

Università degli Studi di Udine
Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale

GESTIONE DELLA PRODUZIONE

I PARTE: SISTEMI DI PRODUZIONE

a.a. 2005-2006

prof. ing. Alberto Felice De Toni

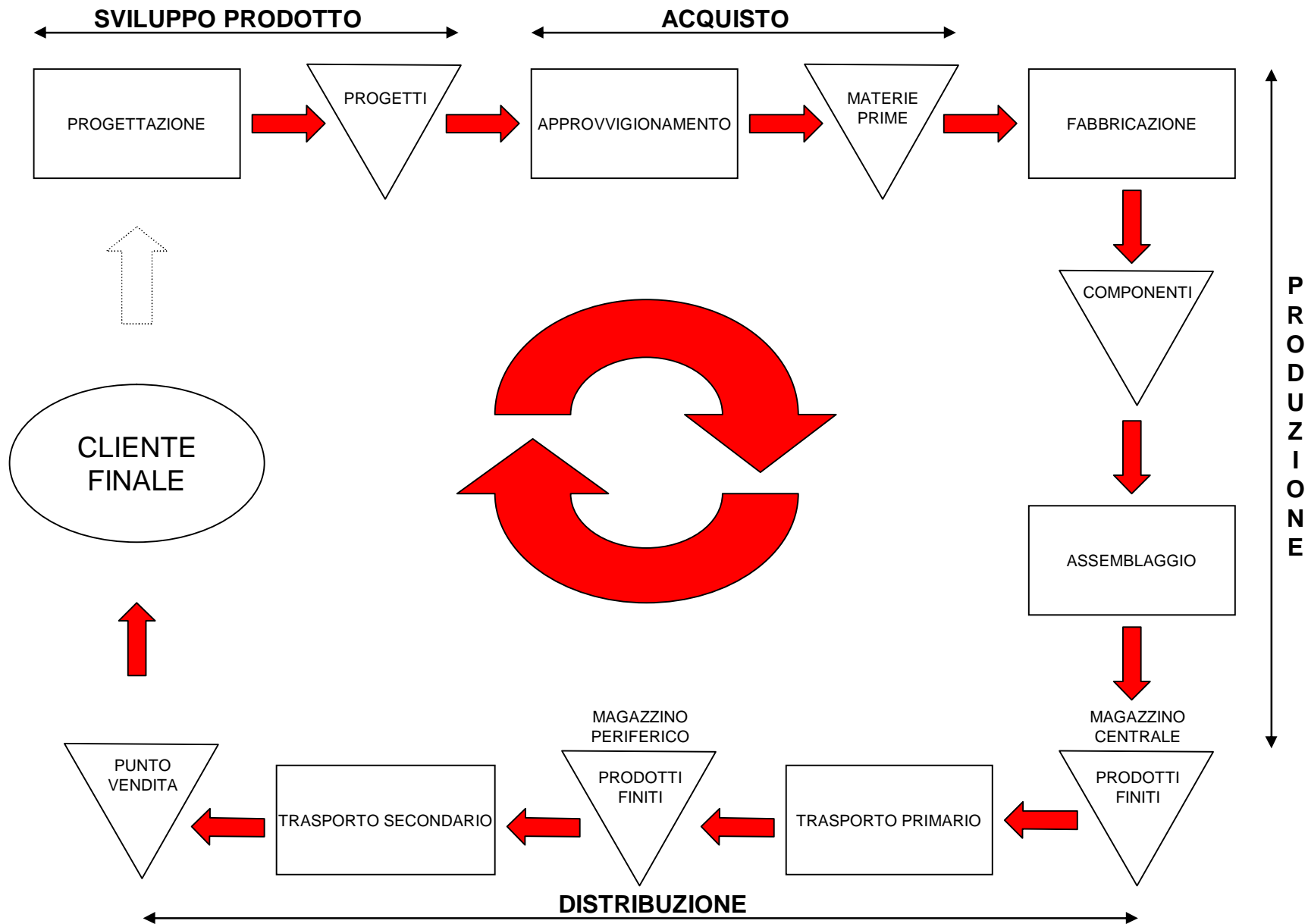
SOMMARIO I PARTE

- I. CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI**
- II. TIPI DI SISTEMI PRODUTTIVI**
- III. GROUP TECHNOLOGY**
- IV. PRODUZIONE INTERMITTENTE E RIPETITIVA**
- V. ATTREZZAMENTO**
- VI. SVILUPPO CONGIUNTO PRODOTTO – PROCESSO**

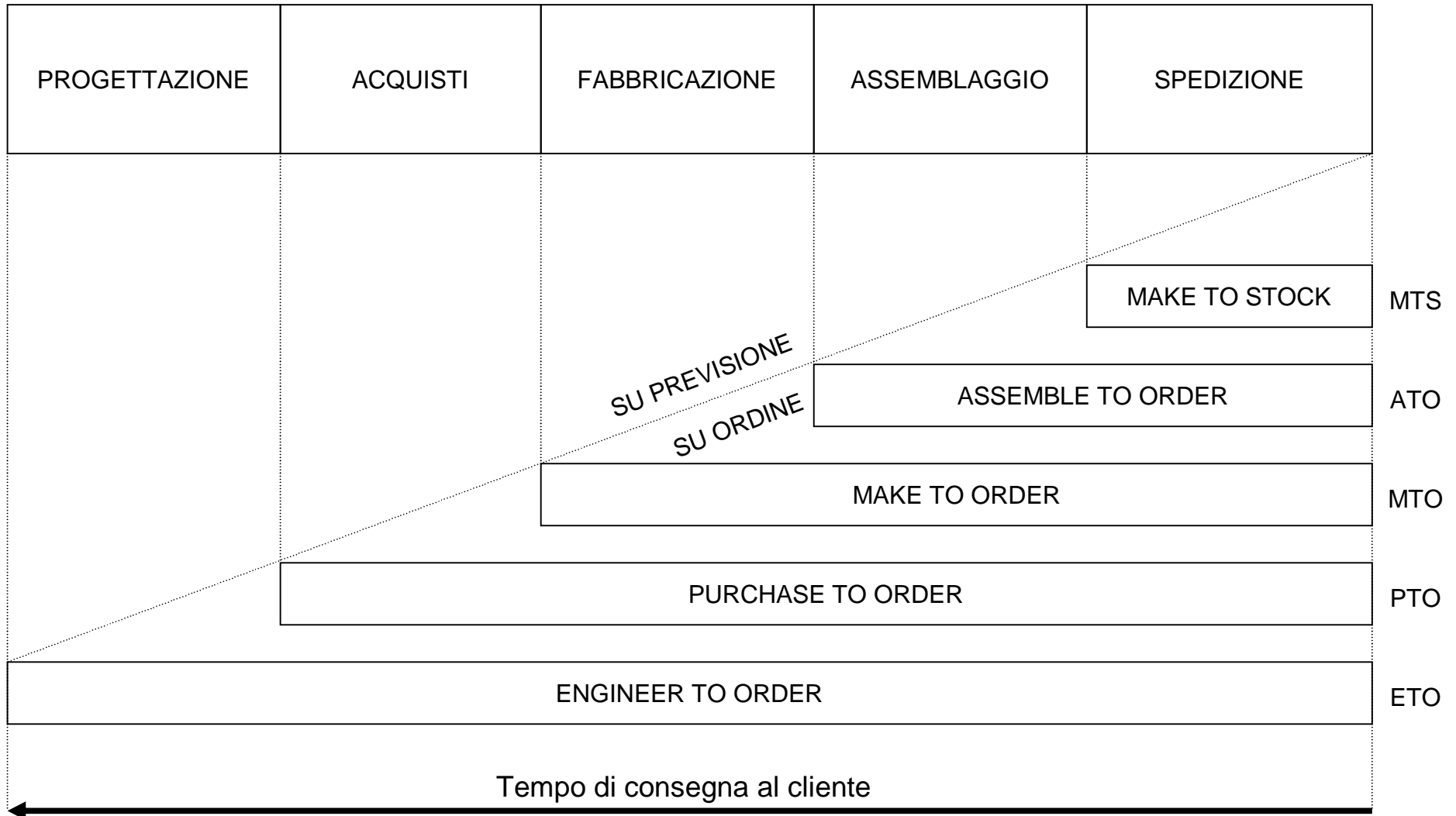
I.

CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI

SCHEMA GENERALIZZATO DI FLUSSO LOGISTICO



CLASSIFICAZIONE RISPETTO AL MODO DI RISPONDERE ALLA DOMANDA



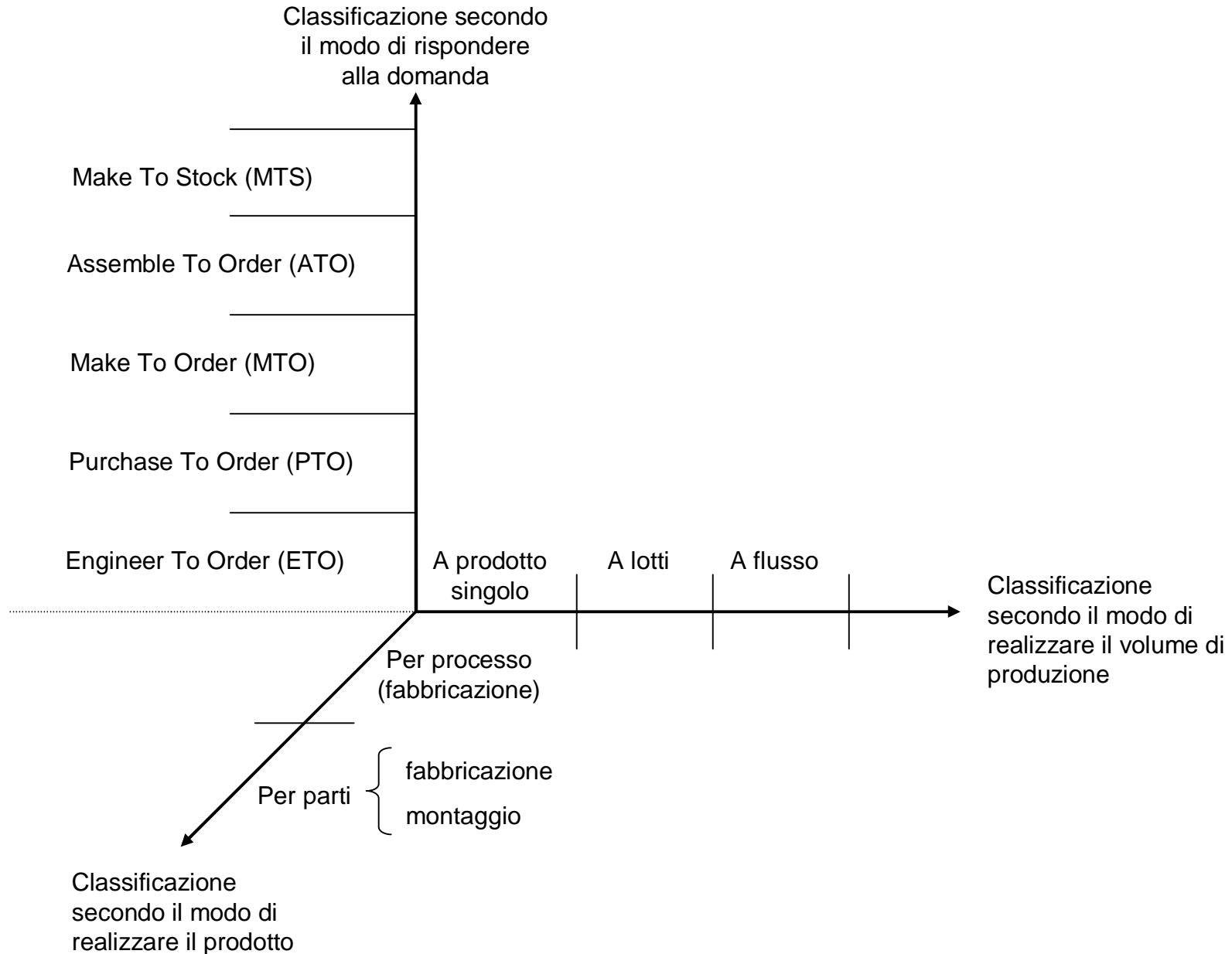
AZIENDE CON PRODOTTI A CATALOGO E SU COMMESSA

		Lanci in produzione	
		Su previsione delle vendite	Su ordine dei clienti
Tipo di prodotto	Standard	1 Aziende con prodotti a catalogo su previsione	2 Aziende con prodotti a catalogo su ordine
	Su specifica del cliente	3	4 Aziende con prodotti su commessa (caratterizzati e differenziati)

AZIENDE CON PRODOTTI SU COMMESSA

		Lanci in produzione su commessa del cliente	
		Singola	Ripetitiva
Prodotti su specifica del cliente	Caratterizzati (customizzati a partire da una base standard)	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">1</div> Aziende con prodotti caratterizzati su commessa singola (una tantum)	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">2</div> Aziende con prodotti caratterizzati su commessa ripetitiva
	Differenziati (progettati ex novo)	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">3</div> Aziende con prodotti differenziati su commessa	<div style="border: 1px solid black; width: 20px; height: 20px; margin: 0 auto; display: flex; align-items: center; justify-content: center;">4</div>

CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI



CLASSIFICAZIONE DELLE FORME DI AUTOMAZIONE

Classificazione secondo il modo di realizzare il prodotto	Classificazione secondo il modo di realizzare il volume di produzione	Ciclo tecnologico	Tecnica di automazione
Produzione per processo	-- A flusso } -- A lotti }	Fisso	Controllo di processo
Produzione per parti	-- A flusso	Fisso	Automazione rigida
	-- A lotti	Variabile	Automazione flessibile

CLASSIFICAZIONE DELLE MODALITA' DI PRODUZIONE

Classificazione secondo il modo di realizzare il volume di produzione / Classificazione secondo il modo di realizzare il prodotto	PRODUZIONE SINGOLA	PRODUZIONE A LOTTI	PRODUZIONE A FLUSSO
PRODUZIONE PER PARTI (PRODOTTI INTEGRALI)	1 PRODUZIONE SINGOLA	2 PRODUZIONE INTERMITTENTE	3 PRODUZIONE RIPETITIVA
PRODUZIONE PER PROCESSO (PRODOTTI DIMENSIONALI)	PRODUZIONE SINGOLA	4 PRODUZIONE DISCONTINUA	5 PRODUZIONE CONTINUA

CLASSI DI IMPIANTI E SETTORI INDUSTRIALI

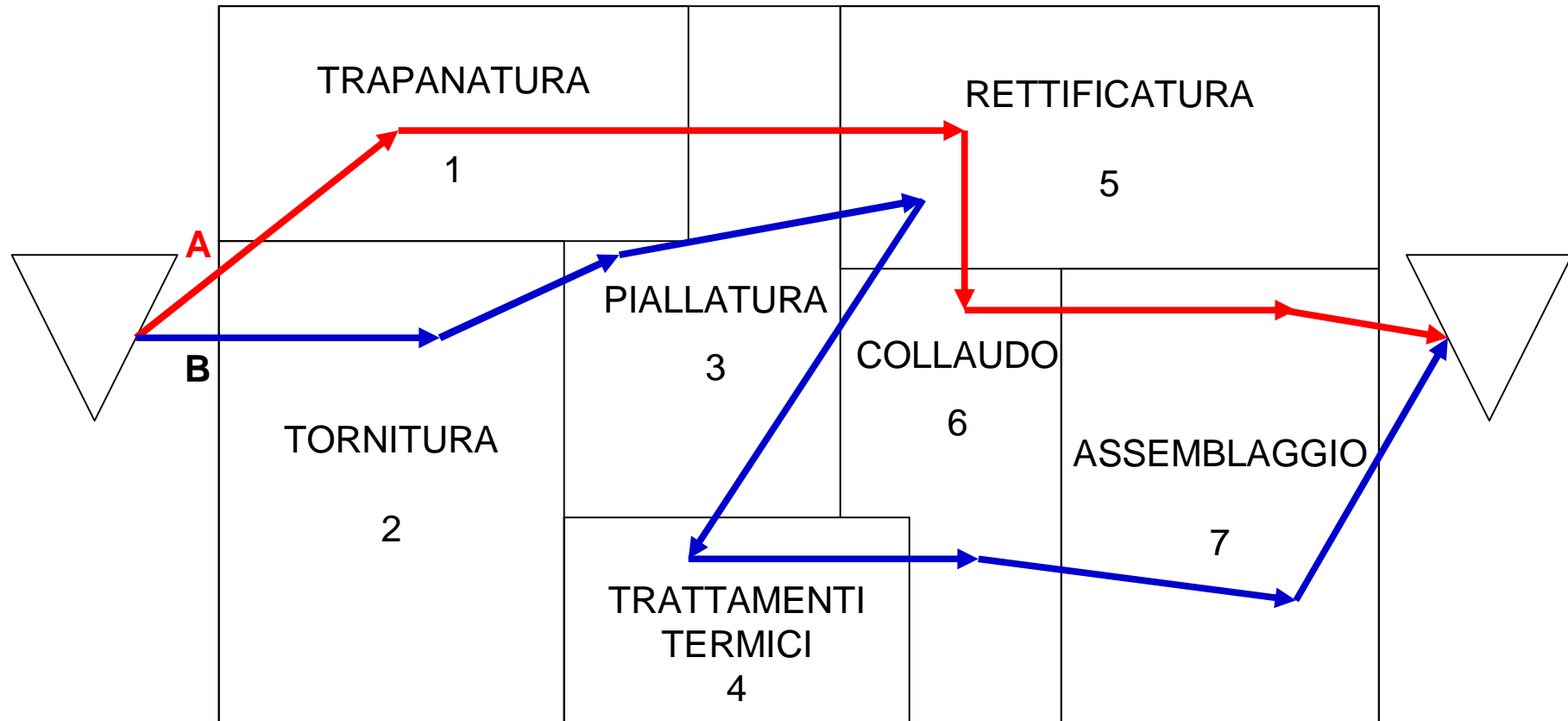
Classificazione secondo il modo di realizzare il volume di produzione / Classificazione secondo il modo di realizzare il prodotto	PRODUZIONE SINGOLA	PRODUZIONE A LOTTI	PRODUZIONE A FLUSSO
PRODUZIONE PER PARTI	CANTIERI -- Costruzioni civili -- Navi	JOB SHOP E CELLE -- Macchine utensili	LINEE DISCRETE -- Automobili
PRODUZIONE PER PROCESSO	LABORATORI -- Prodotti chimici di sintesi	IMPIANTI BATCH -- Polimeri -- Prodotti petrolchimici	LINEE DI PROCESSO -- Fertilizzanti -- Trafilati

II.

TIPI DI SISTEMI PRODUTTIVI

JOB SHOP

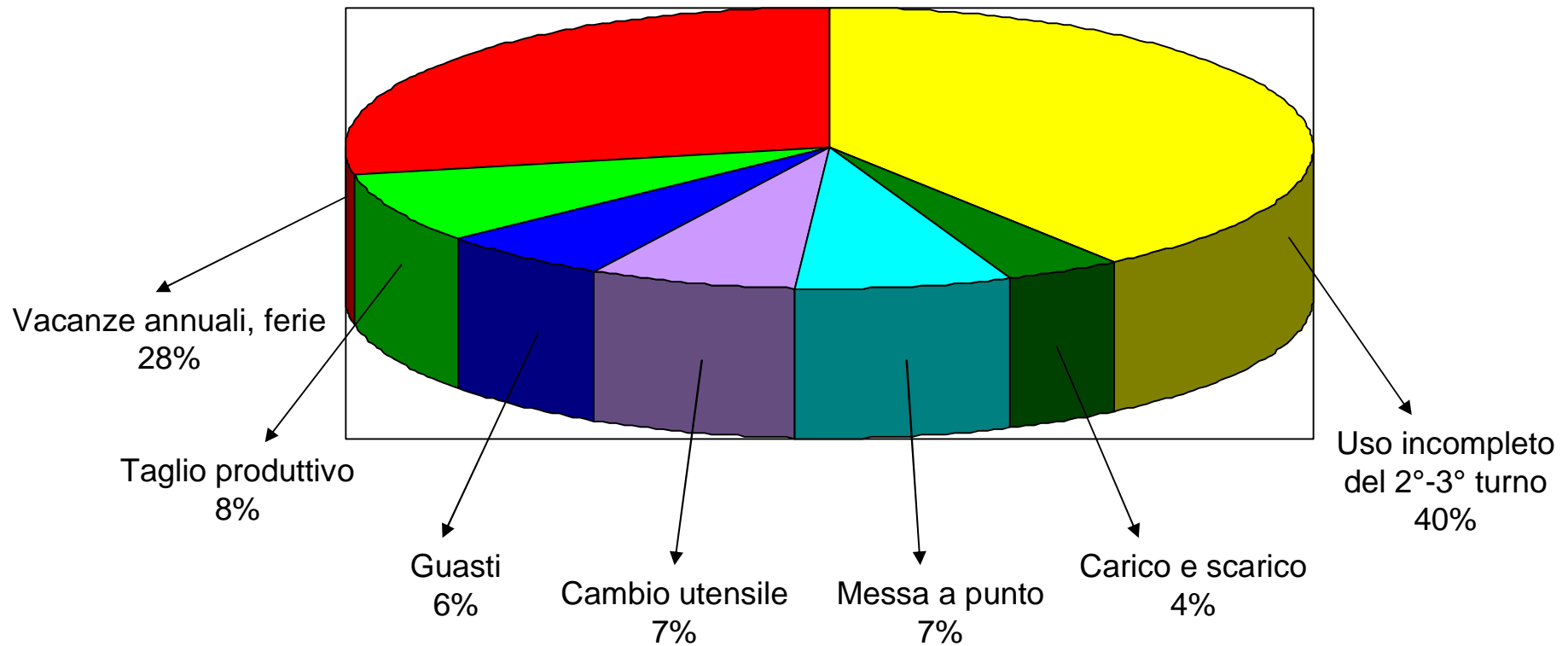
Insieme di macchine con funzioni differenti operanti separatamente



CICLO A 1 - 5 - 6 - 7

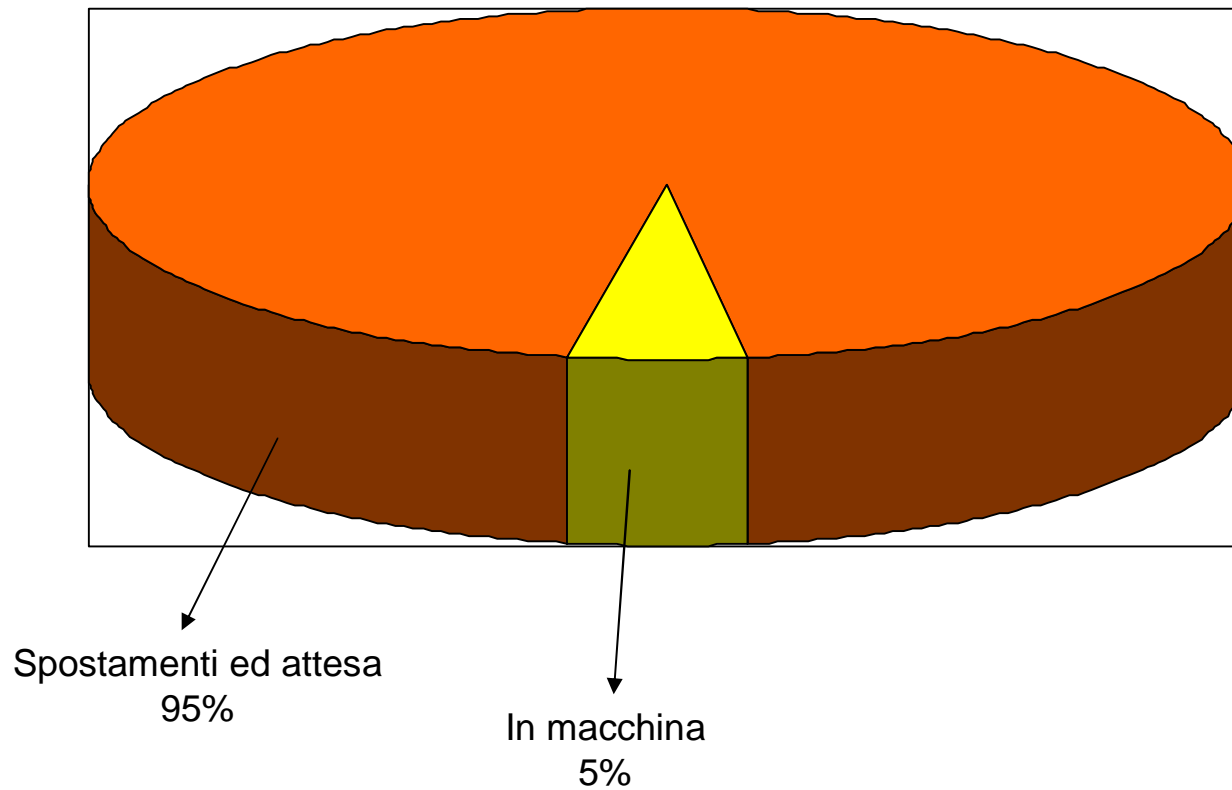
CICLO B 2 - 3 - 5 - 4 - 6 - 7

UTILIZZO DELLE MACCHINE UTENSILI NEL JOB SHOP



Utilizzo macchine utensili fatto 100 il tempo di disponibilità lorda (solare) per il JOB SHOP

TEMPO DI PERMANENZA DELLE PARTI IN LAVORAZIONE NEL JOB SHOP



Composizioni del lead time per il JOB SHOP (tempo di permanenza delle parti in lavorazione)

CONFRONTO TRA PRODUZIONE PER REPARTI E PRODUZIONE IN LINEA

PRODUZIONE PER REPARTI

Punti di forza

1. Investimento ridotto
2. Alta flessibilità
3. Elevata elasticità
4. Scarsa obsolescenza
5. Rapido avvio di nuove produzioni

Punti di debolezza

1. Alti tempi di attraversamento
2. Elevato WIP (work in progress)
3. Scarsa saturazione delle macchine
4. Alti costi della manodopera
5. Qualità non omogenea
6. Scarsa prevedibilità dei tempi di consegna
7. Necessità di manodopera specializzata in mestieri (es. tornitore, intagliatore)

PRODUZIONE IN LINEA

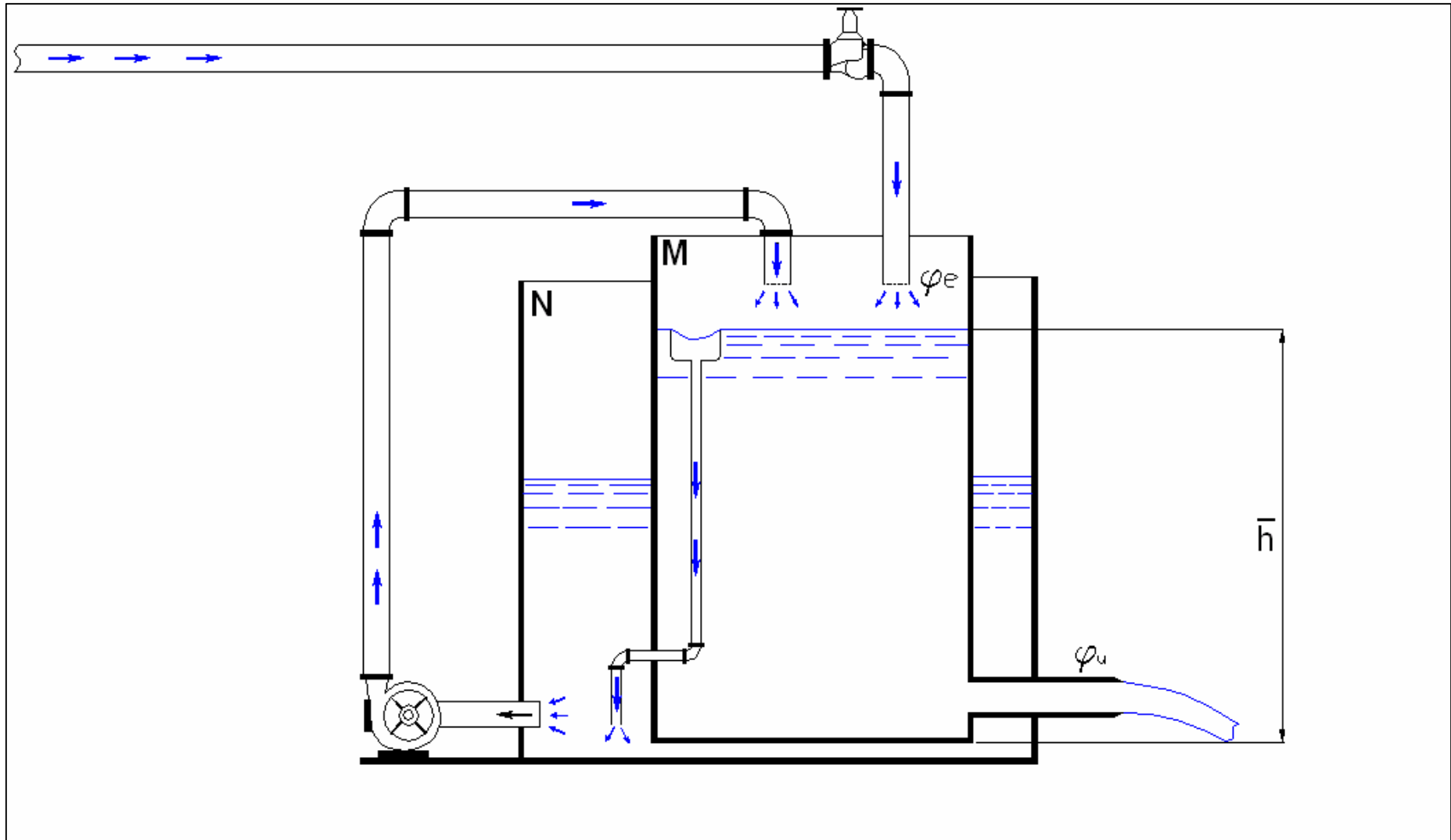
Punti di forza

1. Ridotti tempi di ciclo
2. Ridotto numero di pezzi in lavorazione
3. Elevata saturazione
4. Ridotto fabbisogno di manodopera
5. Qualità uniforme

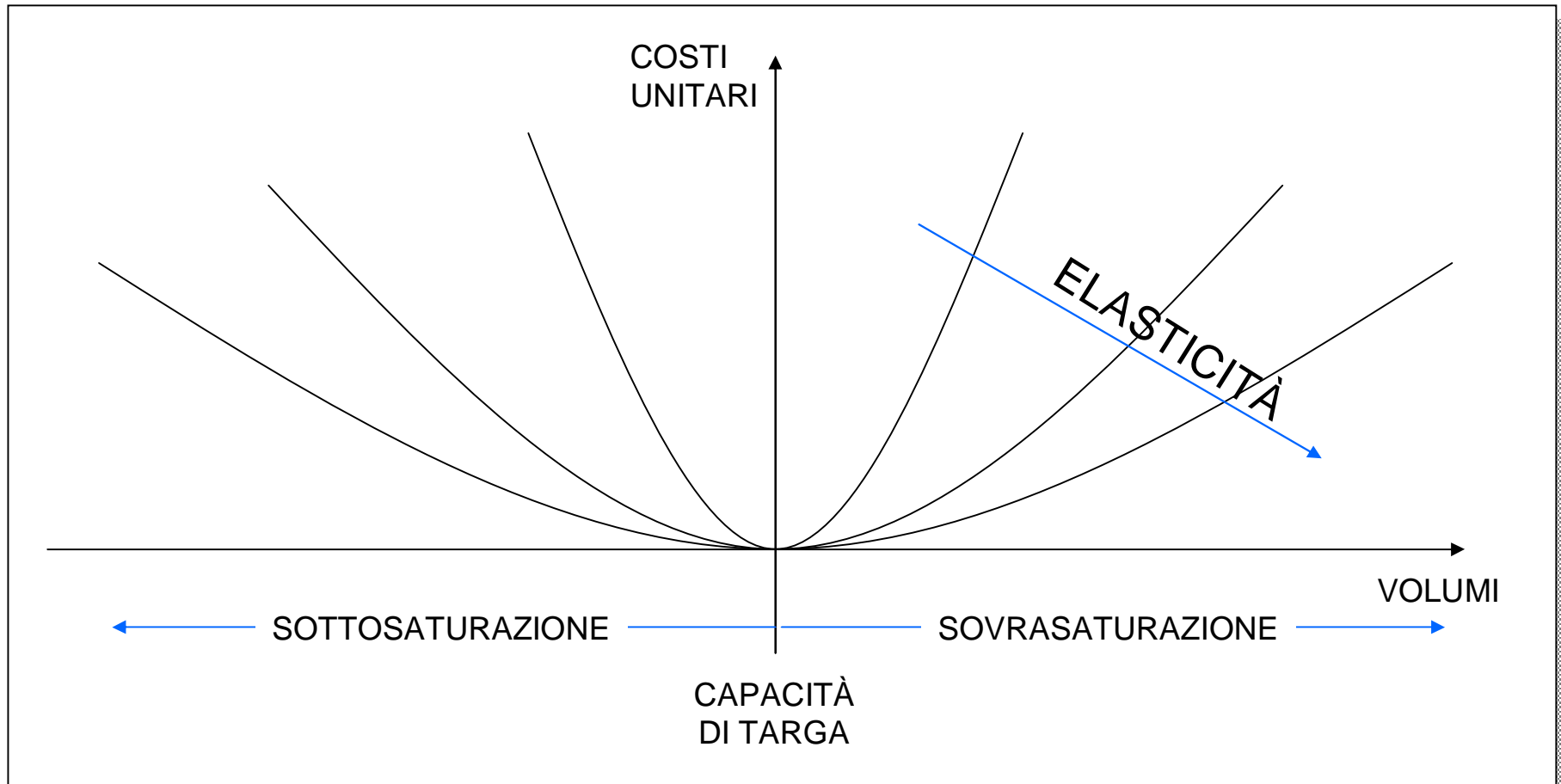
Punti di debolezza

1. Notevole rigidità
2. Investimenti elevati
3. Rischi di rapida obsolescenza
4. Vulnerabilità ai guasti
5. Elevato tempo di avvio di nuove produzioni

