



Lean Manufacturing

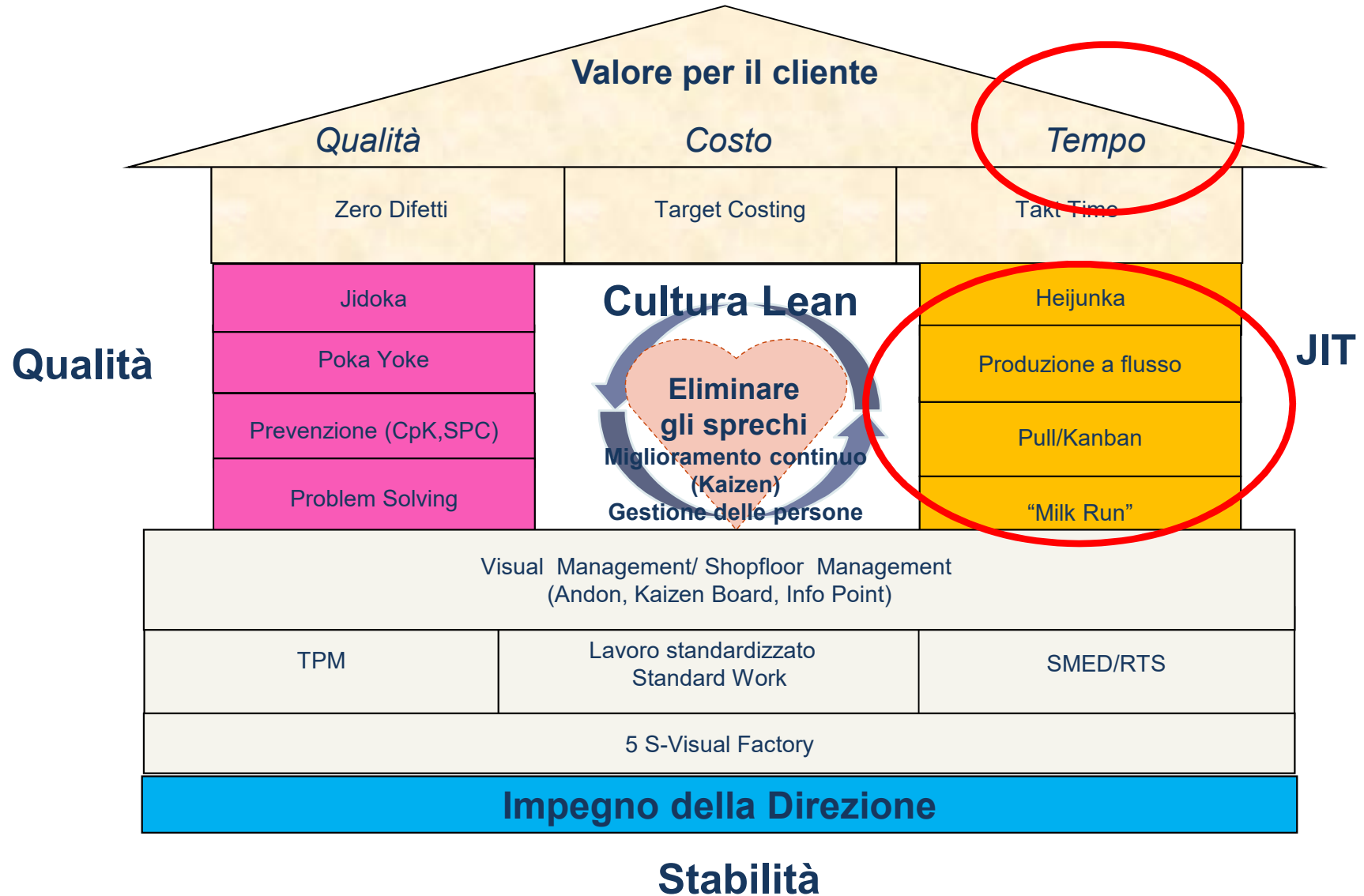
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

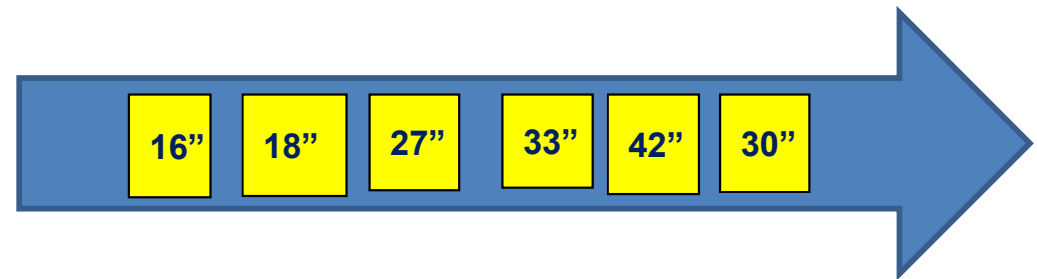
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

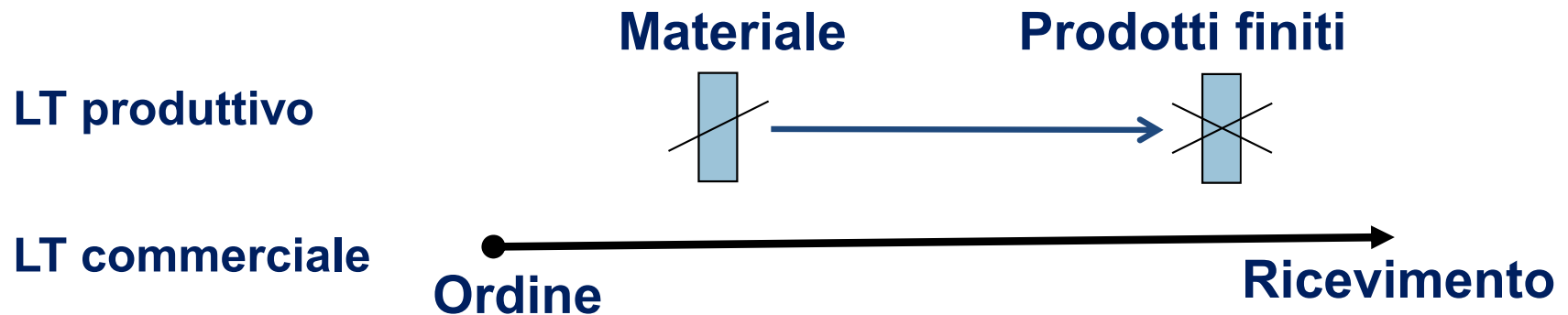
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

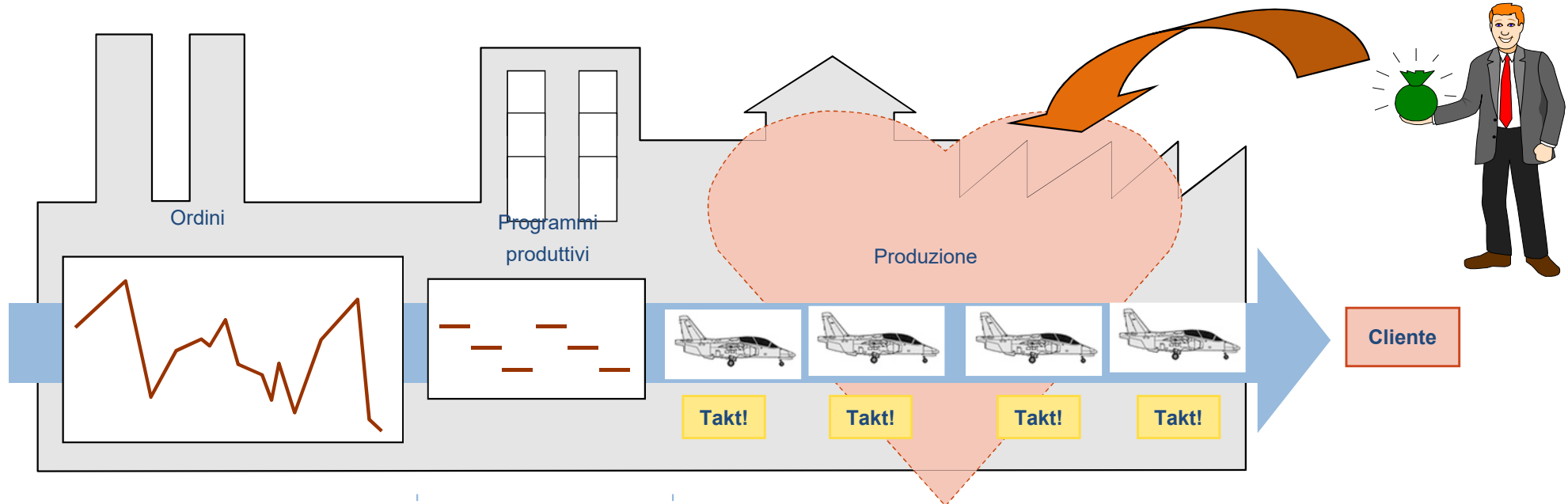


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

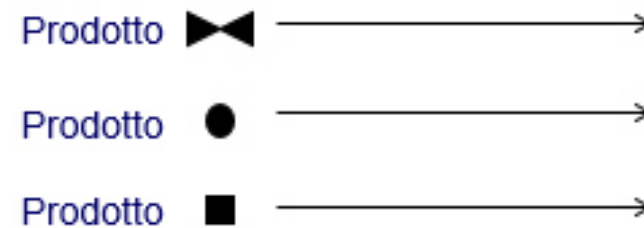
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

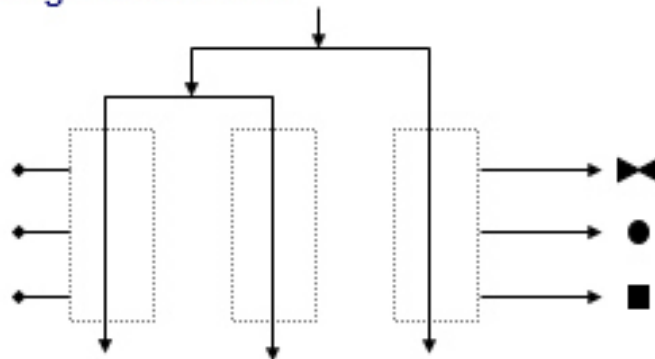


un passo...

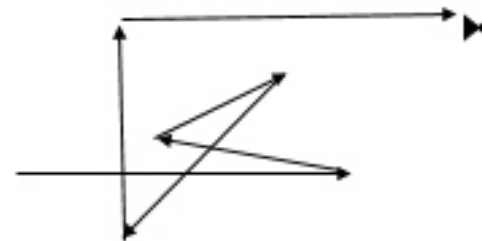
un secondo...

uno yen

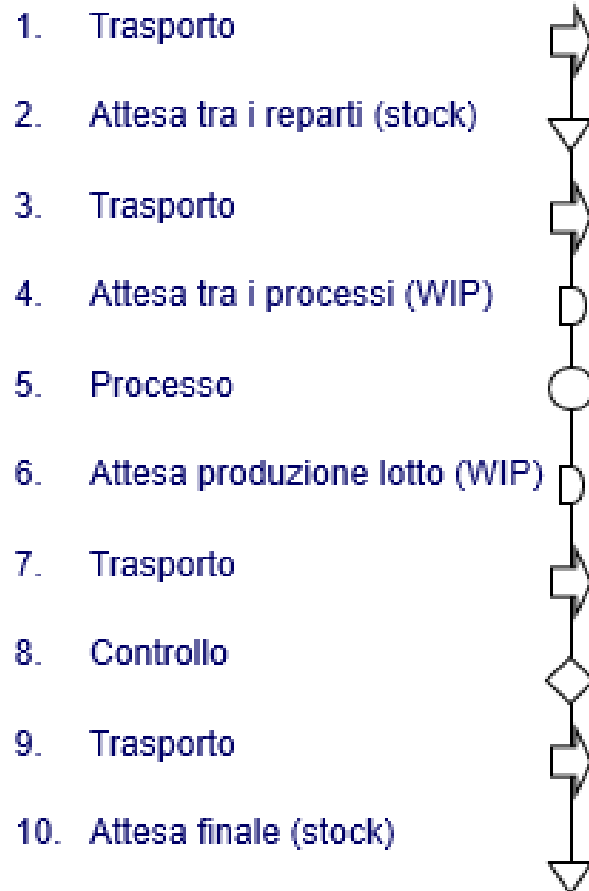
Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

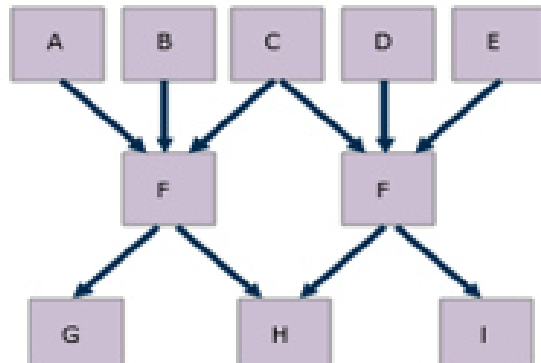
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

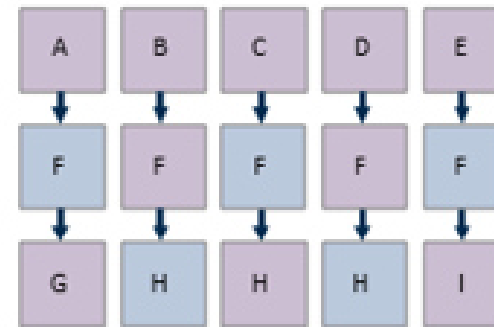
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

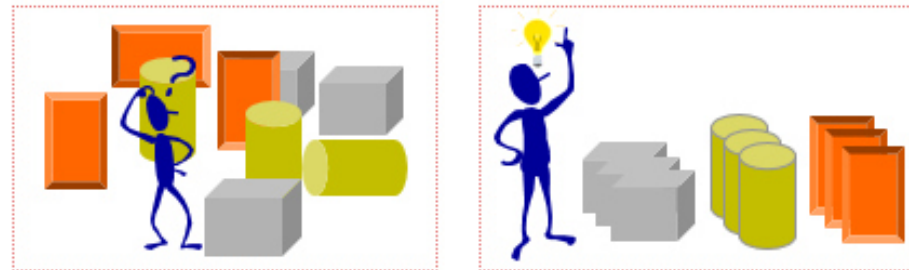


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

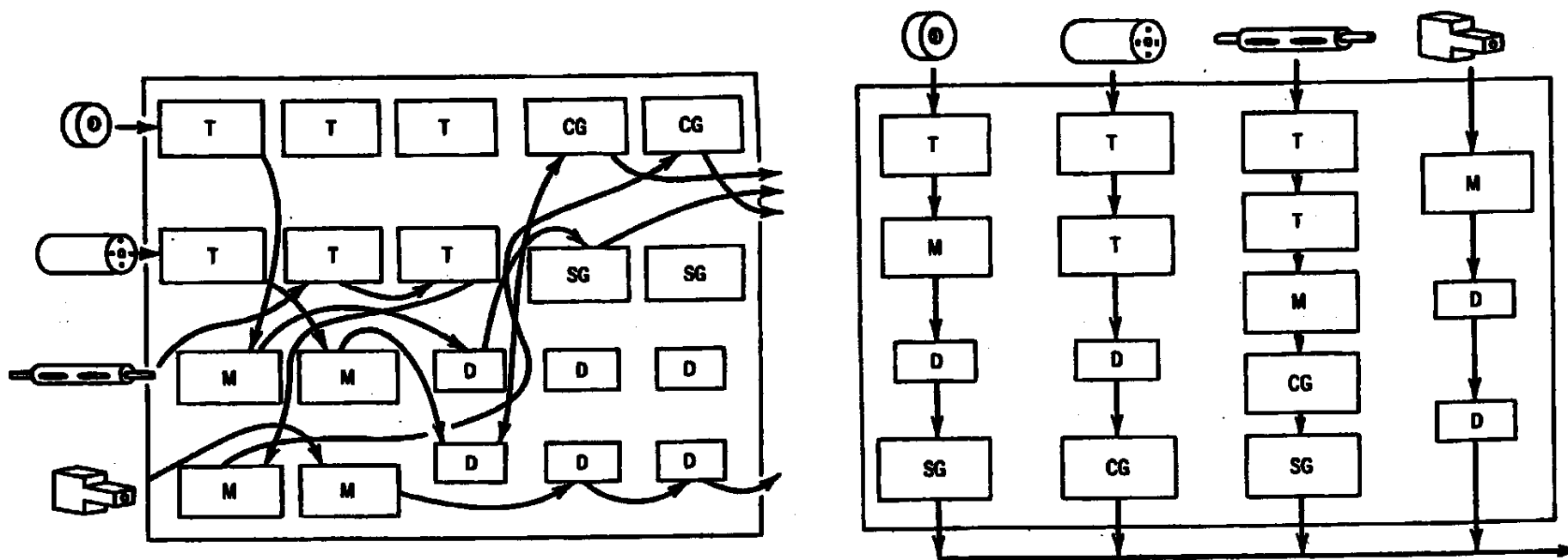
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a “Cell Manufacturing”



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

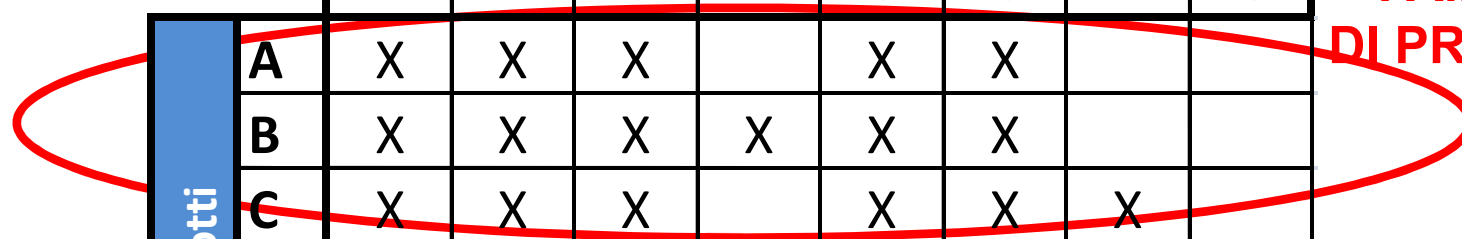
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



