geometriche, ottenibili con i vari processi produttivi, è fondamentale per la valutazione del sovrmetalto di lavorazione.**
- **Esso è costituito da uno spessore di materiale in più, lasciato in una lavorazione, necessario per l'esecuzione della successiva.**

Il ciclo di lavorazione

- **L'entità del sovrametallo dipende:**
- **dall'ampiezza della superficie da lavorare** poiché più grande è la superficie maggiori sono le probabilità di errore e di deformazione;
- **dal tipo di lavorazione** (tornitura, fresatura, ecc.) e dal procedimento impiegato per ottenere il semilavorato (fusione, stampaggio, laminazione, ecc.);
- **dalla qualità del materiale** (ritiri, deformazione, ecc.), dalla rugosità richiesta.

Criteria da adottare per l'impostazione di un ciclo di lavorazione

Il ciclo di lavorazione

- **Non esiste una soluzione ideale nell'elaborazione di un ciclo di lavorazione, ma, caso per caso, si deve raggiungere il **duplice** obiettivo:**
 - **soddisfare le richieste tecnologiche imposte dal disegno esecutivo (precisione, rugosità, ecc.)**
 - **minor costo e tempo possibile.**
- **Il criterio con cui un processo produttivo viene suddiviso in operazioni e, successivamente, queste in fasi è strettamente legato al tipo di azienda, all'importanza della commessa e al metodo adottato per l'analisi dei tempi.**

Il ciclo di lavorazione

- In genere si cambia il numero di operazione quando si riposiziona il pezzo.
- Le operazioni molto complesse possono essere suddivise in più operazioni semplici per facilitare la stesura del foglio analisi.
- Per **grandi produzioni**, il ciclo di lavoro potrà essere quindi molto dettagliato e il foglio analisi descriverà i più piccoli movimenti con l'attribuzione dei loro tempi rilevati nelle tabelle dei tempi standard.
- Per **piccole produzioni** può essere ridotto al solo disegno esecutivo e ad altre poche indicazioni di carattere tecnologico ritenute sufficienti.

Il ciclo di lavorazione

- **Considerazioni di carattere generale, riferite ai casi di lavorazioni alle macchine utensili, che servono alla stesura razionale dei cicli di lavorazione.**
-
- **1. Analizzare tutte le caratteristiche della lavorazione (materiale, quantità, stato di partenza, caratteristiche richieste, tempo di consegna, ecc.) per valutare l'**opportunità tecnica** e la **convenienza economica** di acquisire nuove attrezzature (anche progettate appositamente) e nuovi utensili per l'esecuzione di talune operazioni.**

Il ciclo di lavorazione

- **2.** Ottenere dall'officina tutte le informazioni relative alla disponibilità di attrezzi già utilizzati precedentemente od utensili speciali già acquistati.
- Questo collegamento con l'officina deve rappresentare una caratteristica costante per chi è addetto all'elaborazione dei cicli di lavorazione.
- **3.** All'inizio dei cicli più significativi prevedere il controllo delle caratteristiche meccaniche del pezzo.

Il ciclo di lavorazione

- **4. Scegliere** (per i pezzi ottenuti da semilavorati), **se partire dalla barra o dal taglio al seghetto di un corrispondente spezzone.**
- **Questa scelta dipende dalla dimensione della barra che deve essere contenuta all'interno del mandrino del tornio, dalla possibilità o convenienza di introdurre l'operazione di troncatura, dalle operazioni esterne ed interne previste sul pezzo.**
- **Per particolari prismatici lavorati alla fresatrice si parte sempre dal taglio al seghetto.**

Il ciclo di lavorazione

- **5. Valutare l'opportunità di sottoporre i grezzi o i semilavorati di partenza ad operazioni di:**
- **normalizzazione di distensione o raddrizzatura per le barre laminate, trafilati, elettrosaldati;**
- **sabbiatura o sgrassatura per le fusioni;**
- **ricottura per i pezzi stampati.**

Il ciclo di lavorazione

- **6.** L'operazione di foratura va generalmente preparata con l'esecuzione di fori di centraggio ottenuti con apposite punte per fori dal centro.
- Occorre valutare, di volta in volta, l'opportunità di eseguire il foro di centraggio senza smusso di protezione (punte tipo A), con smusso di protezione (punte tipo B) o con profilo curvilineo (punte tipo R).
- **7.** L'operazione di **filettatura interna** o **maschiatura** richiede la preventiva esecuzione del pre-foro. I valori dei diametri dei pre-fori per le filettature più comuni sono tabellati.

Il ciclo di lavorazione

- **8.** Schematizzare una rapida e provvisoria successione delle operazioni per poter fare la scelta delle superfici di riferimento e di presa del pezzo.
- Si dovrà partire con la chiusura del pezzo su superfici grezze o semilavorate ed **eseguire per prime le lavorazioni delle superfici che faranno da riferimento** nelle operazioni successive, garantendo coassialità, perpendicolarità e parallelismo.
- Tener presente che **il bloccaggio su superfici grezze risulta inevitabilmente incerto** e pertanto le prime operazioni devono essere leggere (bassi avanzamenti e profondità di passata) per non rischiare che si svincoli durante la lavorazione.