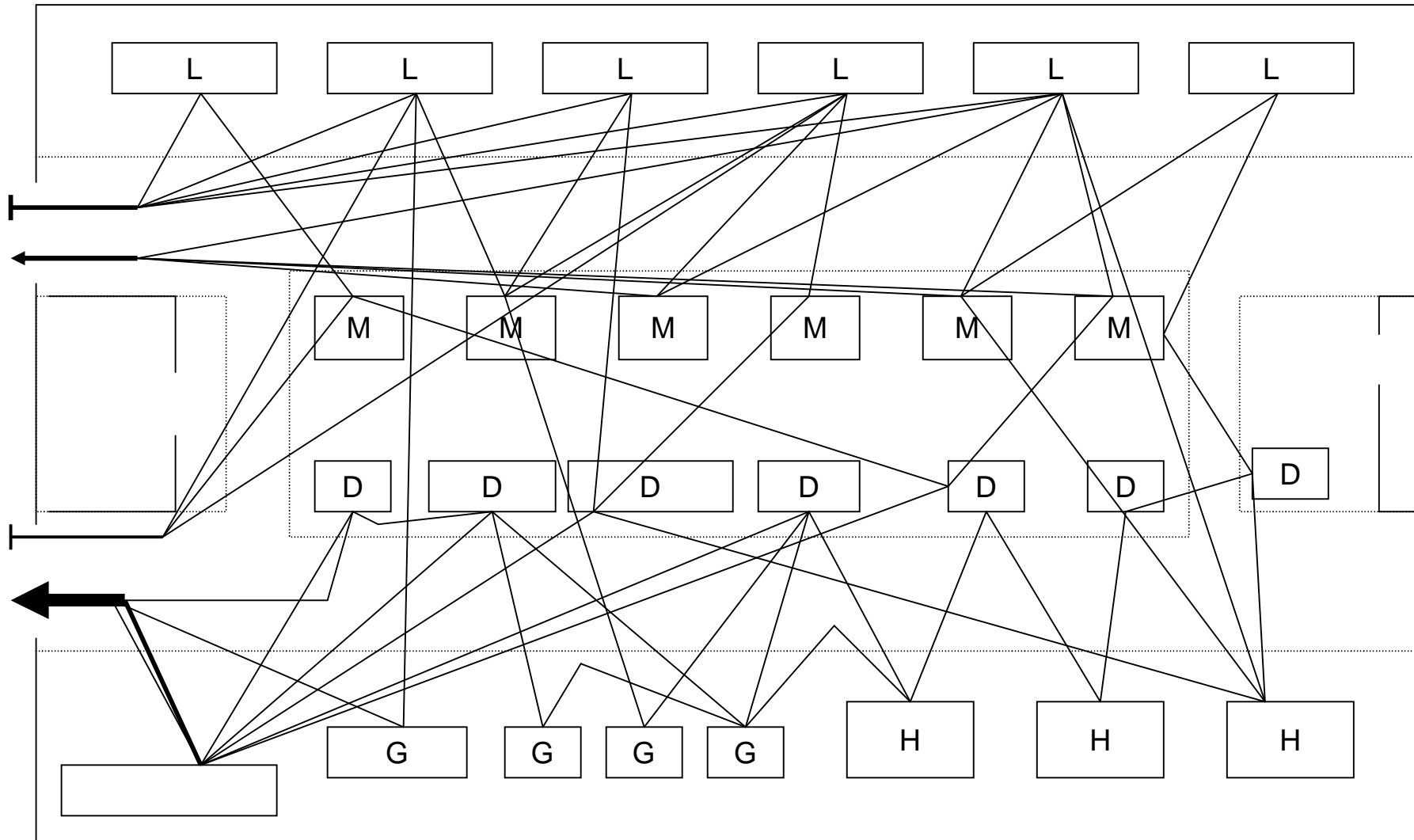
MODELLO IDRAULICO



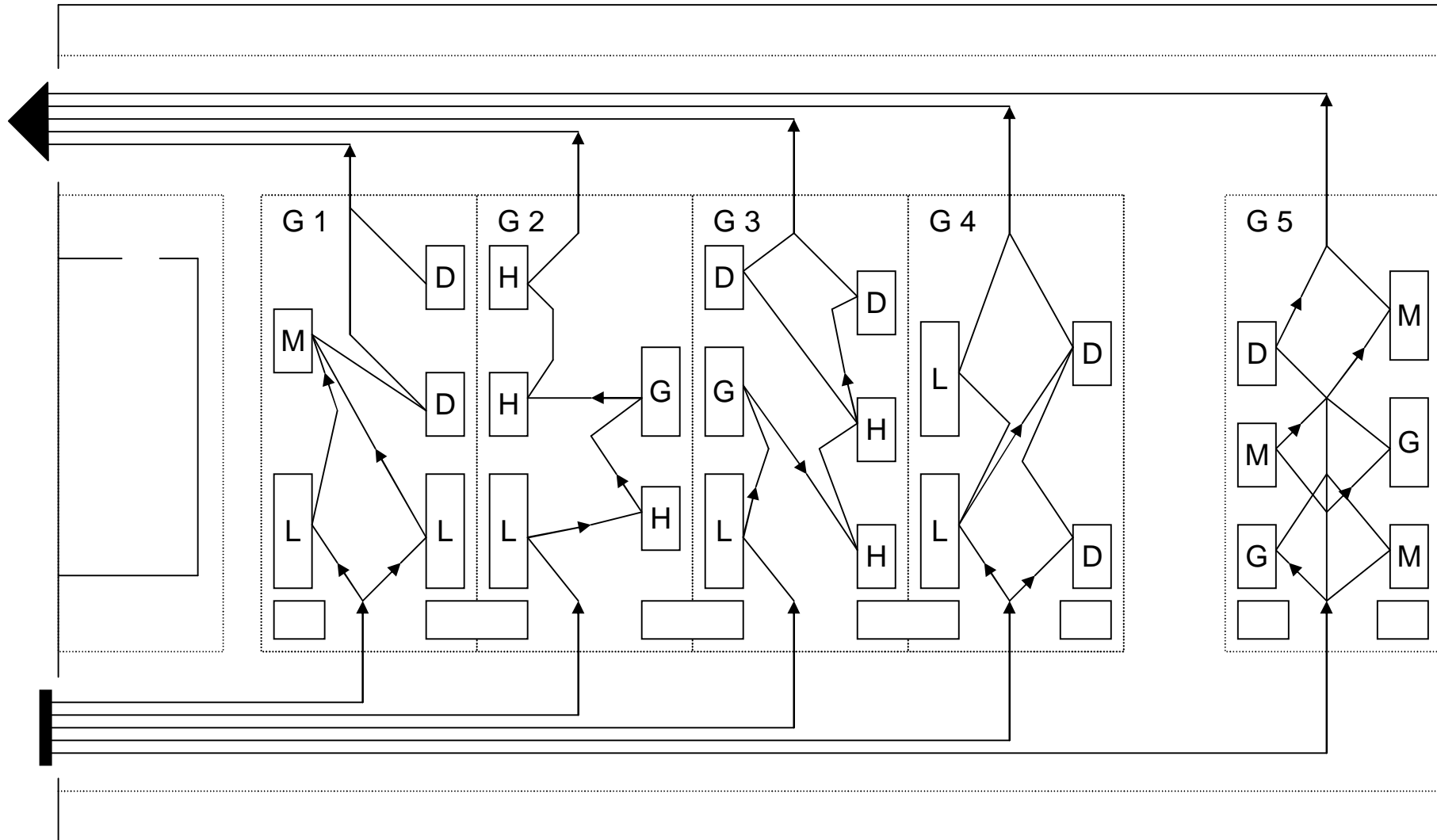
ELASTICITA' = FLESSIBILITA' AI VOLUMI



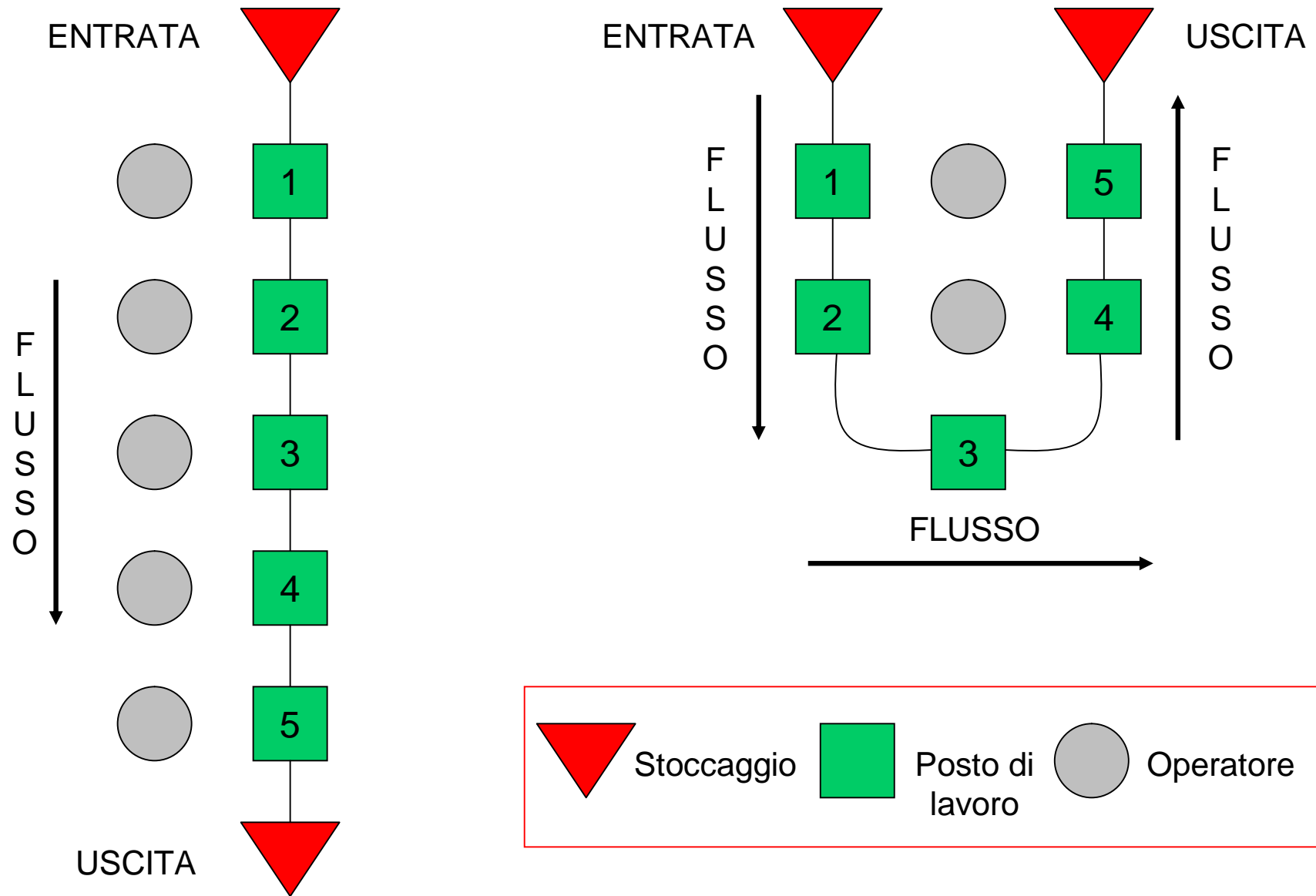
SISTEMA COMPLESSO DI CIRCOLAZIONE DEI MATERIALI (JOB SHOP)



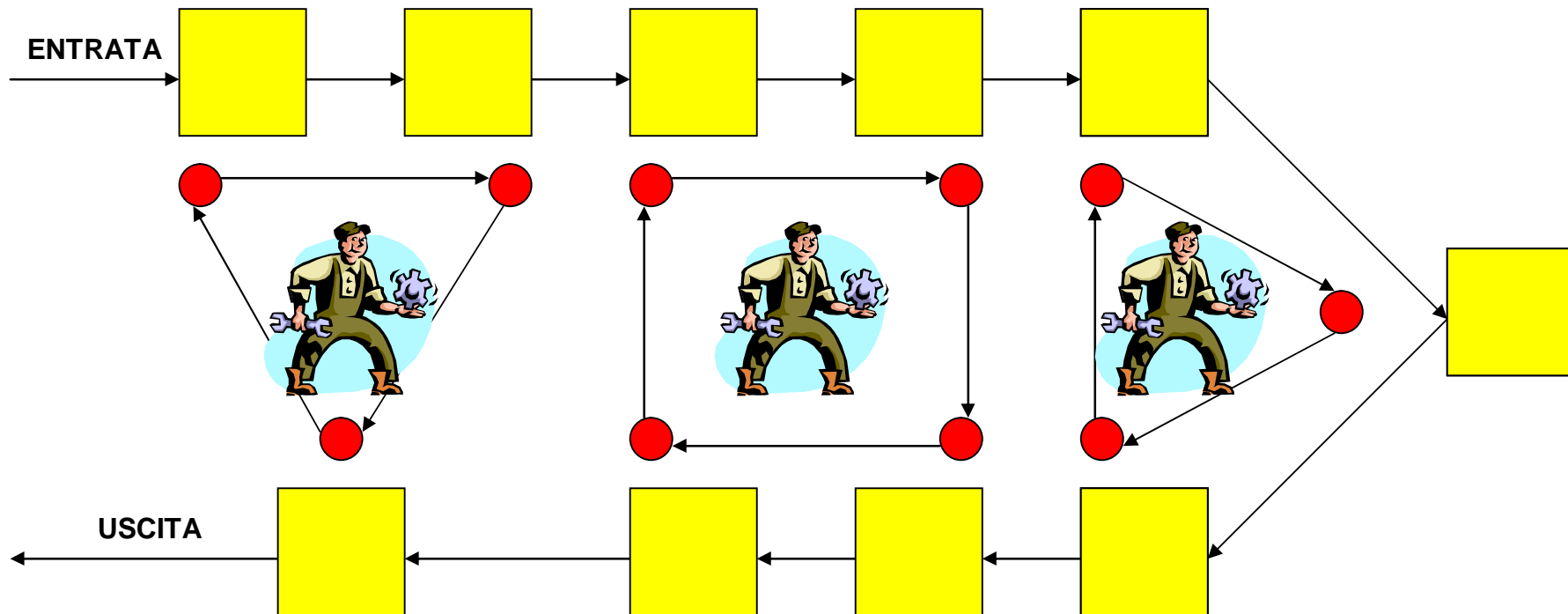
SISTEMA SEMPLICE DI CIRCOLAZIONE DEI MATERIALI (CELLA)



CONFRONTO TRA UNA LINEA DIRITTA ED UNA AD "U"

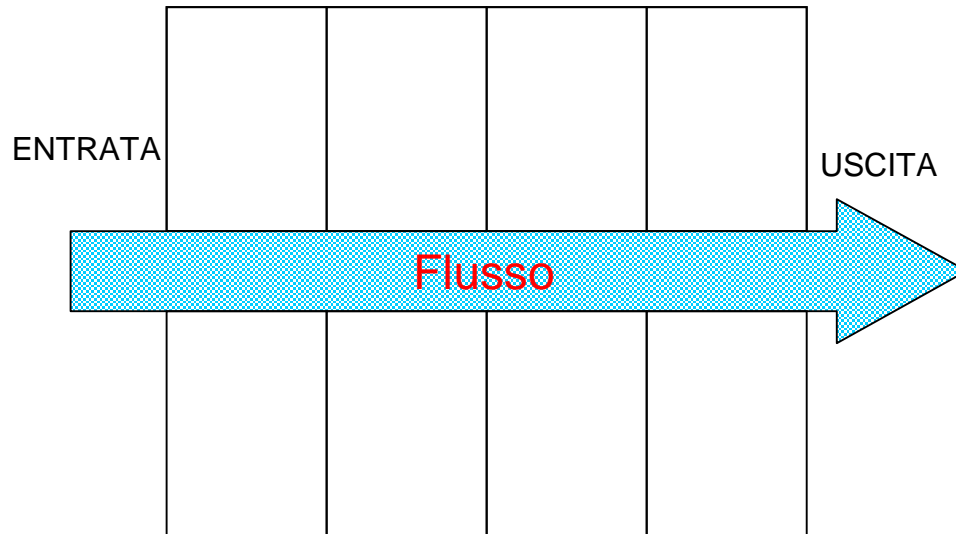


ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO IN UNA CELLA



FABBRICA DI TRASMISSIONI DELLA FORD

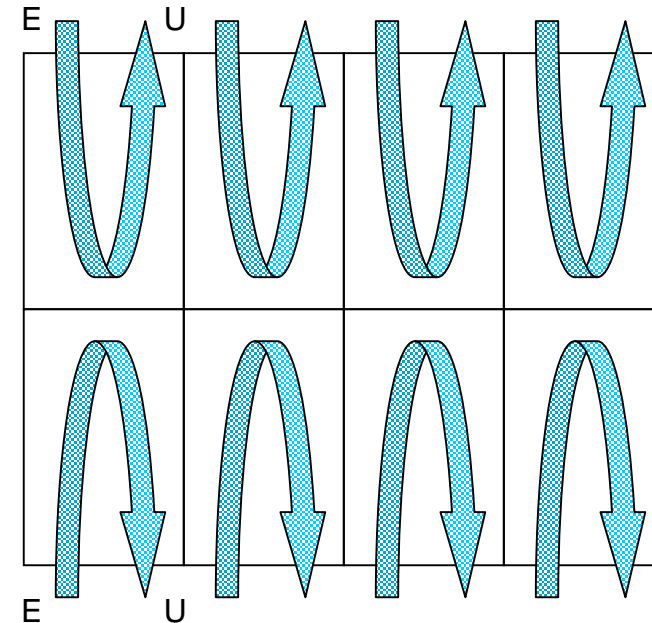
Configurazione JOB SHOP



Reparti specializzati

Spazio necessario	X
Macchine necessarie	39
Work in progress	300.000 \$
Lead time	Y

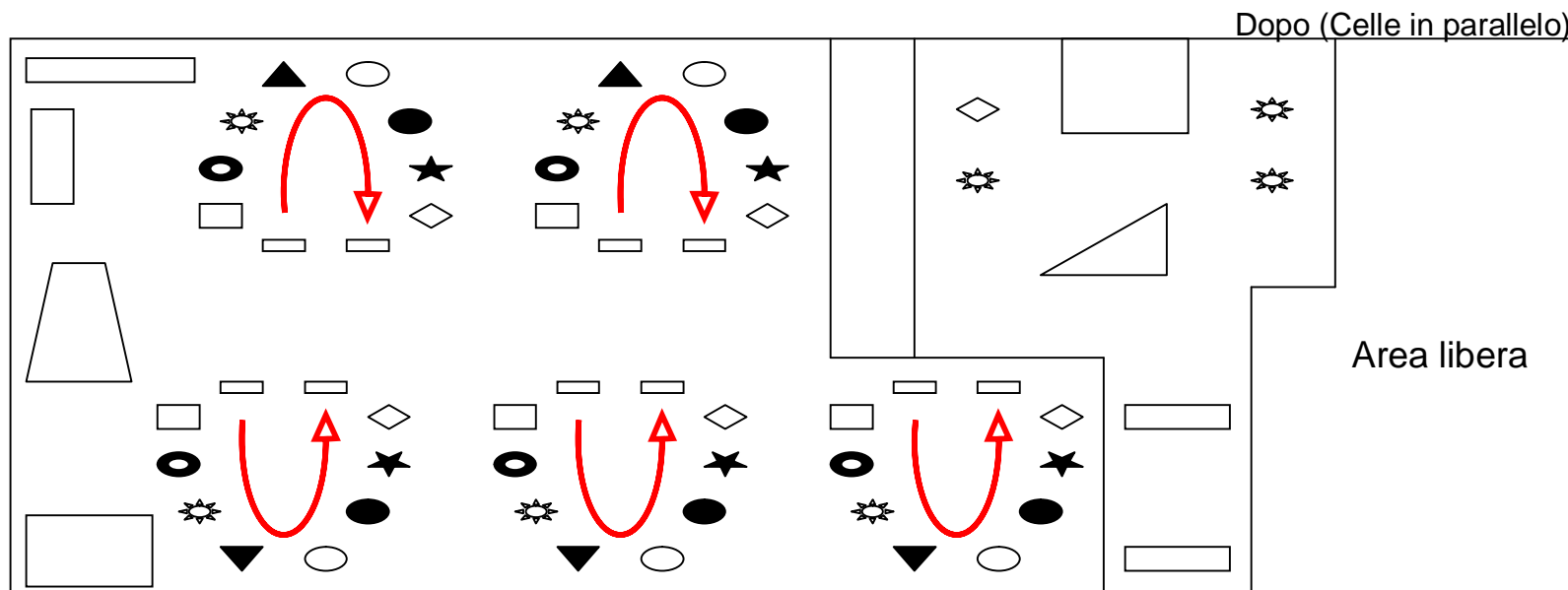
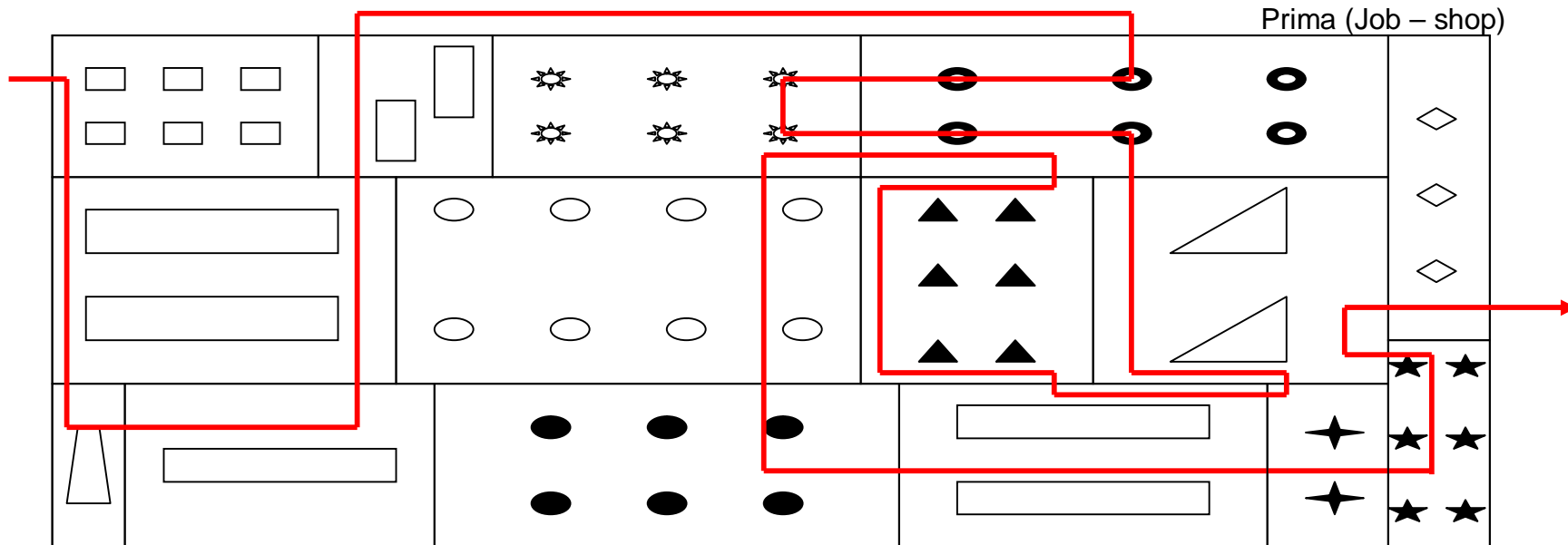
Configurazione CELLE



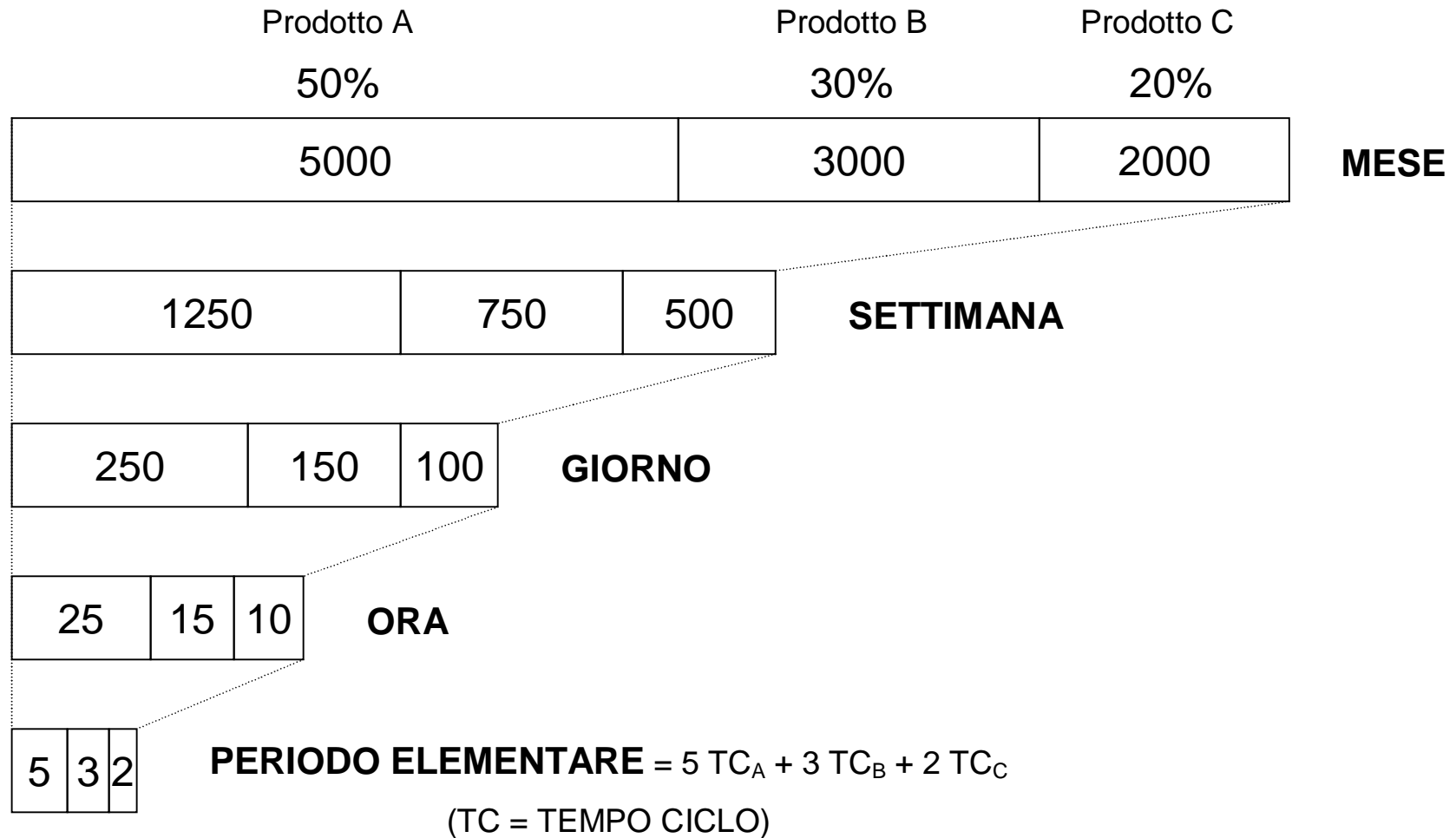
Reparti ad "U"

Spazio necessario	X/2
Macchine necessarie	41
Work in progress	100.000 \$
Lead time	0.1Y (-90%)

CONFRONTO JOB SHOP - CELLA ALLA KAWASAKI USA



LIVELLAMENTO



CLASSIFICAZIONE DELLE LINEE

Tipo di flusso Numero di prodotti e modalità produttive	FLUSSO MONODIREZIONALE (Direzione e sequenza fissi)	FLUSSO MONODIREZIONALE CON BYPASS (Direzione fissa e sequenza variabile)	FLUSSO BIDIREZIONALE CON BACKTRACKING (Direzione e sequenza variabili)
LINEA MONOPRODOTTO	1 LINEA DEDICATA	2 /	3 /
LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE (Alti tempi set up)	4 LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE MONODIREZIONALE	5 LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE CON BYPASS	6 LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE CON BACKTRACKING
LINEA MULTIPRODOTTO MIXATA (Bassi o nulli tempi set up)	7 LINEA MIXED MODEL	8 LINEA MIXED MODEL CON BYPASS	9 /

CARATTERISTICHE DIFFERENZIANTI LE DIVERSE PRODUZIONI

Modalità di realizzare il volume di produzione Caratteristiche differenzianti	PRODUZIONE INDIVIDUALE	PRODUZIONE INTERMITTENTE			PRODUZIONE RIPETITIVA		
TIPO DI IMPIANTO	CANTIERE	JOB – SHOP	CELLE IN PARALLELO	CELLE IN SERIE	LINEA MULTIPRODOTTO MIXATA	LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE	LINEA MONOPRODOTTO
PERCORSO DEI MATERIALI	CONVERGENTE VERSO L'AREA DI COSTRUZIONE	TRA MACCHINE DI REPARTI DIVERSI	TRA MACCHINE ALL'INTERNO DELLA STESSA CELLA	TRA MACCHINE ALL'INTERNO DELLA STESSA CELLA E TRA CELLE DIVERSE	TRA STAZIONI IN LINEA A FLUSSO		
MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI	PER SINGOLI PEZZI O GRUPPI	PER LOTTI	PER LOTTI (CON O SENZA OVERLAPPING) TRA MACCHINE DIVERSE DELLA STESSA CELLA	PER LOTTI (CON O SENZA OVERLAPPING) TRA MACCHINE DIVERSE DELLA STESSA CELLA E PER LOTTI TRA CELLE DIVERSE	PER SINGOLI PEZZI A FLUSSO		
RICONFIGURAZIONE O ATTREZZAGGIO	NON RILEVANTE	ATTREZZAGGIO DI SINGOLA MACCHINA	ATTREZZAGGIO DI SINGOLA MACCHINA O DI CELLA	ATTREZZAGGIO DI SINGOLA MACCHINA O DI CELLA	RICONFIGURAZIONE A OGNI CAMBIO DI MIX	RICONFIGURAZIONE A OGNI CAMBIO DI PRODUZIONE	RICONFIGURAZIONE NON NECESSARIA

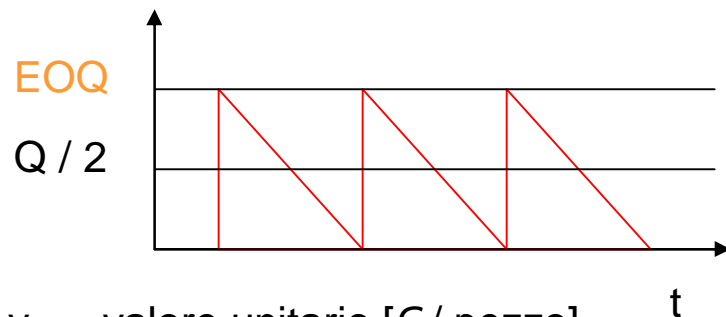
DETERMINAZIONE DEL LOTTO ECONOMICO (1)

$$\text{Costo di mantenimento scorta} = \frac{Q}{2} v i$$

EOQ = lotto economico [pezzi]

$$\frac{Q}{2} = \text{quantità mediamente presente [pezzi]}$$

Grafico sull'andamento delle scorte



v = valore unitario [€/ pezzo]

i = costo del denaro (interessi)

$$\text{Costo di emissione ordini} = \frac{D}{Q} K$$

EOQ = lotto economico [pezzi]

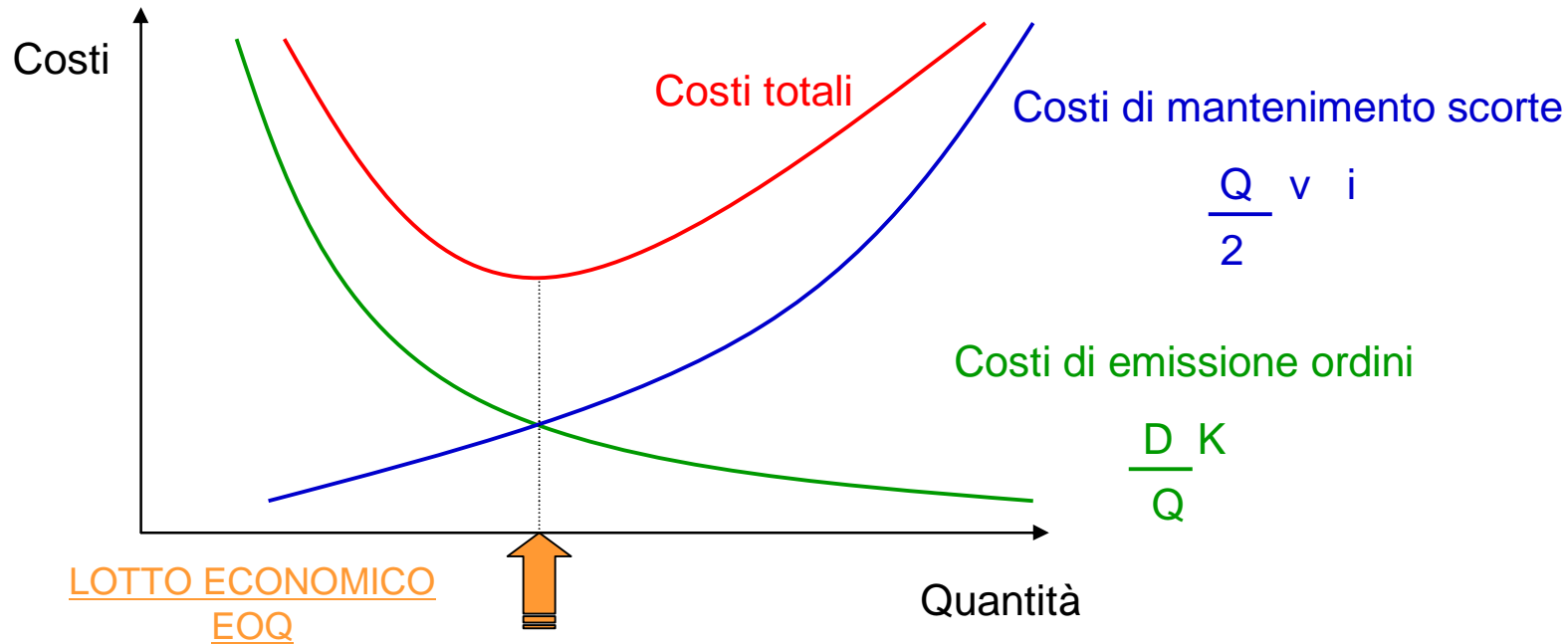
D = domanda nel periodo [pezzi / periodo]

$\frac{D}{Q}$ = n° ordini nel periodo

K = costo preparazione ordine [€]

DETERMINAZIONE DEL LOTTO ECONOMICO (2)

$$\text{Costi totali} = \frac{Q}{2} v i + \frac{D}{Q} K$$



$$1) \frac{dC}{dQ} = 0 = \frac{1}{2} v i - \frac{D}{Q^2} K \quad \longrightarrow \quad \text{EOQ} = \sqrt{(2 D K) / (v i)}$$

$$2) \frac{Q}{2} v i = \frac{D}{Q} K \quad \longrightarrow \quad \text{EOQ} = \sqrt{(2 D K) / (v i)}$$

III.