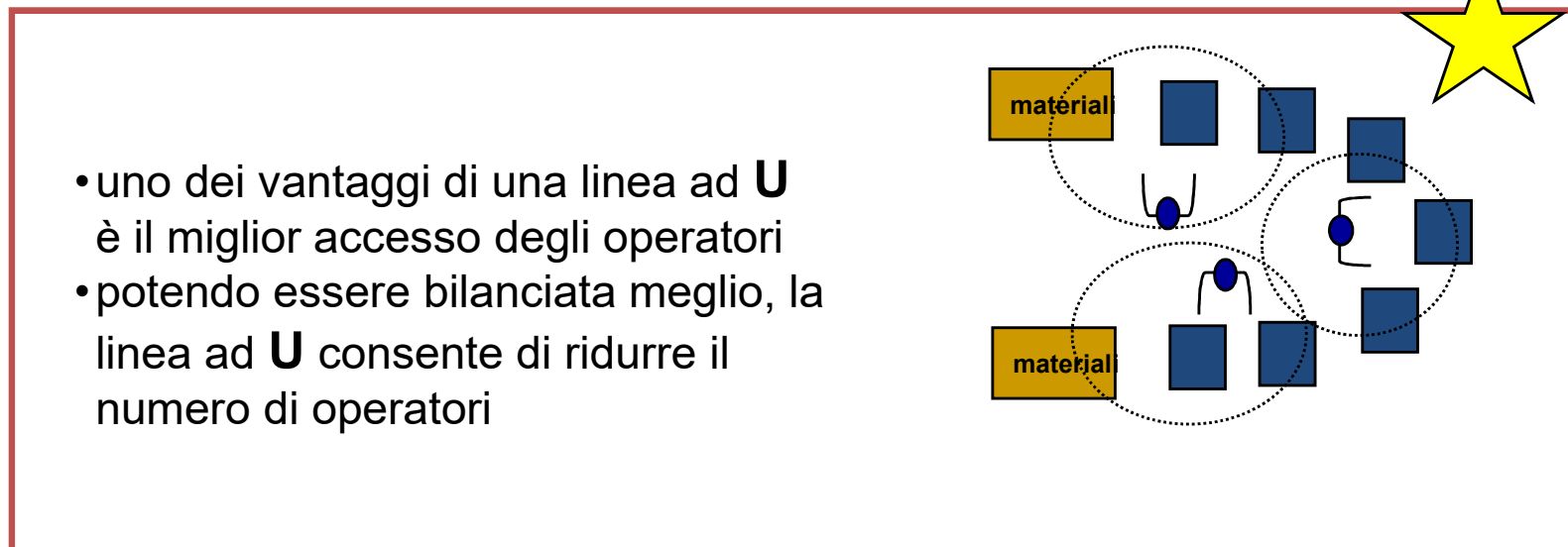
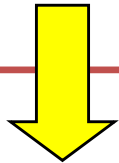
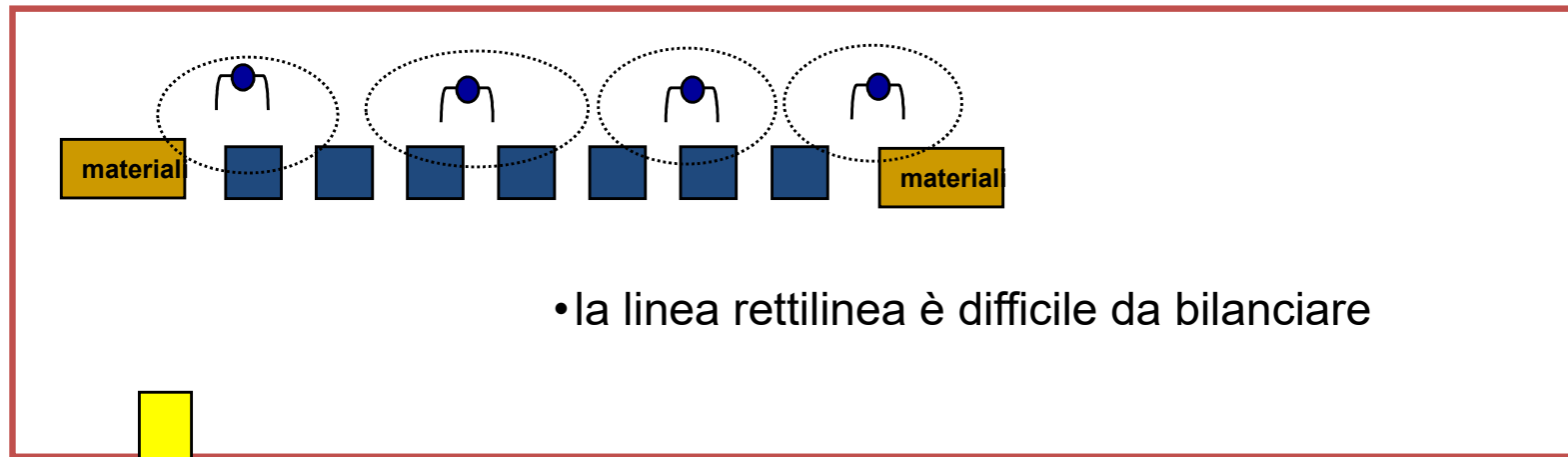
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

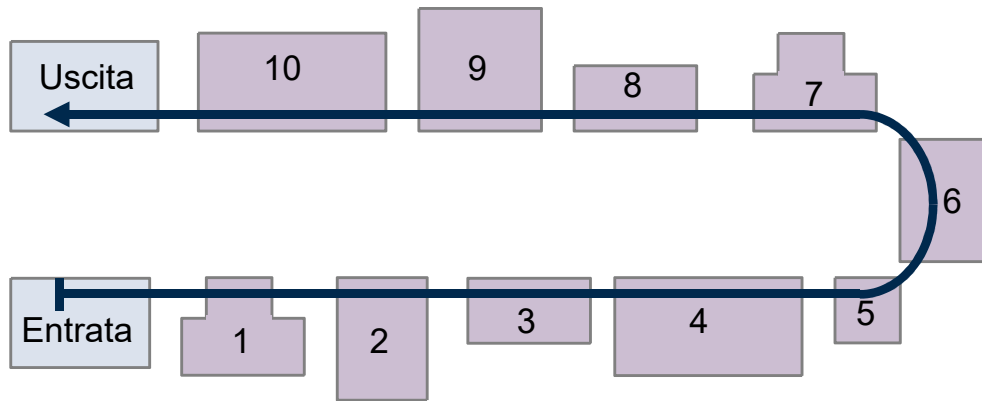
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

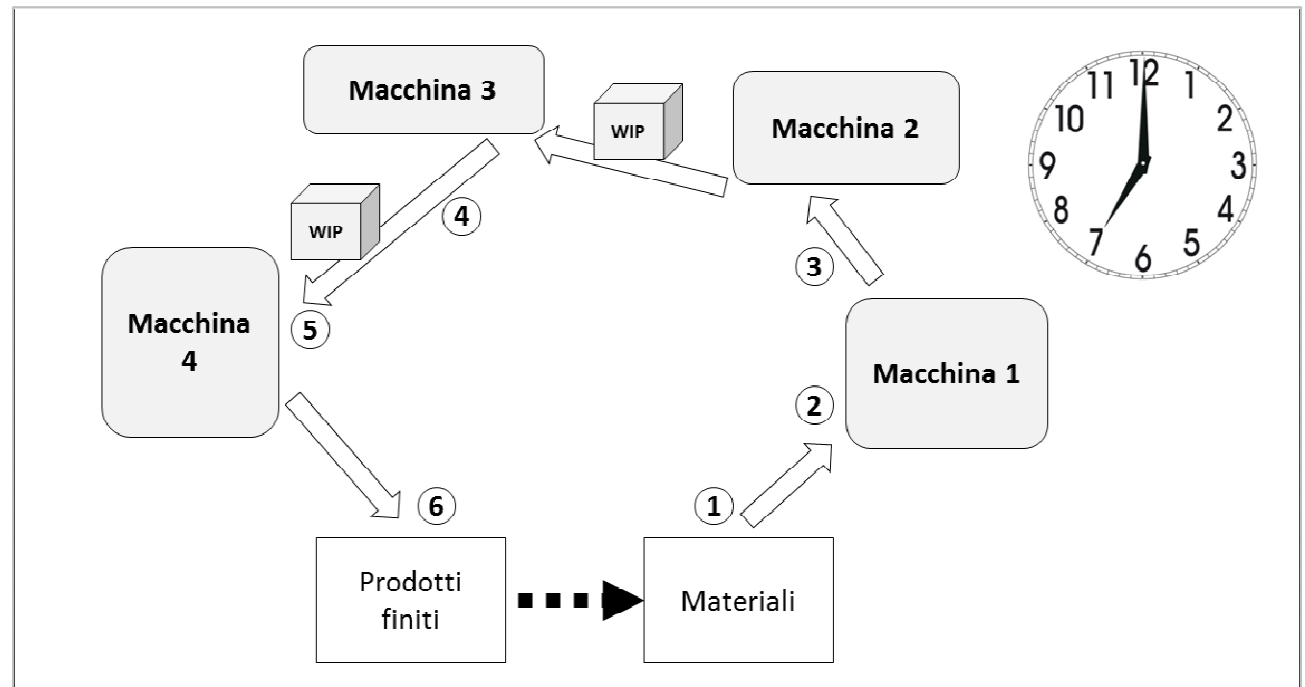
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
 “camminate vuote” all’inizio
 del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

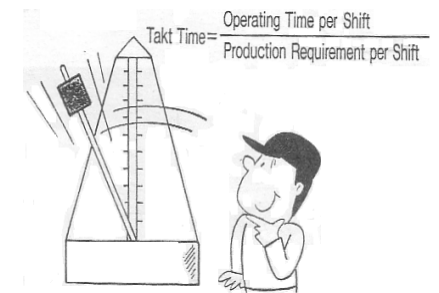
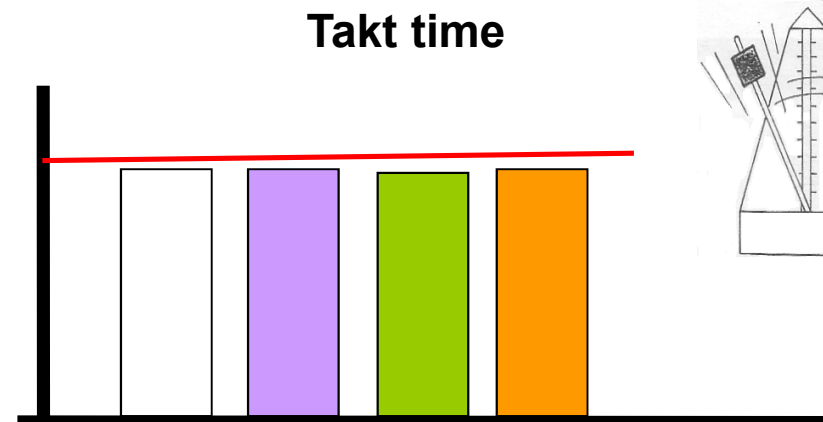
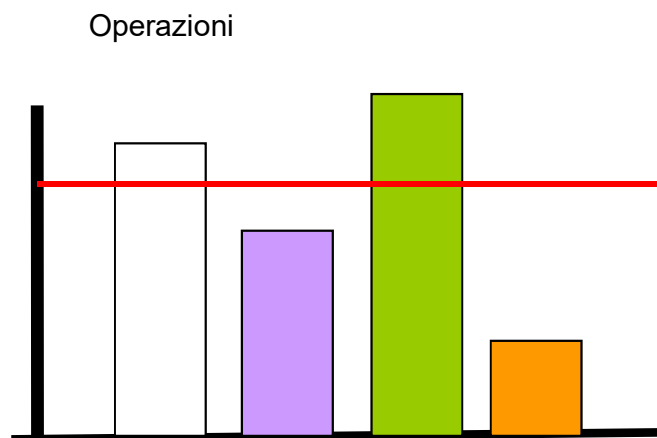


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

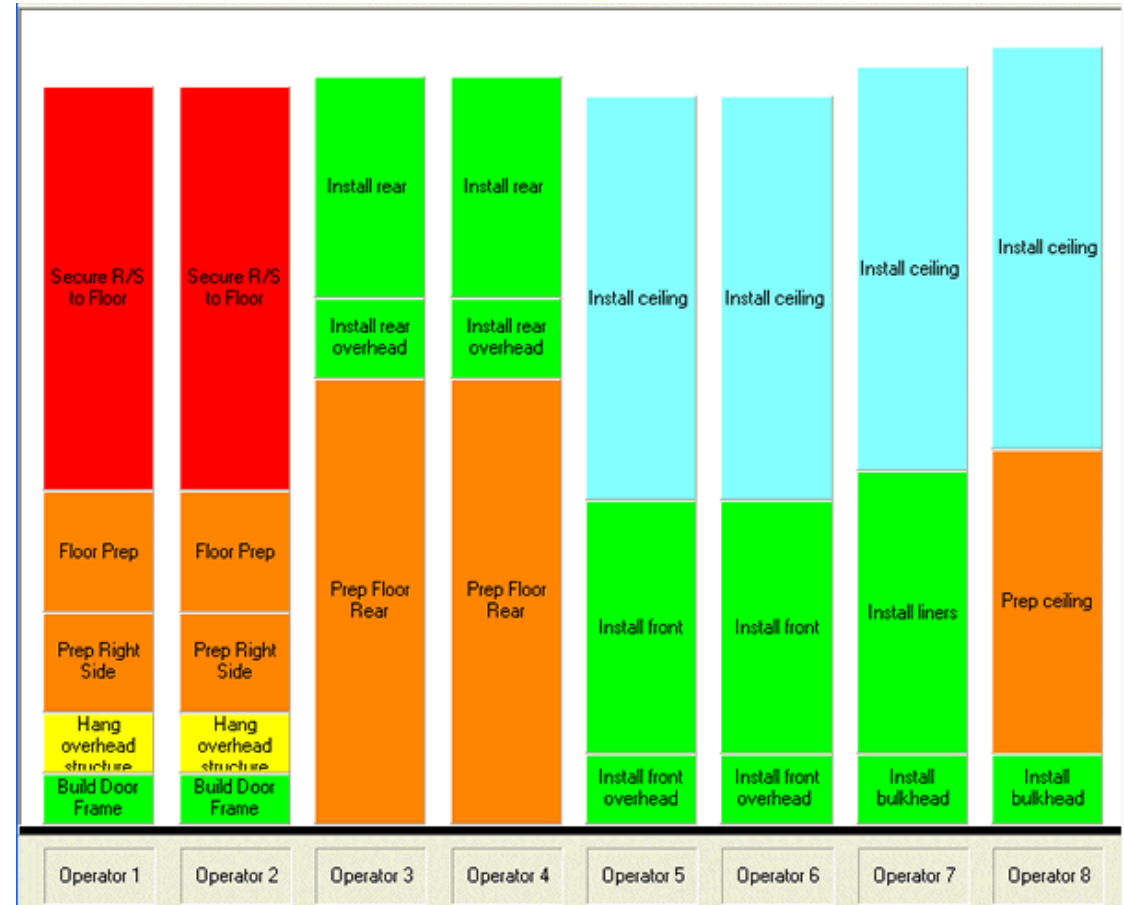


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

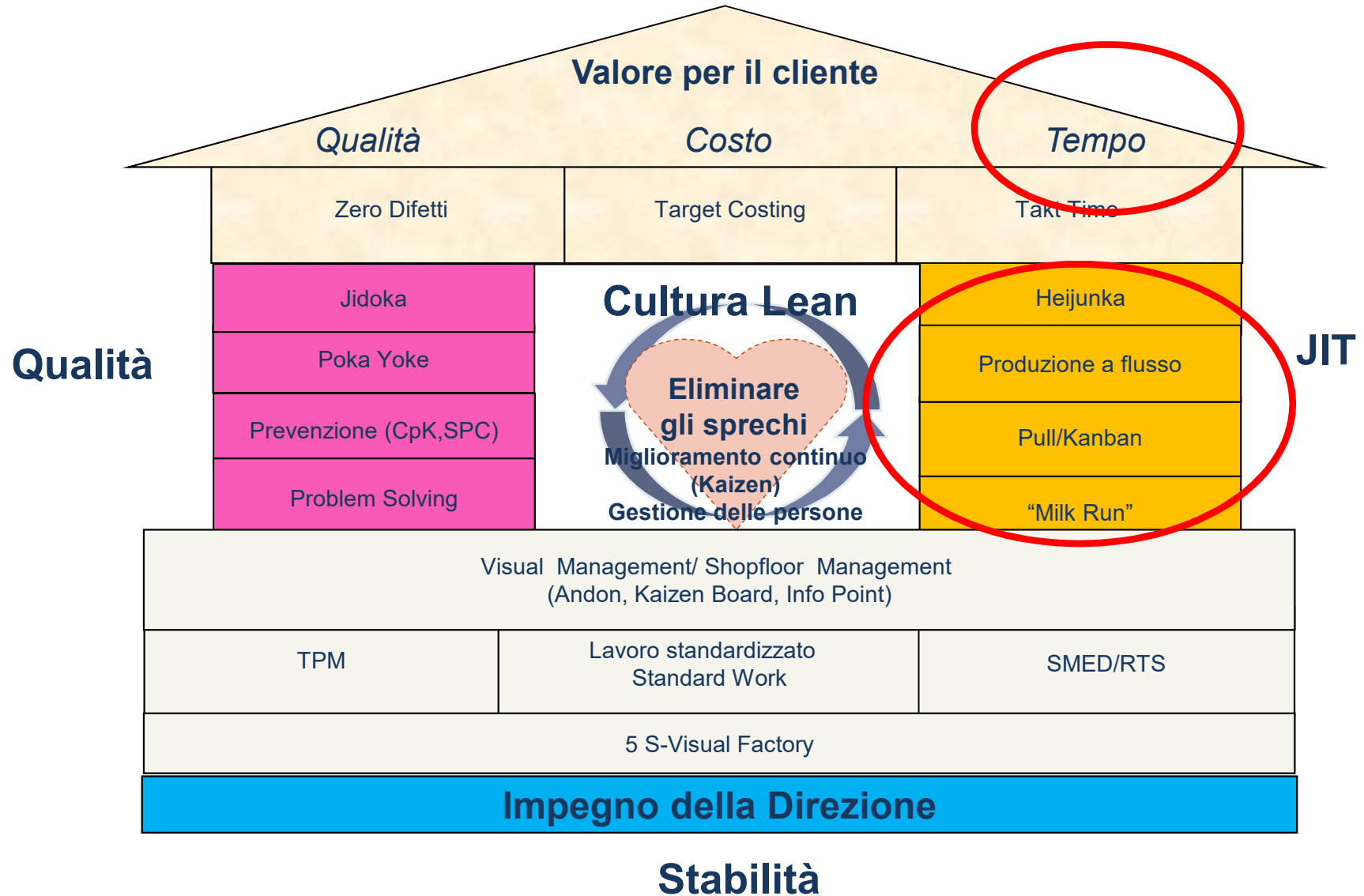
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:
$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

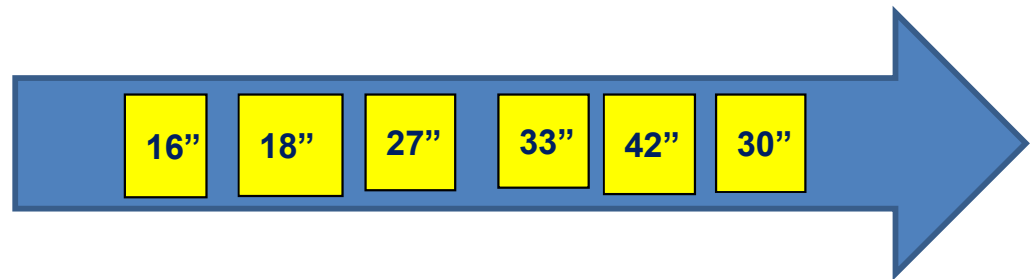
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

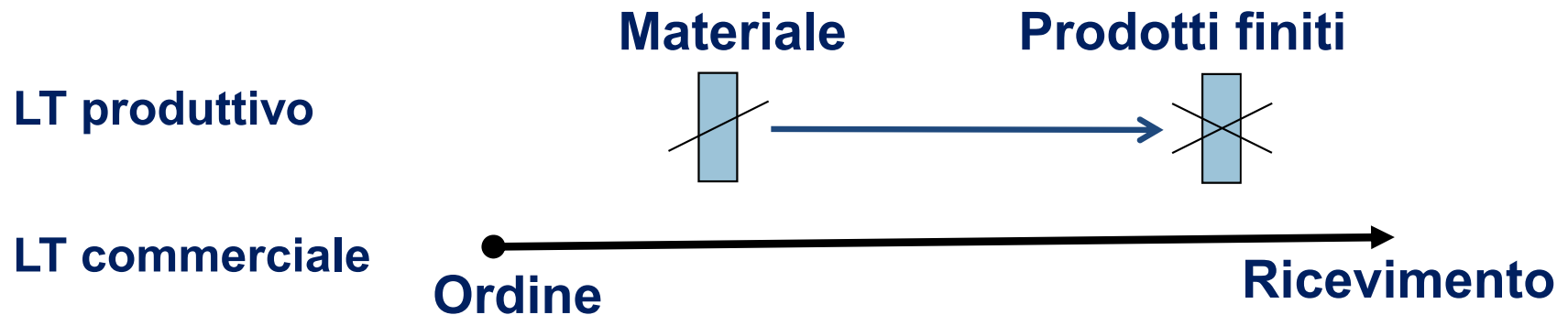
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

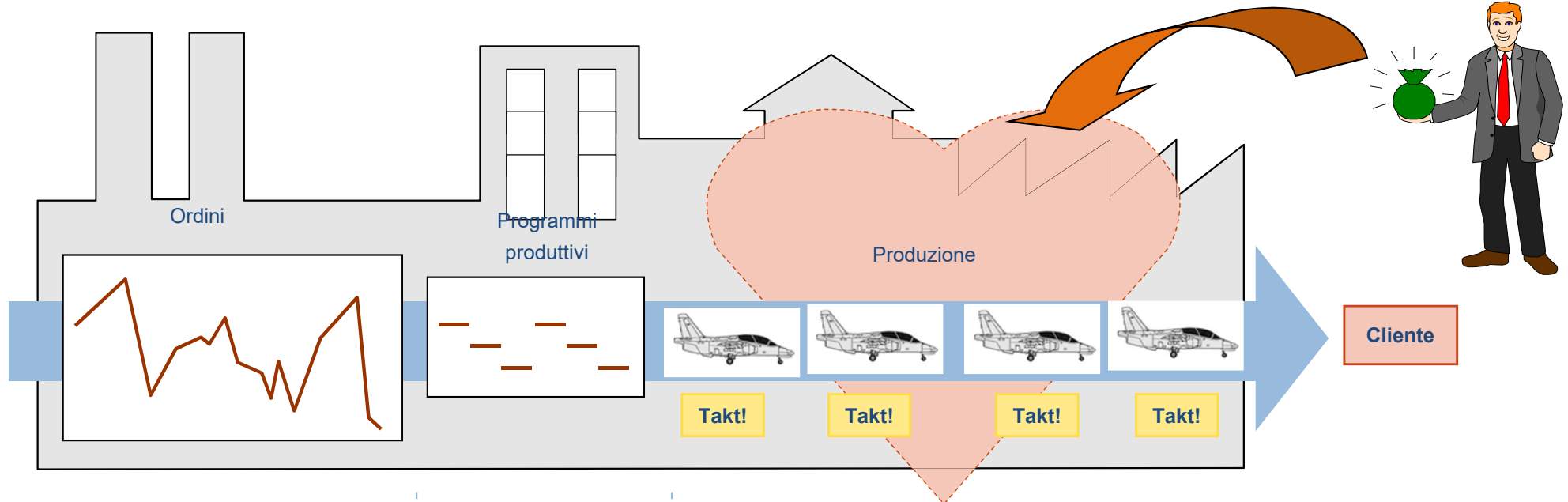


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

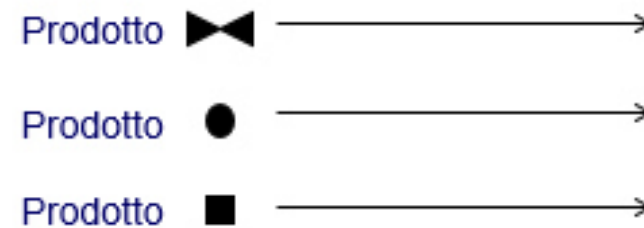
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

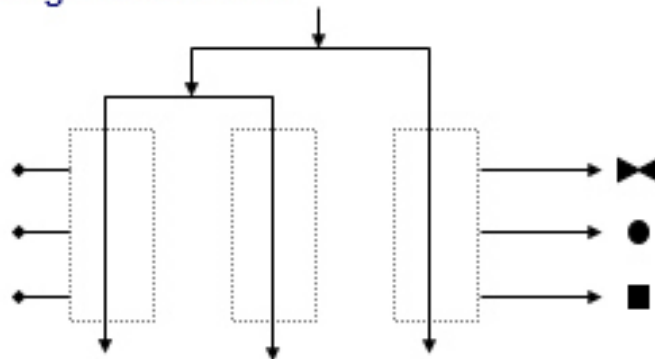


un passo...