Il ciclo di lavorazione

- **9.** La successione delle operazioni deve essere tale da ridurre al minimo indispensabile i montaggi del pezzo (su mandrini, morse, attrezzature, ecc.) gli spostamenti tra le macchine o tra i reparti e i cambi utensili.
- Un ciclo di lavorazione tipico, in generale, risulta così organizzato:
 - lavorazione per deformazione o fusione;
 - eventuali controlli ed operazioni preliminari,
 - lavorazioni alle macchine utensili,
 - trattamenti termici,
 - finitura alla rettifica,
 - controllo finale.

Il ciclo di lavorazione

- **10.** Organizzare la successione delle operazioni con asportazione di truciolo in modo che risultino **distanziate il più possibile quelle di sgrossatura da quelle di finitura**, per dar modo al pezzo di smaltire il calore accumulato, causa di dilatazioni.
- Nei pezzi molto precisi e di geometria complessa si possono prevedere prima tutte le operazioni di sgrossatura e di semifinitura, poi quelle di finitura vera e propria, eventualmente separate da un trattamento di distensione.

Il ciclo di lavorazione

- **11.** La presenza di trattamenti termici introduce le seguenti esigenze:
- **lasciare un sovrametallo** sulle superfici che dopo la tempra devono essere lavorate e portate a misura con operazione di rettificazione **senza lasciare testimoni** (il valore del sovrametallo dipende dalle dimensioni della superficie da rettificare).
- **proteggere** con vernici, nastri isolanti o sovrametallo da rimuovere dopo la cementazione, **le superfici del pezzo** (esempio filettature) **che non si vogliono temprare.**
- per alberi lunghi e di piccolo diametro sottoposti a tempra, **prevedere prima della rettificazione il raddrizzamento,** dell'eventuale curvatura provocata dal trattamento termico.