GROUP TECHNOLOGY

GROUP TECHNOLOGY

E' una filosofia di approccio ai problemi: molti problemi sono simili, raggruppandoli in classi l'individuazione di un'unica soluzione per un'intera classe di problemi realizza un notevole risparmio di risorse

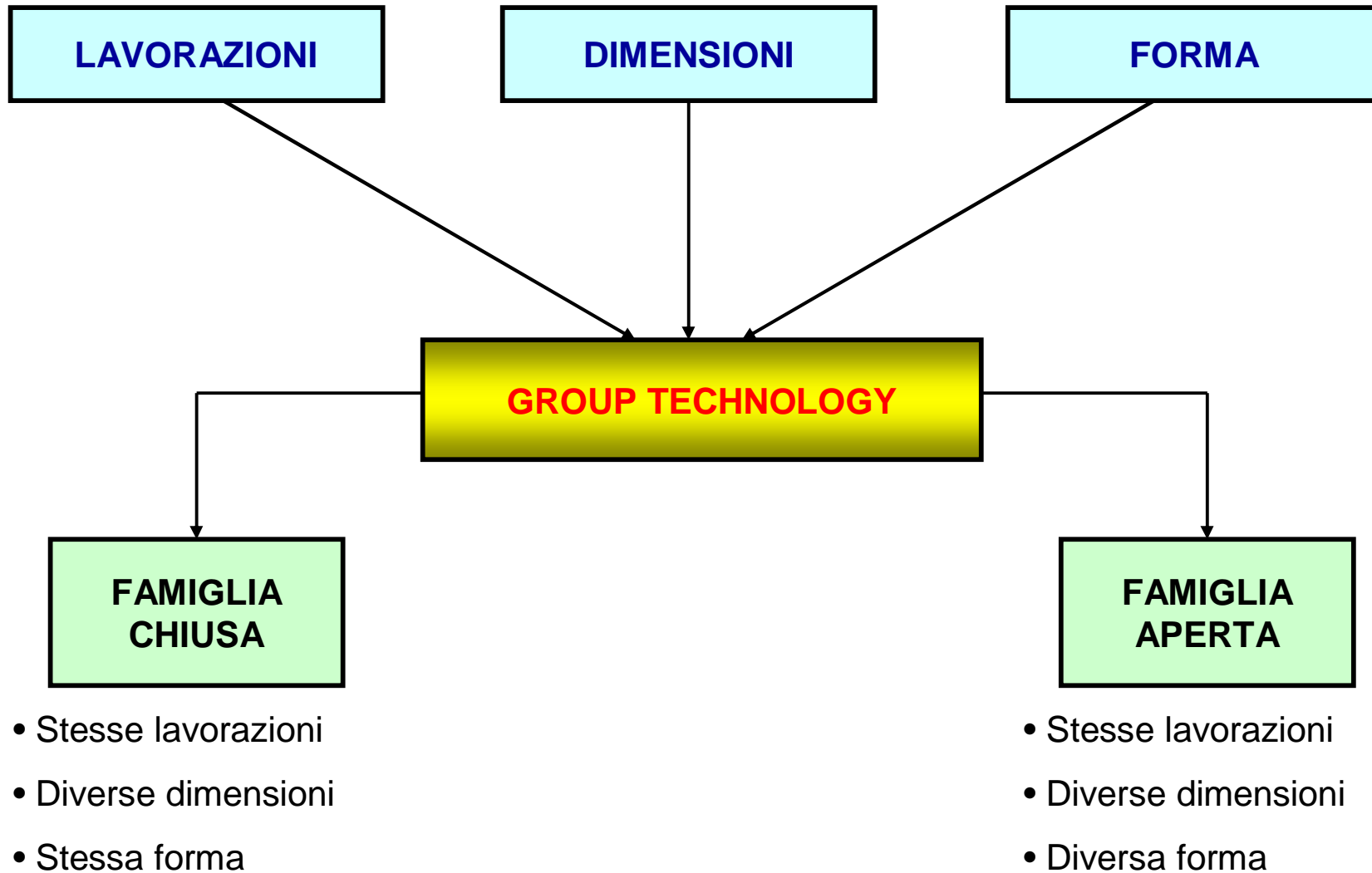
Campi di applicazione

1. **Progettazione dei prodotti**
2. **Definizione dei cicli di produzione**
3. **Produzione e/o montaggio di componenti**

Categorie di classificazione in famiglie

1. **Attributi di progettazione:** forma, rapporto lunghezza – diametro, funzionalità, dimensioni, tolleranze, finiture superficiali
2. **Attributi di produzione:** sequenza delle operazioni, tempi di lavorazione, attrezzature, utensili, dimensioni, macchine utensili, finiture superficiali, lotti, domanda annua

GROUP TECHNOLOGY



CREAZIONE DI FAMIGLIE DI PRODOTTO SECONDO I CRITERI DELLA GROUP TECHNOLOGY

CODICI LAVORATI

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
CENTRI DI LAVORO	A		☀			☀				☀						☀			☀				☀	
	B	☀						☀												☀	☀		☀	
	C						☀		☀															
	D						☀		☀			☀			☀				☀					
	E	☀							☀				☀			☀				☀				
	F	☀							☀				☀			☀			☀			☀		
	G							☀		☀					☀					☀				
	H			☀	☀									☀										
	I					☀											☀							
	J		☀			☀					☀						☀			☀			☀	
	K			☀	☀								☀									☀	☀	
	L			☀	☀								☀									☀		☀
	M								☀				☀			☀		☀			☀			☀
	N					☀					☀						☀				☀		☀	
	O			☀	☀									☀							☀		☀	☀
	P						☀					☀	☀							☀				☀
Q								☀											☀	☀				

CODICI RAGGRUPPATI IN FAMIGLIE SULLA BASE DEL CICLO DI PRODUZIONE

		5	15	18	21	2	9	1	7	11	14	16	19	3	4	12	20	22	6	10	13	17	8	
CENTRI DI LAVORO	A	☀	☀	☀	☀	☀	☀																	
	I	☀	☀	☀	☀	☀	☀																	
	J	☀	☀	☀	☀	☀	☀																	
	N	☀	☀	☀	☀	☀	☀																	
	B				☀				☀	☀	☀	☀	☀	☀										
	E								☀	☀	☀	☀	☀	☀										
	F								☀	☀	☀	☀	☀	☀										
	M								☀	☀	☀	☀	☀	☀										
	H														☀	☀	☀	☀	☀					
	K														☀	☀	☀	☀	☀					
	L														☀	☀	☀	☀	☀					
	O														☀	☀	☀	☀	☀					
	P										☀										☀	☀	☀	☀
	C																			☀	☀	☀	☀	☀
	D																			☀	☀	☀	☀	☀
	G																			☀	☀	☀	☀	☀
Q																			☀	☀	☀	☀	☀	

FORMAZIONE DELLE FAMIGLIE

1. **Ispezione visiva**
 - Analisi di forma e cicli

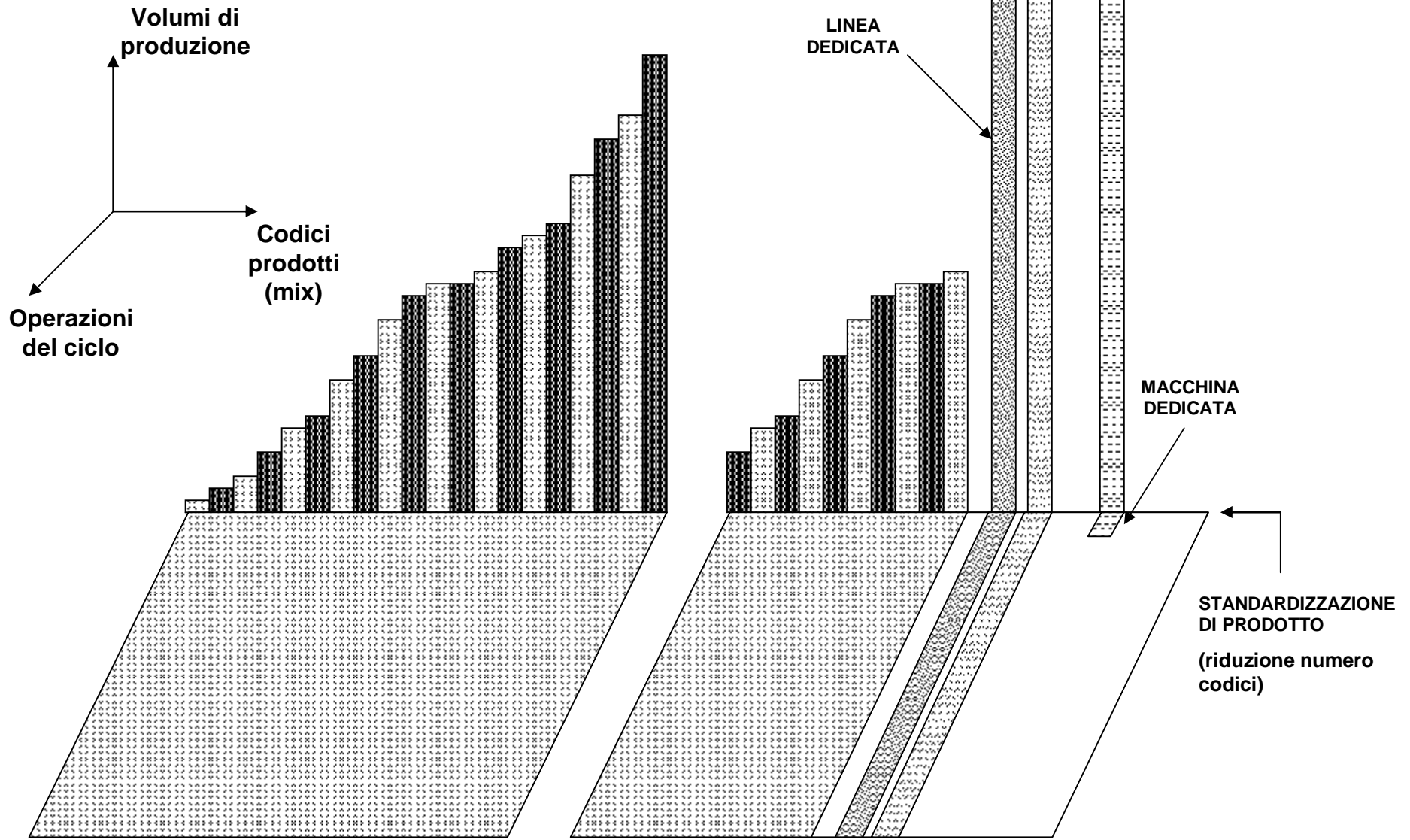
2. **Analisi dei flussi di produzione (Product Flow Analysis - PFA)**
 - Non richiede codifica dei particolari
 - Individua i gruppi di M.U.

3. **Sistemi di classificazione e codifica**
 - Attribuzione automatica del codice sulla base delle risposte fornite dall'analista
 - Raggruppamento in famiglie sulla base di tabelle che indicano i campi di variazione delle cifre - valori

IV.

PRODUZIONE INTERMITTENTE E RIPETITIVA

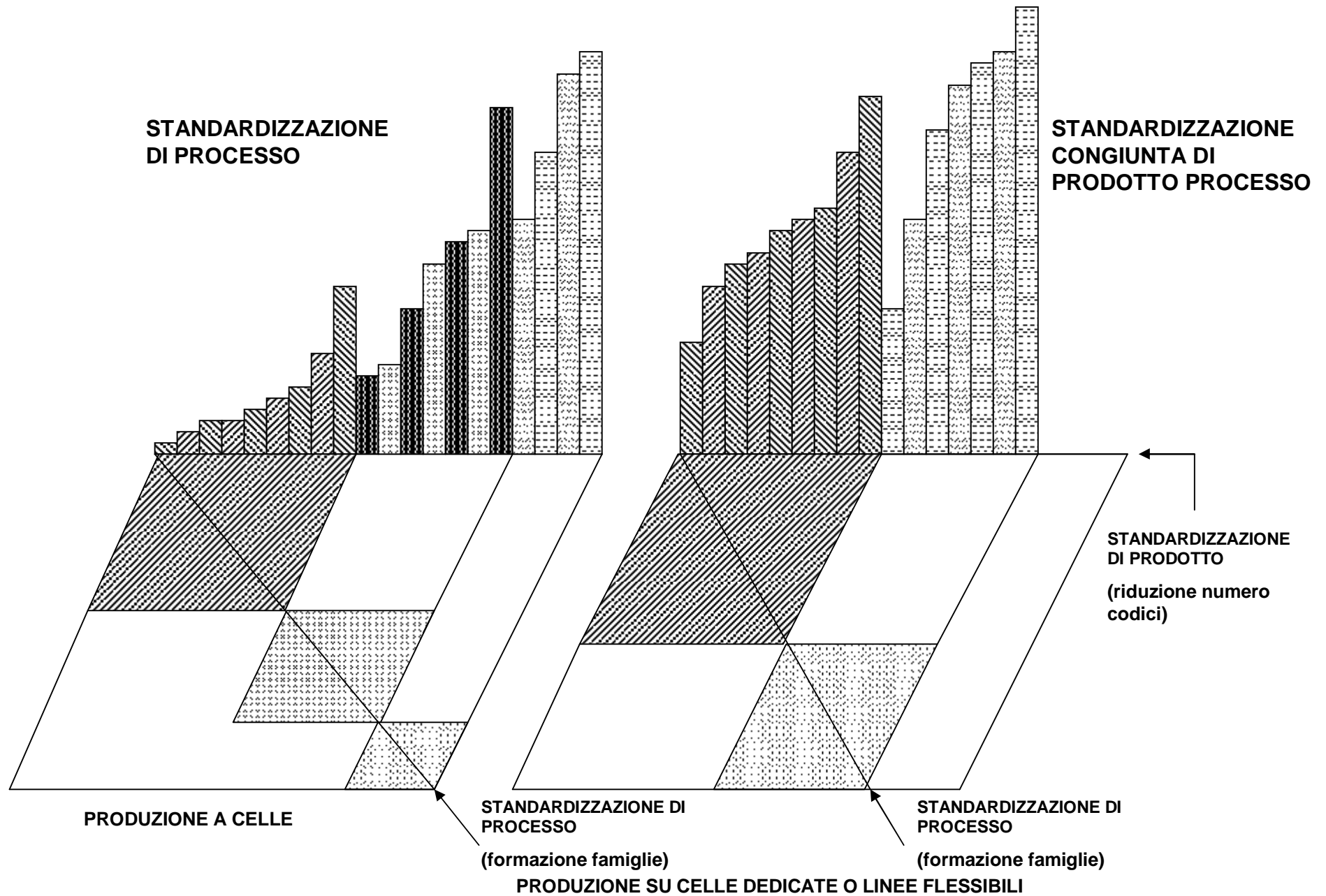
STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO



PRODUZIONE PER REPARTI

PRODUZIONE PER REPARTI E SU
MACCHINE O LINEE DEDICATE

STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO E DI PROCESSO



EFFETTO DELLA STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO - PROCESSO

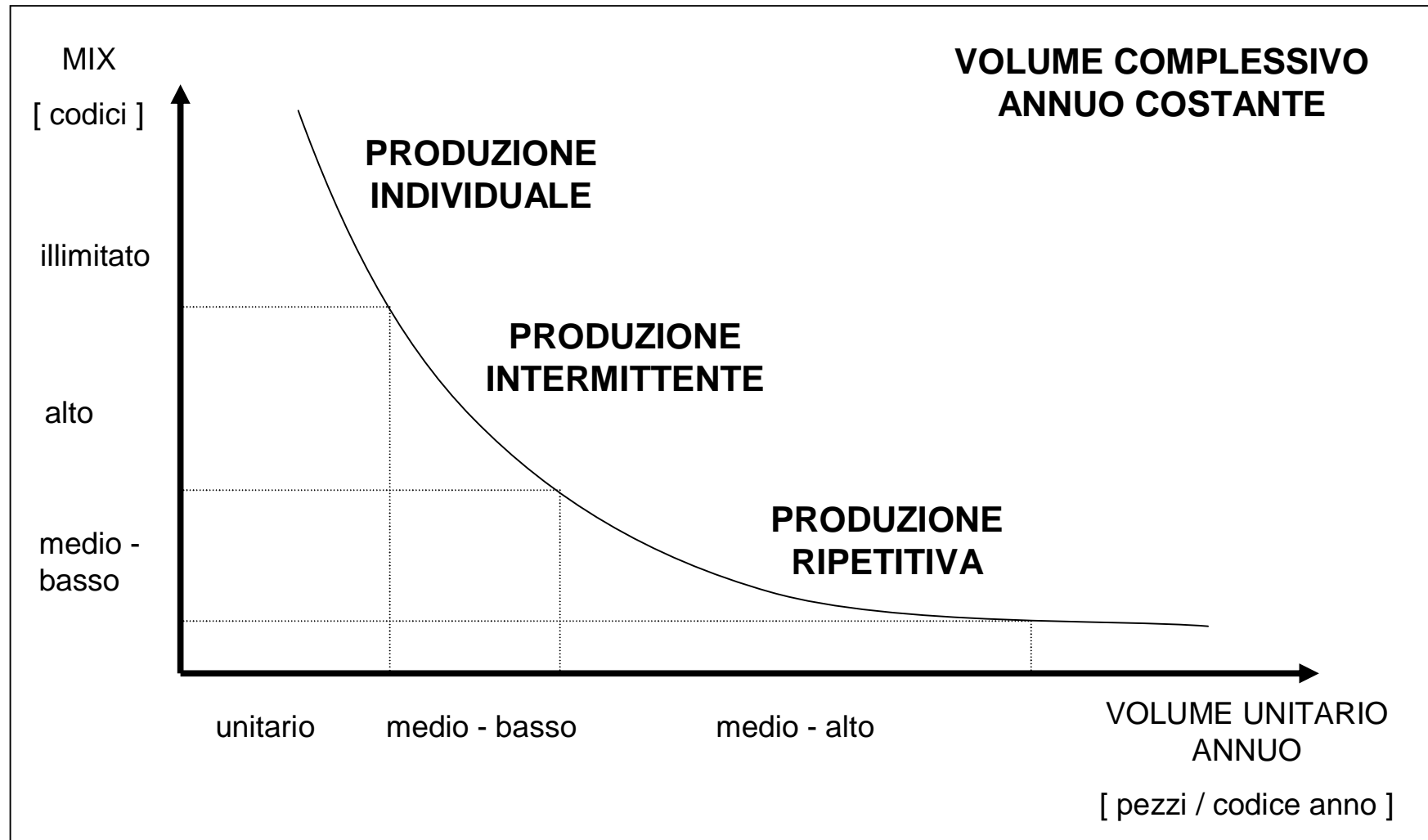
VOLUME TOTALE = NUMERO TOTALE DI CODICI * VOLUME / CODICE
 VOLUME TOTALE = NUMERO FAMIGLIE * VOLUME / FAMIGLIA
 VOLUME TOTALE = NUMERO FAMIGLIE * CODICI / FAMIGLIA * VOLUME / CODICE

TIPO DI INTERVENTO	NUMERO DI CODICI TOTALE	VOLUME / CODICE
STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO	↘	↗

TIPO DI INTERVENTO	NUMERO DI FAMIGLIE	CODICI / FAMIGLIA	VOLUME / CODICE
STANDARDIZZAZIONE DI PROCESSO	↘	↗	—
		VOLUME / FAMIGLIA	
		↗	

TIPO DI INTERVENTO	NUMERO DI FAMIGLIE	CODICI / FAMIGLIA	VOLUME / CODICE
STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO - PROCESSO	↘ ↘	↗	↗
		VOLUME / FAMIGLIA	
		↗ ↗	

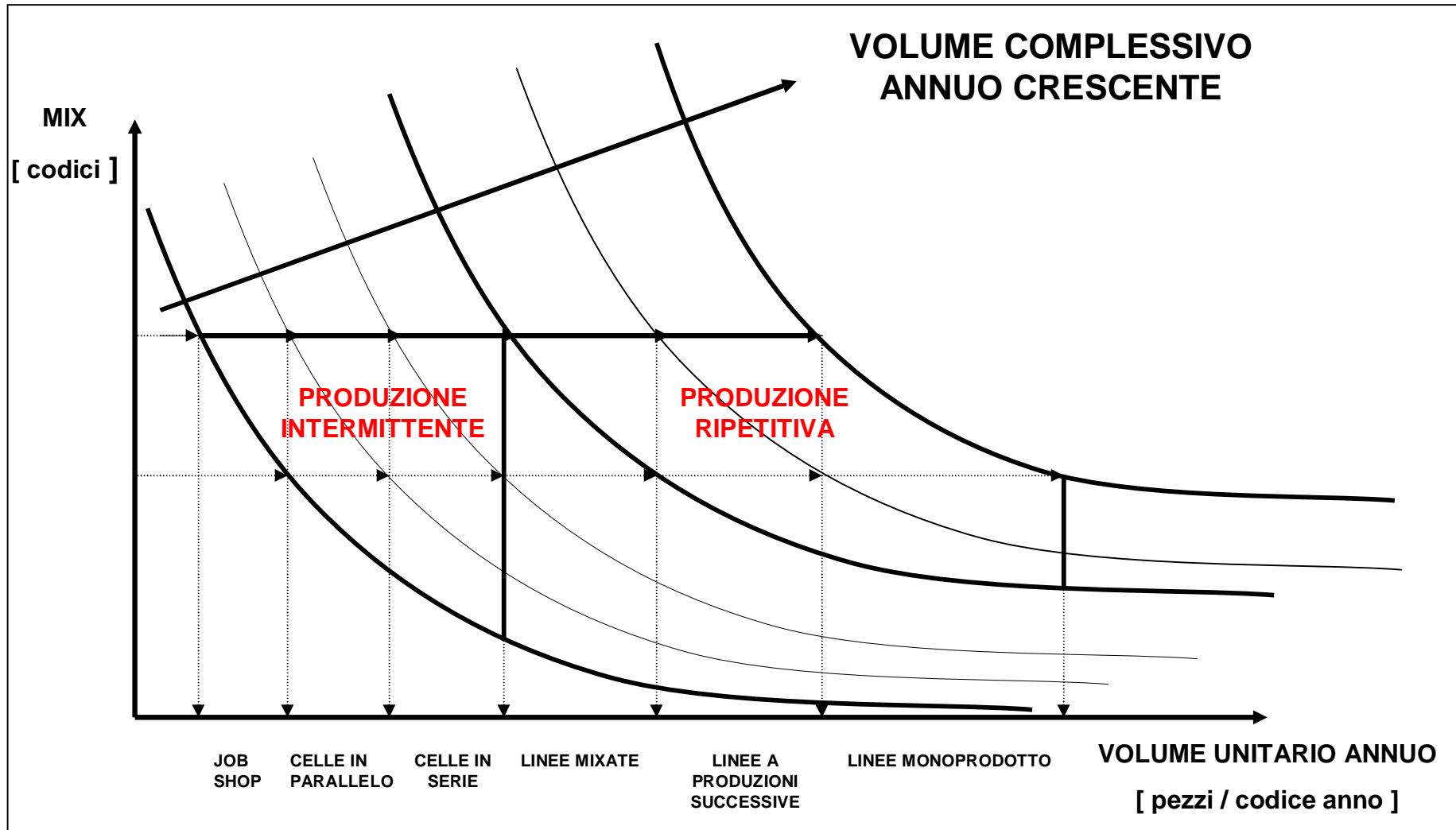
CONTESTI APPLICATIVI DELLE MODALITA' DI PRODUZIONE



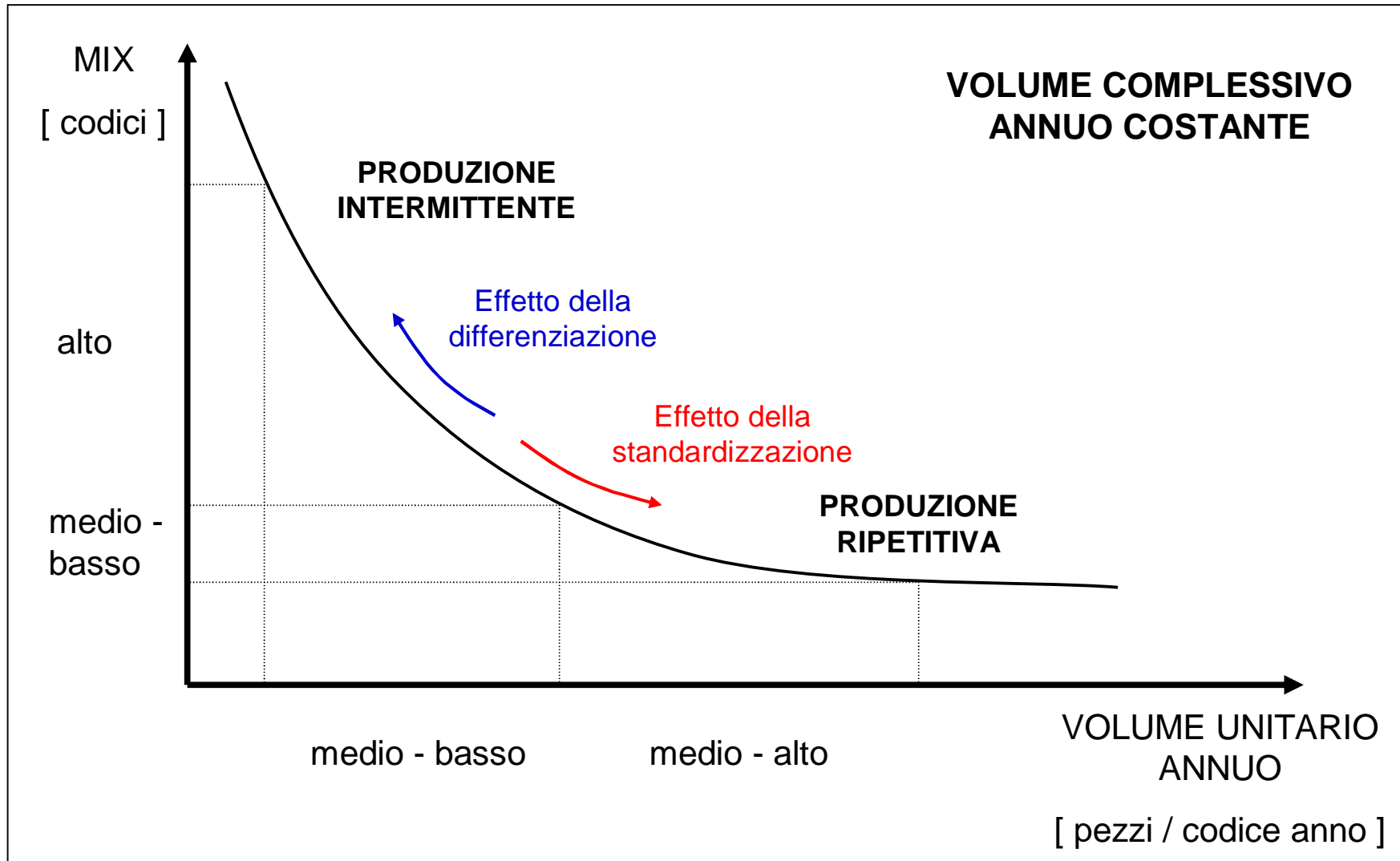
MATRICE DEI CONTESTI APPLICATIVI DELLE MODALITA' DI PRODUZIONE

Volume unitario annuo Mix	UNITARIO	BASSO	MEDIO- BASSO	MEDIO	MEDIO- ALTO	ALTO	ALTISSIMO		
ILLIMITATO	CANTERE	PRODUZIONE INTERMITTENTE			VOLUME COMPLESSIVO ANNUO COSTANTE				
ALTISSIMO		JOB-SHOP							
ALTO			CELLE IN PARALLELO						
MEDIO-ALTO				CELLE IN SERIE	PRODUZIONE RIPETITIVA				
MEDIO					LINEE MIXATE				
BASSO						LINEE A PRODUZIONI SUCCESSIVE			
UNITARIO							LINEE MONO-PRODOTTO		

CAMPI DI APPLICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE AL CRESCERE DEL VOLUME