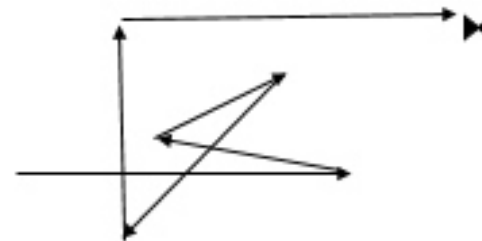
un secondo...

uno yen

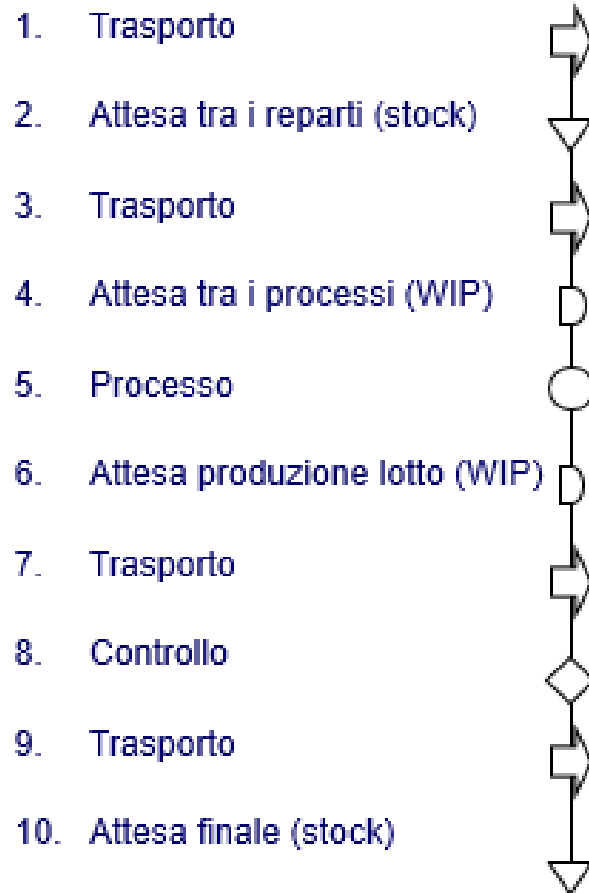
Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\Rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\Rightarrow + \nabla + D)$$

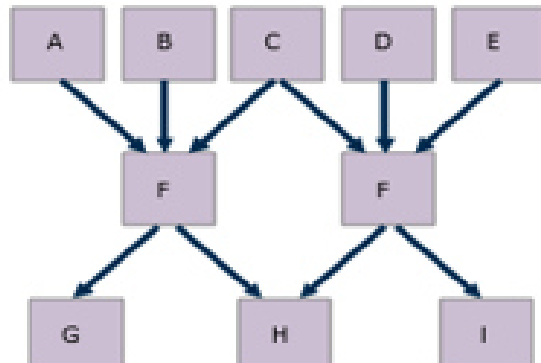
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\Rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

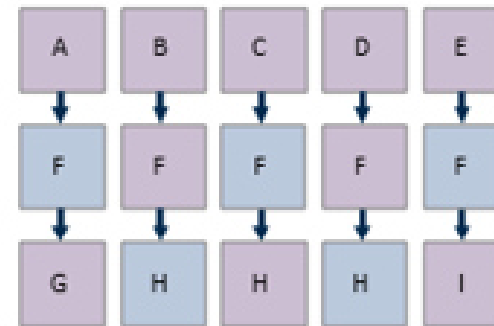
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

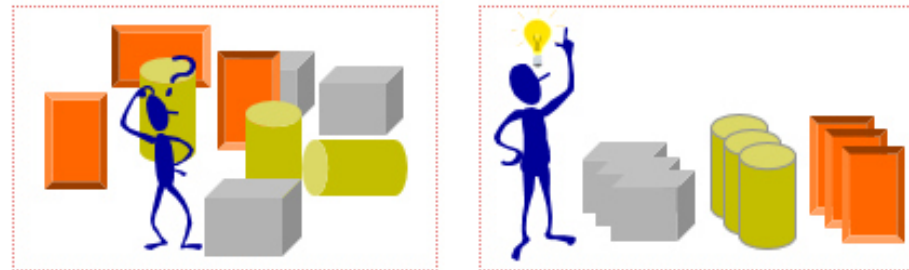


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

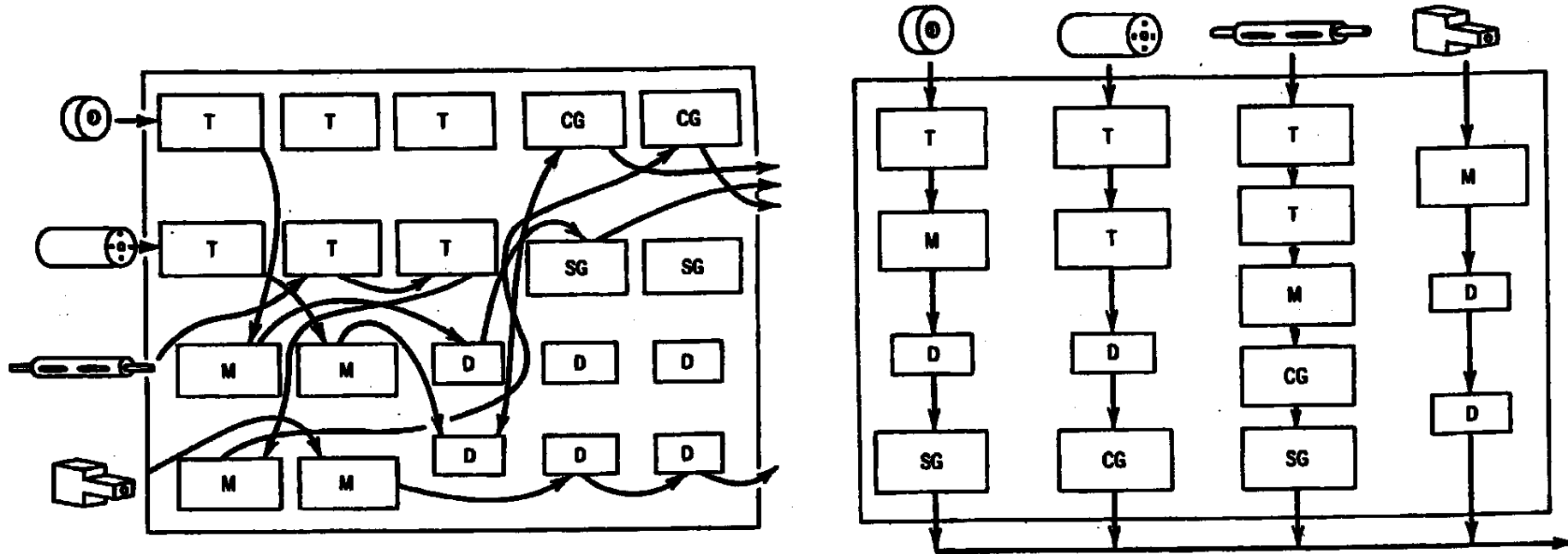
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a "Cell Manufacturing"



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

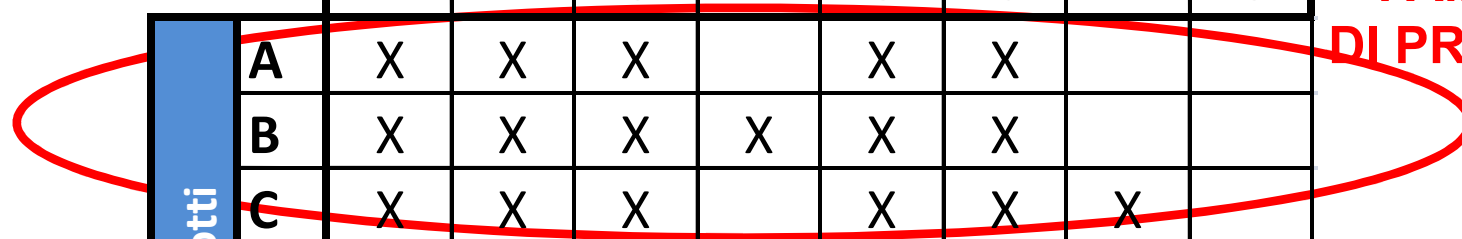
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



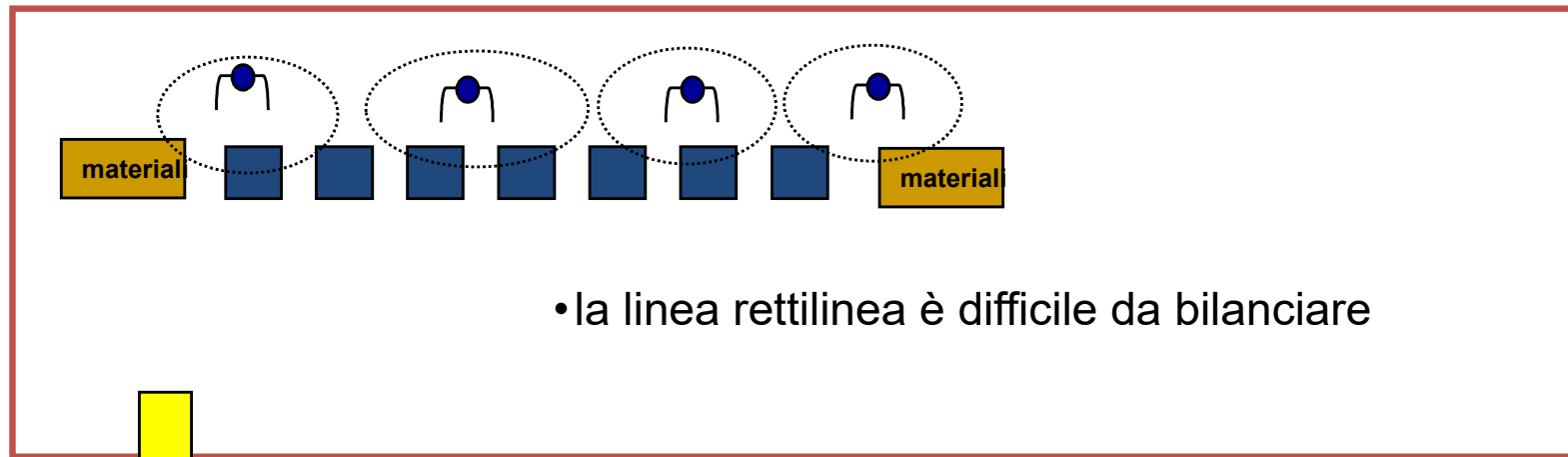
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

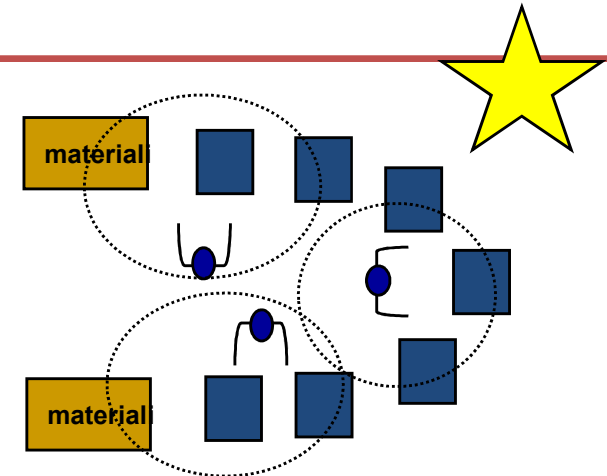
- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout

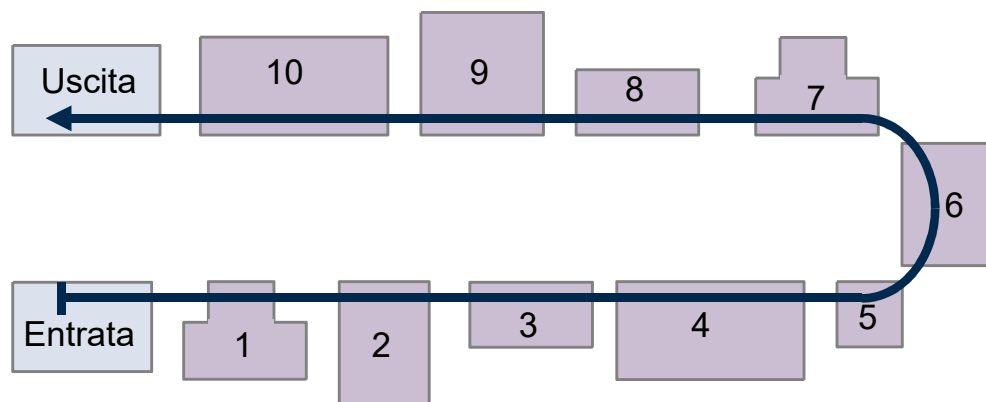


- uno dei vantaggi di una linea ad **U** è il miglior accesso degli operatori
- potendo essere bilanciata meglio, la linea ad **U** consente di ridurre il numero di operatori



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamate linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

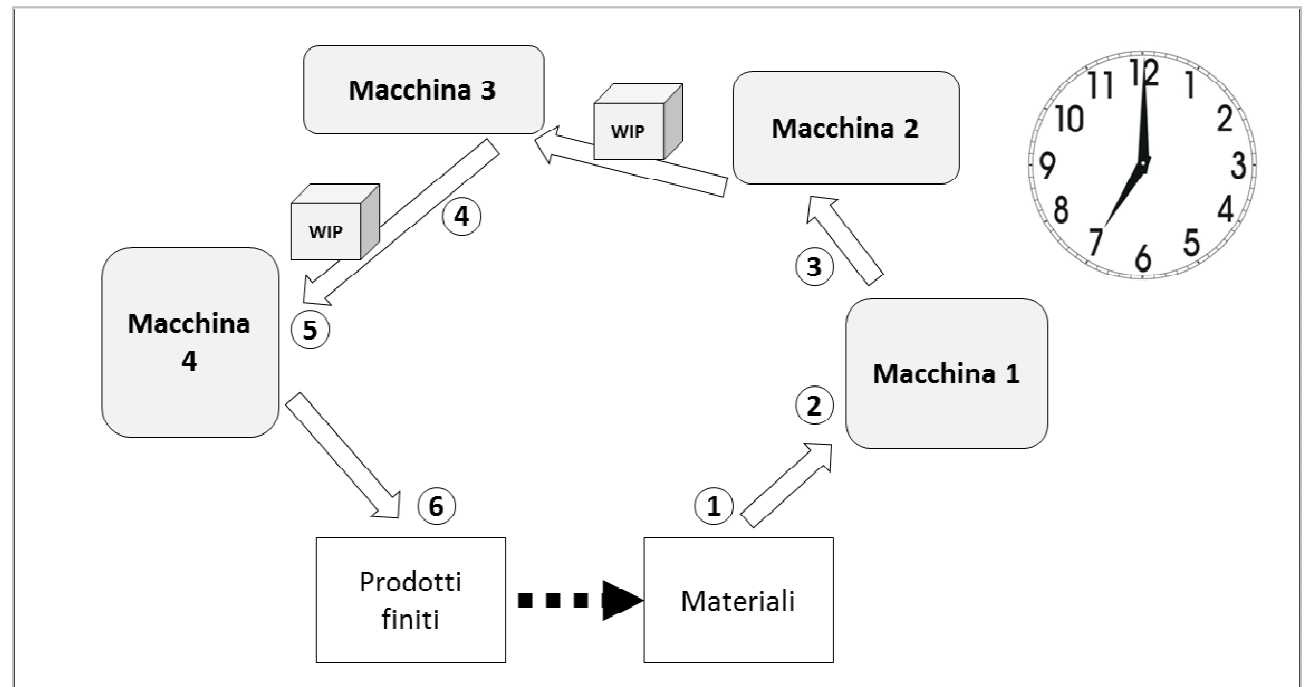
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

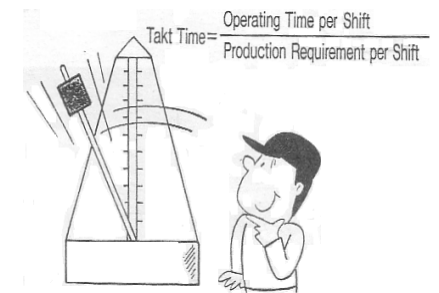
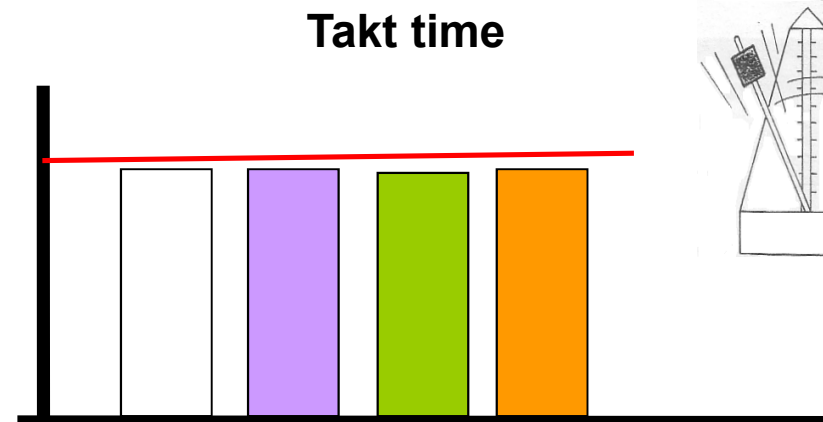
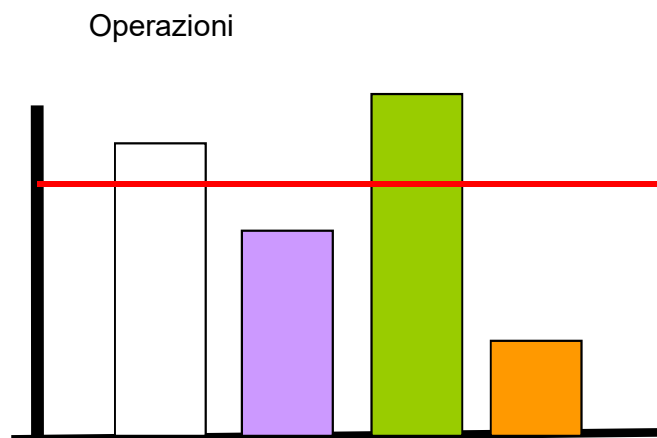