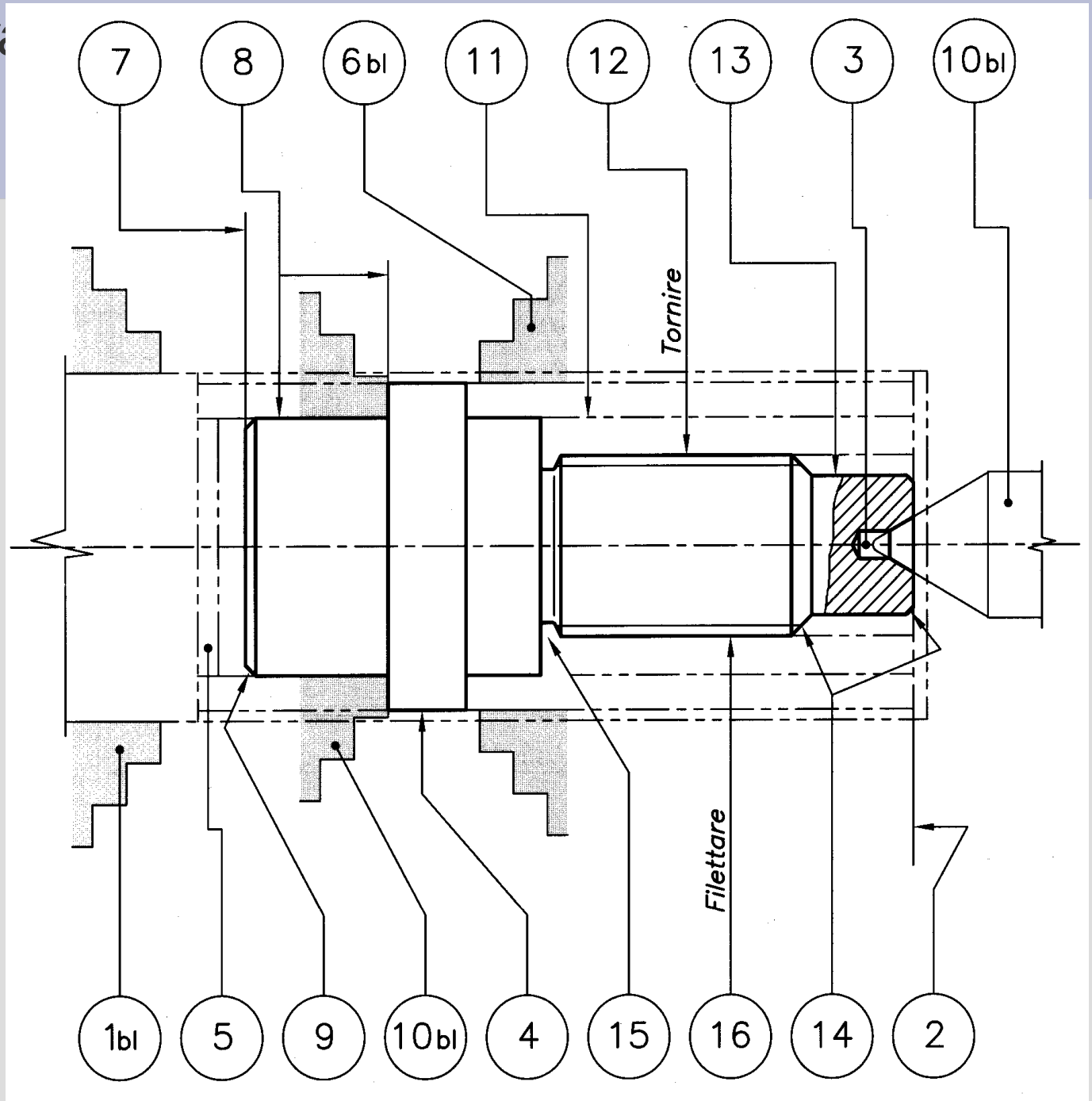
Il ciclo di lavorazione

- **12. Lavorare a fine ciclo le superfici delicate quali:** filettature, profili scanalati, accoppiamenti precisi o dentati, ecc., per evitare un loro possibile danneggiamento durante il trasposto dei pezzi;
eventuali chiusure su queste superfici, se non sono inevitabili, devono essere effettuate con l'interposizione di lamierini protettivi.

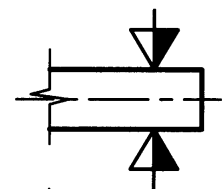
Il ciclo di lavorazione

- **13.** prevedere, dopo le operazioni principali e a fine ciclo, opportuni **controlli dimensionali** in modo da evitare che un pezzo, fuori misura, subisca inutilmente le successive lavorazioni.
- **14.** Per le operazioni di rettifica è necessario studiare attentamente i bloccaggi.
- **15.** nella stesura del cartellino di lavorazione si cambia numero di operazione ogni volta che si movimentata il pezzo oppure quando la lavorazione è molto complessa.

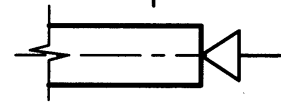
Il ciclo di lavoro



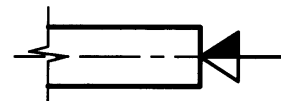
Il ciclo di l



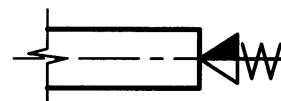
Autocentrante



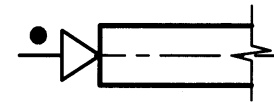
Punta di centraggio fissa



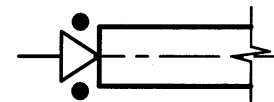
Contropunta mobile assialmente



Contropunta mobile a molla



Punta di centraggio e brida di trascinamento



Trascinatore frontale



Appoggi fissi

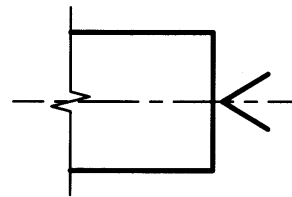


Appoggi registrabili

Segno grafico

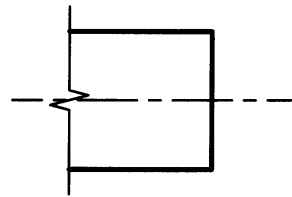
Rappresentazione

Descrizione (UNI 8189)

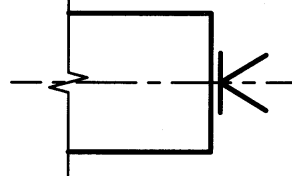


Il foro da centro deve esistere sul pezzo finito

Assente



Il foro da centro può esistere sul pezzo finito



Il foro da centro non deve esistere sul pezzo finito

Il ciclo di lavorazione

Scuola/Ditta		CARTELLINO DEL CICLO DI LAVORAZIONE		Foglio 1/	
Caratteristiche elemento finito					
Denominazione:			Tratt. termici:		
Ciclo n.		Complessivo n.		Particolare n.	
				Quantità :	
Compilatore:		Visto:		Data:	
Caratteristiche materiale e semilavorato di partenza					
Materiale:		Rm [N/mm ²]:		Durezza HB:	
Ricavato da:				Massa [Kg]:	
N.	Descrizione operazione	Macch.	Utensili,attrezzi e calibri	Tempi	

2) Velocità di massima produzione

- Il tempo necessario ad asportare l'unità di volume è dato dalla

$$T_v = \frac{T_o}{V}$$

da cui

$$T_v = \frac{T_o}{V} = \left[\frac{T_p}{(n_p \cdot \pi \cdot d \cdot p \cdot L)} + \frac{\pi \cdot L \cdot d}{(1000 \cdot \pi \cdot d \cdot p \cdot L \cdot a \cdot V_t)} + \frac{\pi \cdot L \cdot d \cdot T_{cu}}{(1000 \cdot \pi \cdot L \cdot d \cdot p \cdot a \cdot T \cdot V_t)} \right]$$

semplificando e ponendo

$$B_1 = \frac{T_p}{(n_p \cdot \pi \cdot d \cdot p \cdot L)}$$

$$B_2 = \frac{1}{(1000 \cdot \pi \cdot d \cdot p \cdot L \cdot a \cdot V_t)}$$

$$B_3 = \frac{T_{cu}}{(1000 p \cdot a)}$$

Il ciclo di lavorazione

- **In**