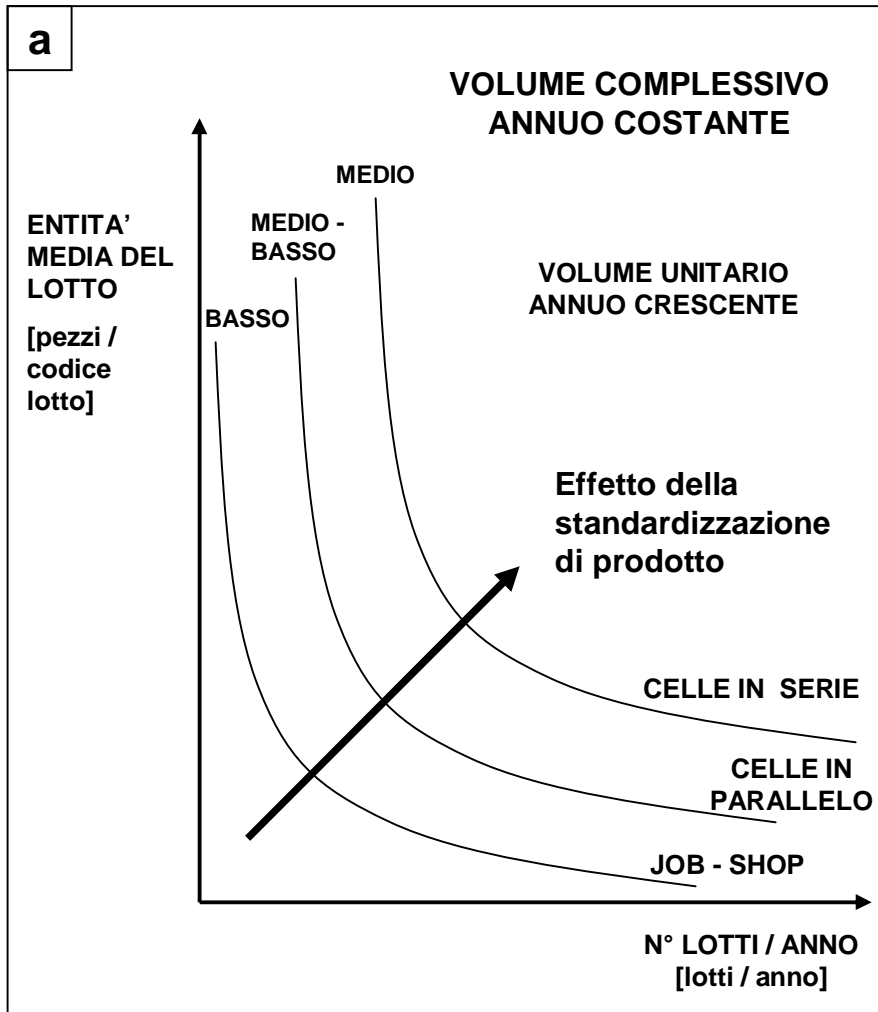


EFFETTO DI STANDARDIZZAZIONE E DIFFERENZIAMENTO

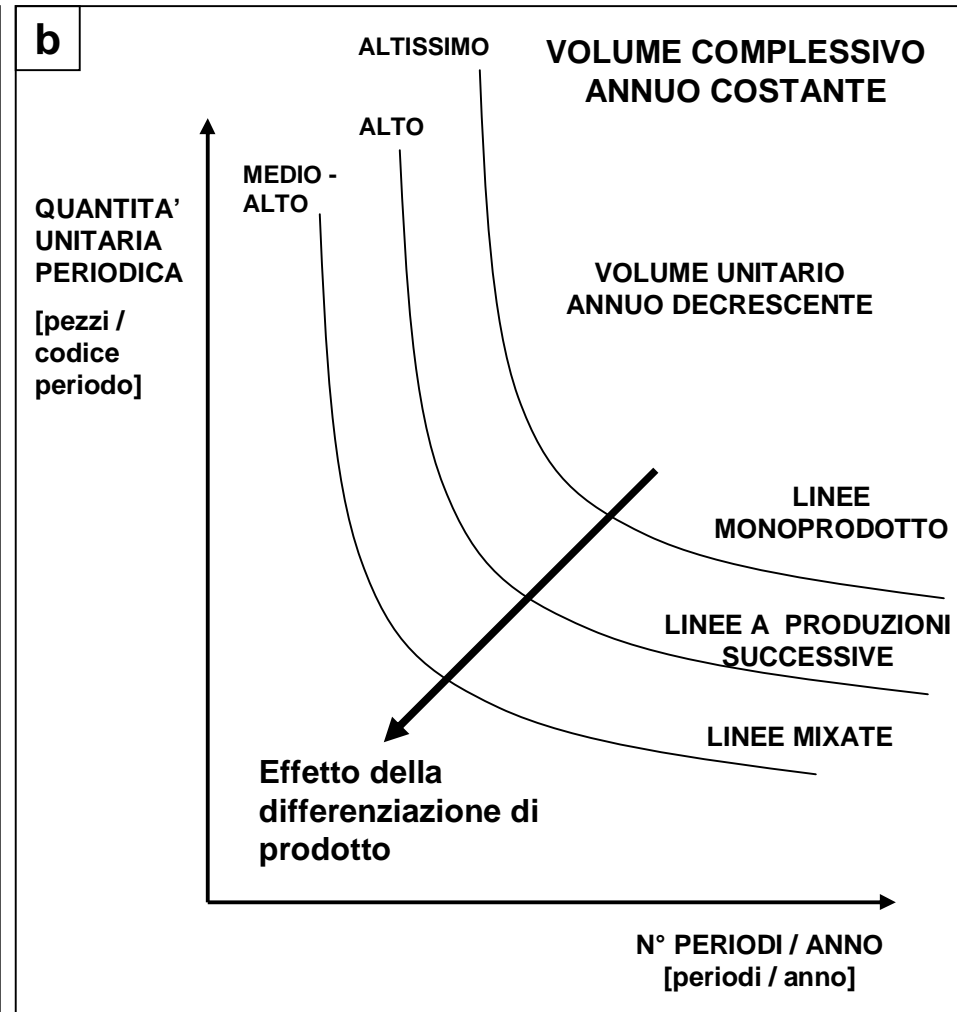


EFFETTI DELLA STANDARDIZZAZIONE E DELLA DIFFERENZIAZIONE

PRODUZIONE INTERMITTENTE

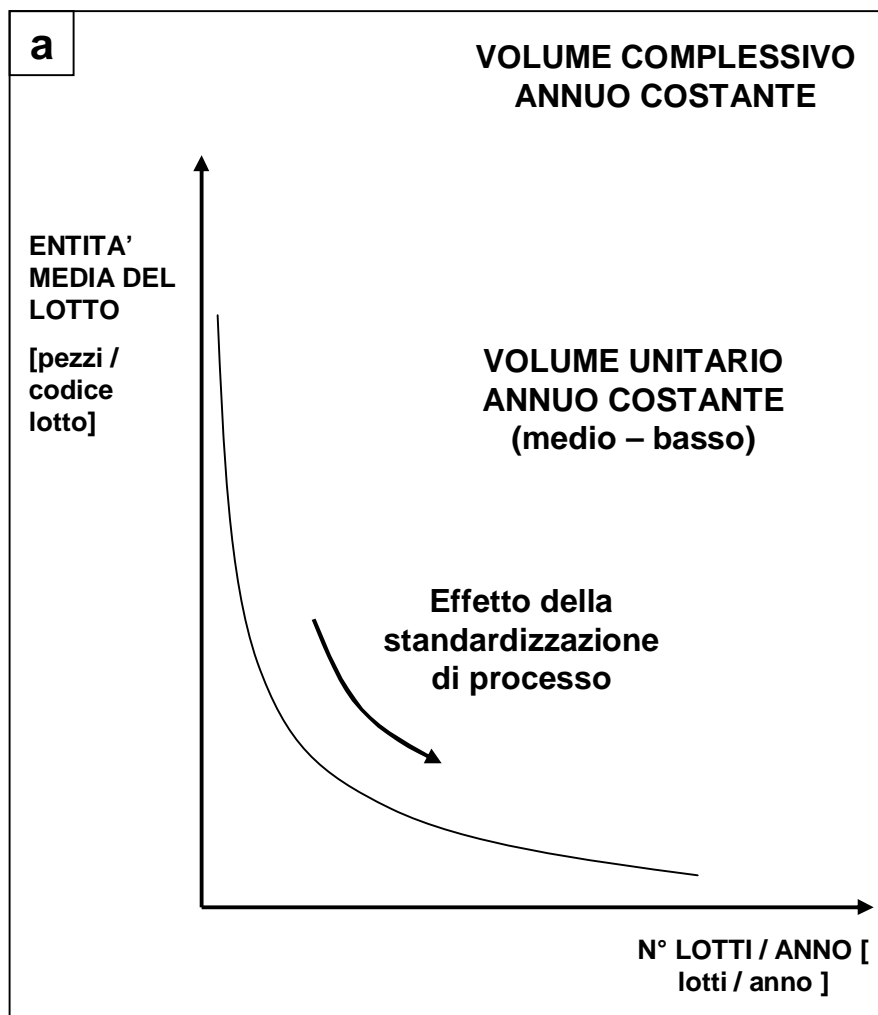


PRODUZIONE RIPETITIVA

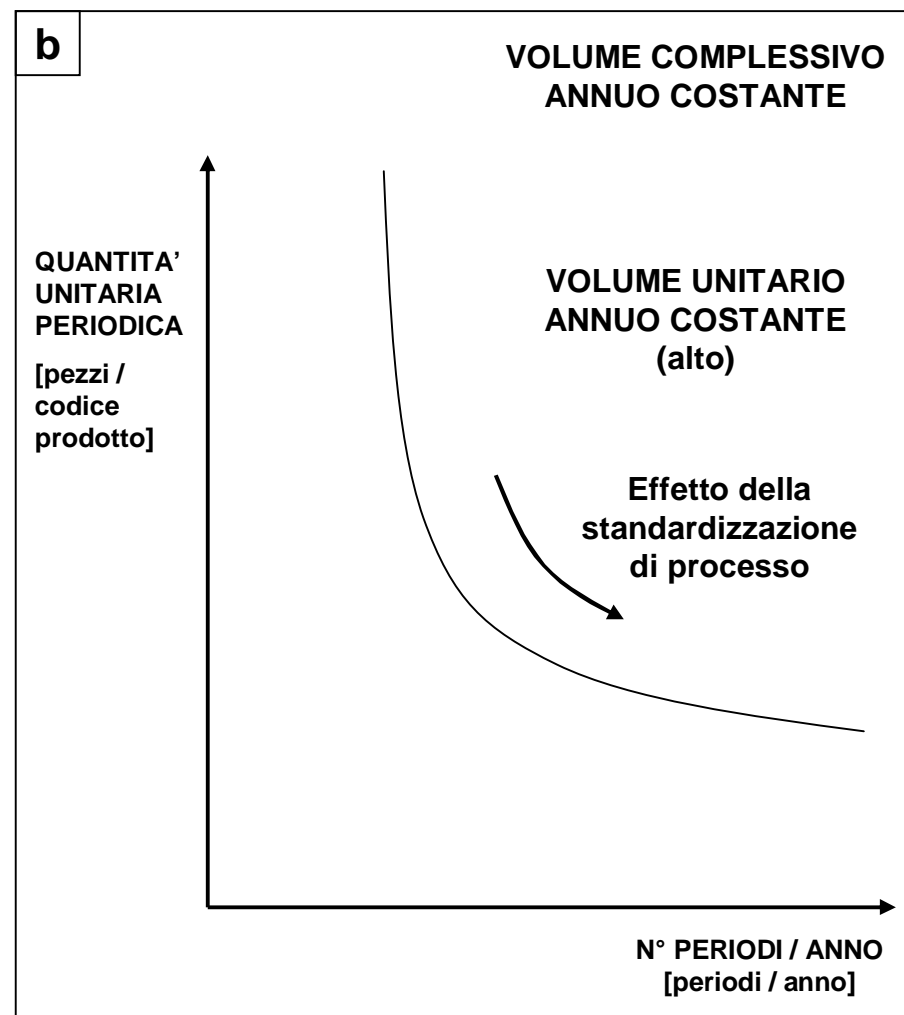


EFFETTO DELLA STANDARDIZZAZIONE DI PROCESSO

PRODUZIONE INTERMITTENTE

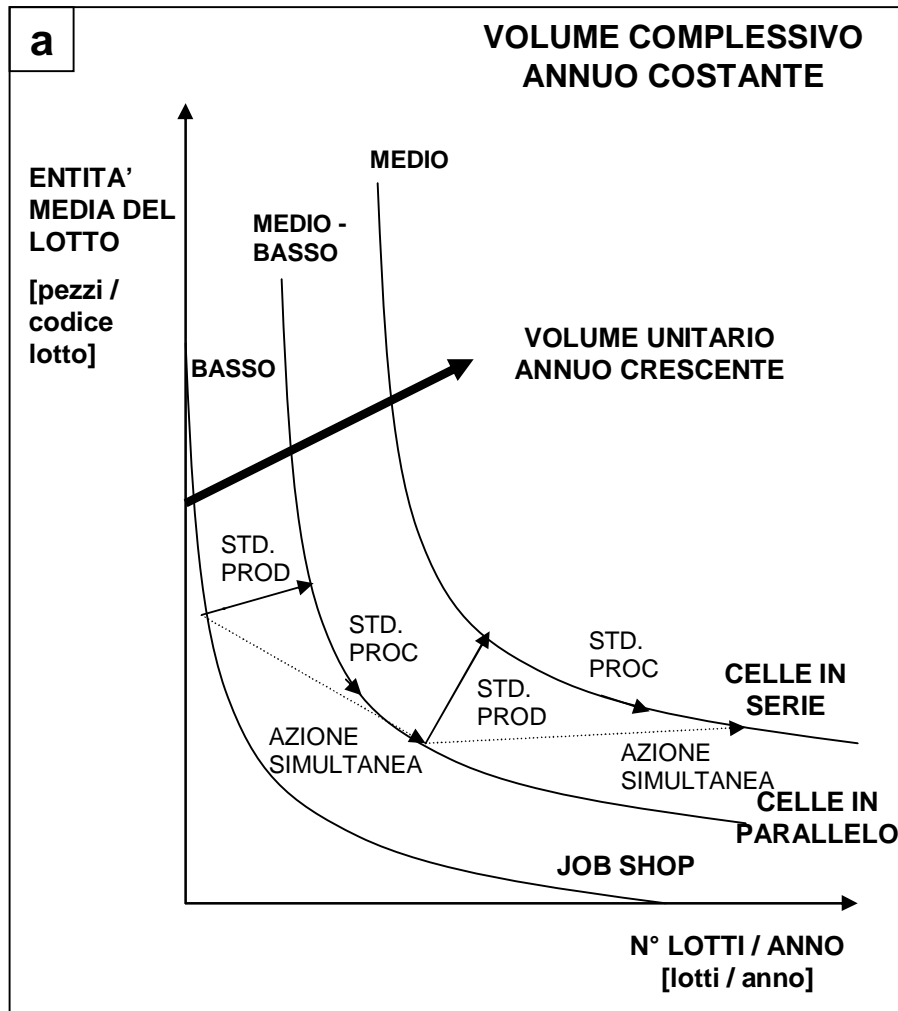


PRODUZIONE RIPETITIVA

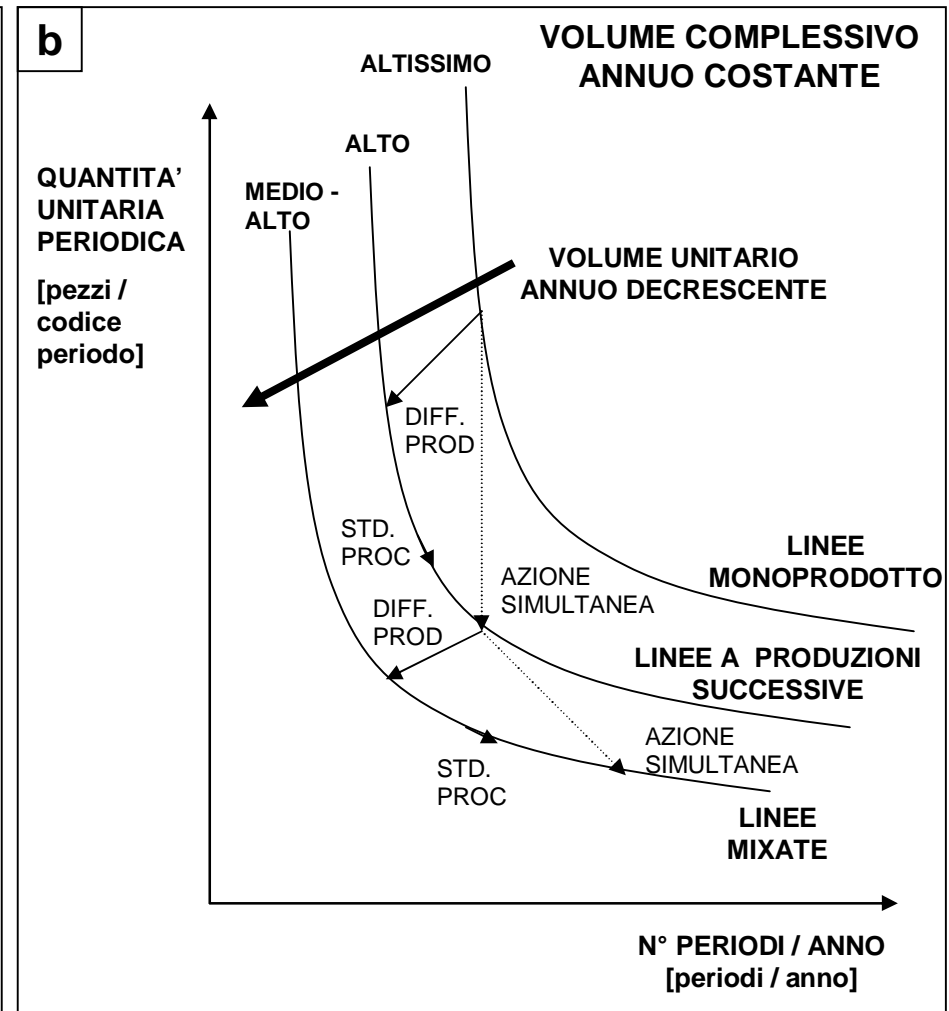


EFFETTI DELL'AZIONE SIMULTANEA DI STANDARDIZZAZIONE E DIFFERENZIAZIONE

PRODUZIONE INTERMITTENTE



PRODUZIONE RIPETITIVA



RAPPRESENTAZIONE MATRICIALE DEGLI EFFETTI DELLA STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO E PROCESSO

VOLUMI UNITARI ANNUI ENTITA' MEDIA DEL LOTTO	BASSI	MEDIO - BASSI	MEDI
GRANDE	JOB SHOP	STD. PRODOTTO STD. PROCESSO	
MEDIA		CELLE IN PARALLELO	STD. PRODOTTO STD. PROCESSO
PICCOLA			CELLE IN SERIE

RAPPRESENTAZIONE MATRICIALE DEGLI EFFETTI DI STANDARDIZZAZIONE DI PROCESSO E DIFFERENZIAZIONE DI PRODOTTO

VOLUMI UNITARI ANNUI ENTITA' MEDIA DEL LOTTO	MEDIO - ALTI	ALTI	ALTISSIMI
PICCOLA	LINEE MULTIPRODOTTO MIXATE		
MEDIA	STD. PROCESSO	LINEE MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE	
GRANDE		STD. PROCESSO	LINEE MONOPRODOTTO

CAMPI APPLICATIVI DEI SISTEMI PRODUTTIVI STRUTTURATI PER SOTTOFABBRICHE FOCALIZZATE

<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> Volume unitario annuo Mix </div>	UNITARIO	BASSO	MEDIO-BASSO	MEDIO	MEDIO-ALTO	ALTO	ALTISSIMO
ILLIMITATO	CANTIERE	VOLUME COMPLESSIVO ANNUO COSTANTE					
ALTISSIMO	JOB-SHOP						
ALTO	 aumenta efficienza	SISTEMA PRODUTTIVO STRUTTURATO PER SOTTOFABBRICHE FOCALIZZATE			CELLE IN PARALLELO	aumenta flessibilità 	
MEDIO-ALTO					CELLE IN SERIE		
MEDIO		LINEE MIXATE					
BASSO		LINEE A PRODUZIONI SUCCESSIVE					
UNITARIO		LINEE MONO-PRODOTTO					

V.

ATTREZZAGGIO

RIDUZIONE DEL TEMPO DI ATTREZZAGGIO

**Concetto 1 - SEPARARE L' ATTREZZAGGIO INTERNO
DALL' ATTREZZAGGIO ESTERNO**

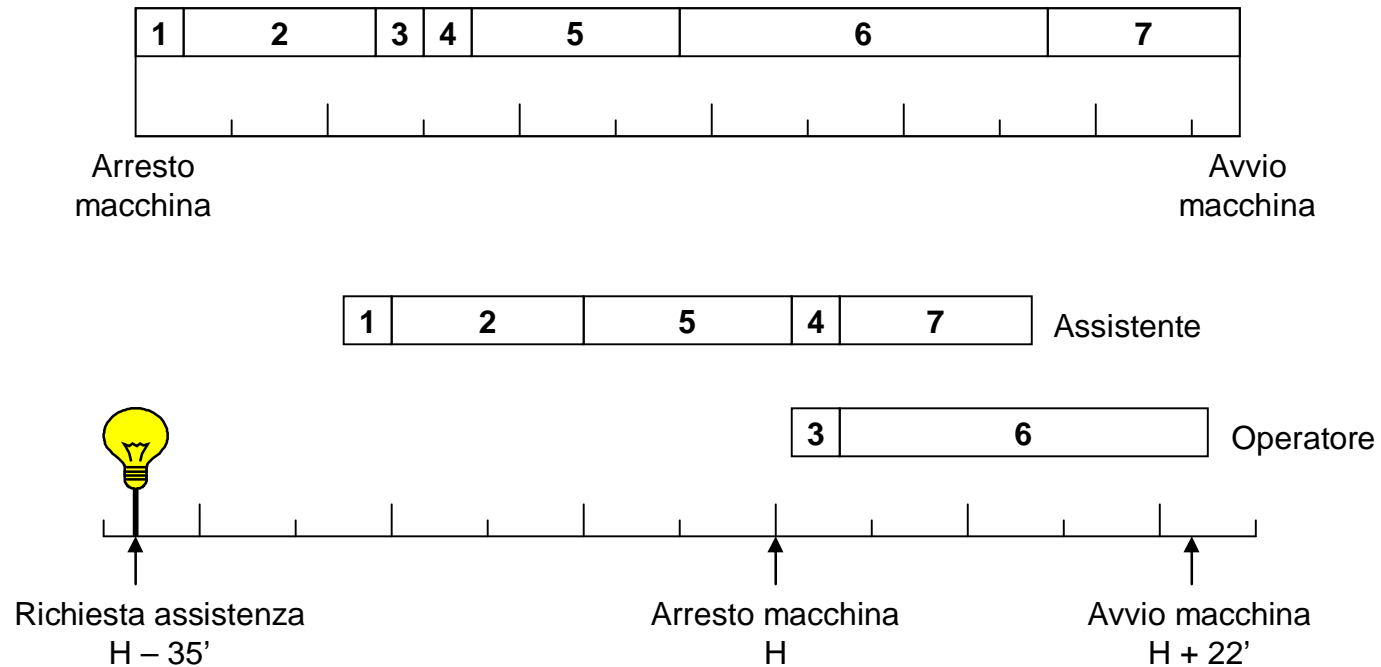
**Concetto 2 - CONVERTIRE PER QUANTO POSSIBILE L' ATTREZZAGGIO
INTERNO IN ATTREZZAGGIO ESTERNO**

Concetto 3 - RIDURRE L' ATTREZZAGGIO INTERNO

Concetto 4 - ABOLIRE IL RIATTREZZAGGIO

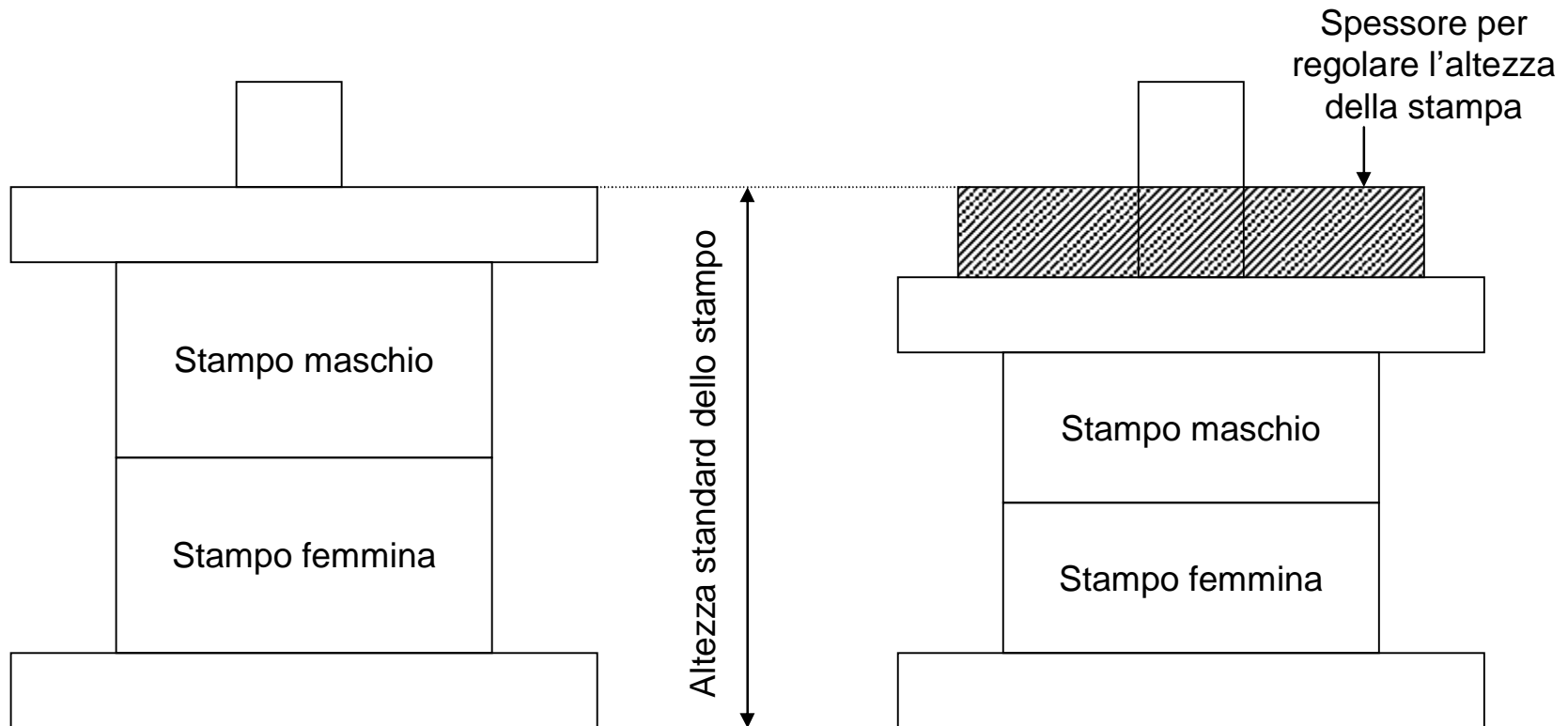
SEPARAZIONE ATTREZZAGGIO INTERNO - ESTERNO

N° delle mansioni	Operazioni	Durata (minuti)
1.	Cercare il nuovo utensile	3
2.	Portare il nuovo utensile	10
3.	Togliere il vecchio utensile	2
4.	Montare il nuovo utensile	2
5.	Portare i nuovi pezzi da lavorare	10
6.	Regolare il nuovo utensile	20
7.	Eliminare il vecchio utensile	10
	TOTALE	57



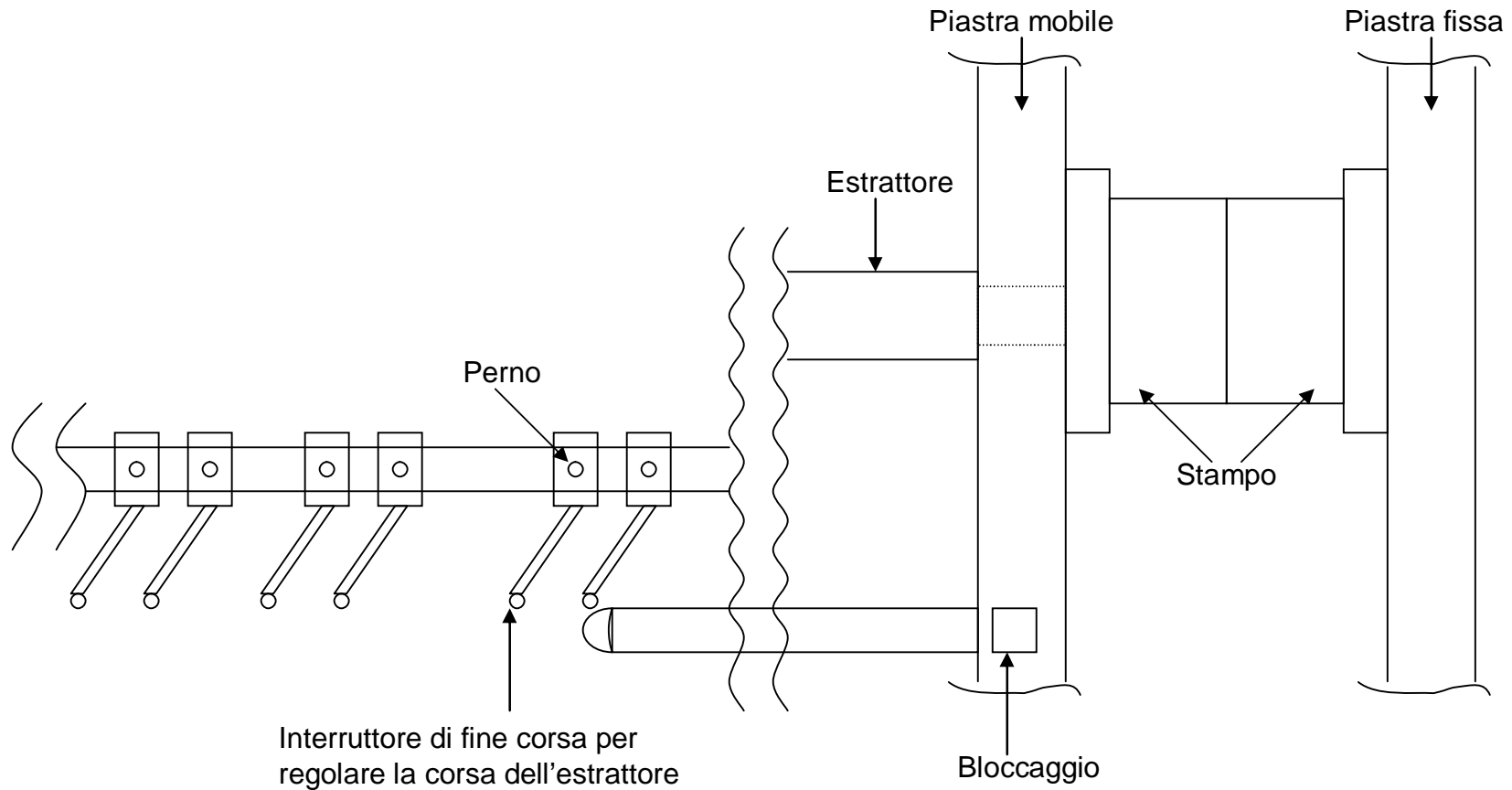
RIDUZIONE DELL' ATTREZZAGGIO INTERNO

Impiego di uno spessore per normalizzare l'altezza dello stampo

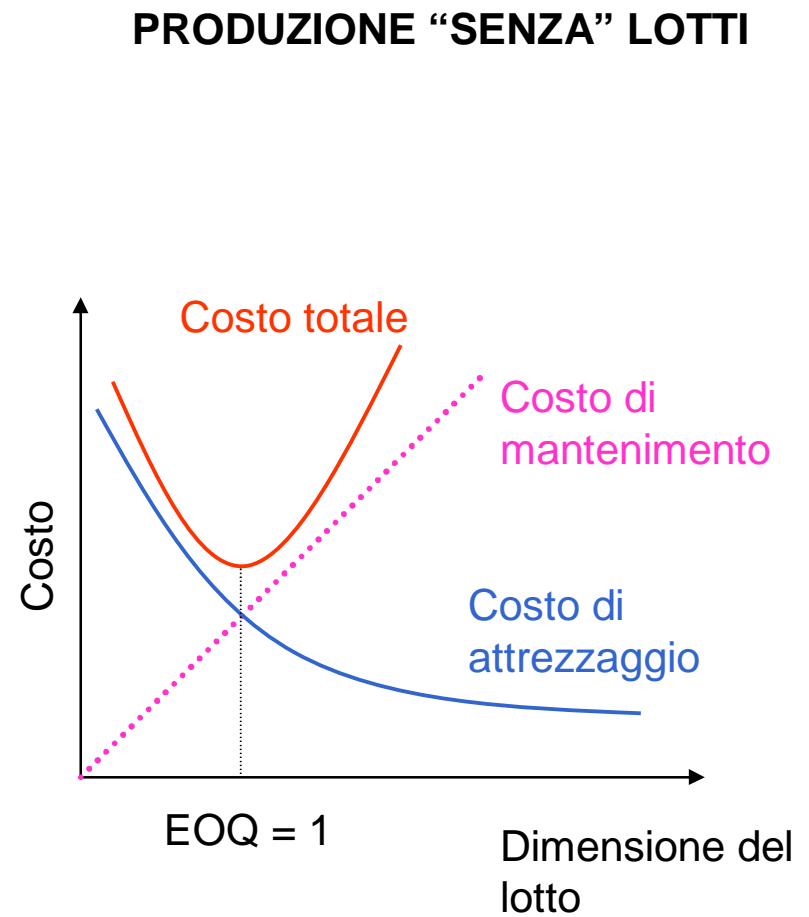
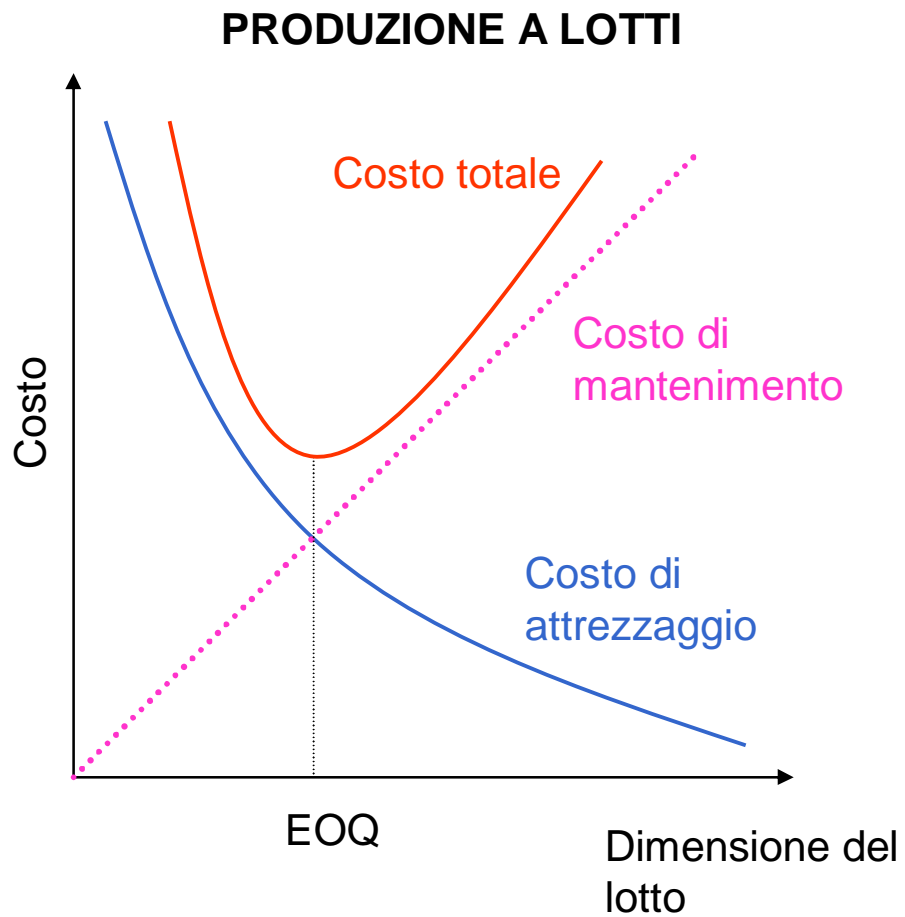


RIDUZIONE DELL' ATTREZZAGGIO INTERNO

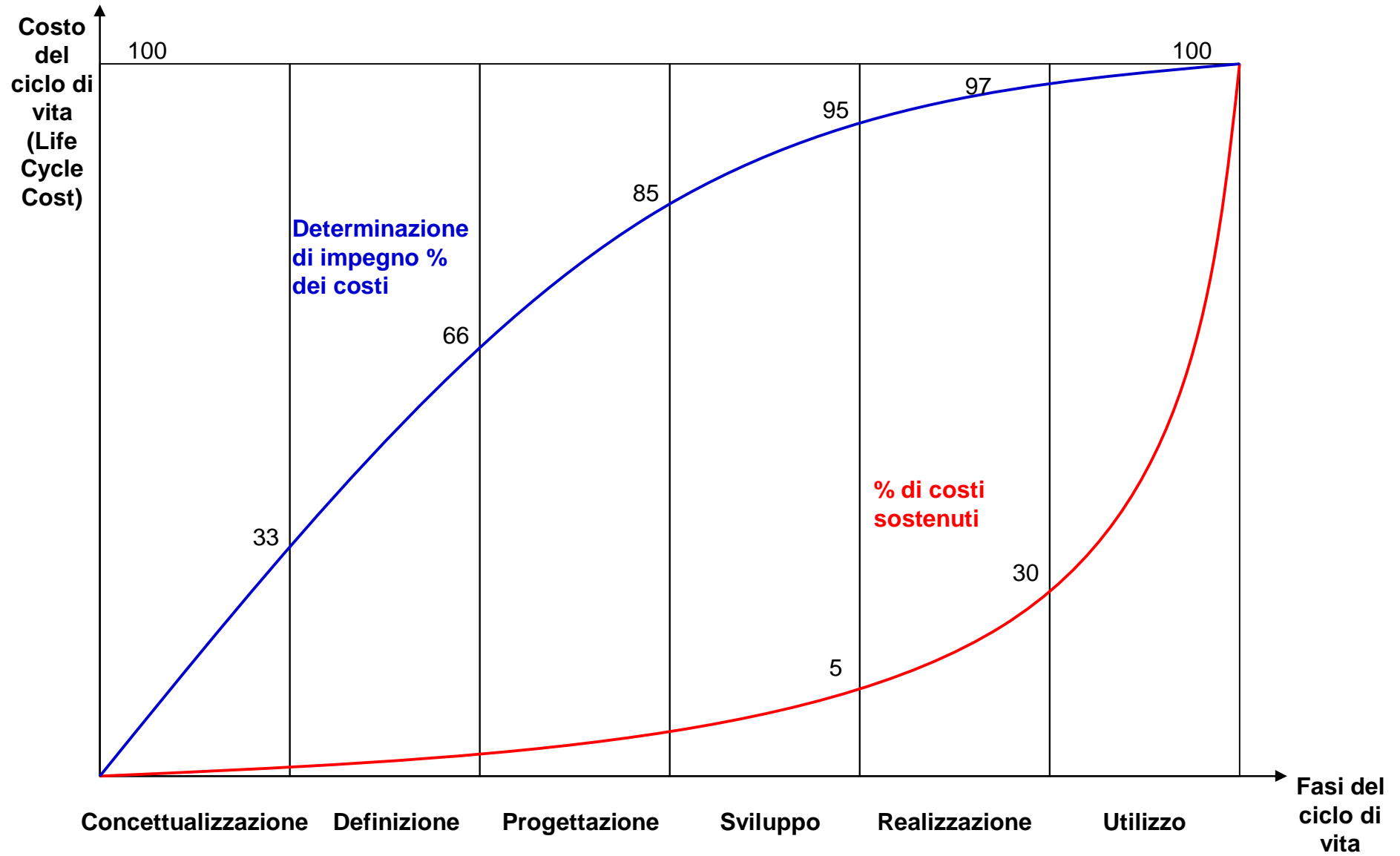
L'installazione di un interruttore di fine corsa in tutte le posizioni opportune accelera la regolazione della corsa dell'estrattore