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

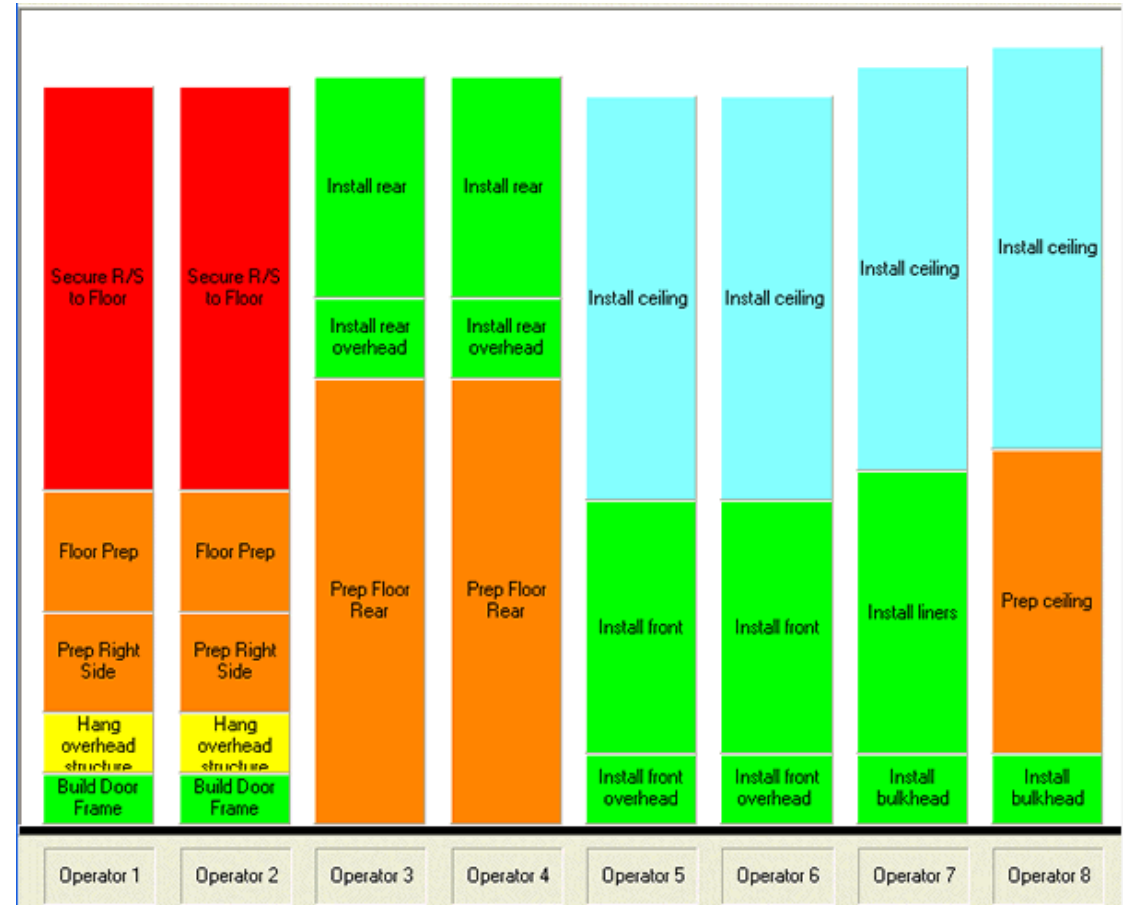


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

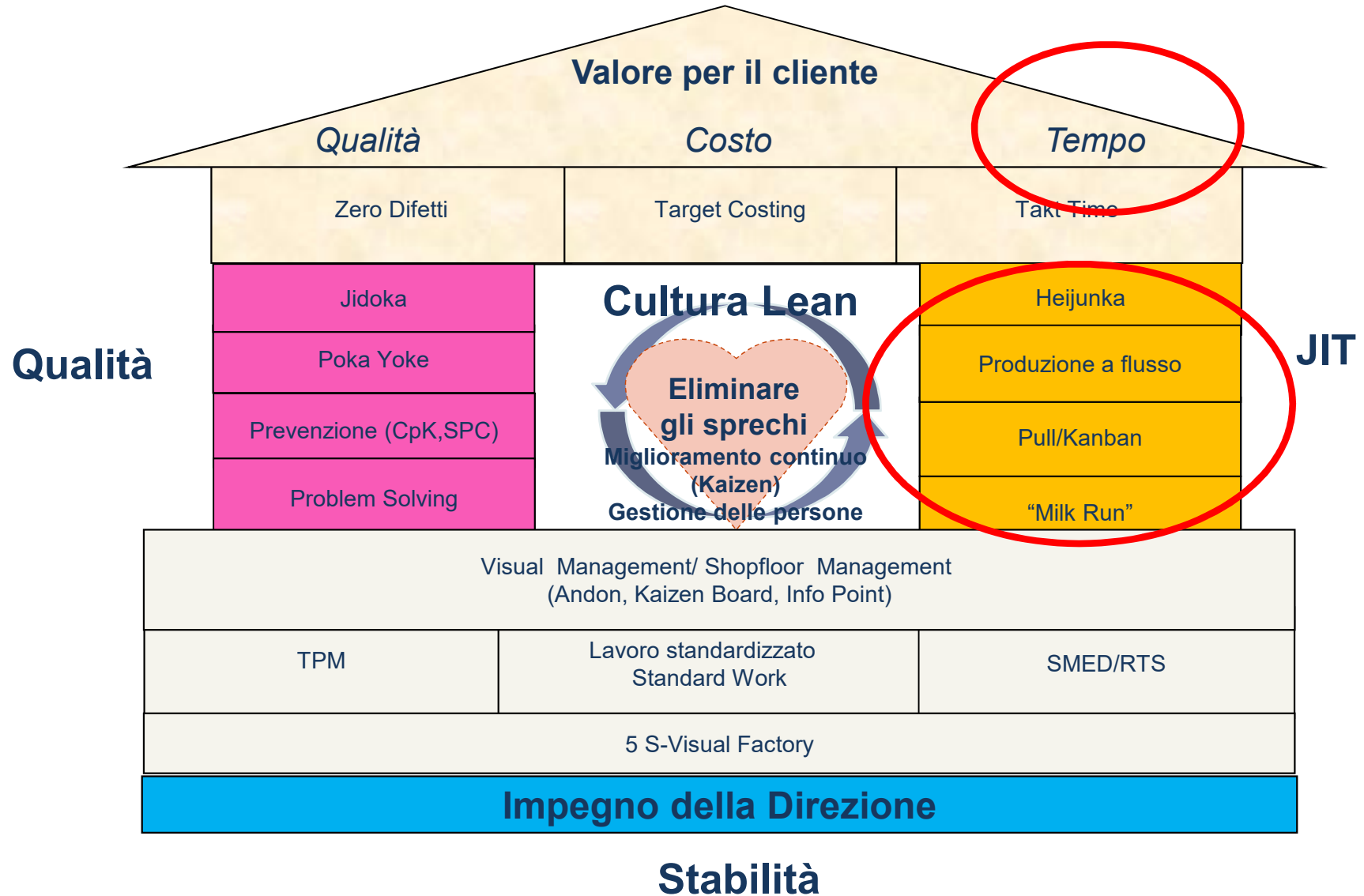
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:
$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

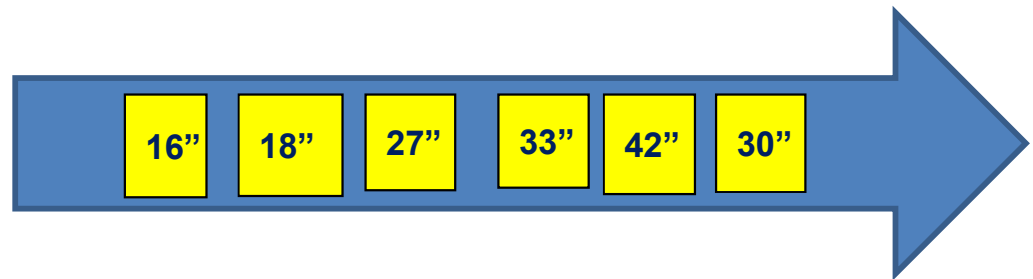
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

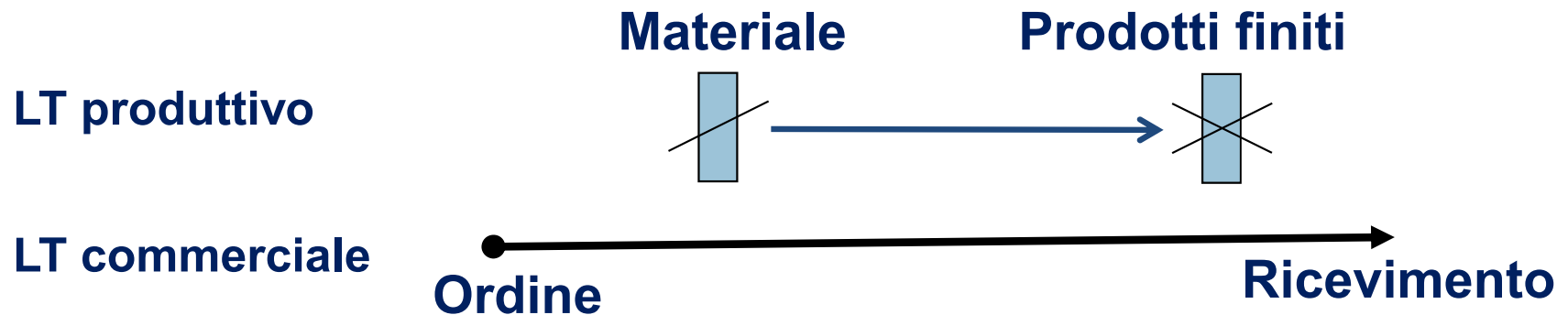
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

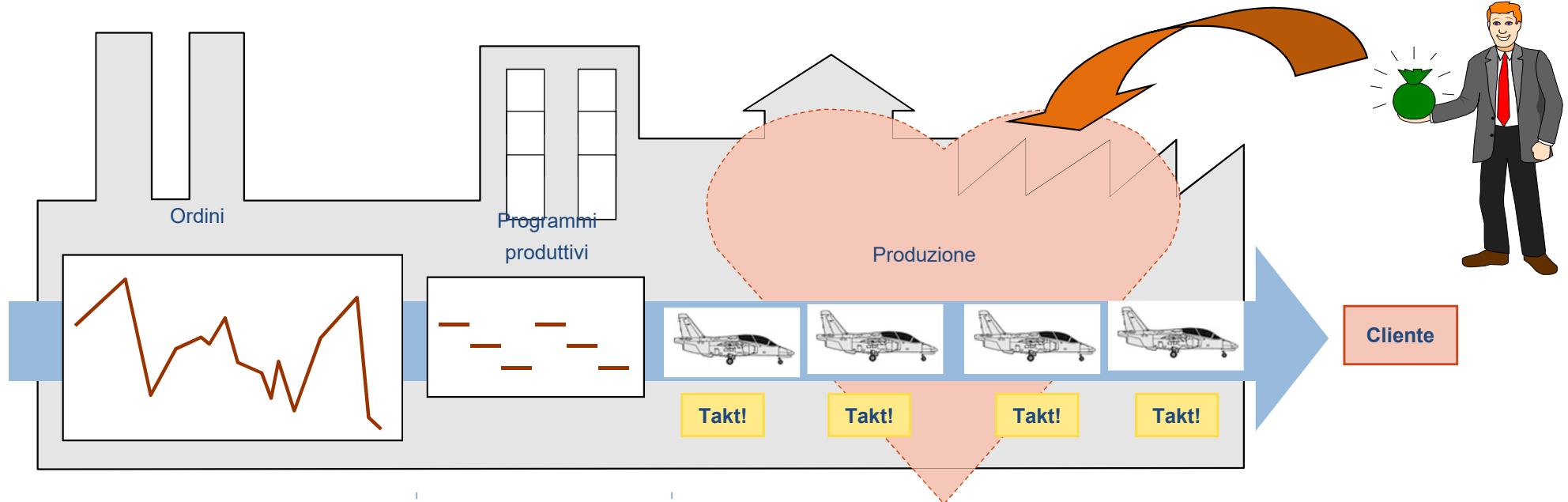


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

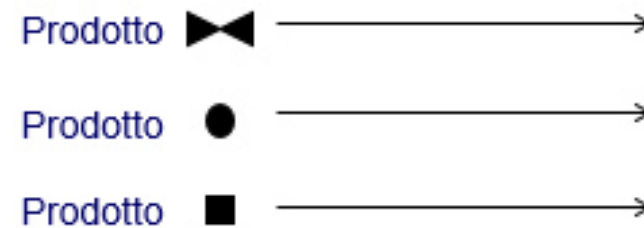
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

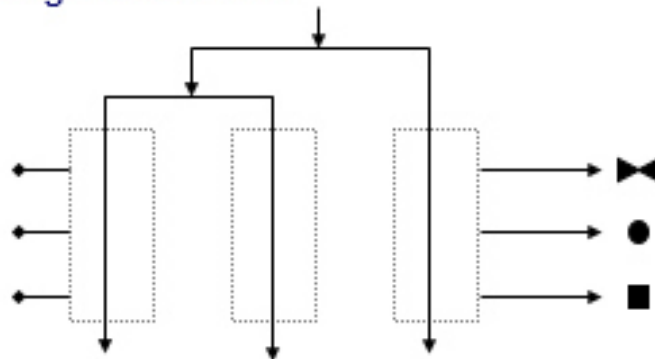


un passo...

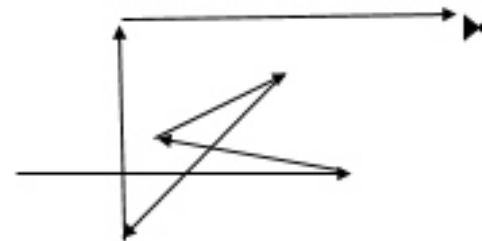
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

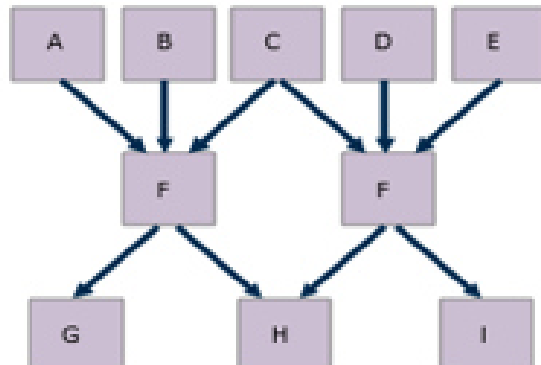
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

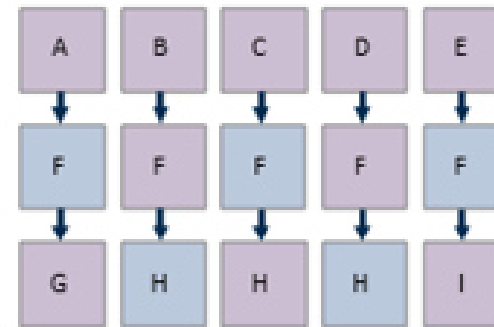
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

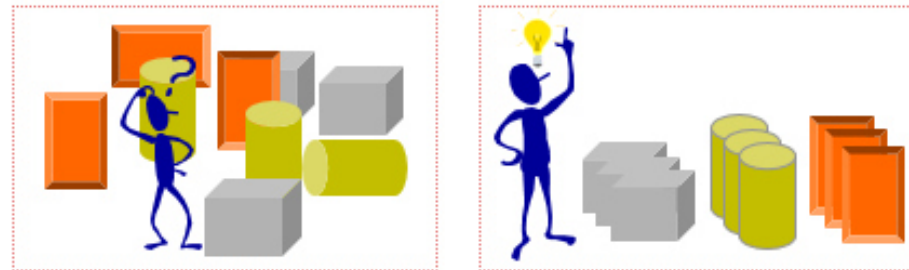


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

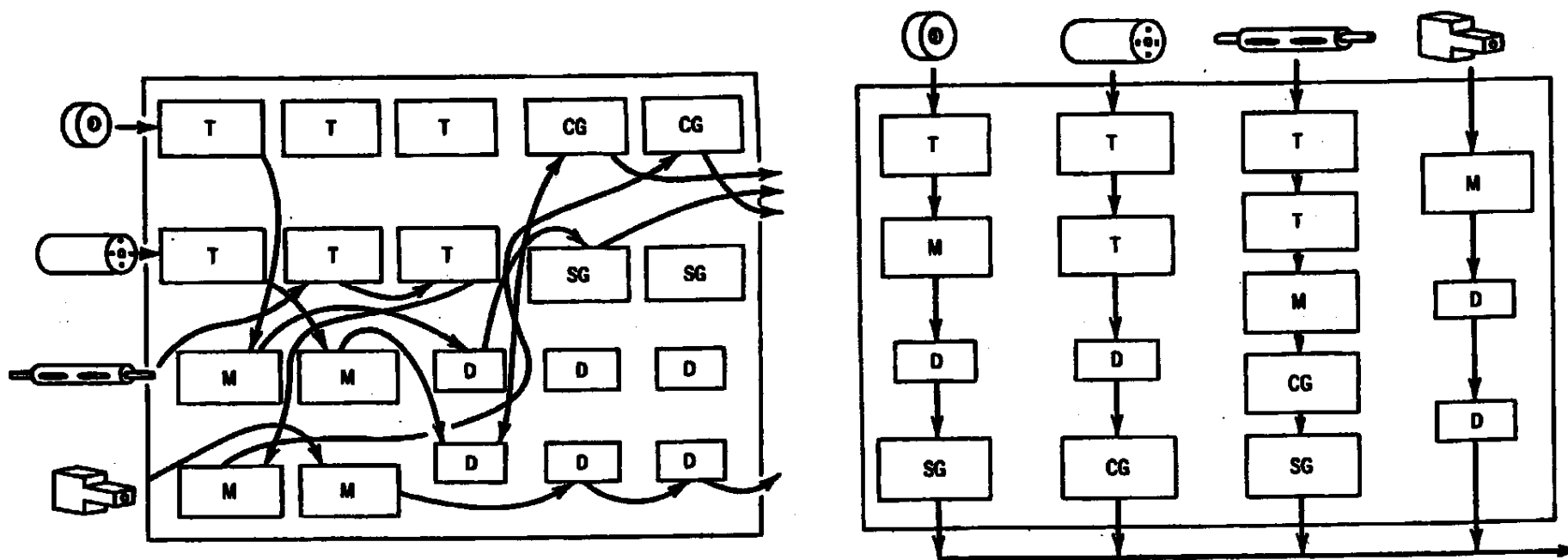
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a "Cell Manufacturing"



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

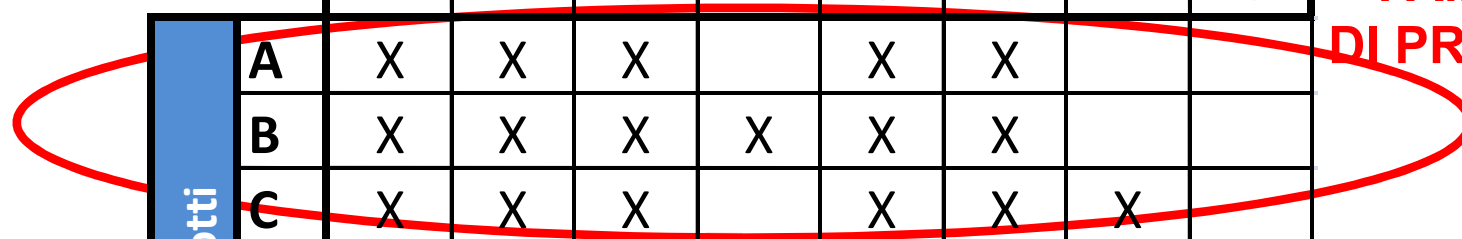
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