LOTTO ECONOMICO UNITARIO

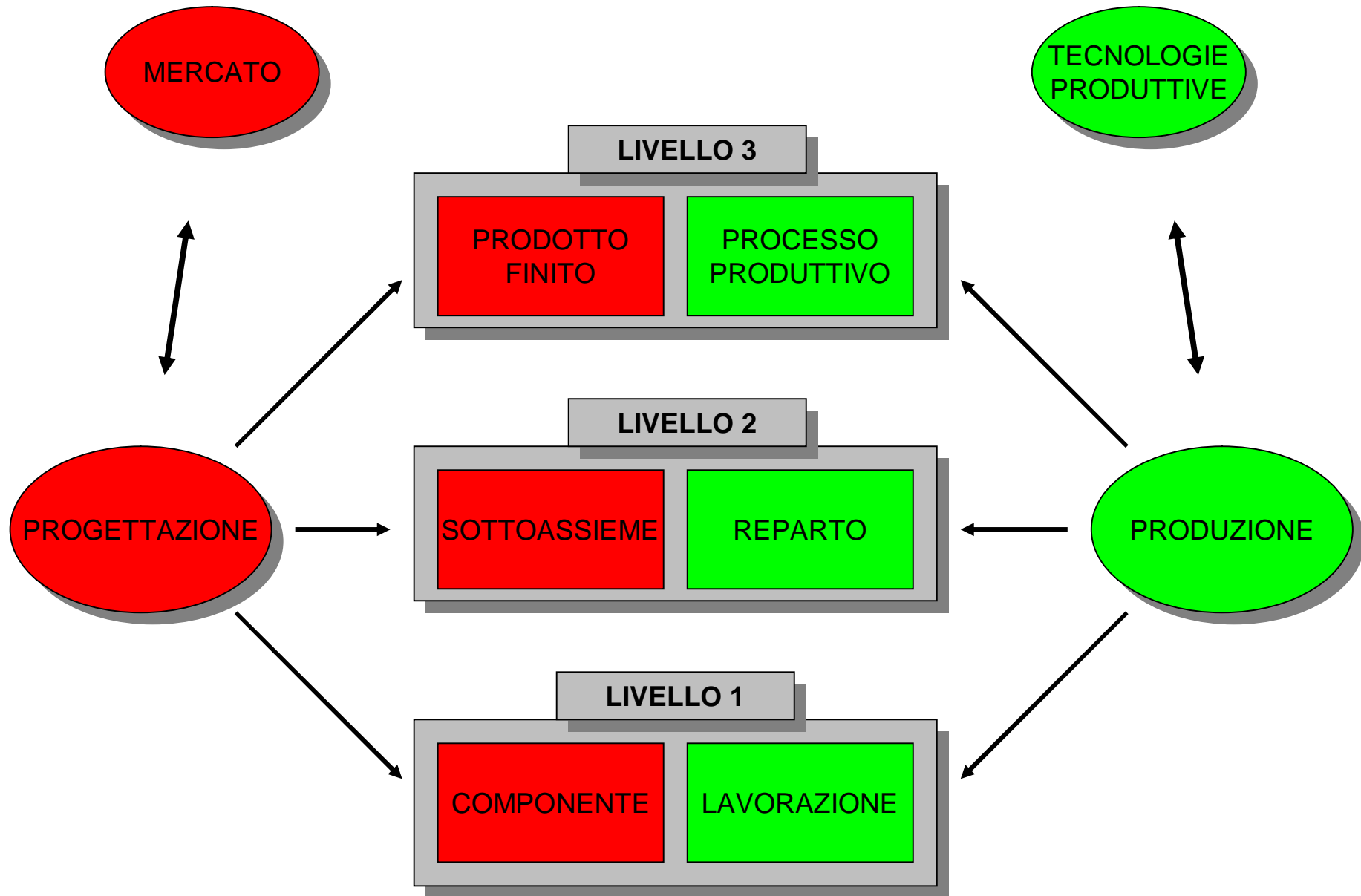


CURVA LIFE CYCLE COST



VI.
**SVILUPPO CONGIUNTO PRODOTTO -
PROCESSO**

LIVELLI DI INTERVENTO



LIVELLO 1

REVISIONE COMPONENTE

REVISIONE LAVORAZIONE

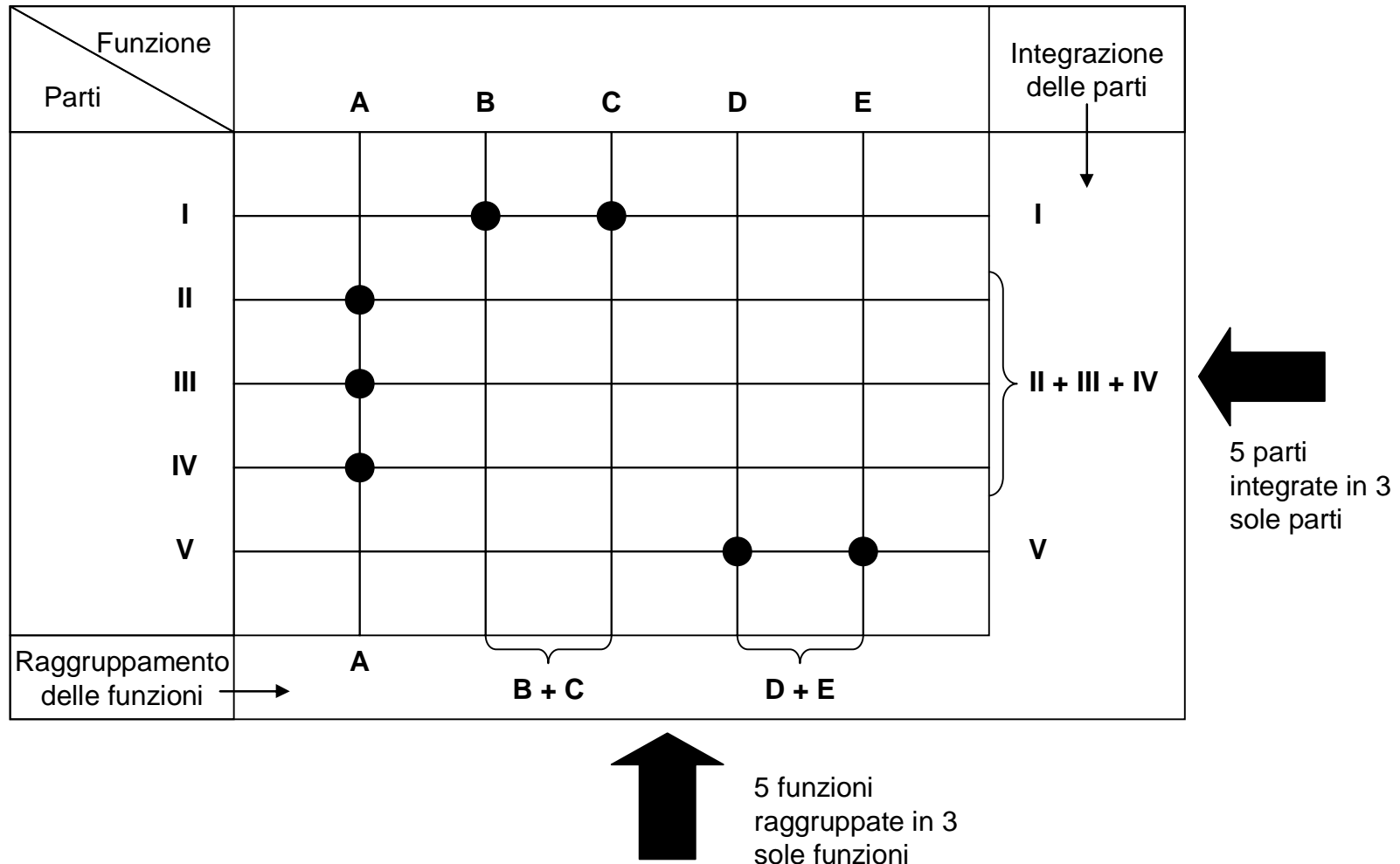
LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
- STANDARDIZZAZIONE	- RIDUZIONE NUMERO COMPONENTI IN ASSOLUTO
- MULTIFUNZIONALITA' E INTEGRAZIONE	- RIDUZIONE NUMERO COMPONENTI PER PRODOTTO
- LAVORABILITA' (DESIGN FOR MANUFACTURING)	- FACILITA' DI LAVORAZIONE
- TRASPORTABILITA'	- SEMPLIFICAZIONE DELL'HANDLING
- MONTABILITA' (DESIGN FOR ASSEMBLY)	- FACILITA' DI MONTAGGIO

LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
- STANDARDIZZAZIONE OPERAZIONE	- RIDUZIONE NUMERO OPERAZIONI, UTENSILI ED ATTREZZATURE
- ANALISI TEMPO DI ATTREZZAGGIO	- RIDUZIONE TEMPO DI ATTREZZAGGIO
- ANALISI TEMPO DI CARICO - SCARICO	- RIDUZIONE TEMPI MORTI
- DISPOSITIVI POKA - YOKE	- ELIMINAZIONE ERRORI UMANI

STANDARDIZZAZIONE COMPONENTE

- COMUNANZA DEI COMPONENTI
- NON CI SONO IMPATTI COMMERCIALI
- ALTI VOLUMI UNITARI
- MINOR COSTO DI GESTIONE
- MINORI SCORTE
- MINORI DIFETTOSITA'
- MAGGIOR POTERE CONTRATTUALE VERSO I FORNITORI
- MINORI COSTI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI
- AMBITO CLASSICO: COMPONENTISTICA MINORE

MULTIFUNZIONALITA' E INTEGRAZIONE COMPONENTE



LAVORABILITA – TRASPORTABILITA – MONTABILITA

- LAVORABILITA'

- DESIGN FOR MANUFACTURING (DFM)
- TOLLERANZE, RUGOSITA', MATERIALI, CICLO OTTIMALE, INGOMBRI

- TRASPORTABILITA'

- FORMA, PESO E DIMENSIONI
- INGOMBRI SUI CUBI LAVORABILI, CONTENITORI, SPAZI DI MAGAZZINO, SPAZI A PIE' DI LINEA
- LOTTI DI MOVIMENTAZIONE

- MONTABILITA'

- GEOMETRIA (SPIGOLI ARROTONDATI, FORME SIMMETRICHE O FORTEMENTE ASIMMETRICHE)
- DIMENSIONI (NE' GRANDI NE' PICCOLE)
- TIPO DI FISSAGGIO
- MODALITA' DI ATTACCO: NUMERO E TIPI DI INCASTRO
- GRADO DI FISSAGGIO (UNA O DUE MANI)
- DIREZIONE DI ASSEMBLAGGIO
- DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)
 - VERIFICA SE LA PARTE DEVE ESSERE ASSEMBLATA
 - STIMA DEI COSTI DI MOVIMENTAZIONE E ASSEMBLAGGIO (MANUALE O AUTOMATICO)

LAVORAZIONE

- **STANDARDIZZAZIONE**
 - LA RIDUZIONE DEI TIPI DI LAVORAZIONE PER MACCHINA COMPORTA MINORI ATTREZZAGGI

- **TEMPO DI ATTREZZAGGIO**
 - SMED
 - FONDAMENTALE PER LA CONTINUITA' DEI FLUSSI

- **CARICO E SCARICO**
 - NEGLI FMS RIDUZIONE DEL PERSONALE ADDETTO ED INFLUENZA DIMENSIONAMENTO CAROSELLO PORTAPALLET
 - CARICATORI AUTOMATICI NON DEVONO AUMENTARE SET – UP

- **POKA – YOKE**
 - IN LINEE MIXED - MODEL

SITUAZIONE GENERALE DEGLI ATTREZZAGGI ALLA TOYOTA

Tempo di attrezzaggio	1976	1977	1980
> 60 minuti	30%	0	0
30 – 60 minuti	19%	0	0
20 – 30 minuti	26%	10%	3%
10 – 20 minuti	20%	12%	7%
5 – 10 minuti	5%	20%	12%
100 secondi – 5 minuti	0	17%	16%
< 100 secondi	0	41%	62%

MATRICE DI CORRELAZIONE - LIVELLO 1

LIVELLO 1	LEVE DI INTERVENTO	COMPONENTE					LAVORAZIONE			
		STANDARDIZZAZIONE COMPONENTE	FUNZIONALITA' COMPONENTE	LAVORABILITA' COMPONENTE	TRASPORTABILITA' COMPONENTE	MONTABILITA' COMPONENTE	STANDARDIZZAZIONE OPERAZIONE	ANALISI TEMPO DI ATTREZZAGGIO	ANALISI TEMPO DI CARICO - SCARICO	DISPOSITIVI POKA - YOKE
OBIETTIVI FUNZIONE DI PIU' LEVE										
	RIDUZIONE CODICI LAVORATI PER MACCHINA	●	●							
	RIDUZIONE TIPO DI LAVORAZIONE PER MACCHINA	●	●				●			
	ALTI VOLUMI UNITARI PER COMPONENTE	●	●							
	BASSA DIFETTOSITA'	●	●	●		●	●			●
	MASSIMIZZAZIONE DEL RAPPORTO TEMPO DI LAVORAZIONE SU TEMPO DI INATTIVITA'				●		●	●	●	
	RIDUZIONE CAPITALE CIRCOLANTE	●	●					●	●	
	MINORI COSTI DI GESTIONE	●	●							

LIVELLO 2

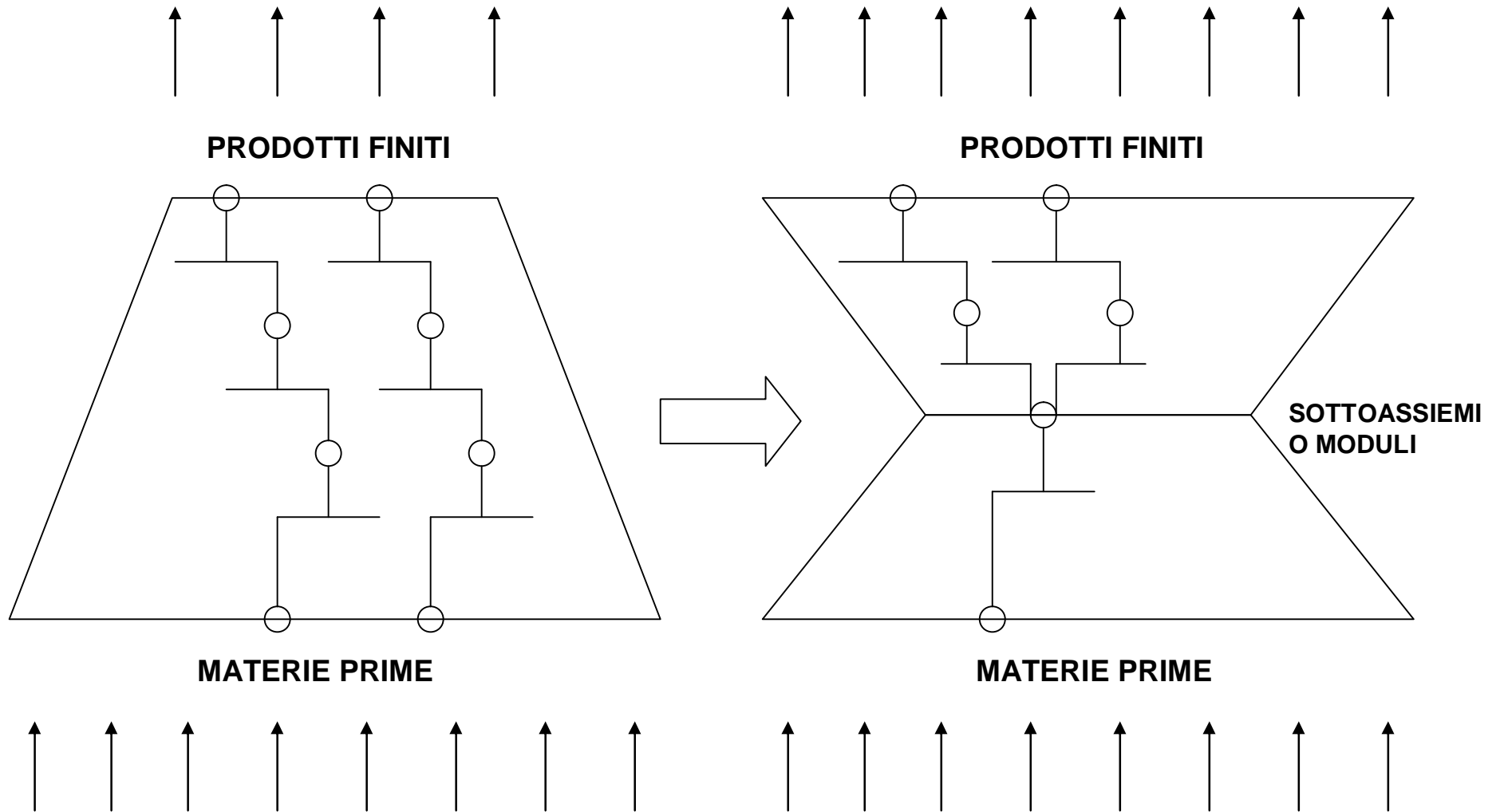
REVISIONE SOTTOASSIEME

LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
- STRUTTURAZIONE DEL PRODOTTO PER SOTTOASSIEMI O MODULI	- AMPIEZZA DI GAMMA CON RIDUZIONE COMPLESSITA' DI PRODUZIONE E GESTIONE
- ANALISI FUNZIONALITA' SOTTOASSIEMI	- RIDUZIONE DEL LORO NUMERO
- TESTABILITA' SOTTOASSIEMI	- FACILITA' DI VERIFICA FUNZIONALE

REVISIONE REPARTO

LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
- STANDARDIZZAZIONE CICLI DI LAVORAZIONE, FORMAZIONE FAMIGLIE ED ORGANIZZAZIONE PER CELLE	- SEQUENZE DI LAVORAZIONE SIMILI, LAY – OUT COERENTE CON IL CICLO E SEMPLIFICAZIONE DEI FLUSSI
- DIMENSIONAMENTO POLMONI INTERMEDI	- SINCRONIZZAZIONE TRA CELLE
- POINT OF USE CON MACCHINARI DEDICATI E MAGAZZINI FOCALIZZATI	- RIDUZIONE COSTI DI GESTIONE E DI TRASPORTO

MODULARIZZAZIONE DEL PRODOTTO (STRUTTURA A CLESSIDRA)



SOTTOASSIEME

- **STRUTTURAZIONE PER GRUPPI FUNZIONALI**
 - ESEMPIO DELLA NAVE
 - COSTRUZIONE DI SOTTOASSIEMI IN REPARTI OMOGENEI PER LAVORAZIONE, COMPETENZE ED ATTREZZATURE
 - MINORI TEMPI DI PRODUZIONE

- **FUNZIONALITA'**
 - ESEMPIO ZGI / LAVASTOVIGLIE
 - GRUPPI LAVAGGIO - 75%
 - VASCHE - 45%
 - TELAI - 20%
 - BOILER - 40%
 - PANNELLI - 44%

- **TESTABILITA'**
 - INDIVIDUAZIONE DEI GUASTI PRIMA DI SOSTENERE COSTI DI MONTAGGIO
 - FACILITA' DI LOCALIZZAZIONE DEI GUASTI
 - ELEVATA QUALITA'

REPARTO

- **STANDARDIZZAZIONE**
 - APPROCCIO GROUP TECHNOLOGY (GT)

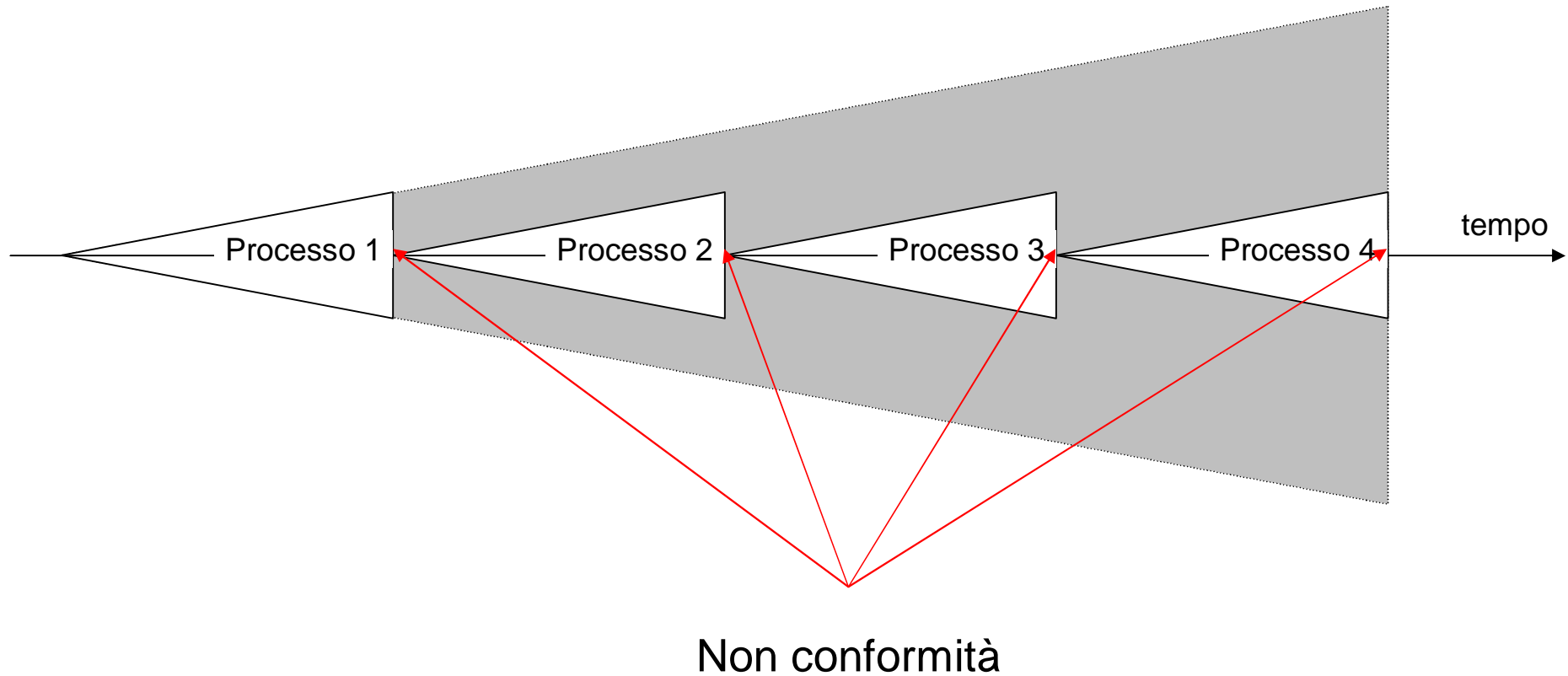
- **DIMENSIONAMENTO POLMONI**
 - PICCOLI POLMONI DIVENTANO UNO STRUMENTO DI TRASMISSIONE DEL SEGNALE
 - ELEVATA SELETTIVITA'
 - BASSA CAPACITA'
 - FACILE ACCESSIBILITA'

- **POINT OF USE E MAGAZZINI FOCALIZZATI**

MATRICE DI CORRELAZIONE - LIVELLO 2

LIVELLO 2	LEVE DI INTERVENTO	SOTTOASSIEME			REPARTO		
		STRUTTURAZIONE PRODOTTO	FUNZIONALITA' SOTTOASSIEME	TESTABILITA'	GROUP TECHNOLOGY	POLMONI INTERMEDI	POINT OF USE
OBIETTIVI FUNZIONE DI PIU' LEVE							
	RIDUZIONE TEMPI DI ATTRAVERSAMENTO	●			●		
	MAGGIORE VISIBILITA' DEL PROCESSO				●	●	●
	RIDUZIONE SCORTE	●			●		●
	ELEVATA QUALITA'	●	●	●	●		
	FACILITA' DI GESTIONE	●			●	●	●
	ELEVATA VELOCITA' DI APPRENDIMENTO	●			●		

COSTI DELLA NON QUALITÀ



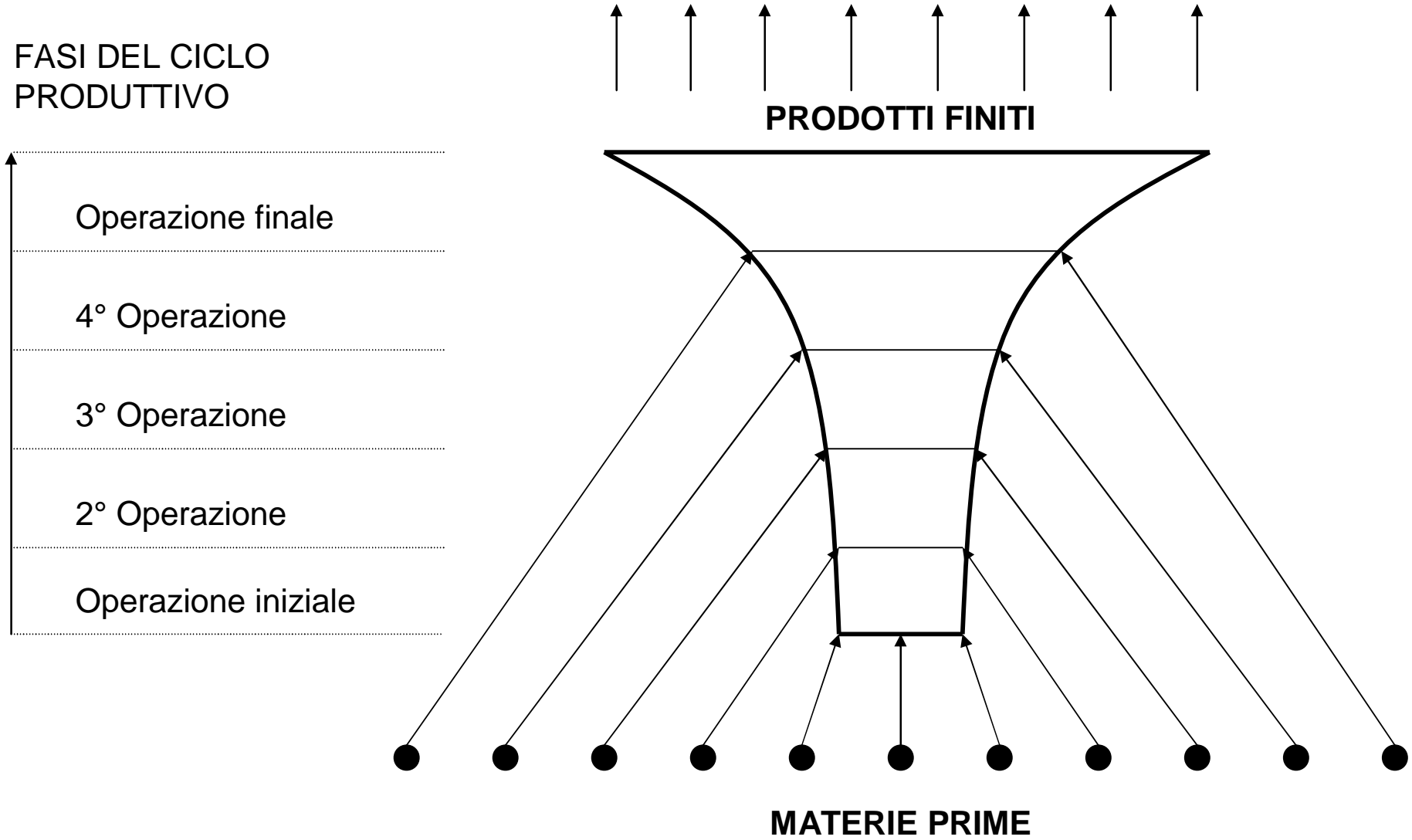
LIVELLO 3

REVISIONE PRODOTTO

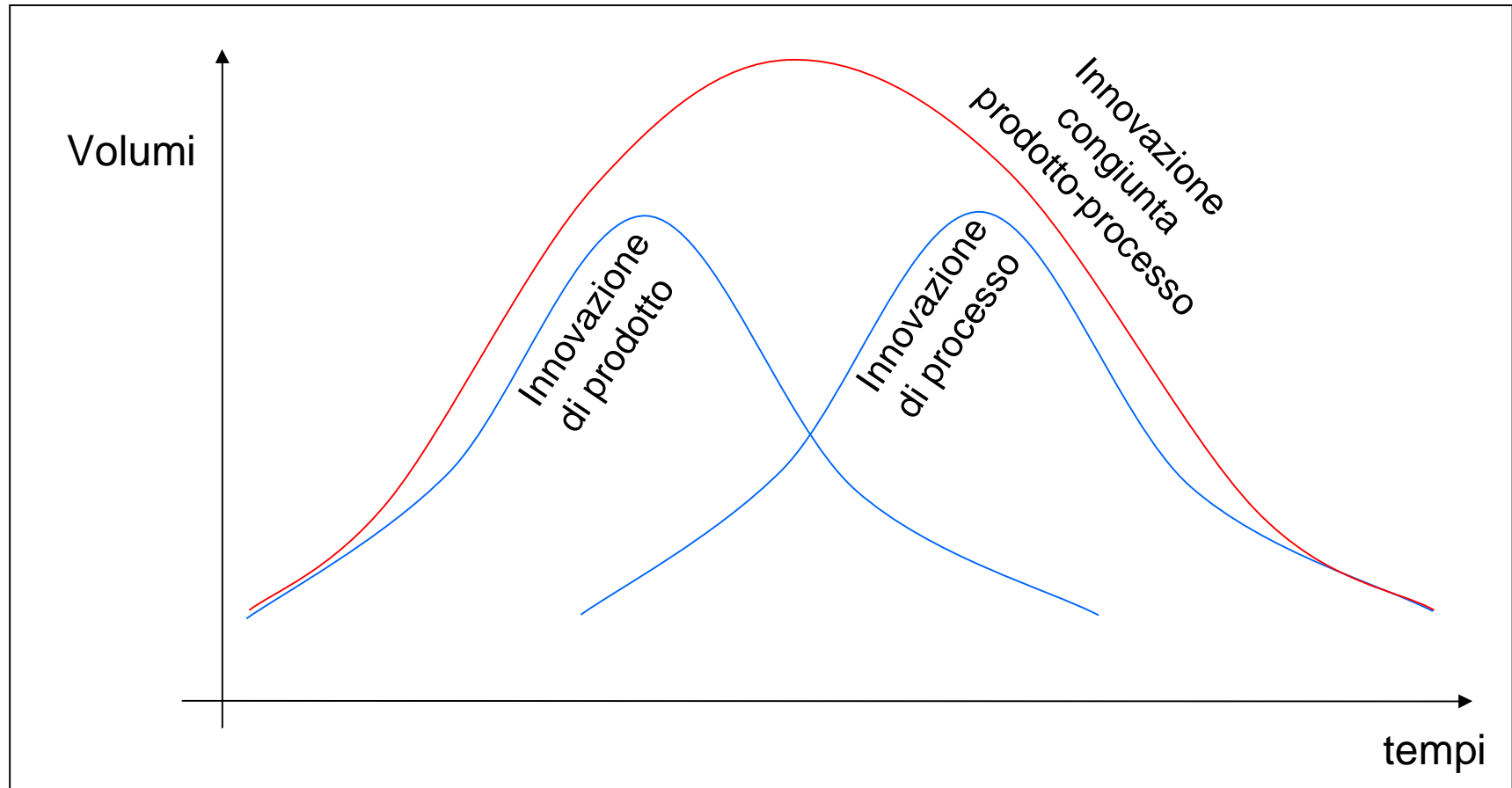
REVISIONE PROCESSO

LEVE	OBIETTIVI PRIMARI	LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
<ul style="list-style-type: none"> - DEFINIZIONE FAMIGLIE DI PRODOTTI - QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT - PROGETTAZIONE CON LOGICHE LIFE CYCLE COST - TECNOLOGIA DI PRODOTTO 	<ul style="list-style-type: none"> - FOCALIZZAZIONE DEI PROCESSI SULLE FAMIGLIE DI PRODOTTI - RISPONDEZZA ALLE ESIGENZE DEL CLIENTE - FACILITA' DI VERIFICA FUNZIONALE - COERENZA CON LA TECNOLOGIA DI PROCESSO 	<ul style="list-style-type: none"> - AMPIEZZA DEL PROCESSO PRODUTTIVO - PRODUZIONE A FLUSSO - DIVERSIFICAZIONE NELLE FASI FINALI DEL CICLO - RAZIONALIZZAZIONE DELLE FASI DI VALLE - DIMENSIONAMENTO MAGAZZINI - FRAZIONAMENTO DELLA CAPACITA' PRODUTTIVA - LINEE DEDICATE O MIXED MODEL - IMPIANTI MODULARI - SOVRACAPACITA' PRODUTTIVA - AUMENTO DELLA "PROCESS CAPABILITY" 	<ul style="list-style-type: none"> - FOCALIZZAZIONE SULLE FASI A MAGGIOR VALORE AGGIUNTO - RIPETITIVITA' DELLE OPERAZIONI - FLESSIBILITA' AL MIX - RIDUZIONE DEI LEAD TIMES NELLE FASI A VALLE - SINCRONIZZAZIONE TRA I REPARTI E RECUPERO DI SPAZI - FLESSIBILITA' AL MIX - EFFICIENZA E FLESSIBILITA' AL MIX - FLESSIBILITA' ALL'ESPANSIONE E MINORI COSTI DI GESTIONE - FLESSIBILITA' AI VOLUMI - QUALITA' DI PROCESSO

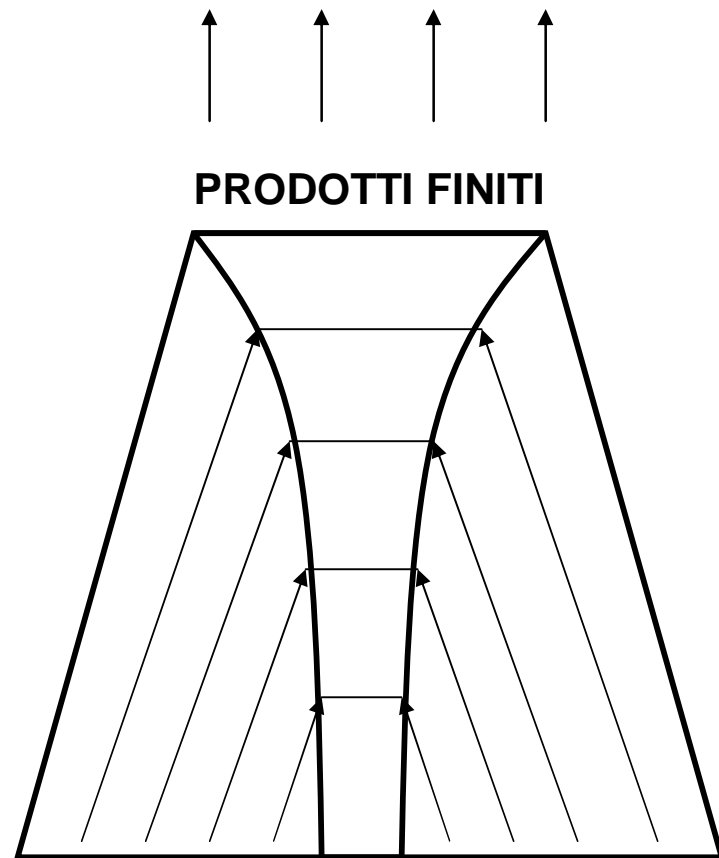
CICLO DI PRODUZIONE A FUNGO



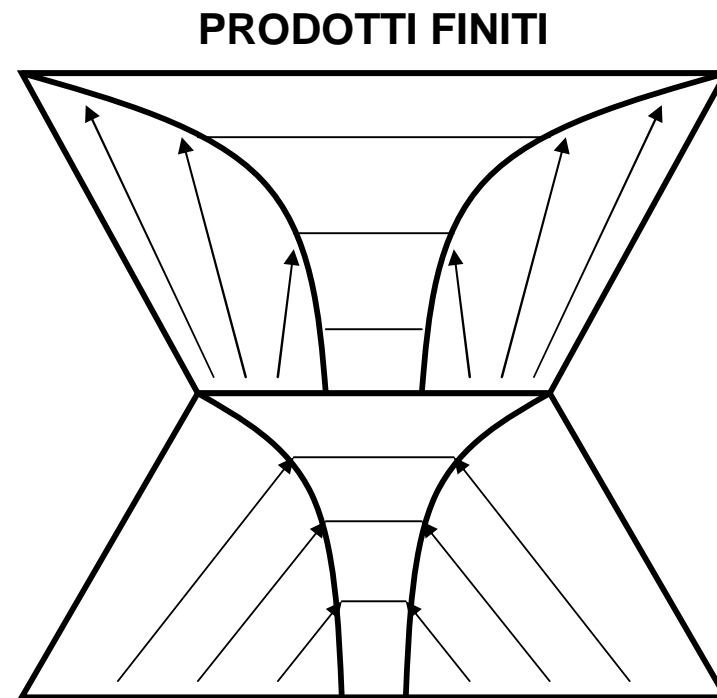
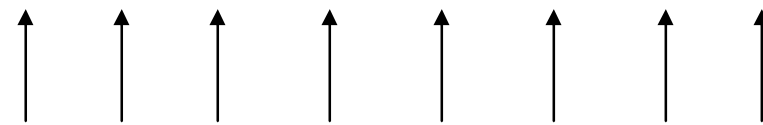
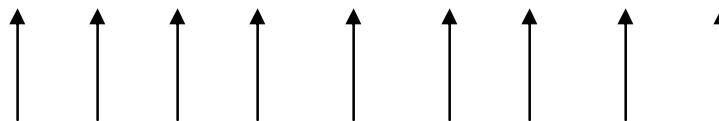
CURVE DI ABERNATHY - UTTERBACK



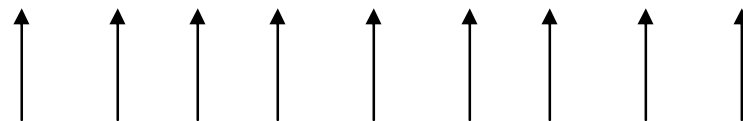
USO COMBINATO DEI CONCETTI DI CLESSIDRA E FUNGO



MATERIE PRIME



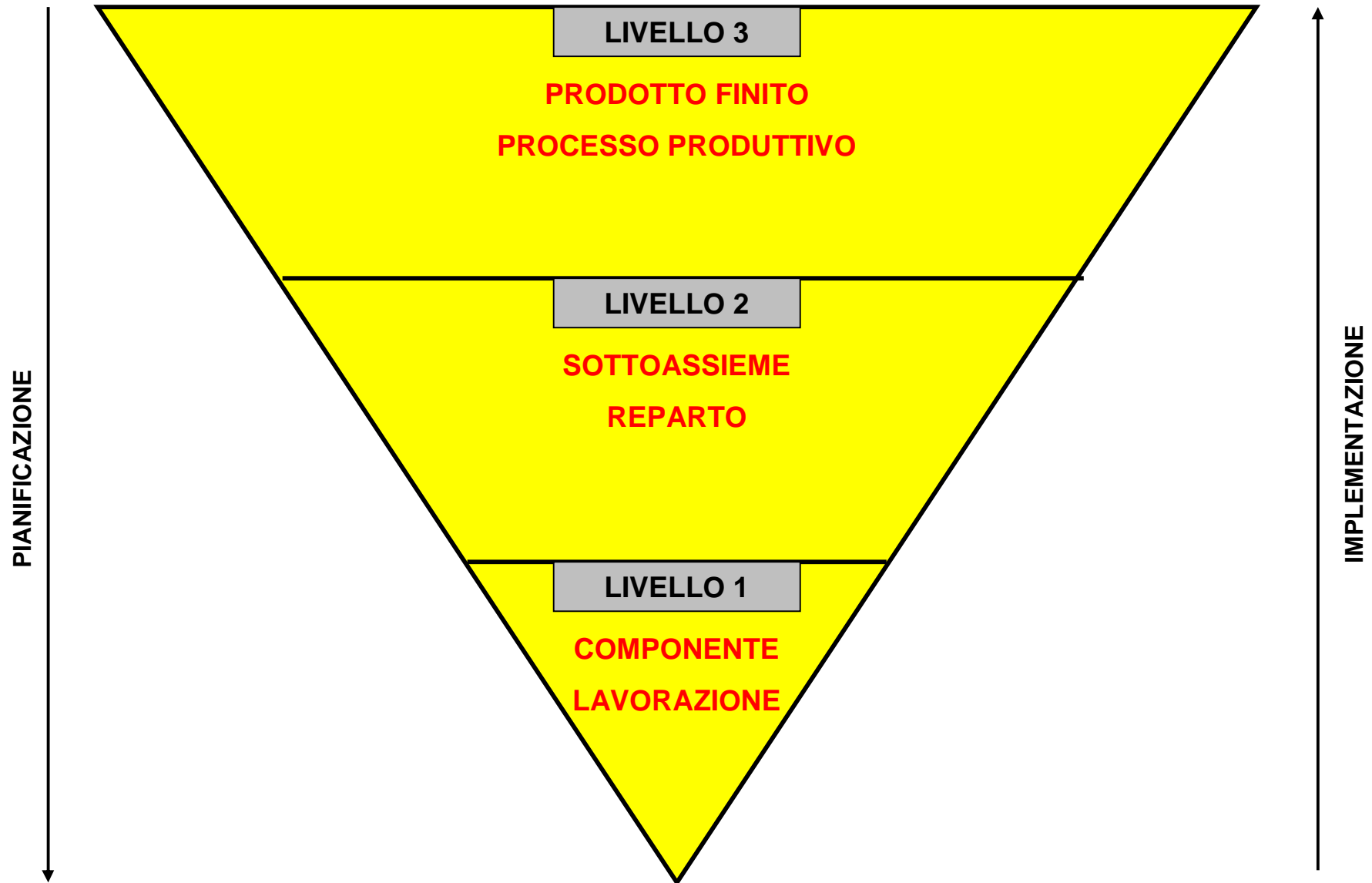
MATERIE PRIME



MATRICE DI CORRELAZIONE - LIVELLO 3

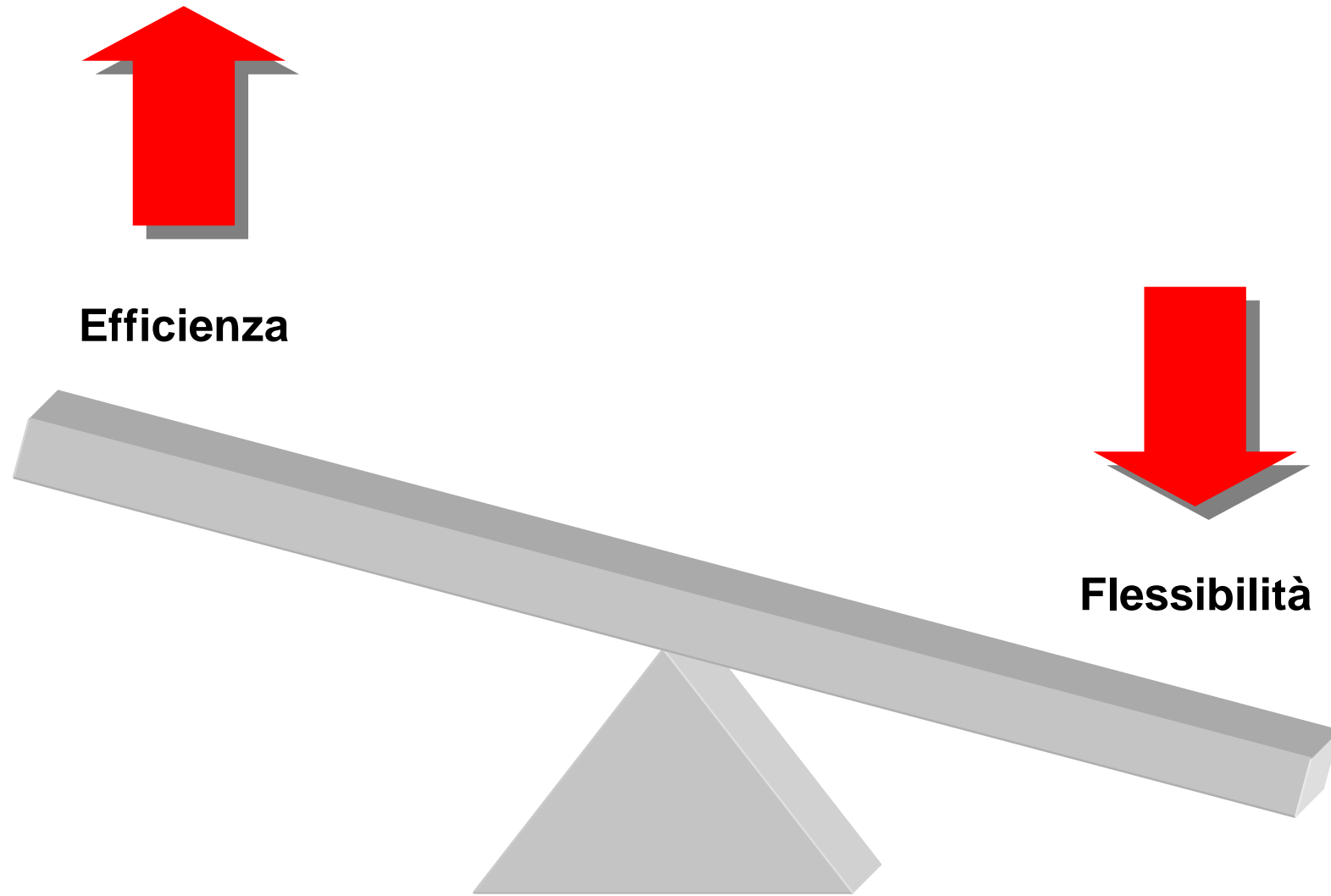
LIVELLO 3	LEVE DI INTERVENTO	PRODOTTO					PROCESSO									
		DEFINIZIONE FAMIGLIE DI PRODOTTI	STRUTTURA A CLESSIDRA	DIVERSIFICAZIONE A VALLE	LOGICHE LIFE CYCLE COST	TECNOLOGIA DI PRODOTTO	AMPIEZZA PROCESSO PRODUTTIVO	PRODUZIONE A FLUSSO	FRAZIONAMENTO CAPACITA'	IMPIANTI MODULARI	LINEE DEDICATE O MIXED MODEL	SOVRACAPACITA' PRODUTTIVA	RAZIONALIZZAZIONE FASI DI VALLE	DIMENSIONAMENTO MAGAZZINI	TIPO DI AUTOMAZIONE	PROCESS CAPABILITY
	OBIETTIVI FUNZIONE DI PIU' LEVE	INVESTIMENTI SU ORIZZONTI SIGNIFICATIVI	●	●			●	●		●					●	
FLESSIBILITA' INTRODUZIONE NUOVI PRODOTTI			●			●	●		●	●						
PROCESSO PRODUTTIVO RIPETITIVO		●						●	●		●					
VISIBILITA' DEL PROCESSO				●				●	●		●			●		
FACILITA' DI GESTIONE			●	●				●	●		●	●		●		
ELIMINAZIONE COLLI DI BOTTIGLIA									●			●				
RIDUZIONE LEAD TIME								●	●		●	●	●			
PERSONALIZZAZIONE PRODOTTI			●	●									●			
MIGLIORAMENTO QUALITA'					●	●	●	●	●	●	●				●	●

SEQUENZA DI PIANIFICAZIONE E IMPLEMENTAZIONE

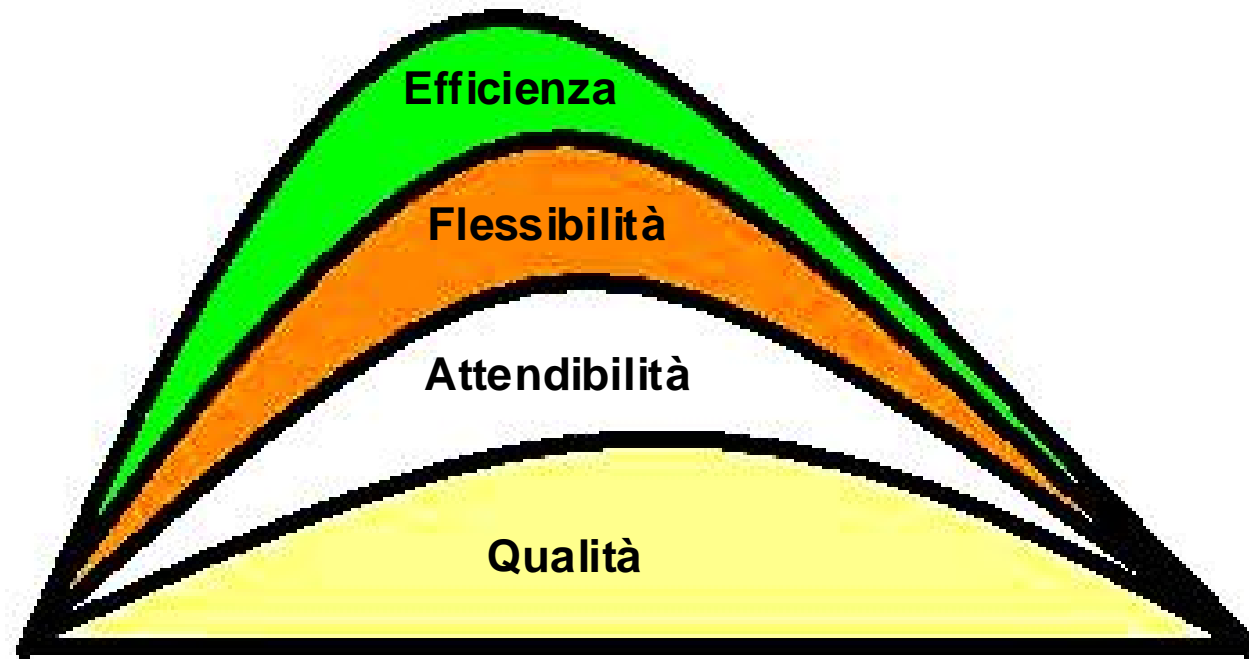


APPROCCI TRADE-OFF E CUMULATIVE

APPROCCIO "TRADE-OFF"



APPROCCIO “CUMULATIVE”



MATRICE D'IMPATTO LEVE-PRESTAZIONI

Ritenete che l'impatto di ogni leva su ciascuna prestazione sia: 1 = bassissimo..... 10 = elevatissimo

	P1 Bassi costi di produ- zione	P2 elevata produttività totale (=output / risorse impiegate)	P3 ridotti tempi di sviluppo- prodotto	P4 ridotti tempi di attraver- samento in pro- duzione	P5 elevata rapidità di consegna	P6 elevata puntualità e affidabilità (in quantità e mix) delle consegne	P7 alto livello della qualità di prodotto (capability)	P8 assenza di difettosità (conforman- ce)	P9 elevata flessibilità	P10 ottima assistenza tecnica e servizi aggiuntivi ai clienti	IMPATTO MEDIO
L1) organizzazione orientata ai processi											
L2) "process ownership" (decentramento decisionale, polivalenza e polifunzionalità della manodopera, formazione, valorizzazione proposte)											
L3) metodi avanzati di sviluppo prodotti (CE)											
L4) tecniche innovative per la sincronizzazione dei flussi produttivi (JIT)											
L5) procedure per la qualità del prodotto-processo (TQM)											
L6) gestione avanzata dei fornitori-subfornitori											
L7) gestione avanzata dei clienti (informazioni, coinvolgimento, feedback)											
L8) tecnologie innovative incorporate nel prodotto											
L9) tecnologie di processo all'avanguardia											
L10) sistema informativo-telematico avanzato											

Università degli Studi di Udine
Facoltà di Ingegneria
Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale

GESTIONE DELLA PRODUZIONE

I PARTE: SISTEMI DI PRODUZIONE

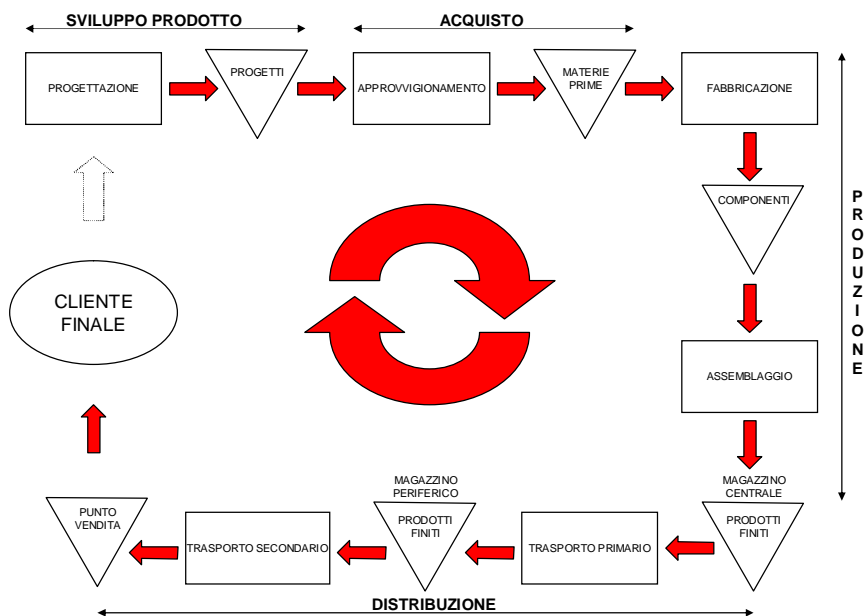
a.a. 2005-2006
prof. ing. Alberto Felice De Toni

SOMMARIO I PARTE

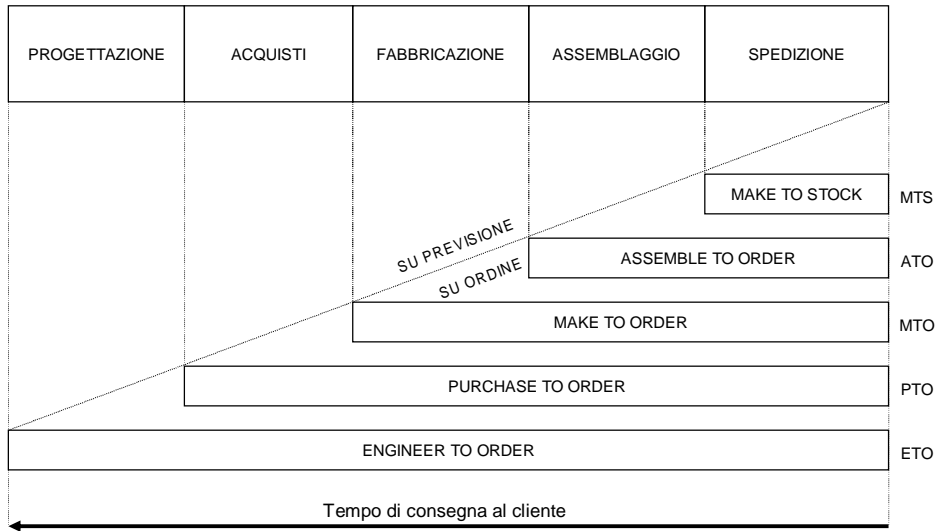
- I. CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI**
- II. TIPI DI SISTEMI PRODUTTIVI**
- III. GROUP TECHNOLOGY**
- IV. PRODUZIONE INTERMITTENTE E RIPETITIVA**
- V. ATTREZZAMENTO**
- VI. SVILUPPO CONGIUNTO PRODOTTO – PROCESSO**

I. CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI

SCHEMA GENERALIZZATO DI FLUSSO LOGISTICO



CLASSIFICAZIONE RISPETTO AL MODO DI RISPONDERE ALLA DOMANDA



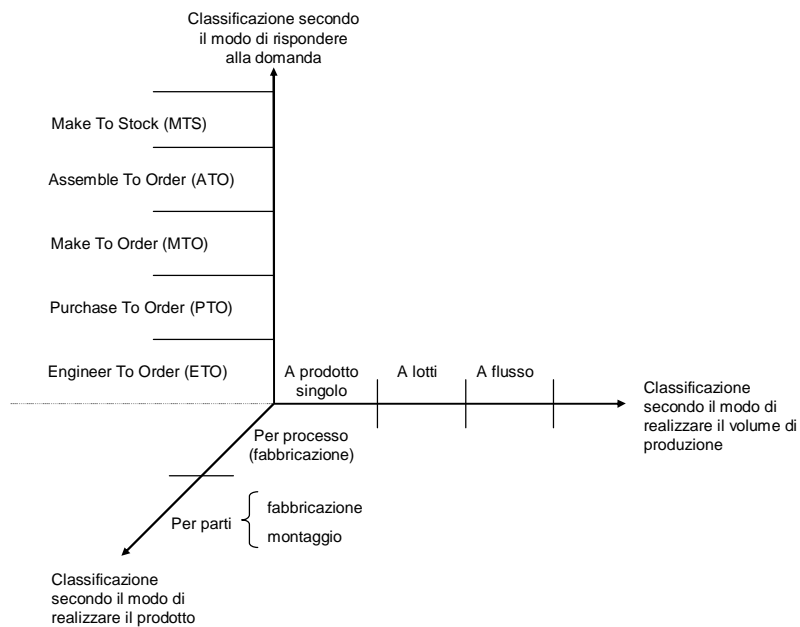
AZIENDE CON PRODOTTI A CATALOGO E SU COMMESSA

		Lanci in produzione	
		Su previsione delle vendite	Su ordine dei clienti
Tipo di prodotto	Standard	1 Aziende con prodotti a catalogo su previsione	2 Aziende con prodotti a catalogo su ordine
	Su specifica del cliente	3	4 Aziende con prodotti su commessa (caratterizzati e differenziati)

AZIENDE CON PRODOTTI SU COMMESSA

		Lanci in produzione su commessa del cliente	
		Singola	Ripetitiva
Prodotti su specifica del cliente	Caratterizzati (customizzati a partire da una base standard)	1 Aziende con prodotti caratterizzati su commessa singola (una tantum)	2 Aziende con prodotti caratterizzati su commessa ripetitiva
	Differenziati (progettati ex novo)	3 Aziende con prodotti differenziati su commessa	4

CLASSIFICAZIONE DEI SISTEMI PRODUTTIVI



CLASSIFICAZIONE DELLE FORME DI AUTOMAZIONE

Classificazione secondo il modo di realizzare il prodotto	Classificazione secondo il modo di realizzare il volume di produzione	Ciclo tecnologico	Tecnica di automazione
Produzione per processo	-- A flusso } -- A lotti }	Fisso	Controllo di processo
Produzione per parti	-- A flusso	Fisso	Automazione rigida
	-- A lotti	Variabile	Automazione flessibile

CLASSIFICAZIONE DELLE MODALITA' DI PRODUZIONE

Classificazione secondo il modo di realizzare il volume di produzione	PRODUZIONE SINGOLA	PRODUZIONE A LOTTI	PRODUZIONE A FLUSSO
Classificazione secondo il modo di realizzare il prodotto	1	2	3
	PRODUZIONE PER PARTI (PRODOTTI INTEGRALI)	PRODUZIONE INTERMITTENTE	PRODUZIONE RIPETITIVA
PRODUZIONE PER PROCESSO (PRODOTTI DIMENSIONALI)	PRODUZIONE SINGOLA	4	5
		PRODUZIONE DISCONTINUA	PRODUZIONE CONTINUA

CLASSI DI IMPIANTI E SETTORI INDUSTRIALI

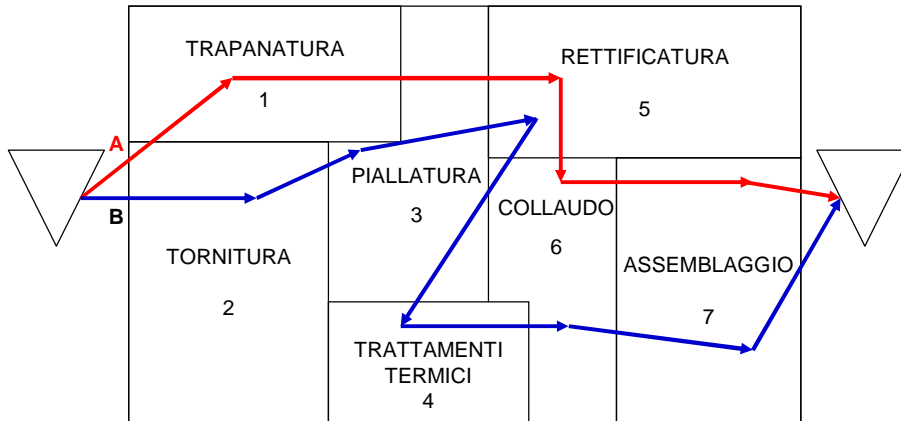
Classificazione secondo il modo di realizzare il volume di produzione / Classificazione secondo il modo di realizzare il prodotto	PRODUZIONE SINGOLA	PRODUZIONE A LOTTI	PRODUZIONE A FLUSSO
PRODUZIONE PER PARTI	CANTIERI -- Costruzioni civili -- Navi	JOB SHOP E CELLE -- Macchine utensili	LINEE DISCRETE -- Automobili
PRODUZIONE PER PROCESSO	LABORATORI -- Prodotti chimici di sintesi	IMPIANTI BATCH -- Polimeri -- Prodotti petrolchimici	LINEE DI PROCESSO -- Fertilizzanti -- Trafilati

II.

TIPI DI SISTEMI PRODUTTIVI

JOB SHOP

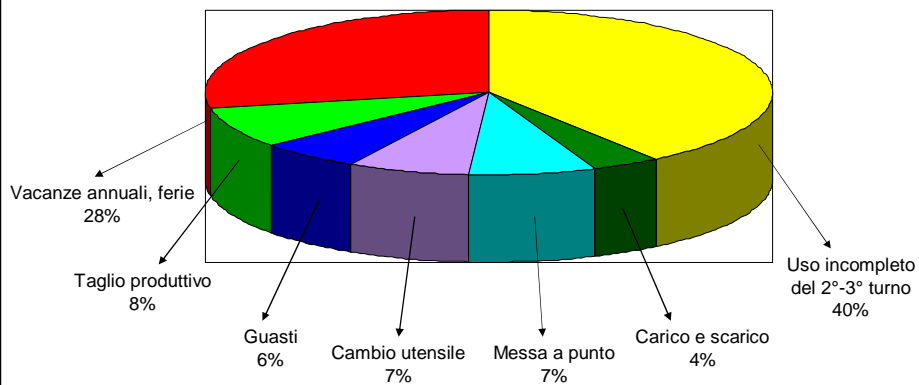
Insieme di macchine con funzioni differenti operanti separatamente



CICLO A 1-5-6-7

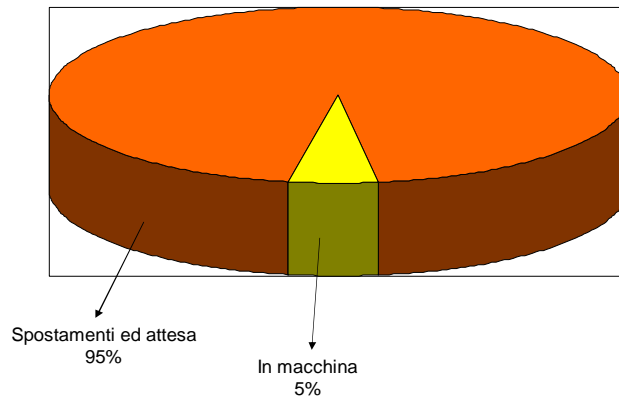
CICLO B 2-3-5-4-6-7

UTILIZZO DELLE MACCHINE UTENSILI NEL JOB SHOP



Utilizzo macchine utensili fatto 100 il tempo di disponibilità lorda (solare) per il JOB SHOP

TEMPO DI PERMANENZA DELLE PARTI IN LAVORAZIONE NEL JOB SHOP



Composizioni del lead time per il JOB SHOP (tempo di permanenza delle parti in lavorazione)

CONFRONTO TRA PRODUZIONE PER REPARTI E PRODUZIONE IN LINEA

PRODUZIONE PER REPARTI

Punti di forza

1. Investimento ridotto
2. Alta flessibilità
3. Elevata elasticità
4. Scarsa obsolescenza
5. Rapido avvio di nuove produzioni

Punti di debolezza

1. Alti tempi di attraversamento
2. Elevato WIP (work in progress)
3. Scarsa saturazione delle macchine
4. Alti costi della manodopera
5. Qualità non omogenea
6. Scarsa prevedibilità dei tempi di consegna
7. Necessità di manodopera specializzata in mestieri (es. tornitore, intagliatore)

PRODUZIONE IN LINEA

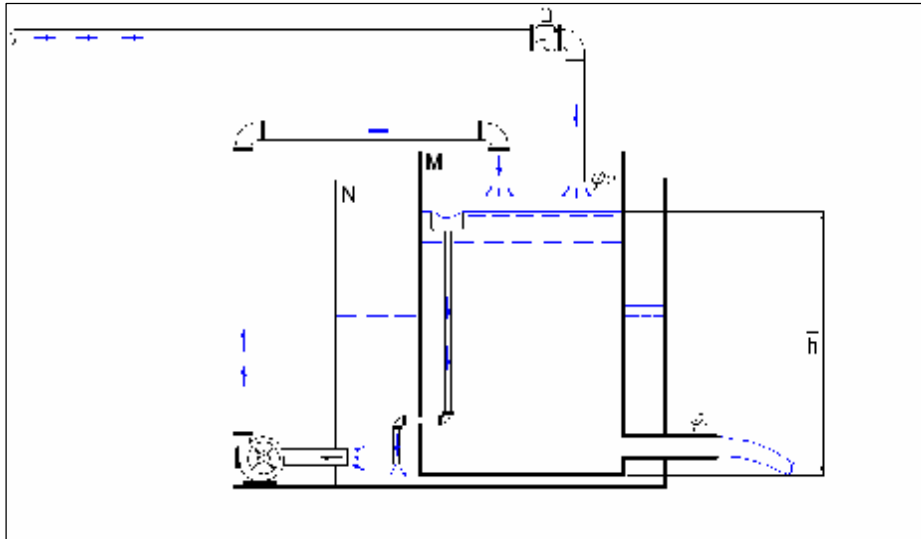
Punti di forza

1. Ridotti tempi di ciclo
2. Ridotto numero di pezzi in lavorazione
3. Elevata saturazione
4. Ridotto fabbisogno di manodopera
5. Qualità uniforme

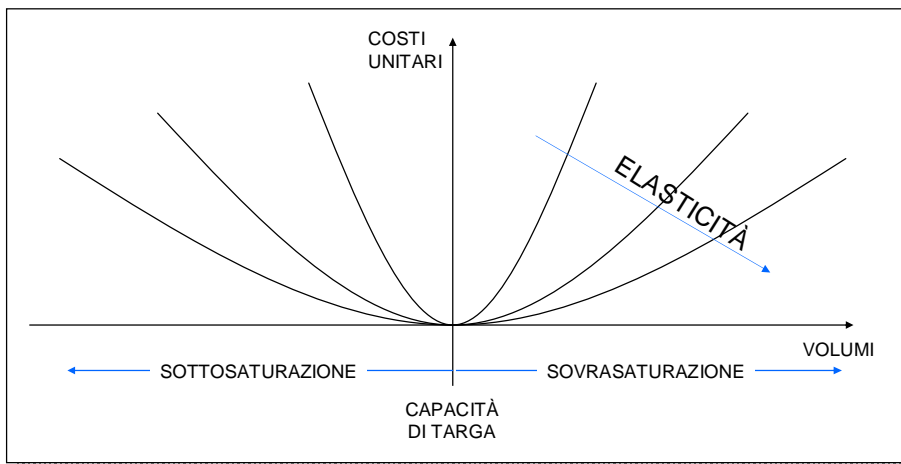
Punti di debolezza

1. Notevole rigidità
2. Investimenti elevati
3. Rischi di rapida obsolescenza
4. Vulnerabilità ai guasti
5. Elevato tempo di avvio di nuove produzioni

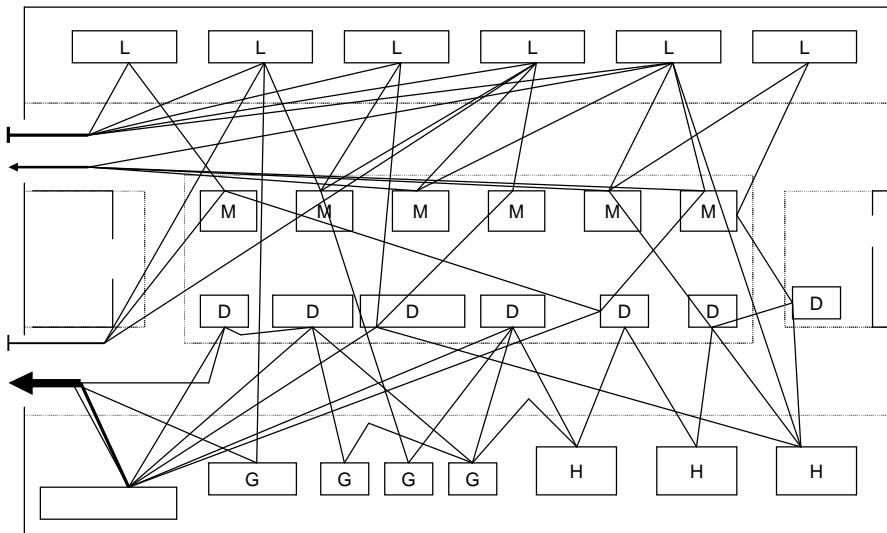
MODELLO IDRAULICO



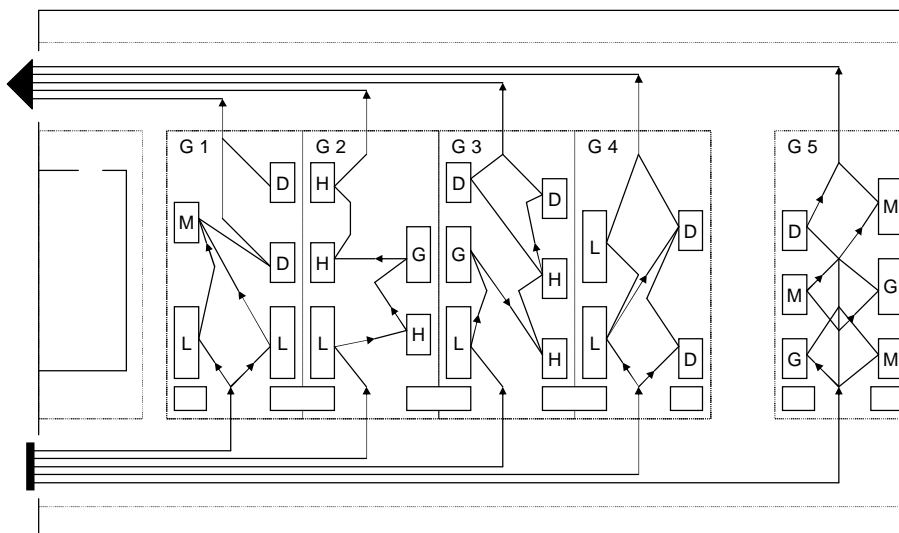
ELASTICITA' = FLESSIBILITA' AI VOLUMI



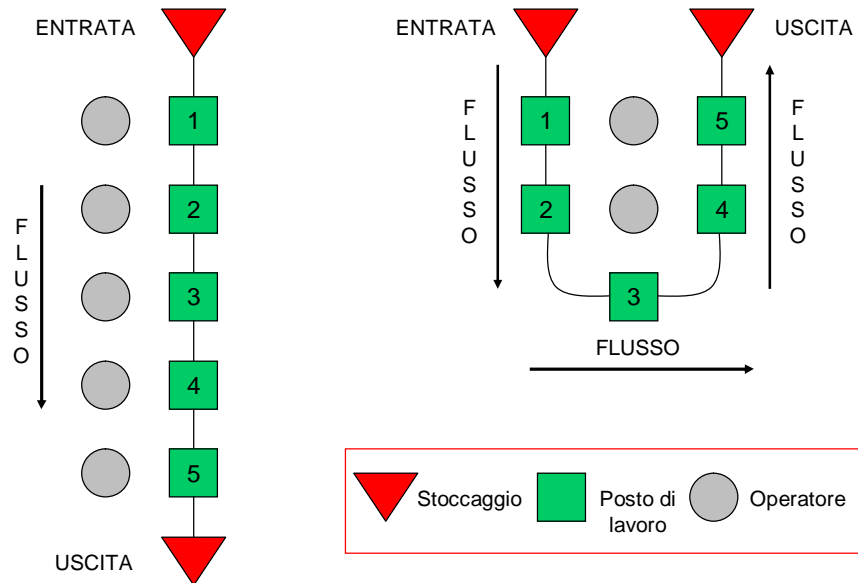
SISTEMA COMPLESSO DI CIRCOLAZIONE DEI MATERIALI (JOB SHOP)