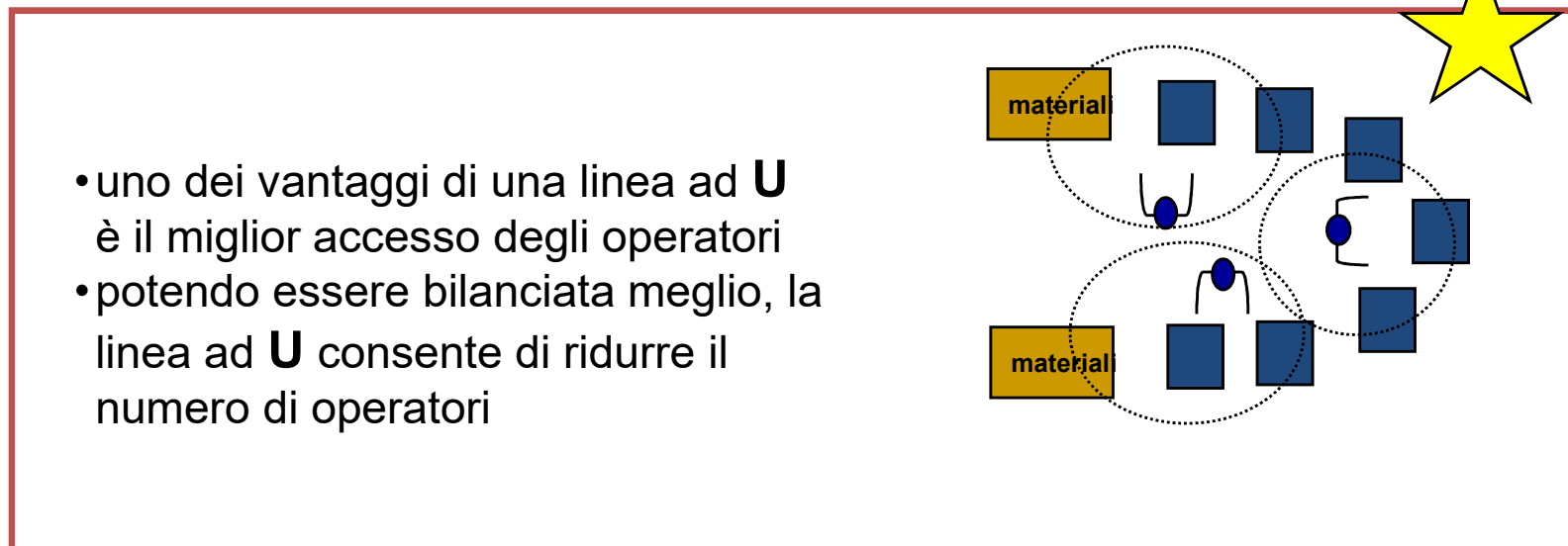
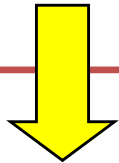
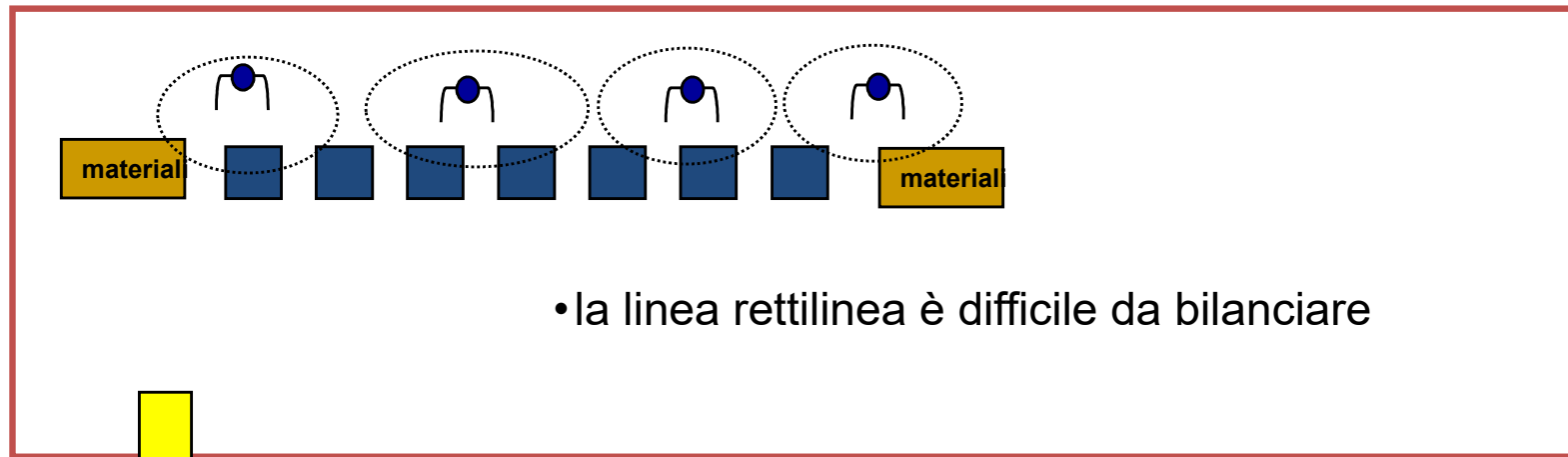
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

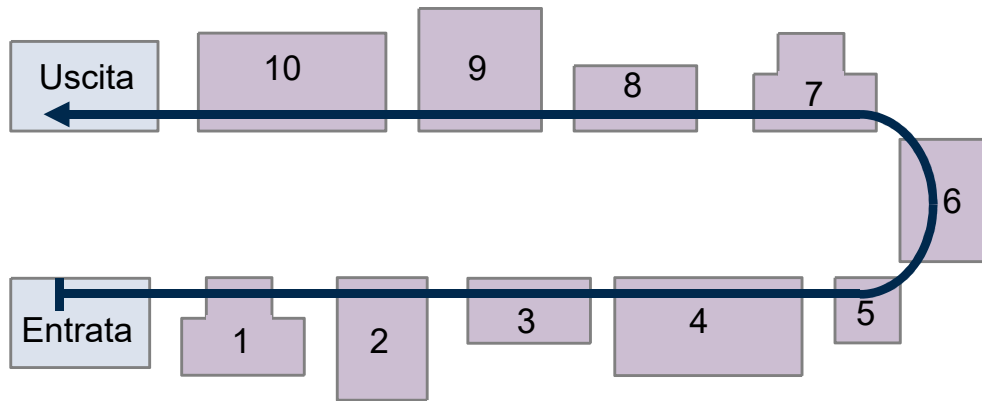
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamate linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

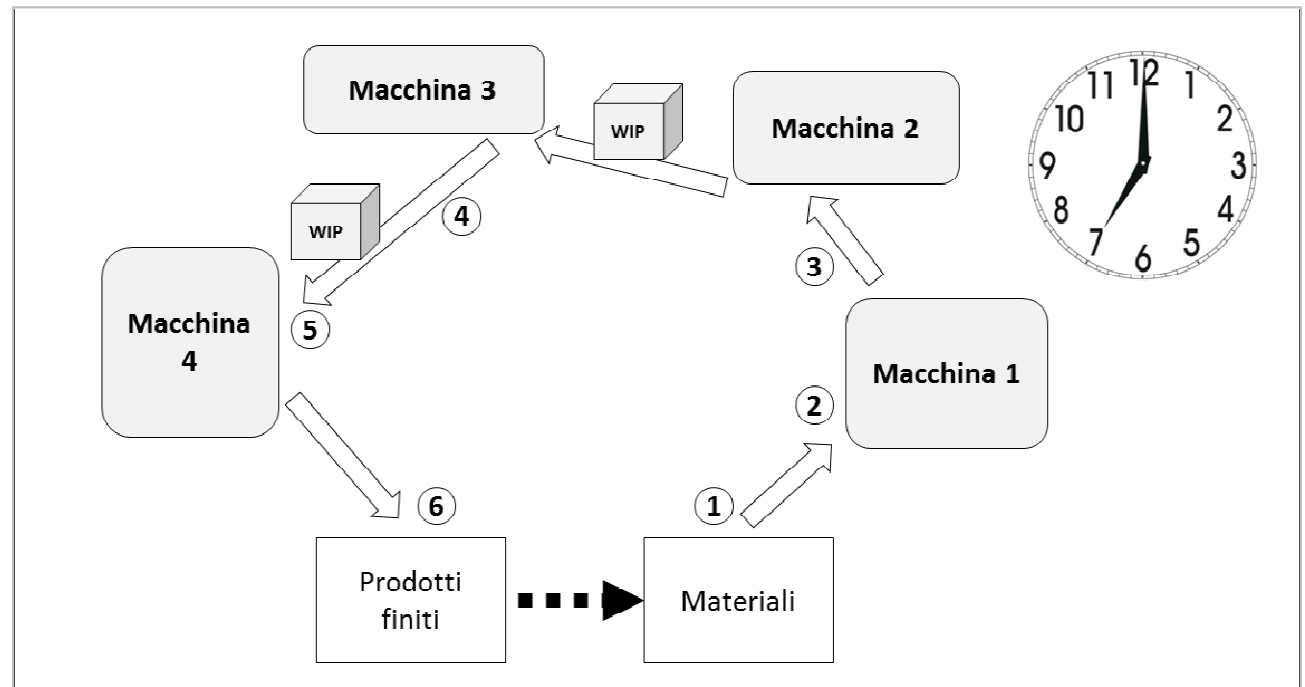
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

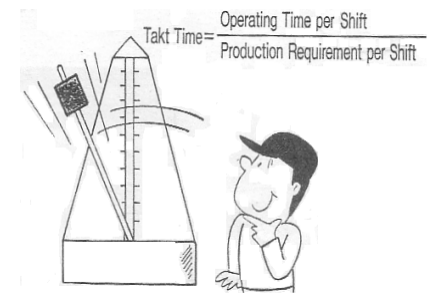
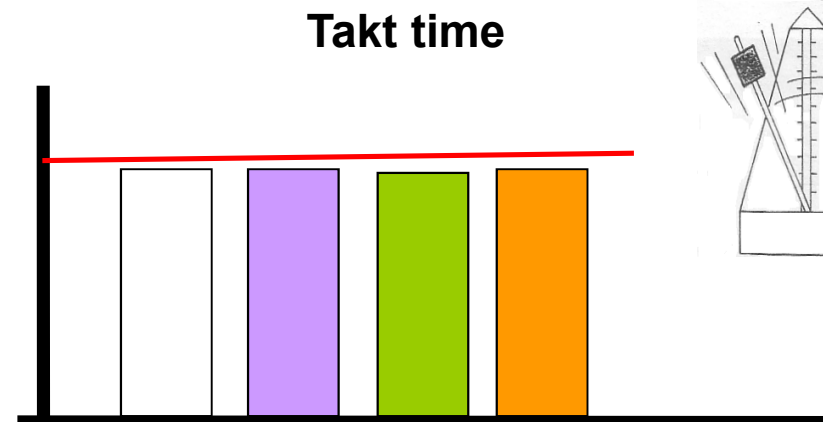
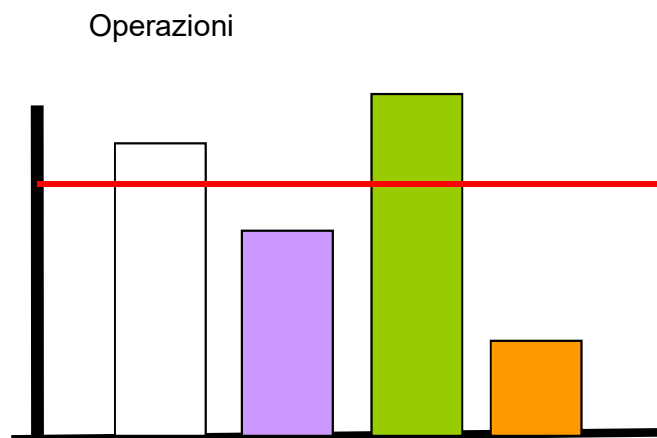


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

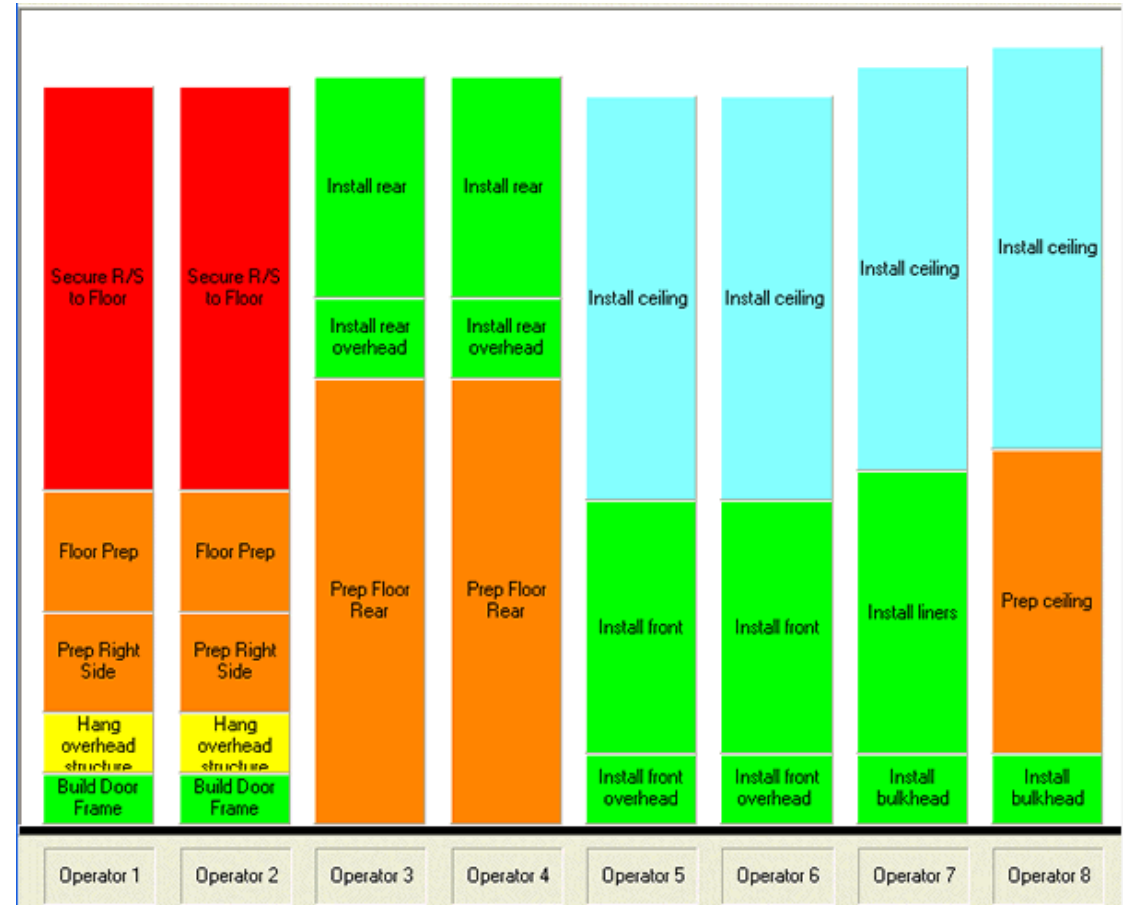


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

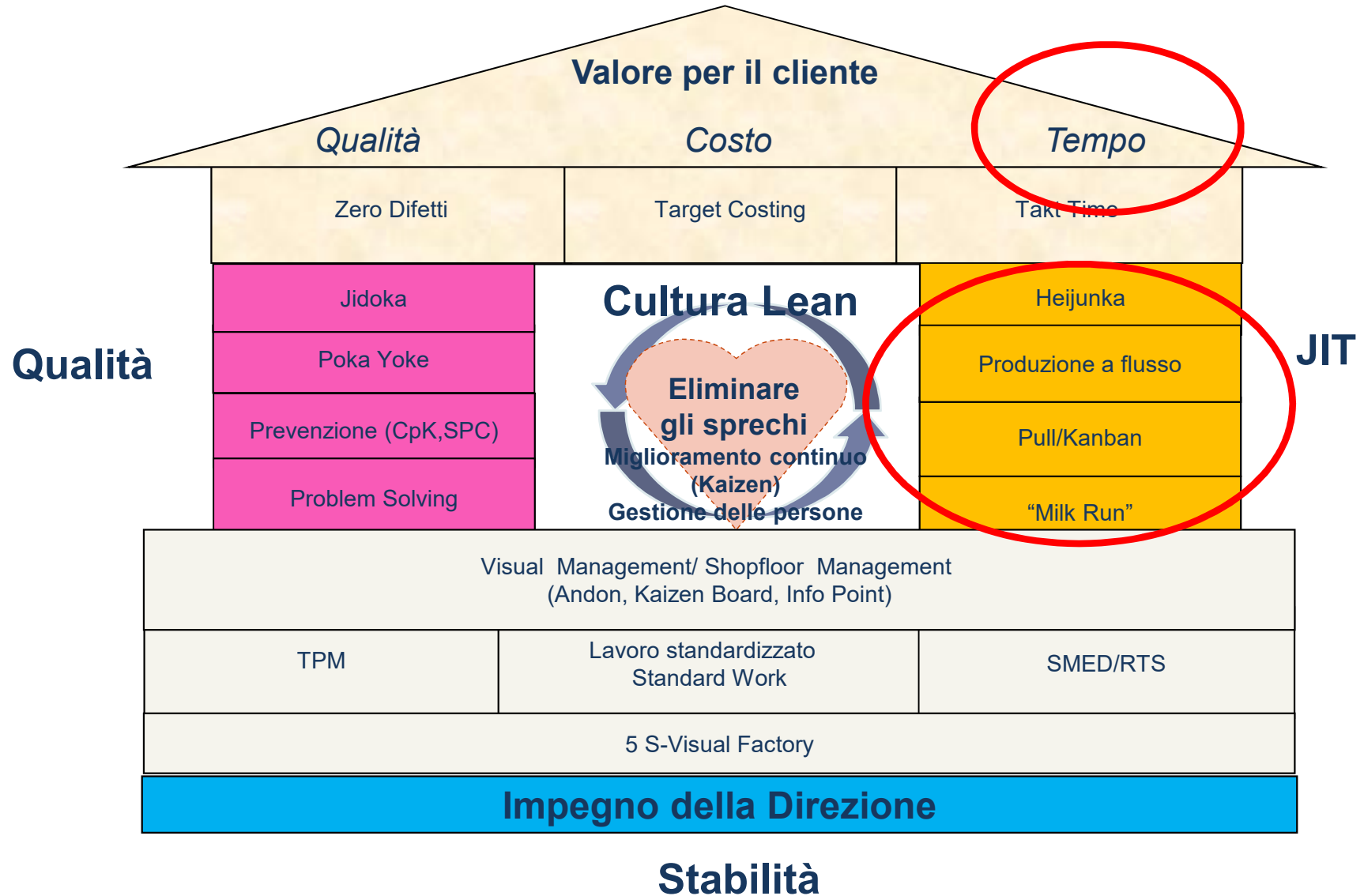
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

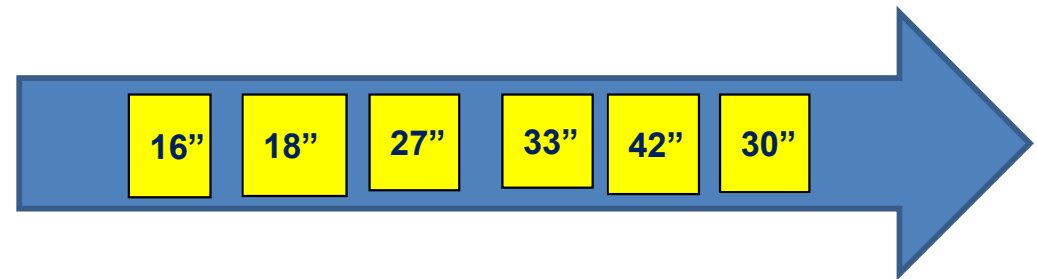
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

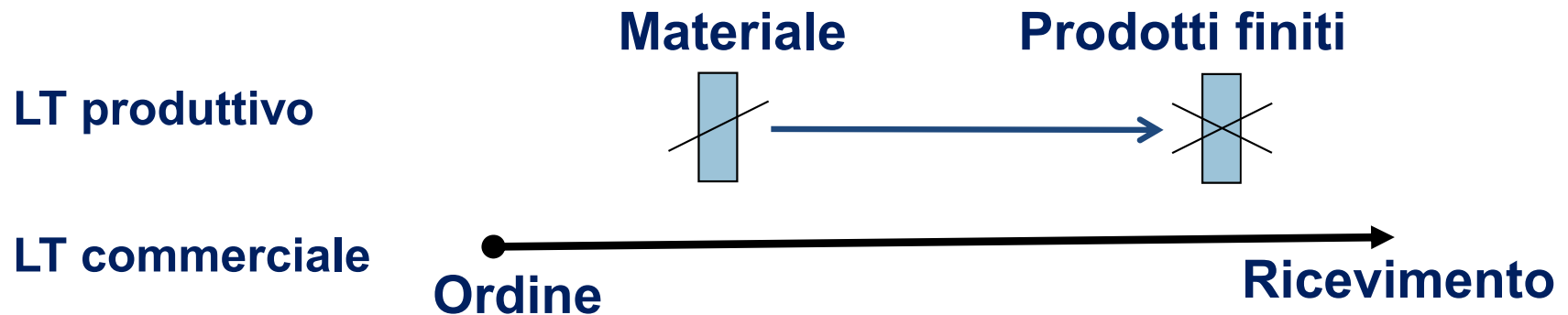
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

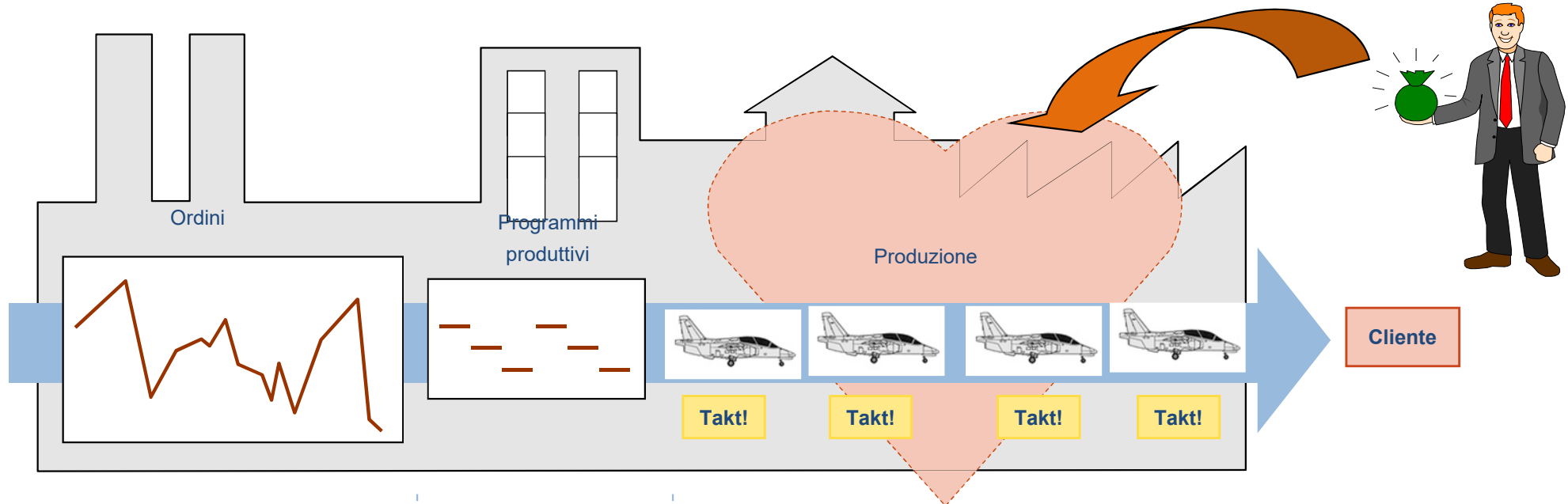


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;


Realizzazione del mixed model


**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

Prodotto  →

Prodotto  →

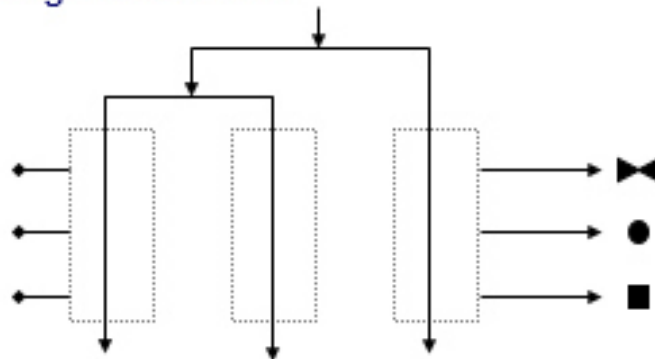
Prodotto  →

un passo...

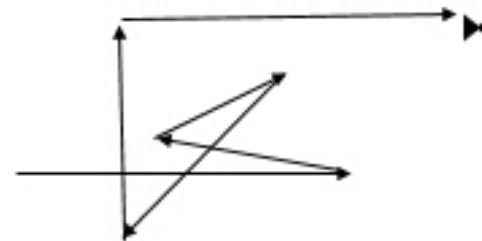
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

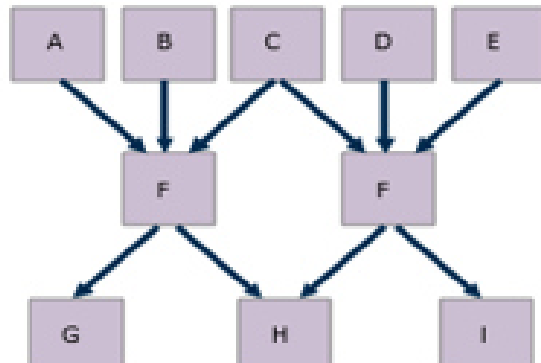
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

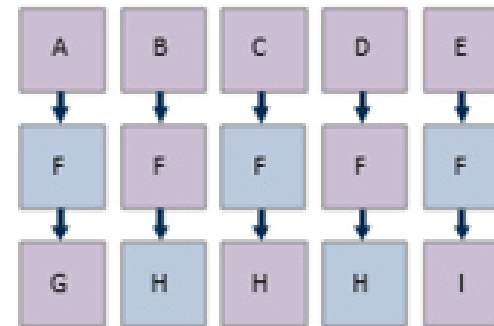
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti



Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

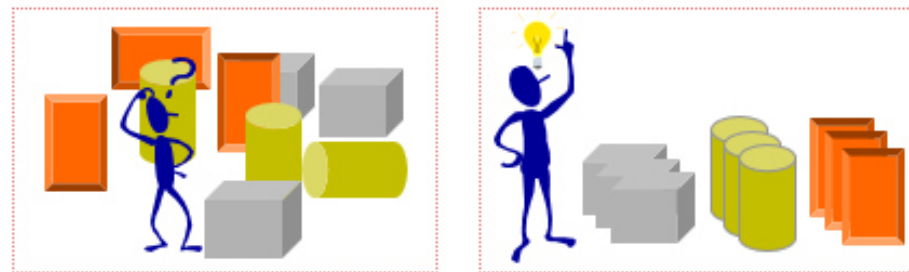


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

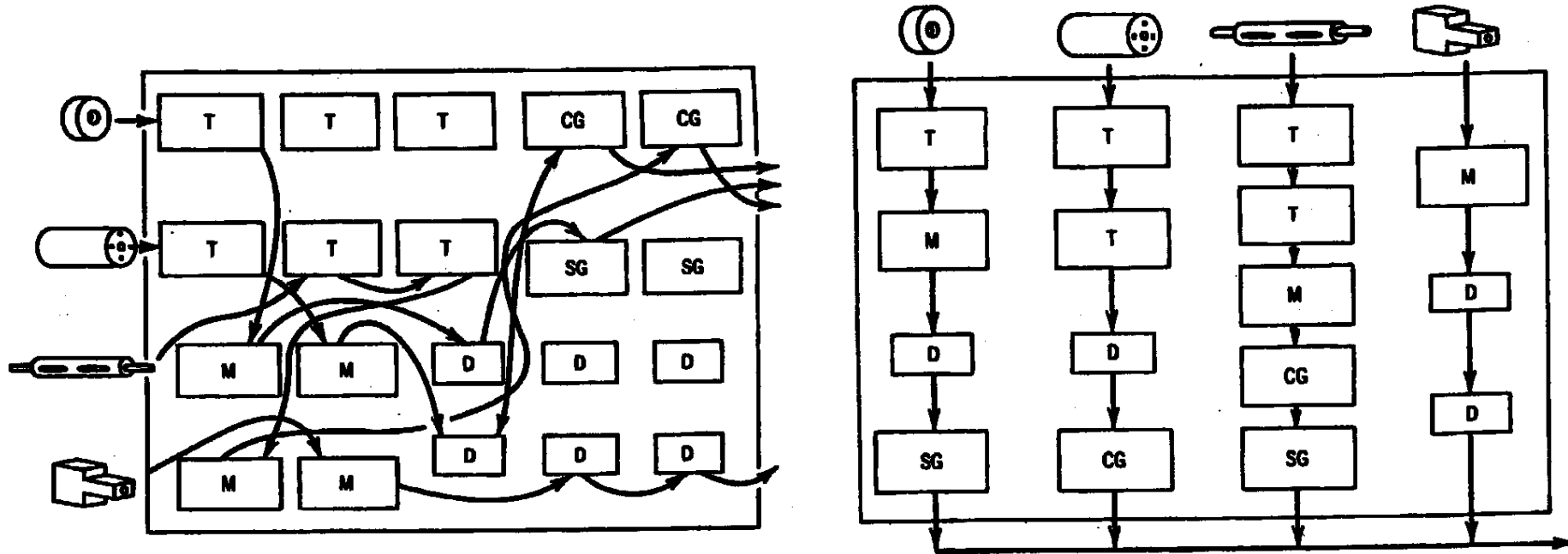
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a “Cell Manufacturing”



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

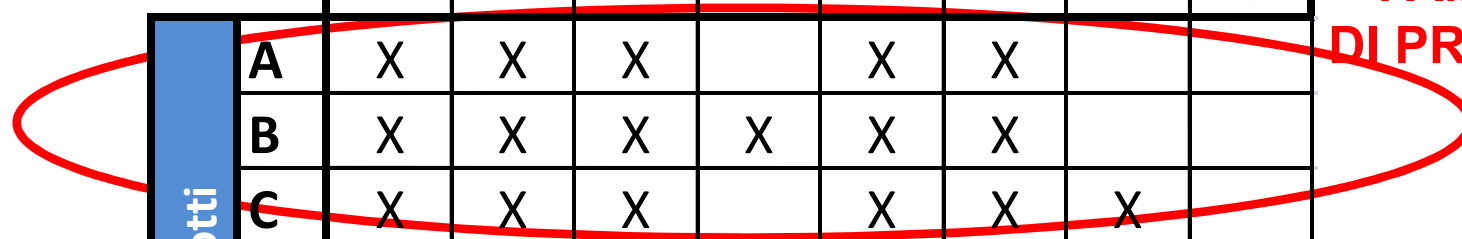
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



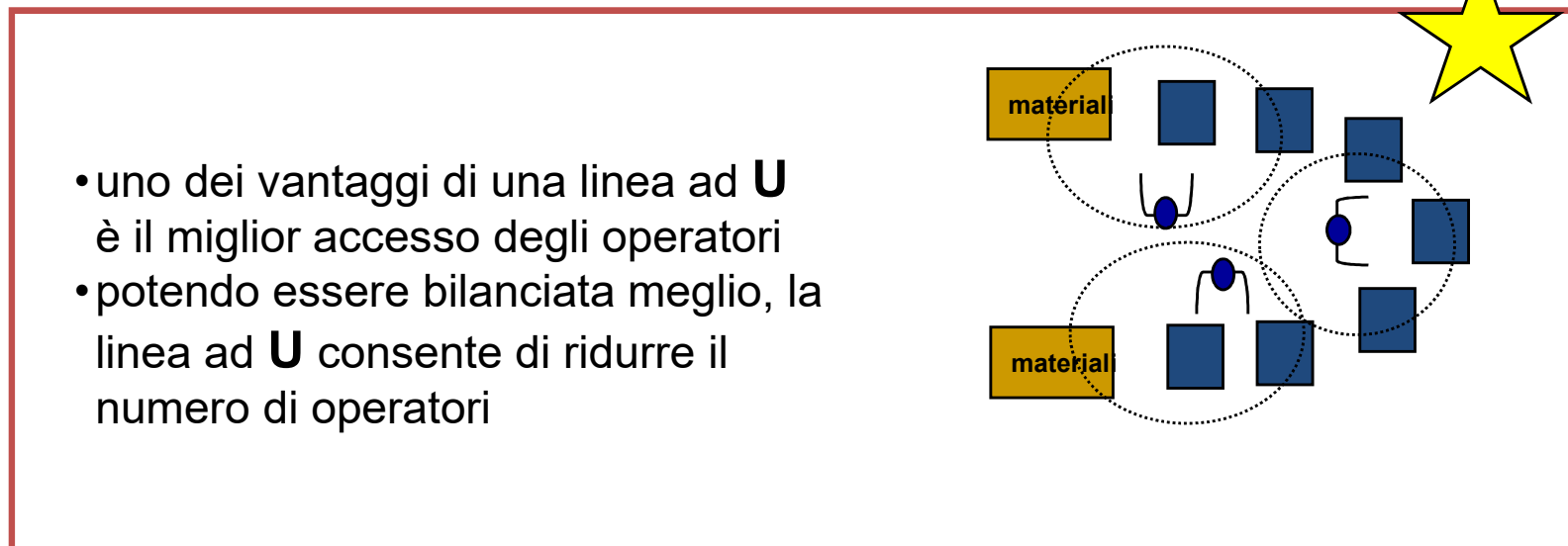
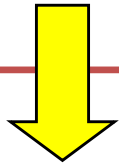
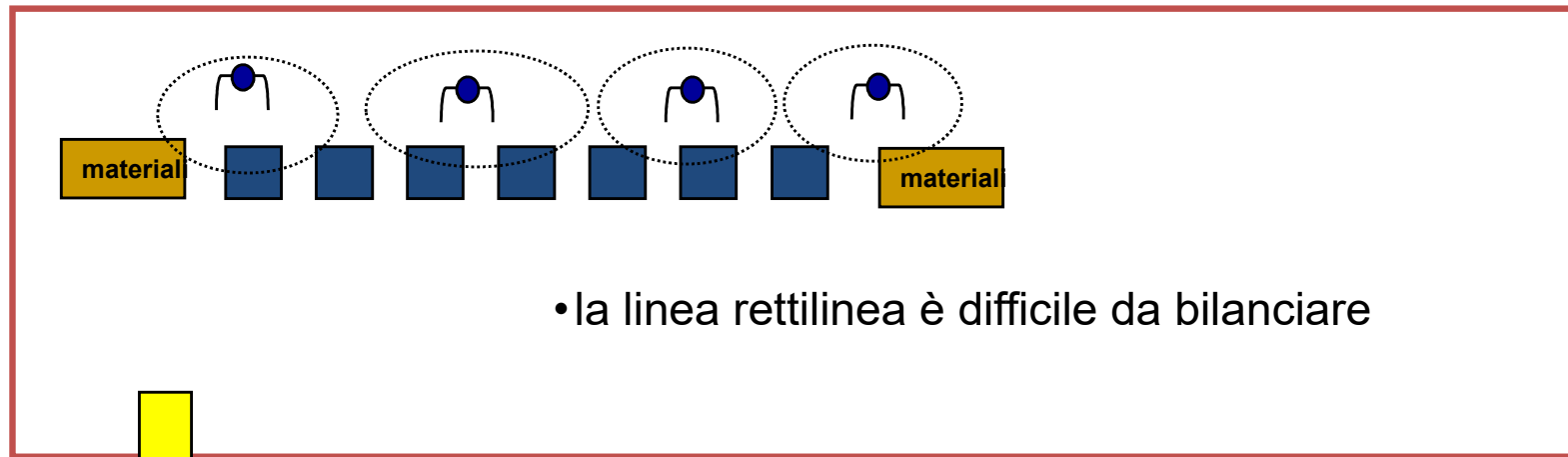
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

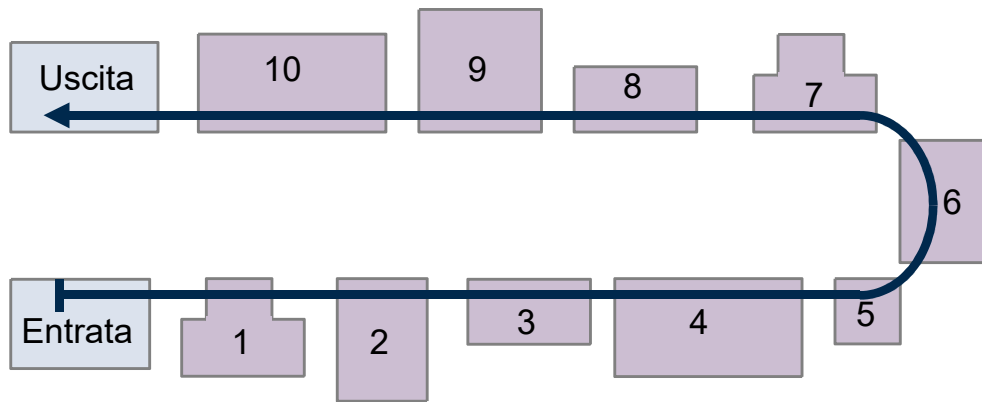
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

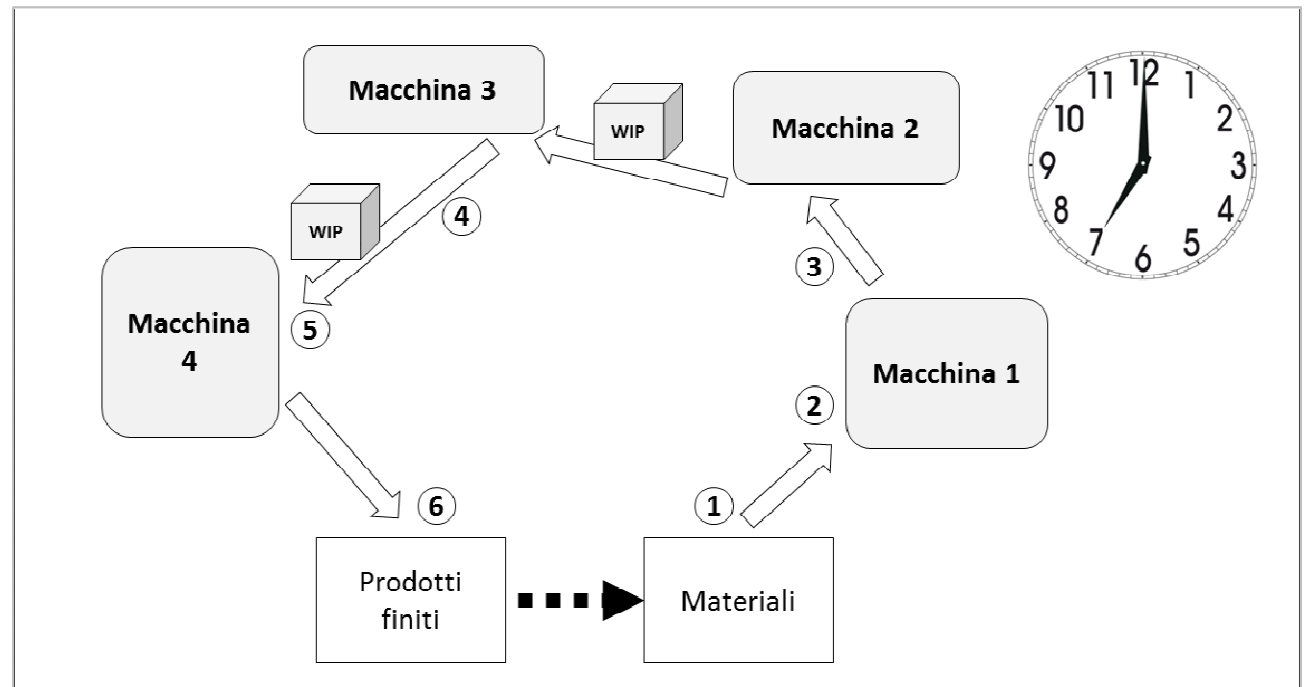
Presupposto:

- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

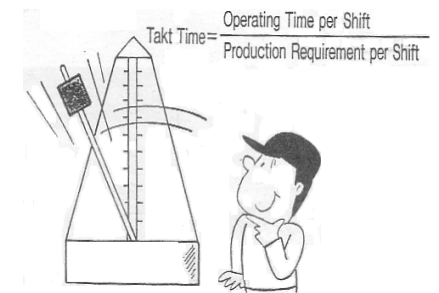
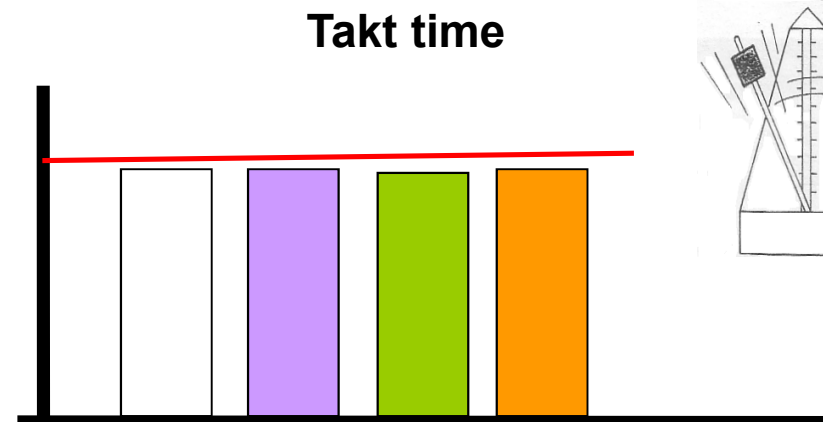
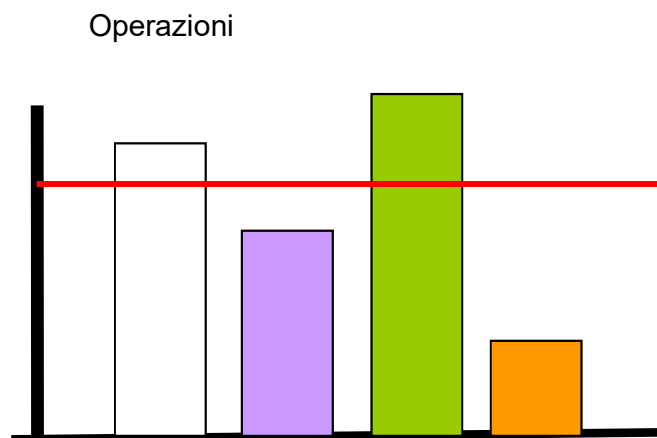