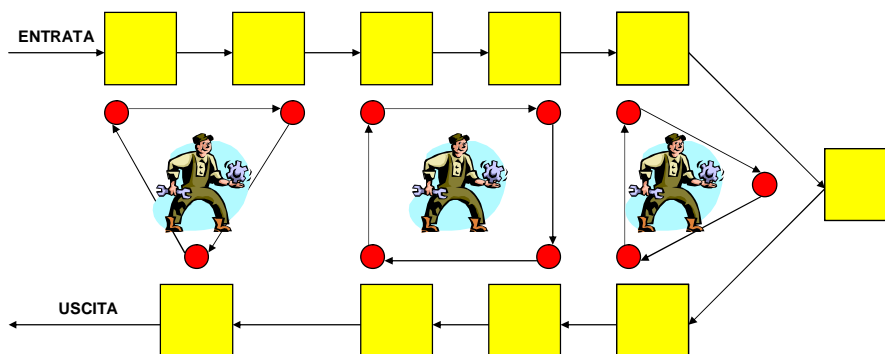
SISTEMA SEMPLICE DI CIRCOLAZIONE DEI MATERIALI (CELLA)

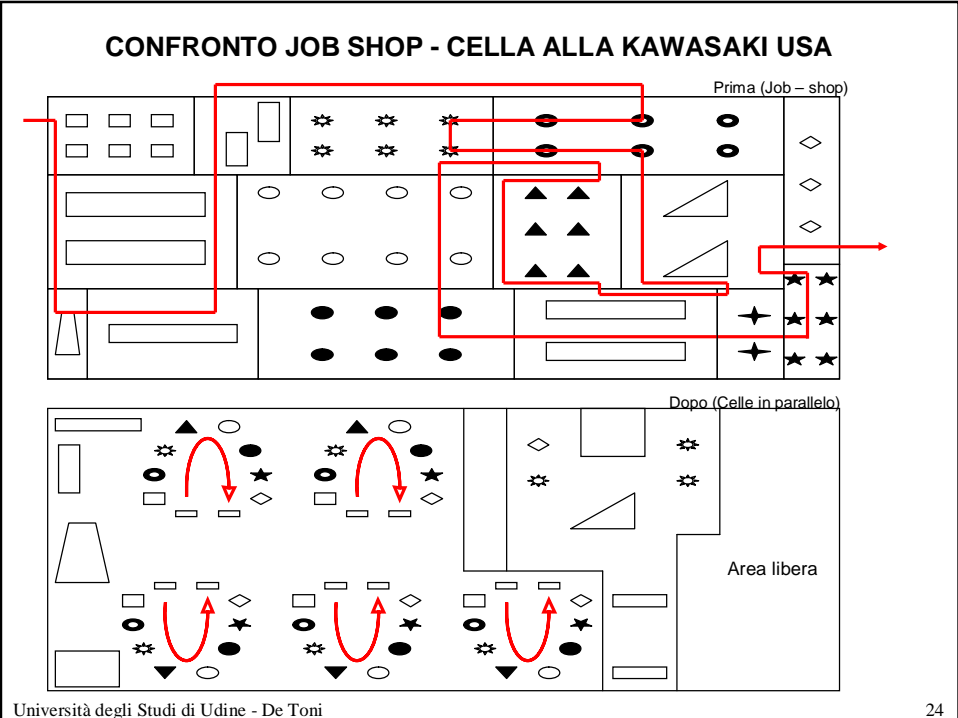
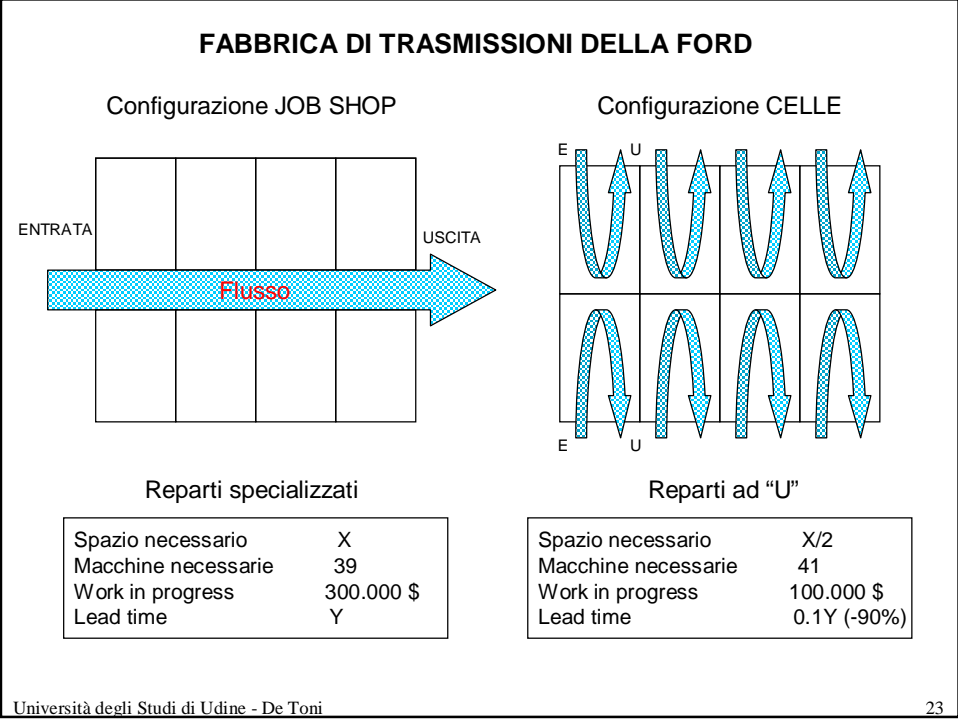


CONFRONTO TRA UNA LINEA DIRITTA ED UNA AD "U"



ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO IN UNA CELLA





LIVELLAMENTO

	Prodotto A	Prodotto B	Prodotto C	
	50%	30%	20%	
	5000	3000	2000	MESE
	1250	750	500	SETTIMANA
	250	150	100	GIORNO
	25	15	10	ORA
	5	3	2	PERIODO ELEMENTARE = $5 TC_A + 3 TC_B + 2 TC_C$ (TC = TEMPO CICLO)

CLASSIFICAZIONE DELLE LINEE

Tipo di flusso Numero di prodotti e modalità produttive	FLUSSO MONODIREZIONALE (Direzione e sequenza fissi)	FLUSSO MONODIREZIONALE CON BYPASS (Direzione fissa e sequenza variabile)	FLUSSO BIDIREZIONALE CON BACKTRACKING (Direzione e sequenza variabili)
LINEA MONOPRODOTTO	1 LINEA DEDICATA	2	3
LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE (Alti tempi set up)	4 LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE MONODIREZIONALE	5 LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE CON BYPASS	6 LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE CON BACKTRACKING
LINEA MULTIPRODOTTO MIXATA (Bassi o nulli tempi set up)	7 LINEA MIXED MODEL	8 LINEA MIXED MODEL CON BYPASS	9

CARATTERISTICHE DIFFERENZIANTI LE DIVERSE PRODUZIONI

Modalità di realizzare il volume di produzione Caratteristiche differenzianti	PRODUZIONE INDIVIDUALE			PRODUZIONE INTERMITTENTE			
	PRODUZIONE INDIVIDUALE	PRODUZIONE INTERMITTENTE		PRODUZIONE RIPETITIVA			
TIPO DI IMPIANTO	CANTIERE	JOB - SHOP	CELLE IN PARALLELO	CELLE IN SERIE	LINEA MULTIPRODOTTO MIXATA	LINEA MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE	LINEA MONOPRODOTTO
PERCORSO DEI MATERIALI	CONVERGENTE VERSO L'AREA DI COSTRUZIONE	TRA MACCHINE DI REPARTI DIVERSI	TRA MACCHINE ALL'INTERNO DELLA STESSA CELLA	TRA MACCHINE ALL'INTERNO DELLA STESSA CELLA E TRA CELLE DIVERSE	TRA STAZIONI IN LINEA A FLUSSO		
MOVIMENTAZIONE DEI MATERIALI	PER SINGOLI PEZZI O GRUPPI	PER LOTTI	PER LOTTI (CON O SENZA OVERLAPPING) TRA MACCHINE DIVERSE DELLA STESSA CELLA	PER LOTTI (CON O SENZA OVERLAPPING) TRA MACCHINE DIVERSE DELLA STESSA CELLA E PER LOTTI TRA CELLE DIVERSE	PER SINGOLI PEZZI A FLUSSO		
RICONFIGURAZIONE O ATTREZZAGGIO	NON RILEVANTE	ATTREZZAGGIO DI SINGOLA MACCHINA	ATTREZZAGGIO DI SINGOLA MACCHINA O DI CELLA	ATTREZZAGGIO DI SINGOLA MACCHINA O DI CELLA	RICONFIGURAZIONE A OGNI CAMBIO DI MIX	RICONFIGURAZIONE A OGNI CAMBIO DI PRODUZIONE	RICONFIGURAZIONE NON NECESSARIA

Università degli Studi di Udine - De Toni

27

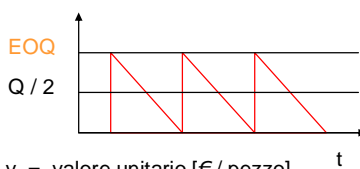
DETERMINAZIONE DEL LOTTO ECONOMICO (1)

$$\text{Costo di mantenimento scorta} = \frac{Q}{2} v i$$

EOQ = lotto economico [pezzi]

$\frac{Q}{2}$ = quantità mediamente presente [pezzi]

Grafico sull'andamento delle scorte



v = valore unitario [€/ pezzo]

i = costo del denaro (interessi)

$$\text{Costo di emissione ordini} = \frac{D}{Q} K$$

EOQ = lotto economico [pezzi]

D = domanda nel periodo [pezzi / periodo]

D/Q = n° ordini nel periodo

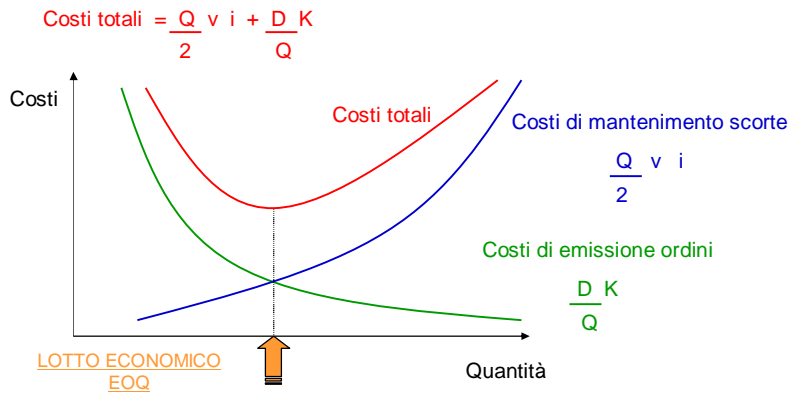
K

K = costo preparazione ordine [€]

Università degli Studi di Udine - De Toni

28

DETERMINAZIONE DEL LOTTO ECONOMICO (2)



$$1) \frac{dC}{dQ} = 0 = \frac{1}{2} v i - \frac{D K}{Q^2} \longrightarrow EOQ = \sqrt{(2 D K) / (v i)}$$

$$2) \frac{Q}{2} v i = \frac{D K}{Q} \longrightarrow EOQ = \sqrt{(2 D K) / (v i)}$$

III. GROUP TECHNOLOGY

GROUP TECHNOLOGY

E' una filosofia di approccio ai problemi: molti problemi sono simili, raggruppandoli in classi l'individuazione di un'unica soluzione per un'intera classe di problemi realizza un notevole risparmio di risorse

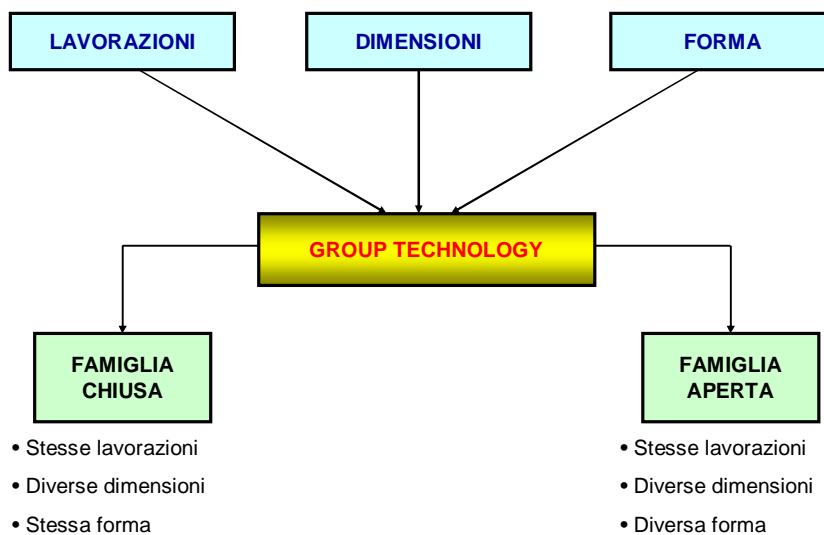
Campi di applicazione

1. **Progettazione dei prodotti**
2. **Definizione dei cicli di produzione**
3. **Produzione e/o montaggio di componenti**

Categorie di classificazione in famiglie

1. **Attributi di progettazione:** forma, rapporto lunghezza – diametro, funzionalità, dimensioni, tolleranze, finiture superficiali
2. **Attributi di produzione:** sequenza delle operazioni, tempi di lavorazione, attrezzature, utensili, dimensioni, macchine utensili, finiture superficiali, lotti, domanda annua

GROUP TECHNOLOGY



CREAZIONE DI FAMIGLIE DI PRODOTTO SECONDO I CRITERI DELLA GROUP TECHNOLOGY

CODICI LAVORATI

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
A		*			*		*		*						*			*		*		*	
B	*						*													*		*	
C						*		*		*			*					*					
D	*					*		*		*			*		*			*					
E	*					*		*		*			*		*			*		*			
F	*					*		*		*			*		*			*		*			
G			*	*		*		*		*		*		*			*		*				
H			*	*		*		*		*		*		*			*		*				
I			*	*		*		*		*		*		*			*		*				
J		*			*				*						*			*			*		*
K		*	*	*					*			*		*				*		*	*	*	*
L		*	*	*					*			*		*			*		*	*	*	*	*
M				*		*		*		*		*		*		*		*		*	*	*	*
N		*	*			*		*		*		*		*		*		*		*	*	*	*
O					*				*		*		*					*		*	*	*	*
P					*			*		*		*		*				*		*	*	*	*
Q						*		*		*		*		*				*		*	*	*	*

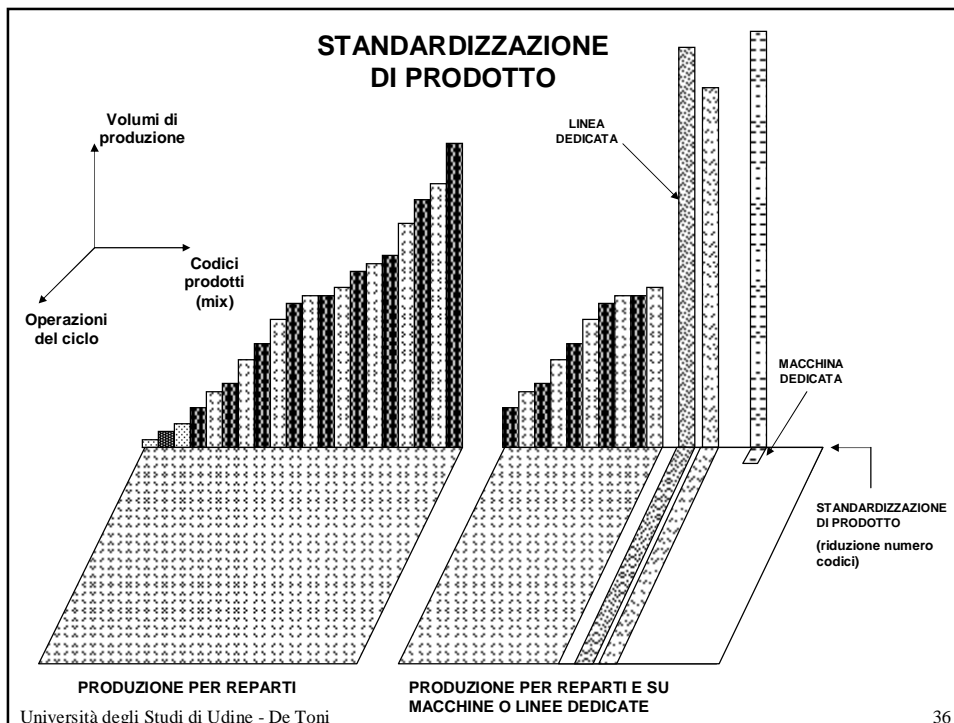
CODICI RAGGRUPPATI IN FAMIGLIE SULLA BASE DEL CICLO DI PRODUZIONE

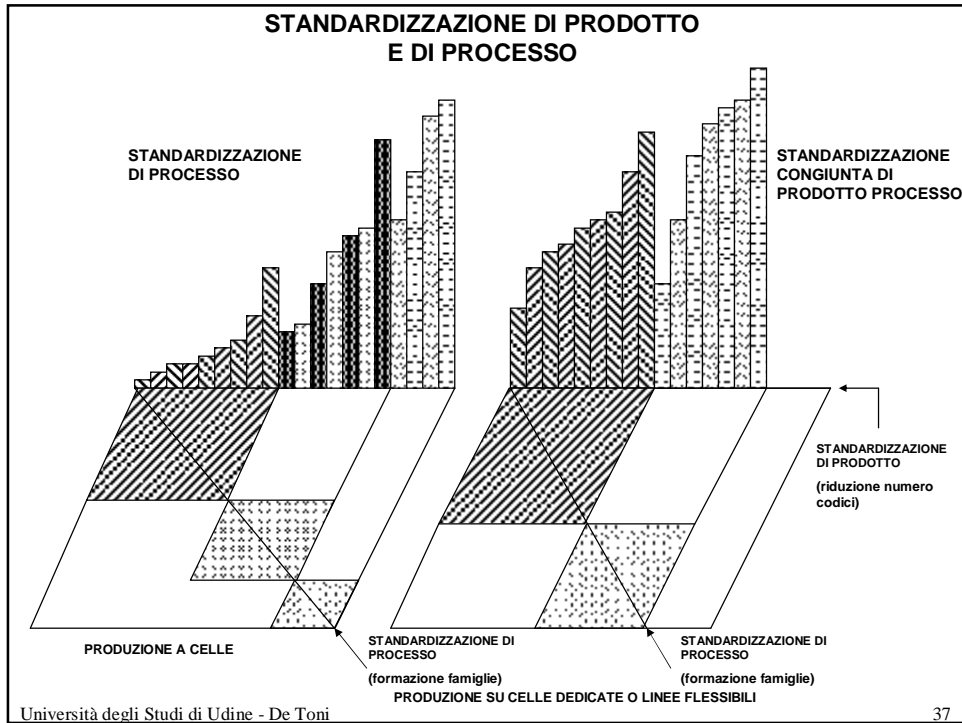
	5	15	18	21	2	9	1	7	11	14	16	19	3	4	12	20	22	6	10	13	17	8	
A	*	*	*	*	*	*																	
I	*	*	*	*	*	*																	
J	*	*	*	*	*	*																	
N	*	*	*	*	*	*																	
B				*			*	*	*	*	*	*	*										
E							*	*	*	*	*	*	*										
F							*	*	*	*	*	*	*										
M							*	*	*	*	*	*	*										
H													*	*	*	*	*	*					
K													*	*	*	*	*	*					
L													*	*	*	*	*	*					
O													*	*	*	*	*	*					
P									*										*	*	*	*	*
C																			*	*	*	*	*
D																			*	*	*	*	*
G																			*	*	*	*	*
Q																			*	*	*	*	*

FORMAZIONE DELLE FAMIGLIE

1. **Ispezione visiva**
 - Analisi di forma e cicli
2. **Analisi dei flussi di produzione (Product Flow Analysis - PFA)**
 - Non richiede codifica dei particolari
 - Individua i gruppi di M.U.
3. **Sistemi di classificazione e codifica**
 - Attribuzione automatica del codice sulla base delle risposte fornite dall'analista
 - Raggruppamento in famiglie sulla base di tabelle che indicano i campi di variazione delle cifre - valori

IV. PRODUZIONE INTERMITTENTE E RIPETITIVA





EFFETTO DELLA STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO - PROCESSO

VOLUME TOTALE = NUMERO TOTALE DI CODICI * VOLUME / CODICE

VOLUME TOTALE = NUMERO FAMIGLIE * VOLUME / FAMIGLIA

VOLUME TOTALE = NUMERO FAMIGLIE * CODICI / FAMIGLIA * VOLUME / CODICE

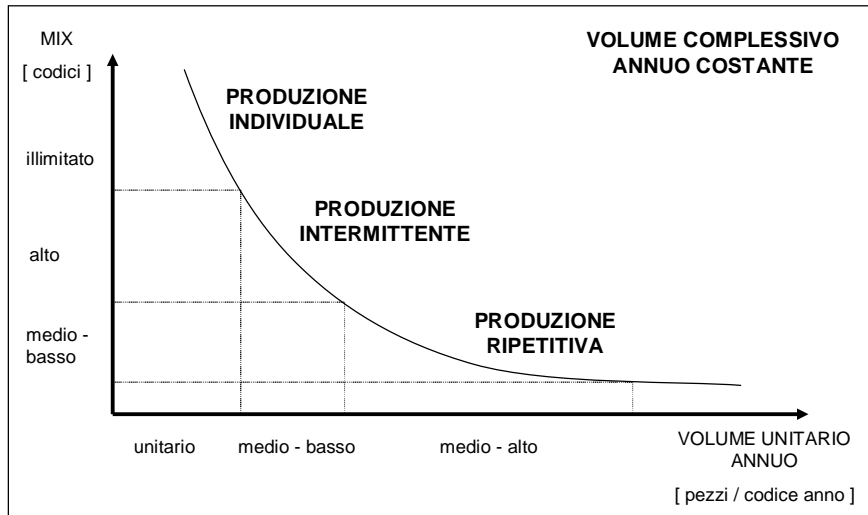
TIPO DI INTERVENTO	NUMERO DI CODICI TOTALE	VOLUME / CODICE
STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO	↘	↗

TIPO DI INTERVENTO	NUMERO DI FAMIGLIE	CODICI / FAMIGLIA	VOLUME / CODICE
STANDARDIZZAZIONE DI PROCESSO	↘	↗	—
		VOLUME / FAMIGLIA	

TIPO DI INTERVENTO	NUMERO DI FAMIGLIE	CODICI / FAMIGLIA	VOLUME / CODICE
STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO - PROCESSO	↘ ↘	↗	↗
		VOLUME / FAMIGLIA	

Università degli Studi di Udine - De Toni 38

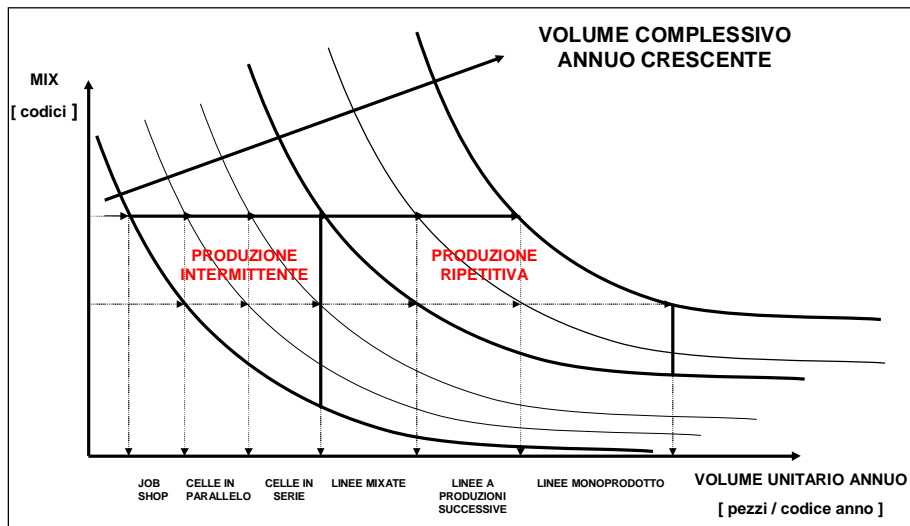
CONTESTI APPLICATIVI DELLE MODALITA' DI PRODUZIONE



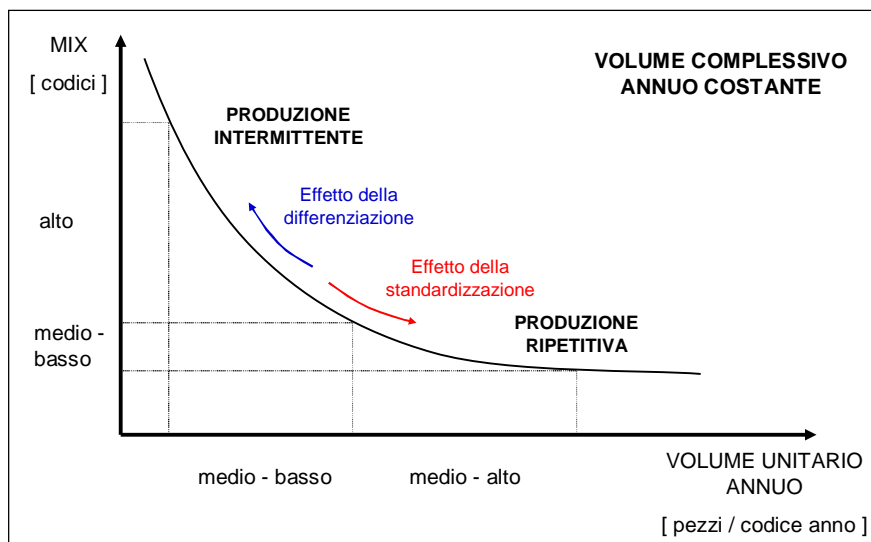
MATRICE DEI CONTESTI APPLICATIVI DELLE MODALITA' DI PRODUZIONE

Volume unitario annuo \ Mix	UNITARIO	BASSO	MEDIO-BASSO	MEDIO	MEDIO-ALTO	ALTO	ALTISSIMO	
ILLIMITATO	CANTERE	PRODUZIONE INTERMITTENTE					VOLUME COMPLESSIVO ANNUO COSTANTE	
ALTISSIMO		JOB-SHOP						
ALTO			CELLE IN PARALLELO					
MEDIO-ALTO				CELLE IN SERIE	PRODUZIONE RIPETITIVA			
MEDIO					LINEE MIXATE			
BASSO						LINEE A PRODUZIONI SUCCESSIVE		
UNITARIO							LINEE MONO-PRODOTTO	

CAMPI DI APPLICAZIONE DEGLI IMPIANTI DI PRODUZIONE AL CRESCERE DEL VOLUME

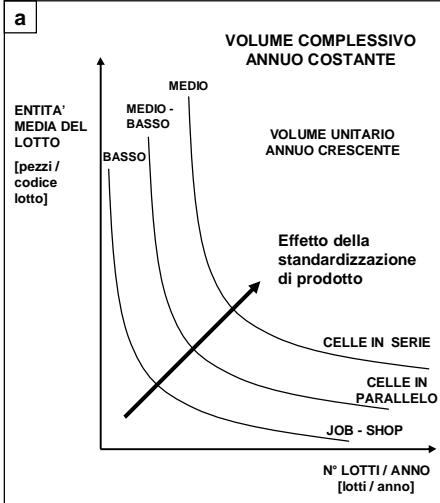


EFFETTO DI STANDARDIZZAZIONE E DIFFERENZIAZIONE

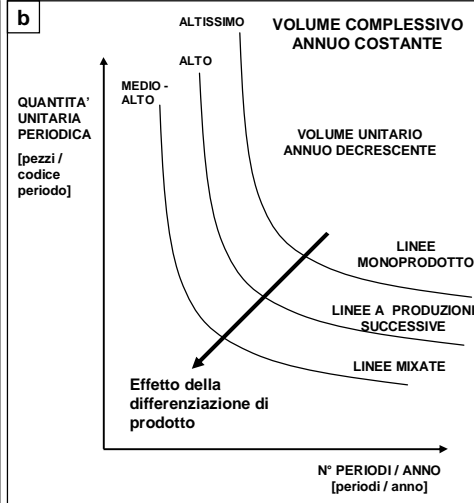


EFFETTI DELLA STANDARDIZZAZIONE E DELLA DIFFERENZIAZIONE

PRODUZIONE INTERMITTENTE

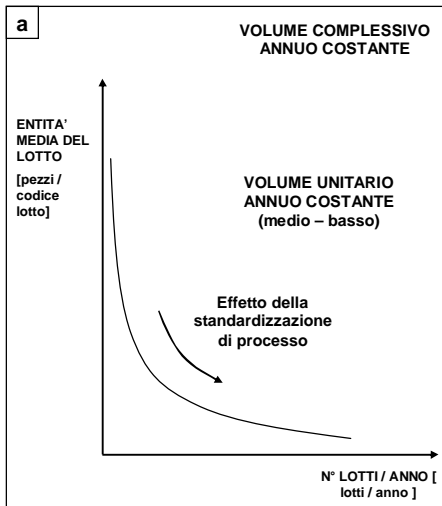


PRODUZIONE RIPETITIVA

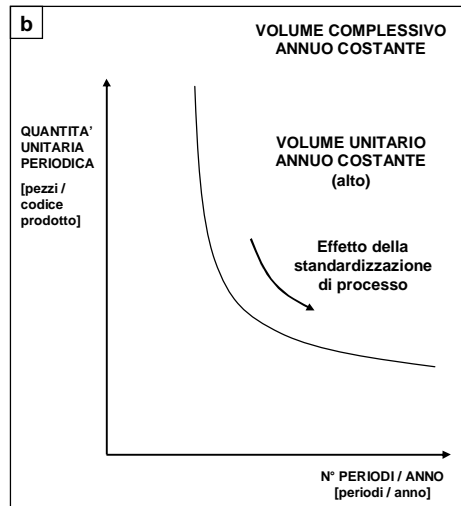


EFFETTO DELLA STANDARDIZZAZIONE DI PROCESSO

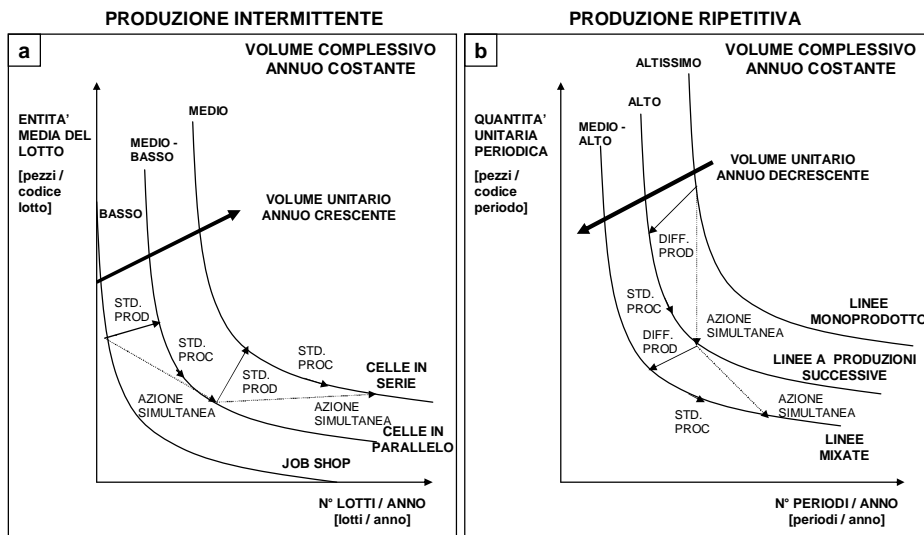
PRODUZIONE INTERMITTENTE



PRODUZIONE RIPETITIVA



EFFETTI DELL'AZIONE SIMULTANEA DI STANDARDIZZAZIONE E DIFFERENZIAZIONE



RAPPRESENTAZIONE MATRICIALE DEGLI EFFETTI DELLA STANDARDIZZAZIONE DI PRODOTTO E PROCESSO

ENTITA' MEDIA DEL LOTTO	VOLUMI UNITARI ANNUI		
	BASSI	MEDIO - BASSI	MEDI
GRANDE	JOB SHOP	STD. PRODOTTO STD. PROCESSO	
MEDIA		CELLE IN PARALLELO	STD. PRODOTTO STD. PROCESSO
PICCOLA			CELLE IN SERIE

RAPPRESENTAZIONE MATRICIALE DEGLI EFFETTI DI STANDARDIZZAZIONE DI PROCESSO E DIFFERENZIAZIONE DI PRODOTTO

VOLUMI UNITARI ANNUI ENTITA' MEDIA DEL LOTTO	MEDIO - ALTI	ALTI	ALTISSIMI
PICCOLA	LINEE MULTIPRODOTTO MIXATE		
MEDIA	STD. PROCESSO	LINEE MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE	
GRANDE		STD. PROCESSO	LINEE MONOPRODOTTO

Red arrows indicate transitions: from 'STD. PROCESSO' (Media, Medio-Alti) to 'LINEE MULTIPRODOTTO MIXATE' (Piccola, Medio-Alti); from 'STD. PROCESSO' (Grande, Alti) to 'LINEE MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE' (Media, Alti); from 'STD. PROCESSO' (Grande, Alti) to 'LINEE MONOPRODOTTO' (Grande, Alti); and from 'LINEE MONOPRODOTTO' (Grande, Alti) to 'LINEE MULTIPRODOTTO A PRODUZIONI SUCCESSIVE' (Media, Alti).