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

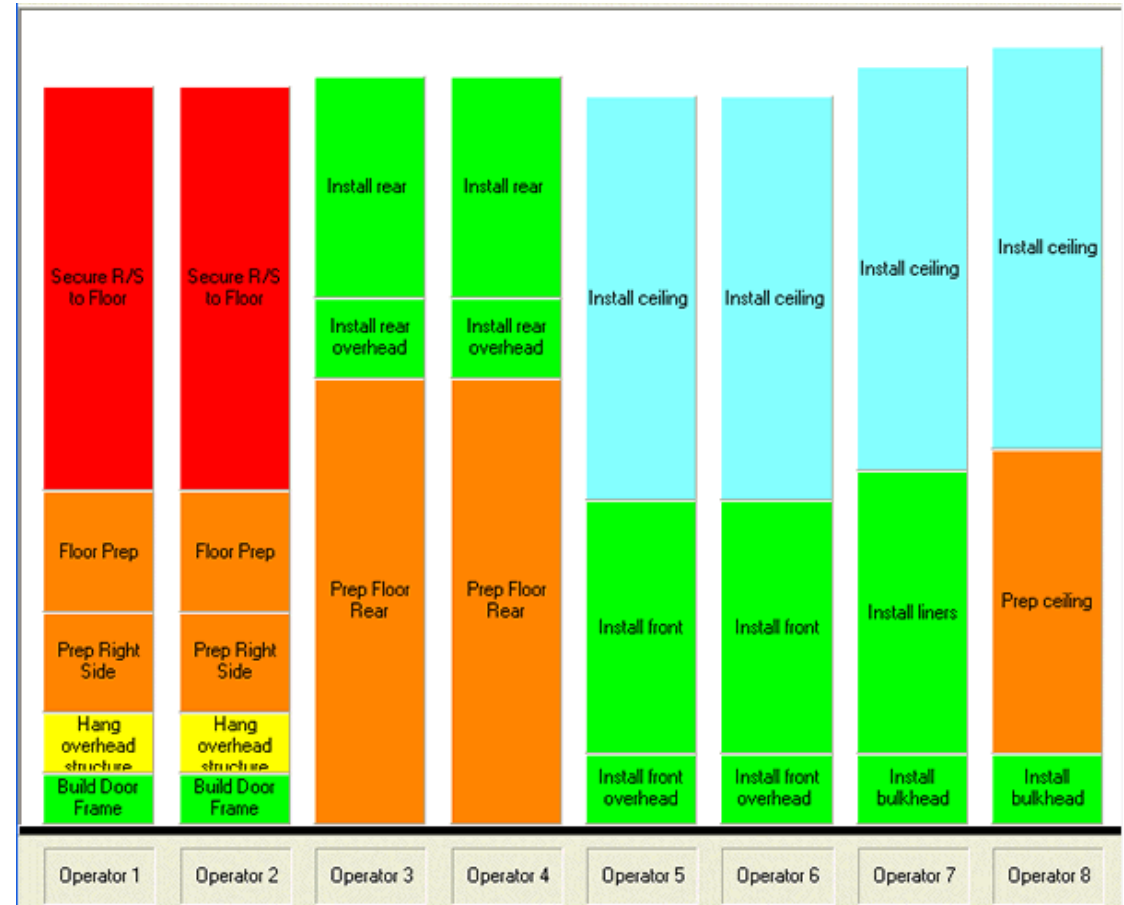


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

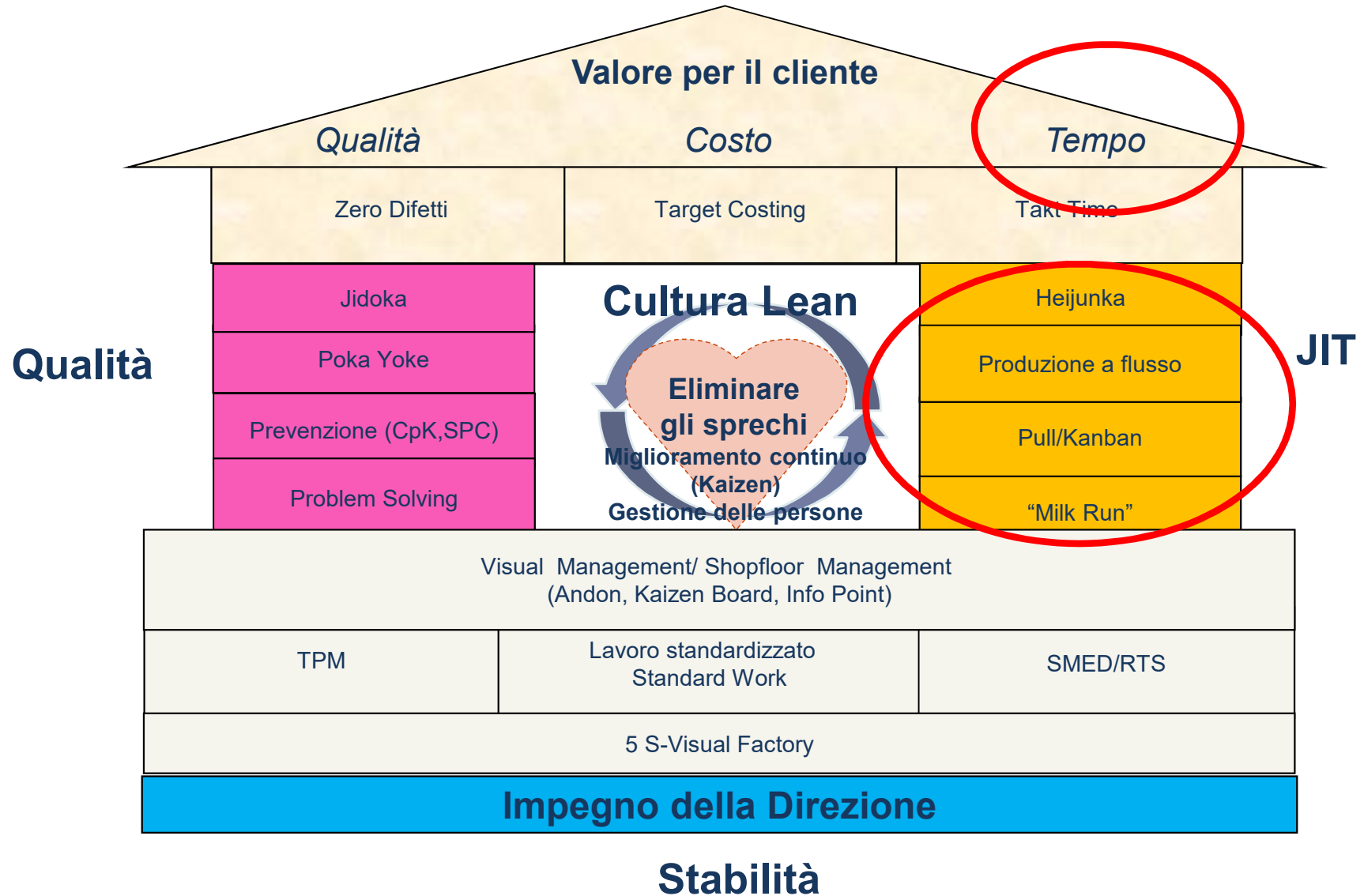
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

Just in time

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

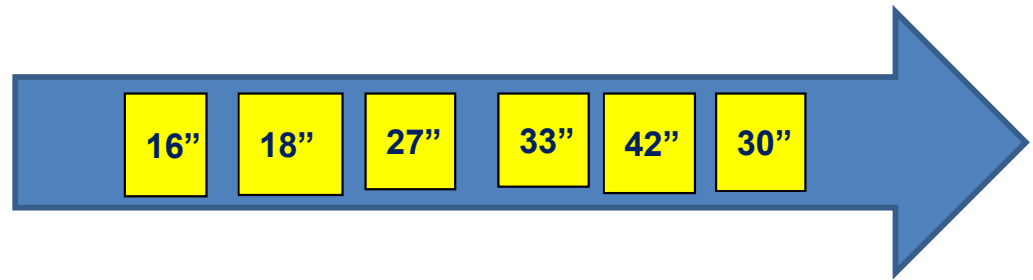
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

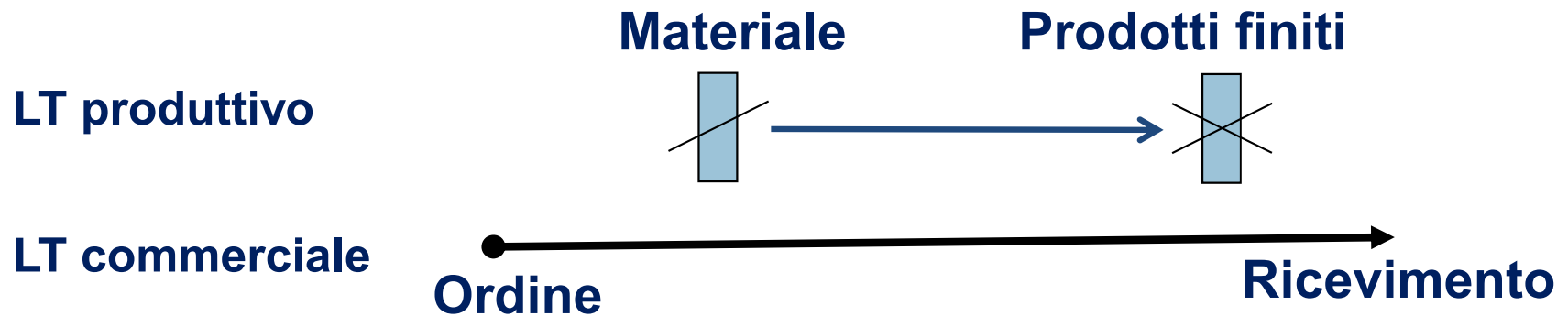
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

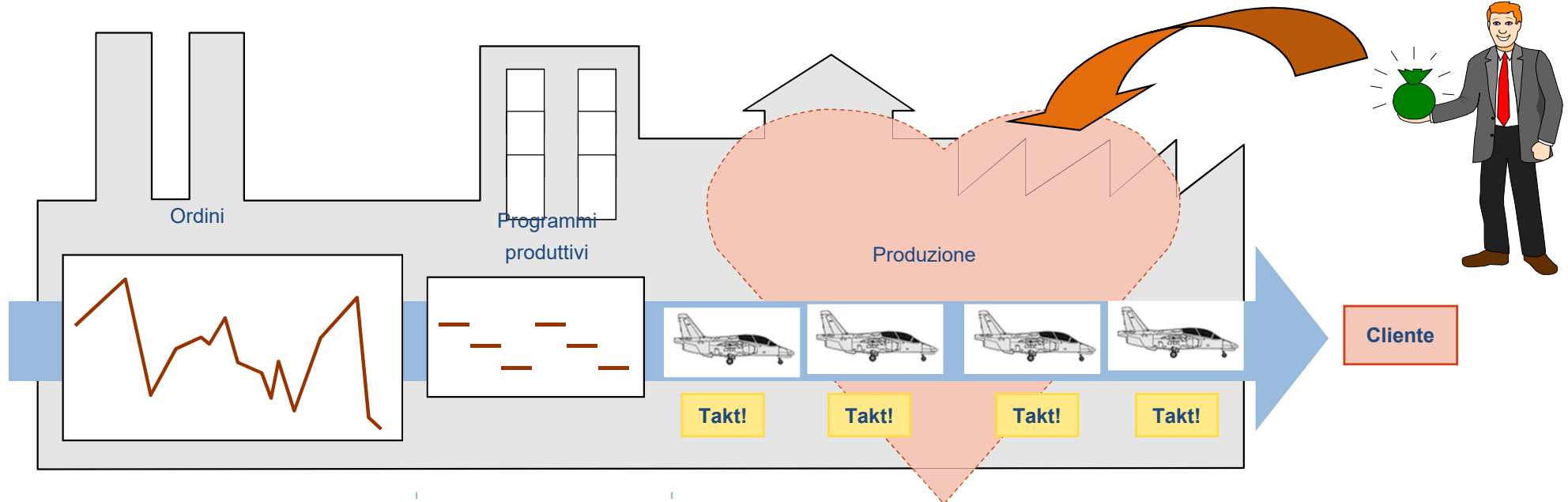


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

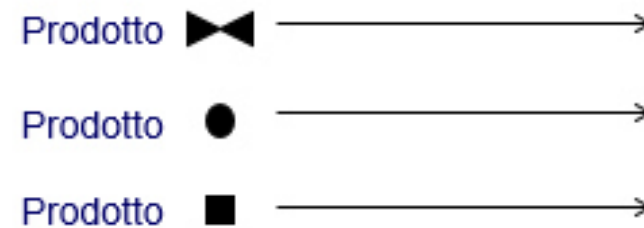
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

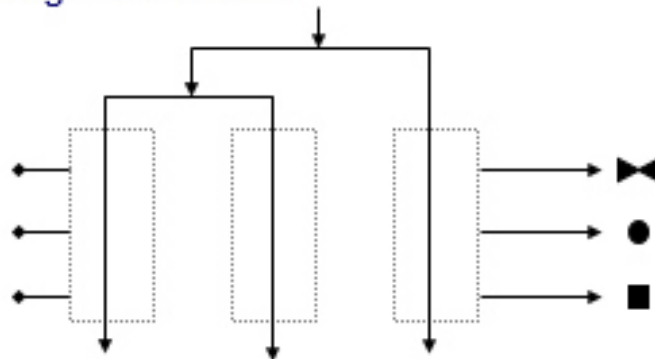


un passo...

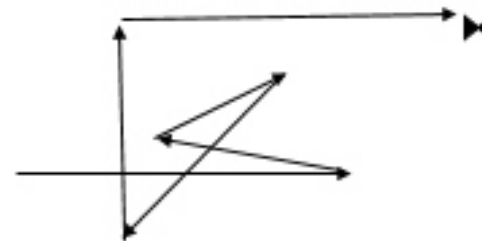
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

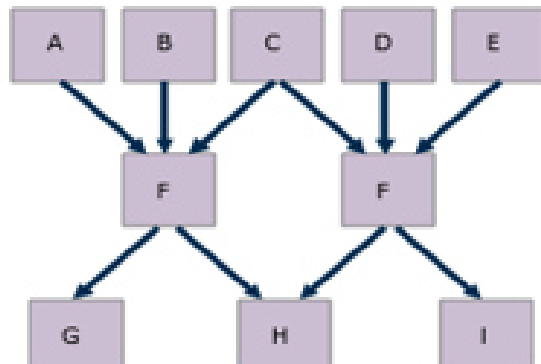
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

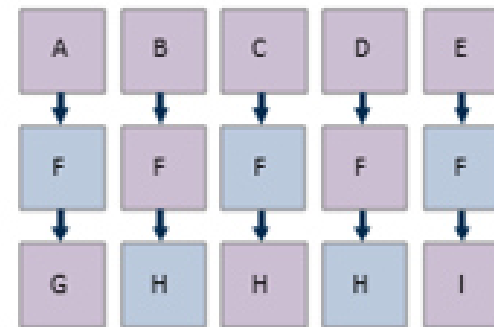
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

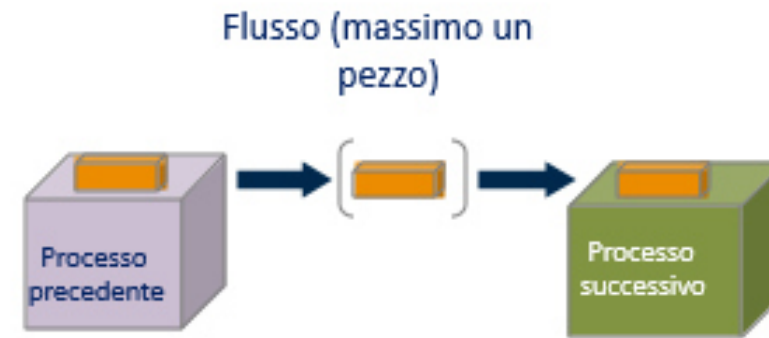
 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

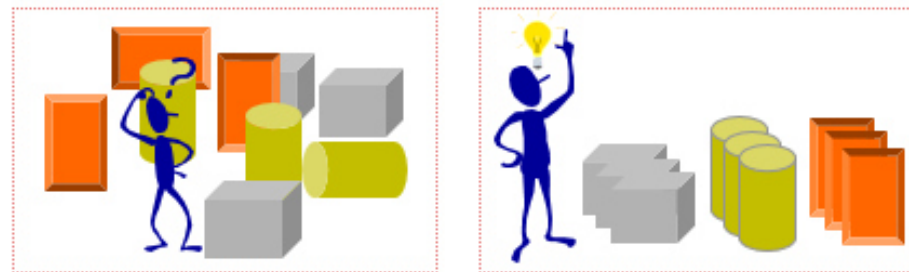


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

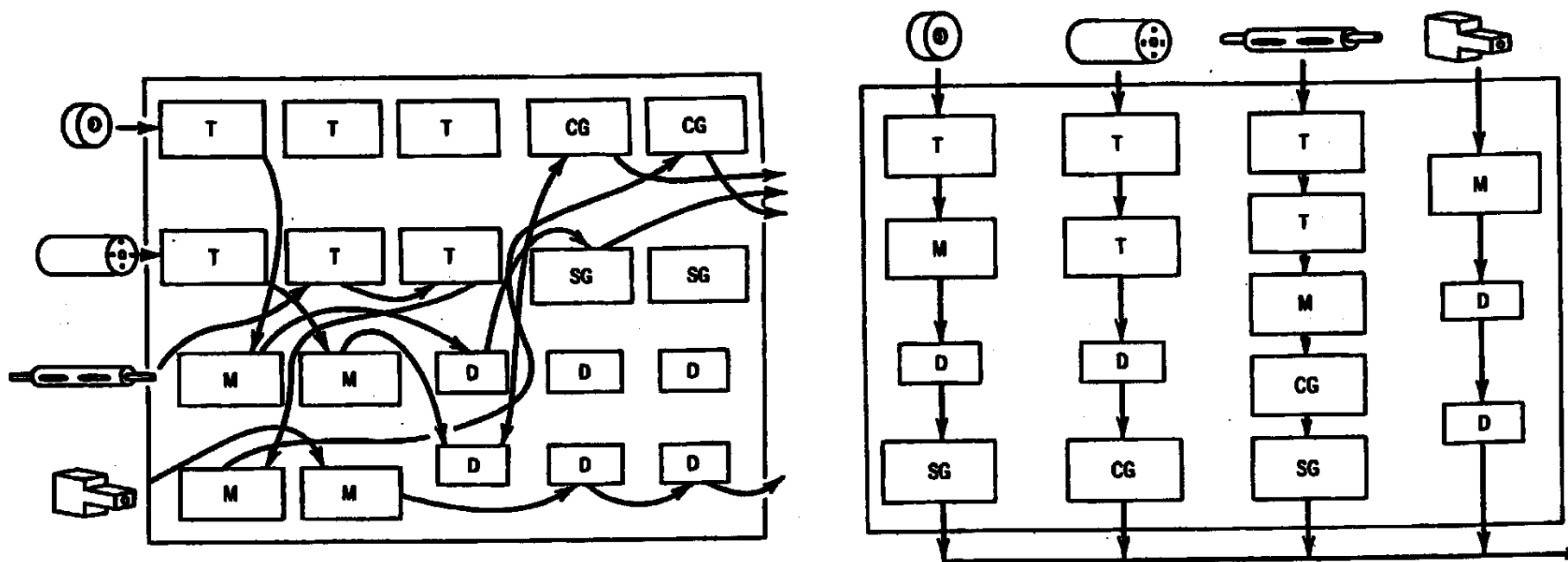
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a “Cell Manufacturing”