CAMPI APPLICATIVI DEI SISTEMI PRODUTTIVI STRUTTURATI PER SOTTOFABBRICHE FOCALIZZATE

Volume unitario annuo Mix	UNITARIO	BASSO	MEDIO-BASSO	MEDIO	MEDIO-ALTO	ALTO	ALTISSIMO
ILLIMITATO	CANTIERE	VOLUME COMPLESSIVO ANNUO COSTANTE					
ALTISSIMO		JOB-SHOP	SISTEMA PRODUTTIVO STRUTTURATO PER SOTTOFABBRICHE FOCALIZZATE				
ALTO			CELLE IN PARALLELO				aumenta flessibilità
MEDIO-ALTO				CELLE IN SERIE			
MEDIO					LINEE MIXATE		
BASSO						LINEE A PRODUZIONI SUCCESSIVE	
UNITARIO							LINEE MONO-PRODOTTO

Black arrows indicate trends: 'aumenta efficienza' points from 'CANTIERE' (Illimitato, Unitario) towards 'JOB-SHOP' (Altitissimo, Basso); 'aumenta flessibilità' points from 'LINEE MONO-PRODOTTO' (Unitario, Altissimo) towards 'CELLE IN PARALLELO' (Alto, Medio-Basso).

V. ATTREZZAGGIO

RIDUZIONE DEL TEMPO DI ATTREZZAGGIO

**Concetto 1 - SEPARARE L' ATTREZZAGGIO INTERNO
DALL' ATTREZZAGGIO ESTERNO**

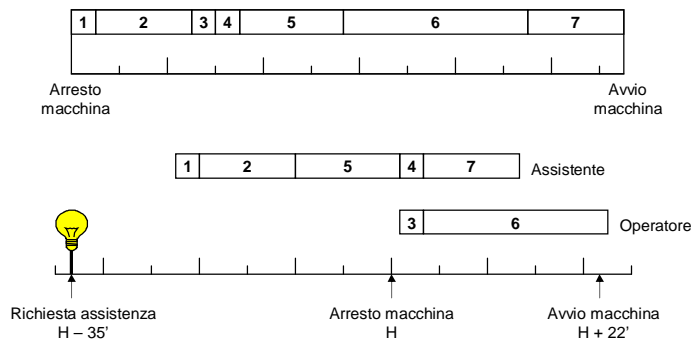
**Concetto 2 - CONVERTIRE PER QUANTO POSSIBILE L' ATTREZZAGGIO
INTERNO IN ATTREZZAGGIO ESTERNO**

Concetto 3 - RIDURRE L' ATTREZZAGGIO INTERNO

Concetto 4 - ABOLIRE IL RIATTREZZAGGIO

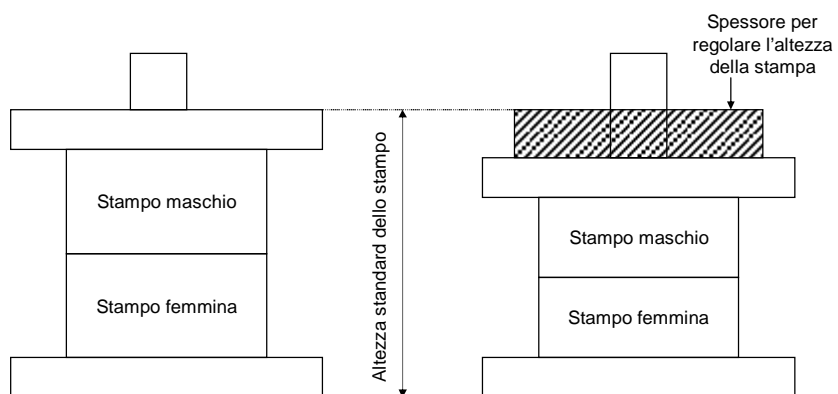
SEPARAZIONE ATTREZZAGGIO INTERNO - ESTERNO

N° delle mansioni	Operazioni	Durata (minuti)
1.	Cercare il nuovo utensile	3
2.	Portare il nuovo utensile	10
3.	Togliere il vecchio utensile	2
4.	Montare il nuovo utensile	2
5.	Portare i nuovi pezzi da lavorare	10
6.	Regolare il nuovo utensile	20
7.	Eliminare il vecchio utensile	10
TOTALE		57



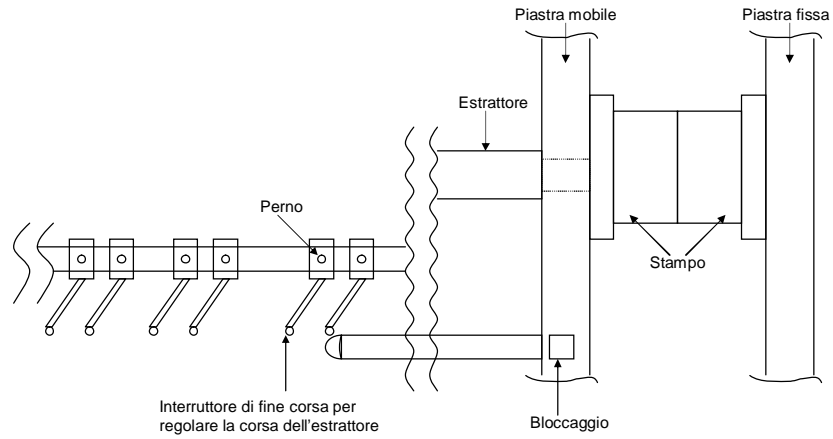
RIDUZIONE DELL' ATTREZZAGGIO INTERNO

Impiego di uno spessore per normalizzare l'altezza dello stampo

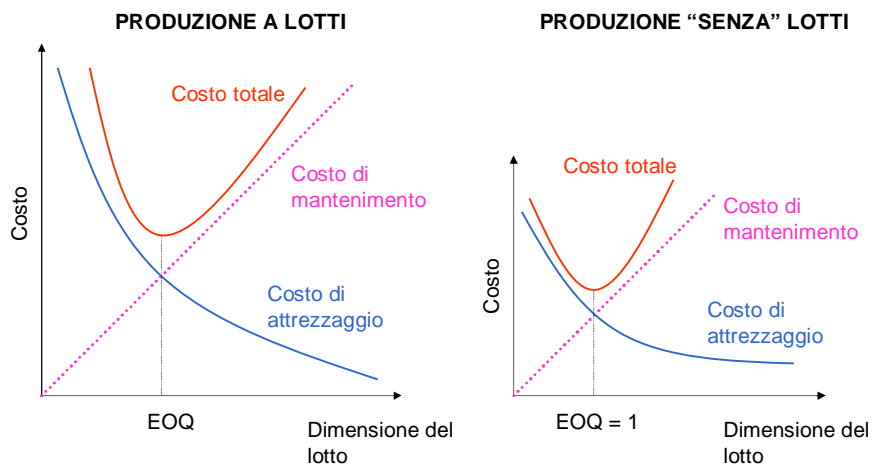


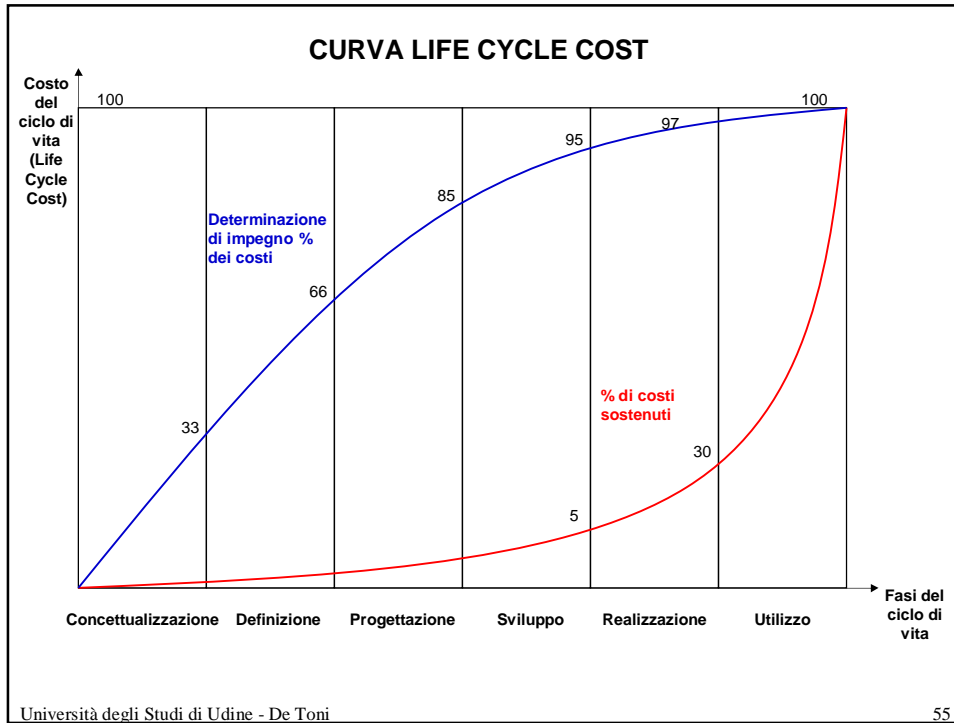
RIDUZIONE DELL' ATTREZZAGGIO INTERNO

L'installazione di un interruttore di fine corsa in tutte le posizioni opportune accelera la regolazione della corsa dell'estrattore



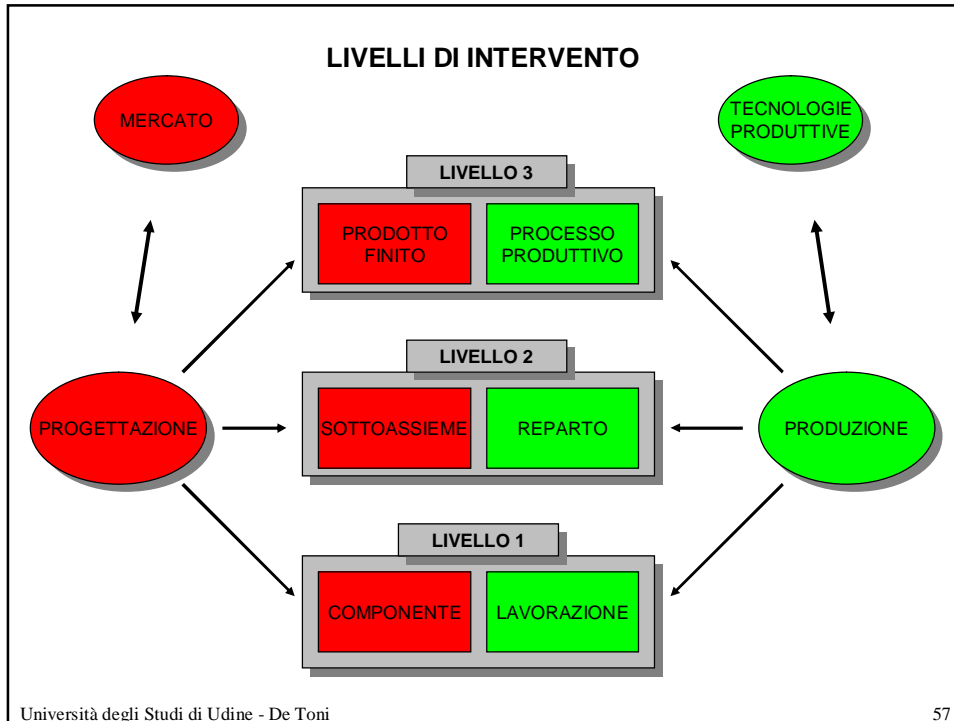
LOTTO ECONOMICO UNITARIO





VI. SVILUPPO CONGIUNTO PRODOTTO - PROCESSO

Università degli Studi di Udine - De Toni 56



LIVELLO 1

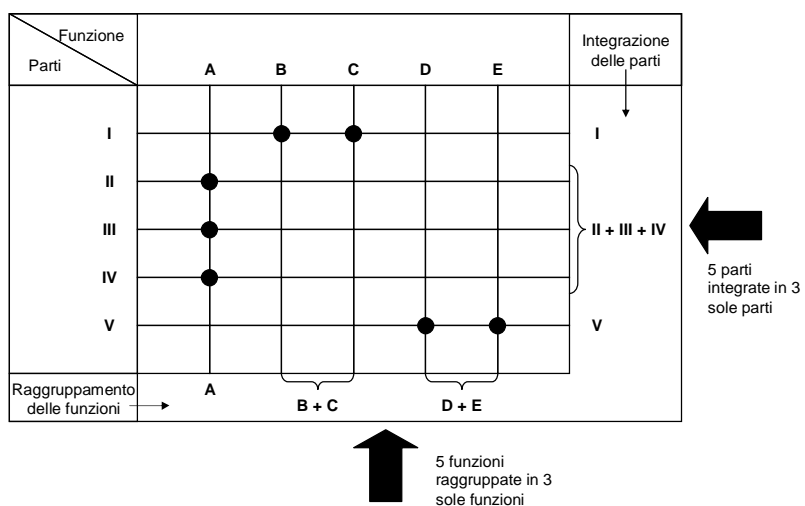
REVISIONE COMPONENTE		REVISIONE LAVORAZIONE	
LEVE	OBIETTIVI PRIMARI	LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
- STANDARDIZZAZIONE	- RIDUZIONE NUMERO COMPONENTI IN ASSOLUTO	- STANDARDIZZAZIONE OPERAZIONE	- RIDUZIONE NUMERO OPERAZIONI, UTENSILI ED ATTREZZATURE
- MULTIFUNZIONALITA' E INTEGRAZIONE	- RIDUZIONE NUMERO COMPONENTI PER PRODOTTO	- ANALISI TEMPO DI ATTREZZAGGIO	- RIDUZIONE TEMPO DI ATTREZZAGGIO
- LAVORABILITA' (DESIGN FOR MANUFACTURING)	- FACILITA' DI LAVORAZIONE	- ANALISI TEMPO DI CARICO - SCARICO	- RIDUZIONE TEMPI MORTI
- TRASPORTABILITA'	- SEMPLIFICAZIONE DELL'HANDLING	- DISPOSITIVI POKA - YOKE	- ELIMINAZIONE ERRORI UMANI
- MONTABILITA' (DESIGN FOR ASSEMBLY)	- FACILITA' DI MONTAGGIO		

Università degli Studi di Udine - De Toni 58

STANDARDIZZAZIONE COMPONENTE

- COMUNANZA DEI COMPONENTI
- NON CI SONO IMPATTI COMMERCIALI
- ALTI VOLUMI UNITARI
- MINOR COSTO DI GESTIONE
- MINORI SCORTE
- MINORI DIFETTOSITA'
- MAGGIOR POTERE CONTRATTUALE VERSO I FORNITORI
- MINORI COSTI DI ACCETTAZIONE DEI MATERIALI
- AMBITO CLASSICO: COMPONENTISTICA MINORE

MULTIFUNZIONALITA' E INTEGRAZIONE COMPONENTE



LAVORABILITA – TRASPORTABILITA – MONTABILITA

- **LAVORABILITA'**
 - DESIGN FOR MANUFACTURING (DFM)
 - TOLLERANZE, RUGOSITA', MATERIALI, CICLO OTTIMALE, INGOMBRI

- **TRASPORTABILITA'**
 - FORMA, PESO E DIMENSIONI
 - INGOMBRI SUI CUBI LAVORABILI, CONTENITORI, SPAZI DI MAGAZZINO, SPAZI A PIE' DI LINEA
 - LOTTI DI MOVIMENTAZIONE

- **MONTABILITA'**
 - GEOMETRIA (SPIGOLI ARROTONDATI, FORME SIMMETRICHE O FORTEMENTE ASIMMETRICHE)
 - DIMENSIONI (NE' GRANDI NE' PICCOLE)
 - TIPO DI FISSAGGIO
 - MODALITA' DI ATTACCO: NUMERO E TIPI DI INCASTRO
 - GRADO DI FISSAGGIO (UNA O DUE MANI)
 - DIREZIONE DI ASSEMBLAGGIO
 - DESIGN FOR ASSEMBLY (DFA)
 - VERIFICA SE LA PARTE DEVE ESSERE ASSEMBLATA
 - STIMA DEI COSTI DI MOVIMENTAZIONE E ASSEMBLAGGIO (MANUALE O AUTOMATICO)

LAVORAZIONE

- **STANDARDIZZAZIONE**
 - LA RIDUZIONE DEI TIPI DI LAVORAZIONE PER MACCHINA COMPORTA MINORI ATTREZZAGGI

- **TEMPO DI ATTREZZAGGIO**
 - SMED
 - FONDAMENTALE PER LA CONTINUITA' DEI FLUSSI

- **CARICO E SCARICO**
 - NEGLI FMS RIDUZIONE DEL PERSONALE ADDETTO ED INFLUENZA DIMENSIONAMENTO CAROSELLO PORTAPALLET
 - CARICATORI AUTOMATICI NON DEVONO AUMENTARE SET – UP

- **POKA – YOKE**
 - IN LINEE MIXED - MODEL

SITUAZIONE GENERALE DEGLI ATTREZZAGGI ALLA TOYOTA

Tempo di attrezzaggio	1976	1977	1980
> 60 minuti	30%	0	0
30 – 60 minuti	19%	0	0
20 – 30 minuti	26%	10%	3%
10 – 20 minuti	20%	12%	7%
5 – 10 minuti	5%	20%	12%
100 secondi – 5 minuti	0	17%	16%
< 100 secondi	0	41%	62%

MATRICE DI CORRELAZIONE - LIVELLO 1

LIVELLO 1	LEVE DI INTERVENTO	COMPONENTE					LAVORAZIONE			
		STANDARDIZZAZIONE COMPONENTE	FUNZIONALITA' COMPONENTE	LAVORABILITA' COMPONENTE	TRASPORTABILITA' COMPONENTE	MONTABILITA' COMPONENTE	STANDARDIZZAZIONE OPERAZIONE	ANALISI TEMPO DI ATTREZZAGGIO	ANALISI TEMPO DI CARICO - SCARICO	DISPOSITIVI POKA - YOKE
OBIETTIVI FUNZIONE DI PIU' LEVE	RIDUZIONE CODICI LAVORATI PER MACCHINA	●	●							
	RIDUZIONE TIPO DI LAVORAZIONE PER MACCHINA	●	●				●			
	ALTI VOLUMI UNITARI PER COMPONENTE	●	●							
	BASSA DIFETTOSITA'	●	●	●		●	●		●	
	MASSIMIZZAZIONE DEL RAPPORTO TEMPO DI LAVORAZIONE SU TEMPO DI INATTIVITA'				●		●	●	●	
	RIDUZIONE CAPITALE CIRCOLANTE	●	●					●	●	
	MINORI COSTI DI GESTIONE	●	●							

LIVELLO 2

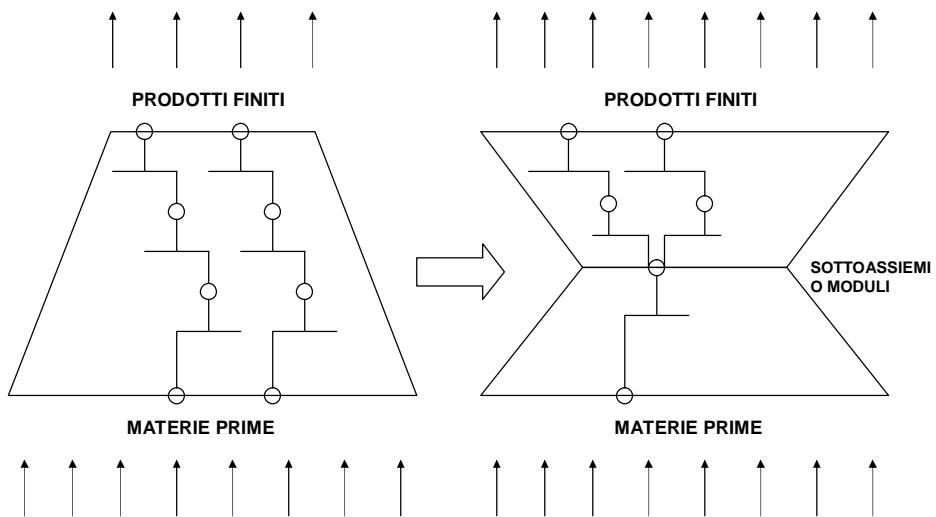
REVISIONE SOTTOASSEMBLE

LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
- STRUTTURAZIONE DEL PRODOTTO PER SOTTOASSEMBLI O MODULI	- AMPIEZZA DI GAMMA CON RIDUZIONE COMPLESSITA' DI PRODUZIONE E GESTIONE
- ANALISI FUNZIONALITA' SOTTOASSEMBLI	- RIDUZIONE DEL LORO NUMERO
- TESTABILITA' SOTTOASSEMBLI	- FACILITA' DI VERIFICA FUNZIONALE

REVISIONE REPARTO

LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
- STANDARDIZZAZIONE CICLI DI LAVORAZIONE, FORMAZIONE FAMIGLIE ED ORGANIZZAZIONE PER CELLE	- SEQUENZE DI LAVORAZIONE SIMILI, LAY - OUT COERENTE CON IL CICLO E SEMPLIFICAZIONE DEI FLUSSI
- DIMENSIONAMENTO POLMONI INTERMEDI	- SINCRONIZZAZIONE TRA CELLE
- POINT OF USE CON MACCHINARI DEDICATI E MAGAZZINI FOCALIZZATI	- RIDUZIONE COSTI DI GESTIONE E DI TRASPORTO

MODULARIZZAZIONE DEL PRODOTTO (STRUTTURA A CLESSIDRA)



SOTTOASSIEME

- **STRUTTURAZIONE PER GRUPPI FUNZIONALI**
 - ESEMPIO DELLA NAVE
 - COSTRUZIONE DI SOTTOASSIEMI IN REPARTI OMOGENEI PER LAVORAZIONE, COMPETENZE ED ATTREZZATURE
 - MINORI TEMPI DI PRODUZIONE

- **FUNZIONALITA'**
 - ESEMPIO ZGI / LAVASTOVIGLIE
 - GRUPPI LAVAGGIO - 75%
 - VASCHE - 45%
 - TELAI - 20%
 - BOILER - 40%
 - PANNELLI - 44%

- **TESTABILITA'**
 - INDIVIDUAZIONE DEI GUASTI PRIMA DI SOSTENERE COSTI DI MONTAGGIO
 - FACILITA' DI LOCALIZZAZIONE DEI GUASTI
 - ELEVATA QUALITA'

REPARTO

- **STANDARDIZZAZIONE**
 - APPROCCIO GROUP TECHNOLOGY (GT)

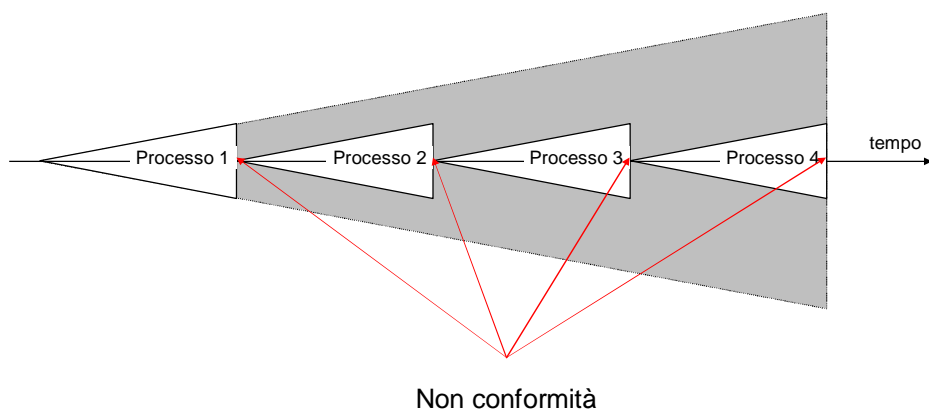
- **DIMENSIONAMENTO POLMONI**
 - PICCOLI POLMONI DIVENTANO UNO STRUMENTO DI TRASMISSIONE DEL SEGNALE
 - ELEVATA SELETTIVITA'
 - BASSA CAPACITA'
 - FACILE ACCESSIBILITA'

- **POINT OF USE E MAGAZZINI FOCALIZZATI**

MATRICE DI CORRELAZIONE - LIVELLO 2

LIVELLO 2	LEVE DI INTERVENTO	SOTTOASSIEME			REPARTO		
		STRUTTURAZIONE PRODOTTO	FUNZIONALITA' SOTTOASSIEME	TESTABILITA'	GROUP TECHNOLOGY	POLMONI INTERMEDI	POINT OF USE
OBIETTIVI FUNZIONE DI PIU' LEVE							
RIDUZIONE TEMPI DI ATTRAVERSAMENTO		●			●		
MAGGIORE VISIBILITA' DEL PROCESSO					●	●	●
RIDUZIONE SCORTE		●			●		●
ELEVATA QUALITA'		●	●	●	●		
FACILITA' DI GESTIONE		●			●	●	●
ELEVATA VELOCITA' DI APPRENDIMENTO		●			●		

COSTI DELLA NON QUALITÀ



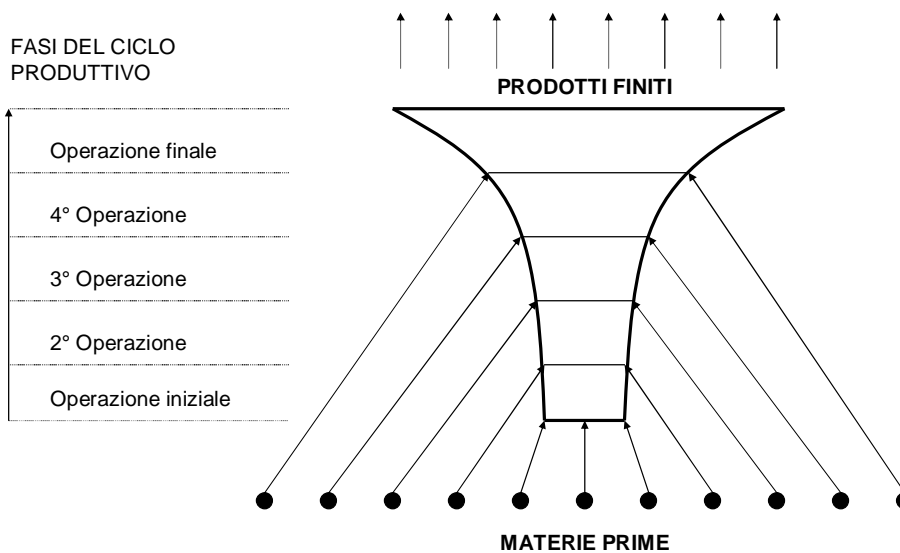
LIVELLO 3

REVISIONE PRODOTTO

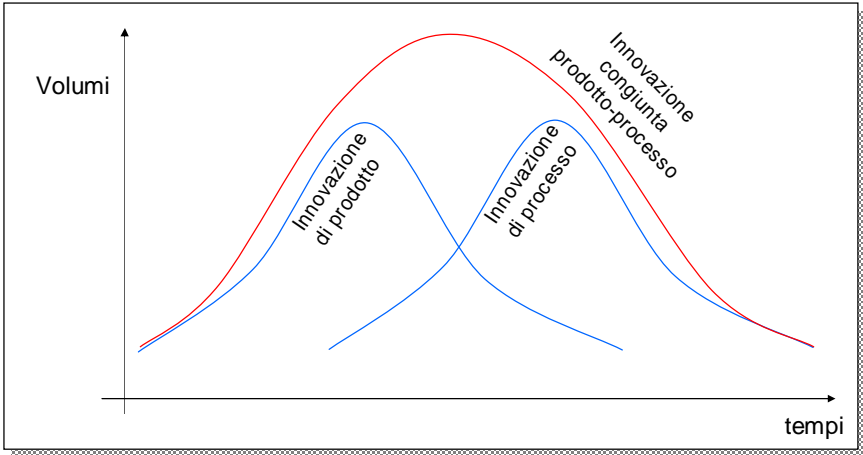
REVISIONE PROCESSO

LEVE	OBIETTIVI PRIMARI	LEVE	OBIETTIVI PRIMARI
- DEFINIZIONE FAMIGLIE DI PRODOTTI	- FOCALIZZAZIONE DEI PROCESSI SULLE FAMIGLIE DI PRODOTTI	- AMPIEZZA DEL PROCESSO PRODUTTIVO	- FOCALIZZAZIONE SULLE FASI A MAGGIOR VALORE AGGIUNTO
- QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT	- RISPONDEZZA ALLE ESIGENZE DEL CLIENTE	- PRODUZIONE A FLUSSO	- RIPETITIVITA' DELLE OPERAZIONI
- PROGETTAZIONE CON LOGICHE LIFE CYCLE COST	- FACILITA' DI VERIFICA FUNZIONALE	- DIVERSIFICAZIONE NELLE FASI FINALI DEL CICLO	- FLESSIBILITA' AL MIX
- TECNOLOGIA DI PRODOTTO	- COERENZA CON LA TECNOLOGIA DI PROCESSO	- RAZIONALIZZAZIONE DELLE FASI DI VALLE	- RIDUZIONE DEI LEAD TIMES NELLE FASI A VALLE
		- DIMENSIONAMENTO MAGAZZINI	- SINCRONIZZAZIONE TRA I REPARTI E RECUPERO DI SPAZI
		- FRAZIONAMENTO DELLA CAPACITA' PRODUTTIVA	- FLESSIBILITA' AL MIX
		- LINEE DEDICATE O MIXED MODEL	- EFFICIENZA E FLESSIBILITA' AL MIX
		- IMPIANTI MODULARI	- FLESSIBILITA' ALL'ESPANSIONE E MINORI COSTI DI GESTIONE
		- SOVRACAPACITA' PRODUTTIVA	- FLESSIBILITA' AI VOLUMI
		- AUMENTO DELLA "PROCESS CAPABILITY"	- QUALITA' DI PROCESSO

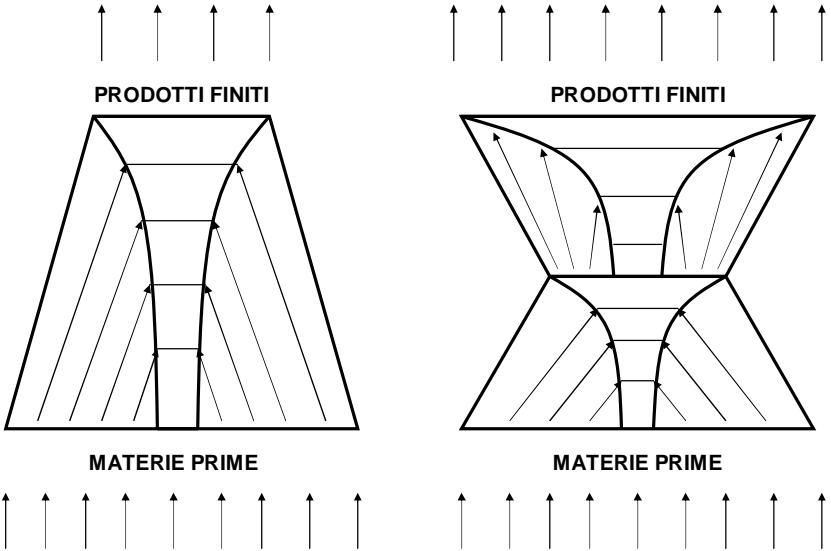
CICLO DI PRODUZIONE A FUNGO



CURVE DI ABERNATHY - UTTERBACK

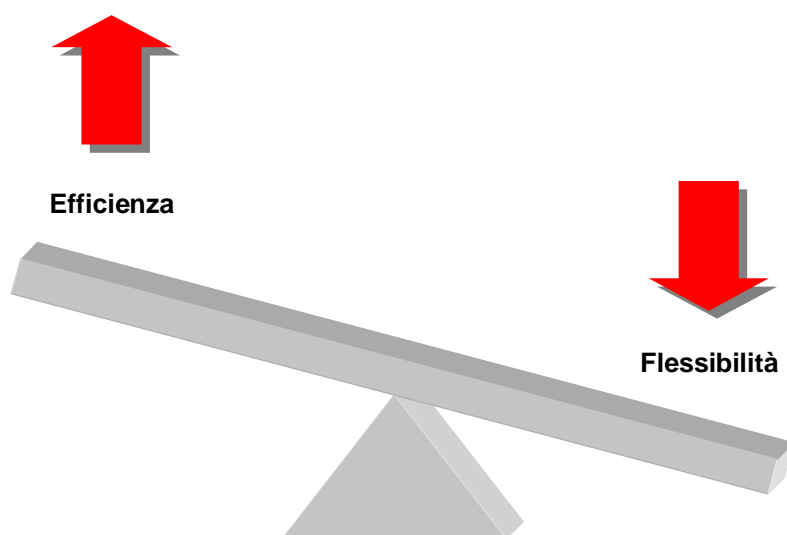


USO COMBINATO DEI CONCETTI DI CLESSIDRA E FUNGO

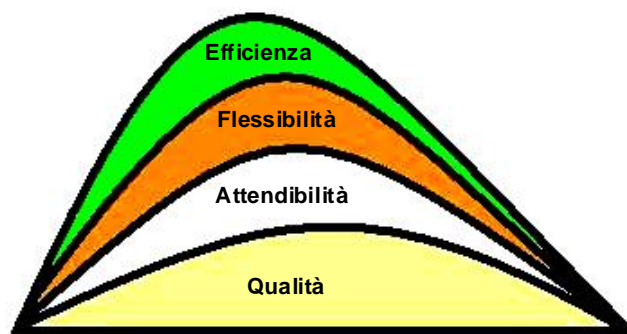


APPROCCI TRADE-OFF E CUMULATIVE

APPROCCIO "TRADE-OFF"



APPROCCIO "CUMULATIVE"



MATRICE D'IMPATTO LEVE-PRESTAZIONI

Ritenete che l'impatto di ogni leva su ciascuna prestazione sia: 1 = bassissimo..... 10 = elevatissimo

	P1 Bassi costi di produ- zione	P2 elevata produttività totale (=output / risorse impiegate)	P3 ridotti tempi di sviluppo- prodotto	P4 ridotti tempi di attraversa- mento in pro- duzione	P5 elevata rapidità di consegna	P6 elevata puntualità e affidabilità (in quantità e mix) delle consegne	P7 alto livello della qualità di prodotto (capability)	P8 assenza di difettosità (conforman- ce)	P9 elevata flessibilità	P10 ottima assistenza tecnica e servizi aggiuntivi ai clienti	IMPATTO MEDIO
L1) organizzazione orientata ai processi											
L2) "process ownership" (decentramento decisionale, polivalenza e polifunzionalità della manodopera, formazione, valorizzazione proposte)											
L3) metodi avanzati di sviluppo prodotti (CE)											
L4) tecniche innovative per la sincronizzazione dei flussi produttivi (JIT)											
L5) procedure per la qualità del prodotto-processo (TQM)											
L6) gestione avanzata dei fornitori-subfornitori											
L7) gestione avanzata dei clienti (informazioni, coinvolgimento, feedback)											
L8) tecnologie innovative incorporate nel prodotto											
L9) tecnologie di processo all'avanguardia											
L10) sistema informativo telematico avanzato											