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

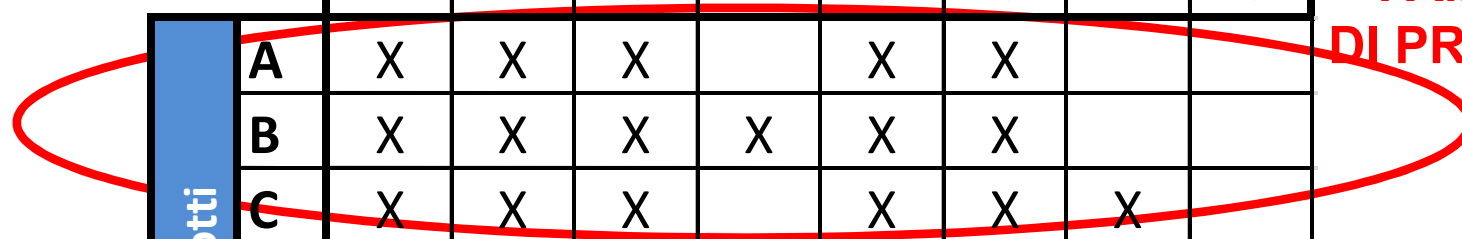
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



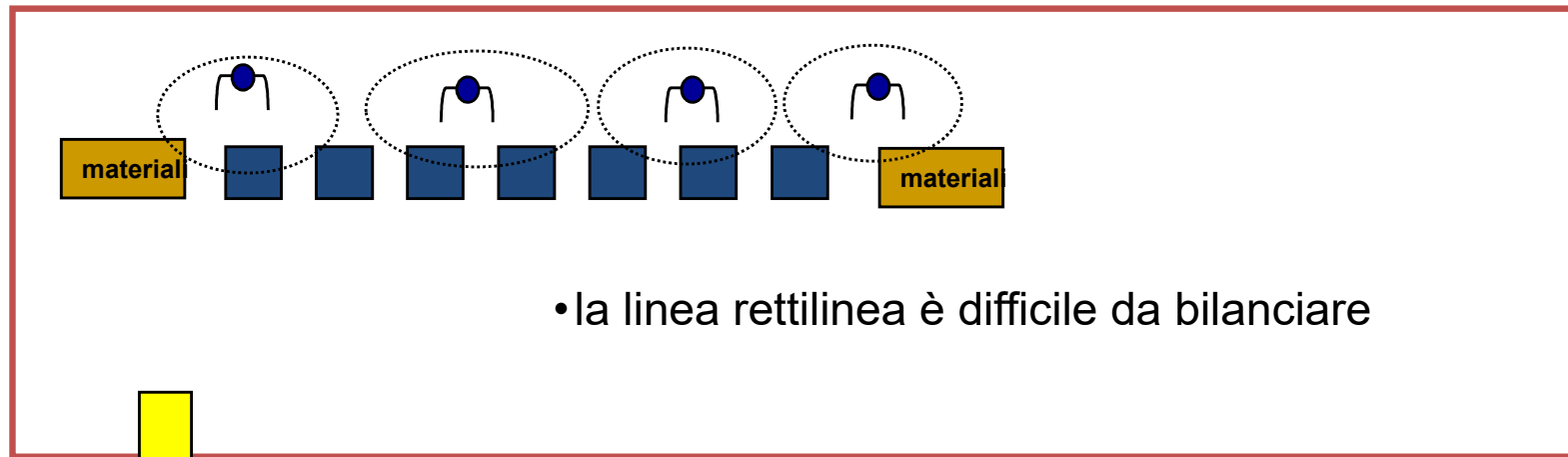
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

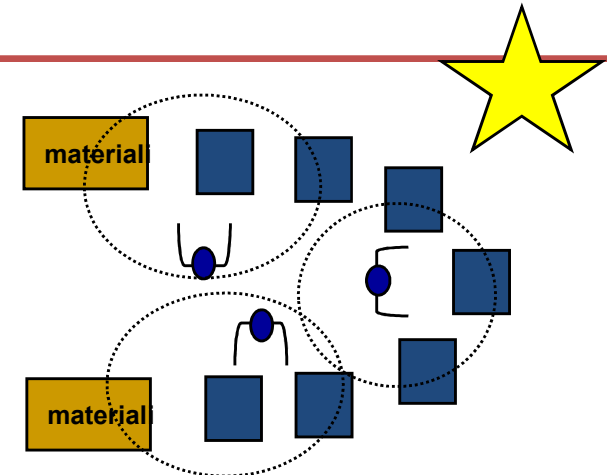
- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout

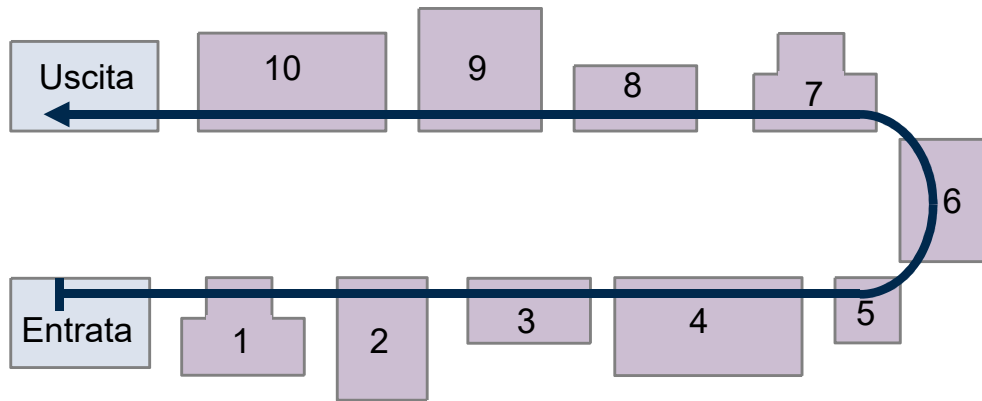


- uno dei vantaggi di una linea ad **U** è il miglior accesso degli operatori
- potendo essere bilanciata meglio, la linea ad **U** consente di ridurre il numero di operatori



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

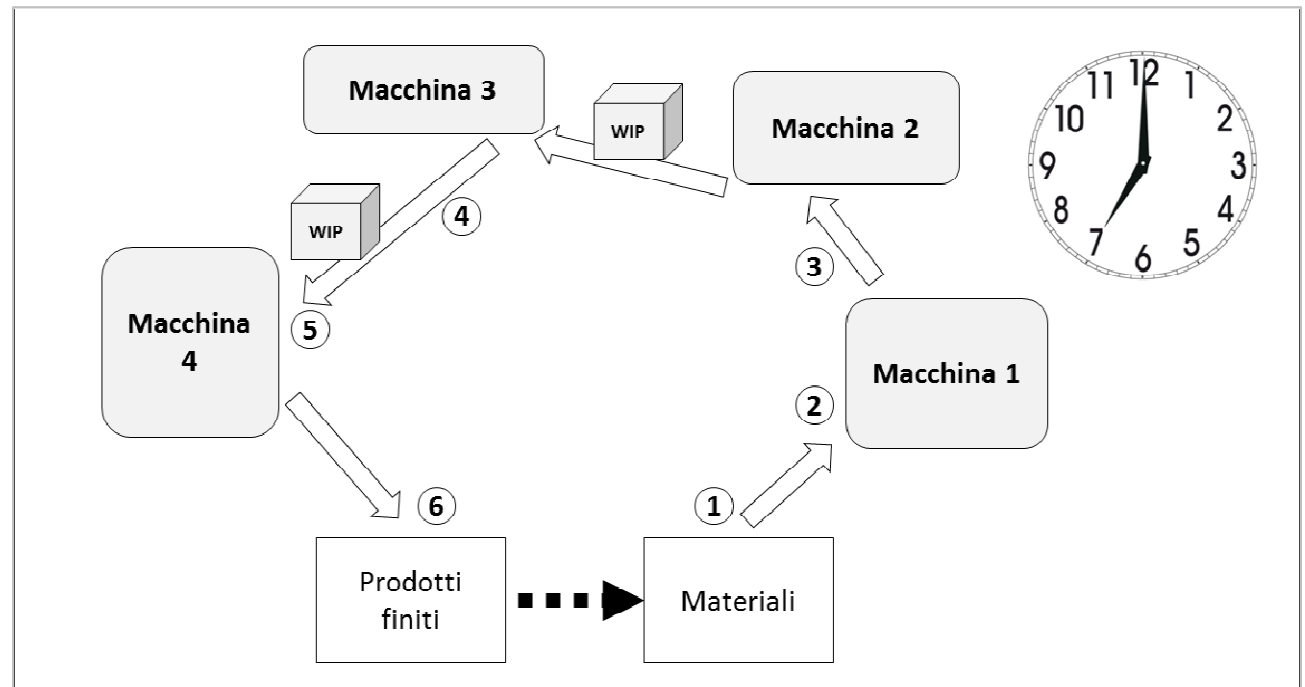
Presupposto:

- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
 “camminate vuote” all’inizio
 del ciclo produttivo.

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

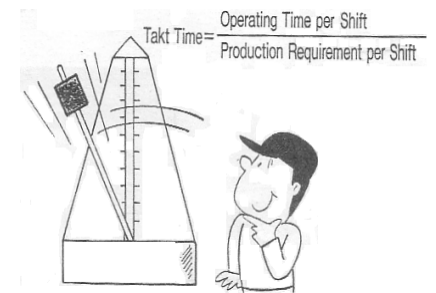
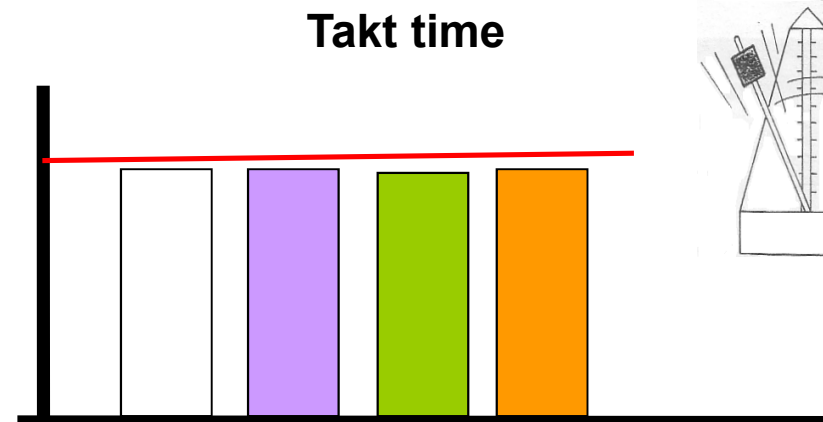
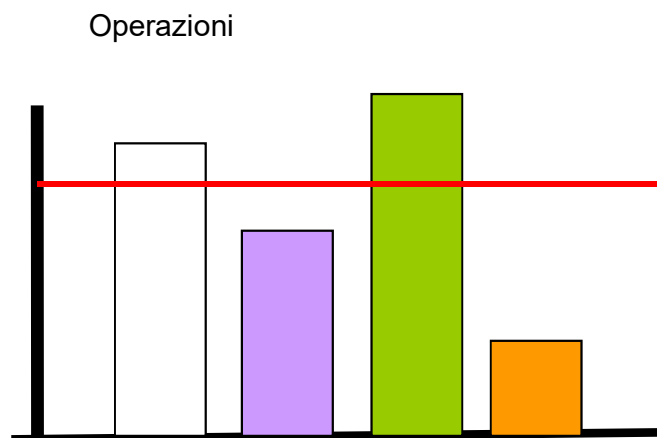


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

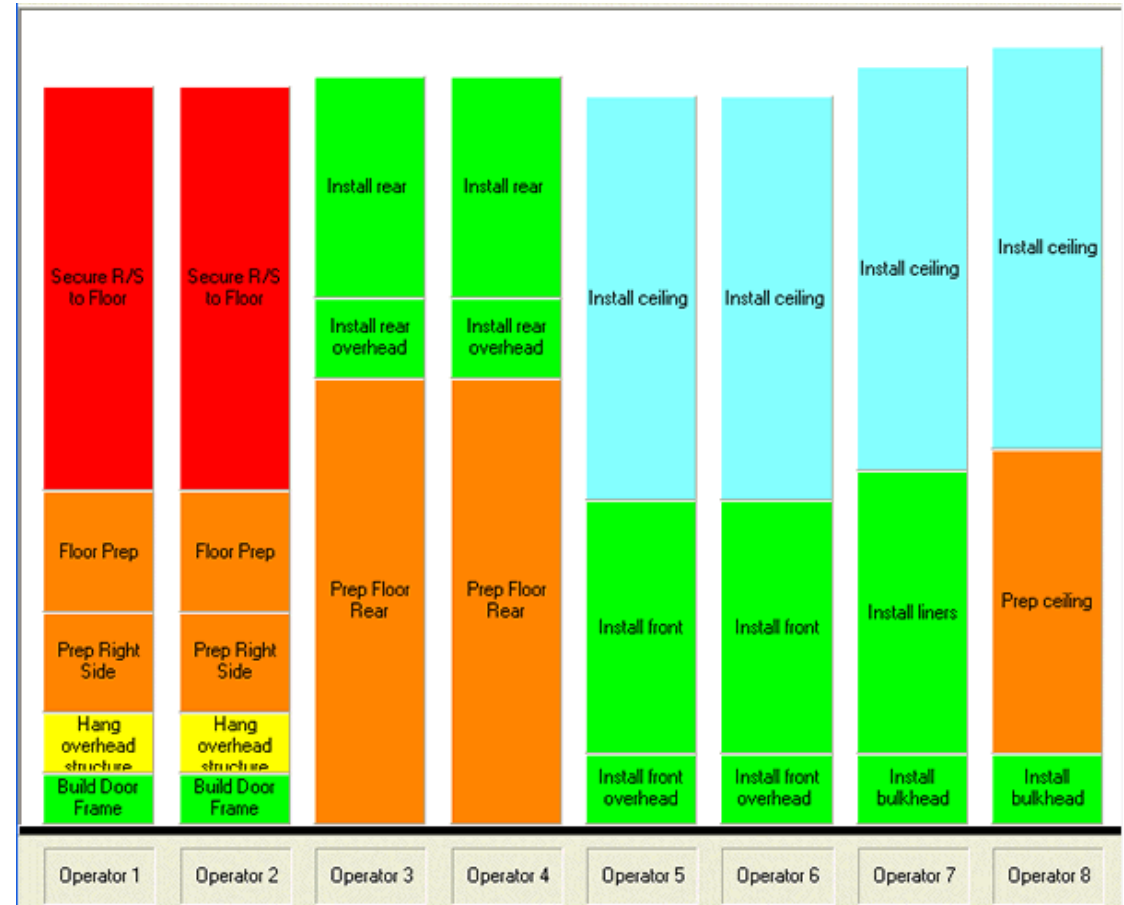


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

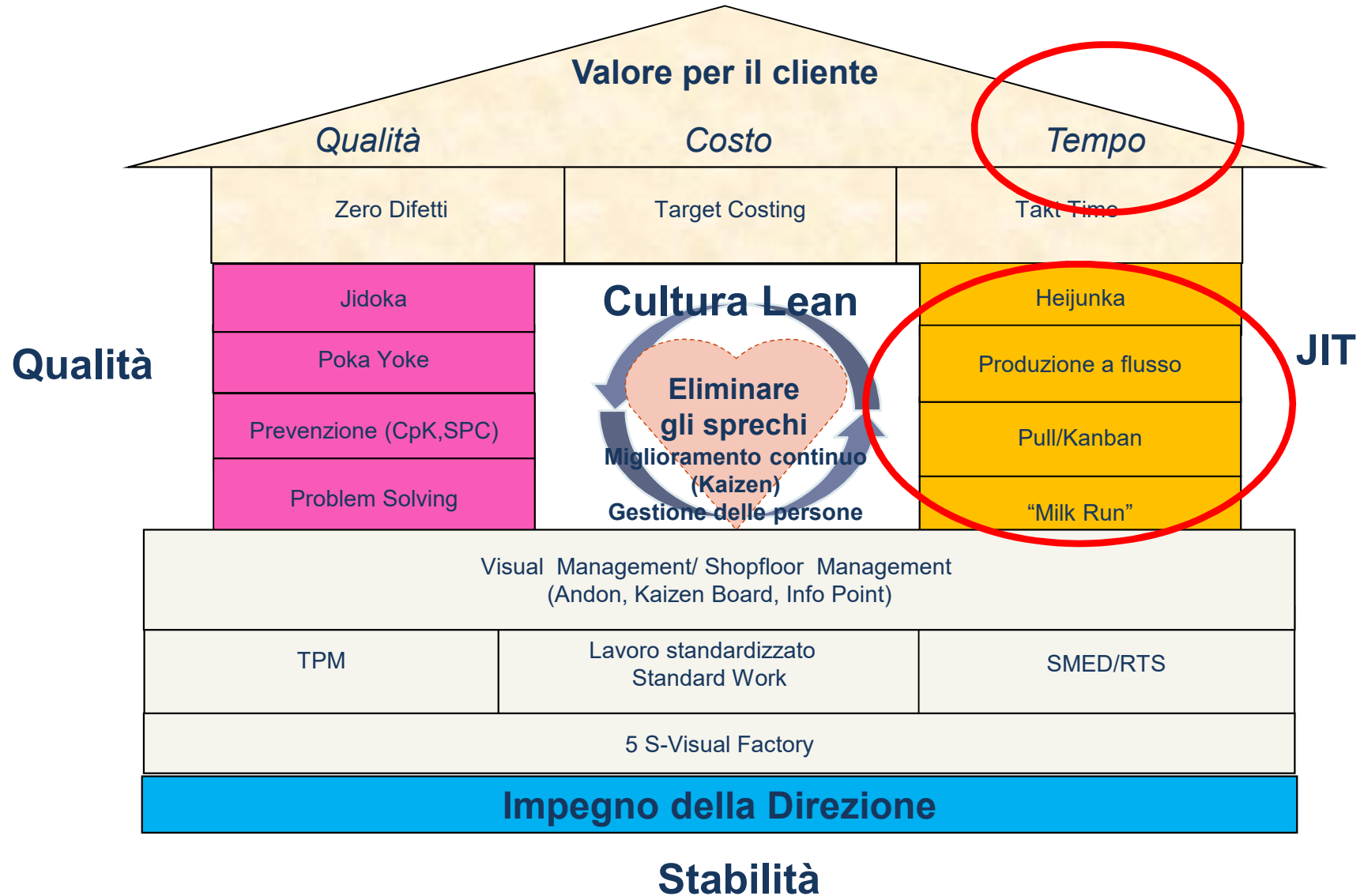
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

Just in time

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

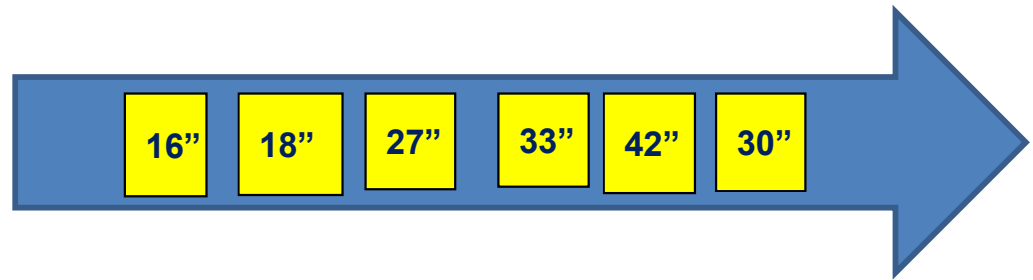
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

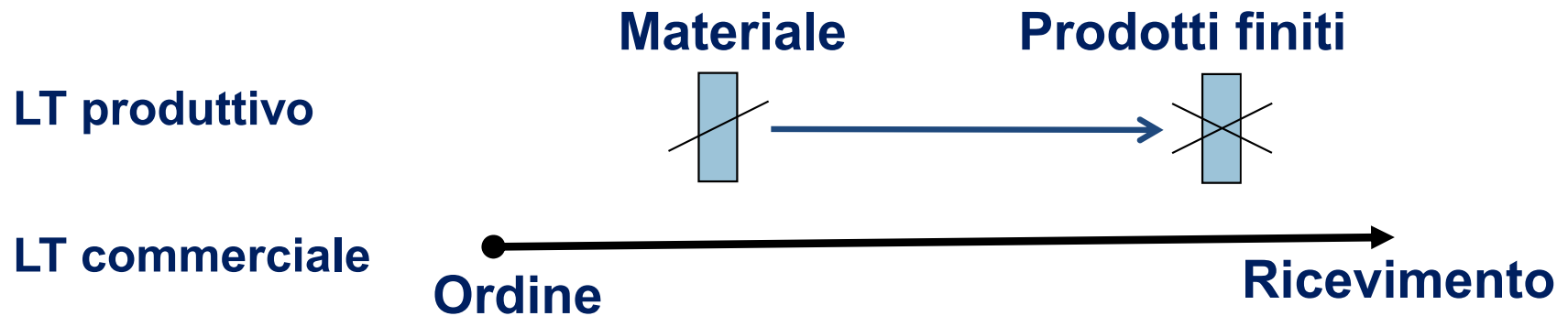
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

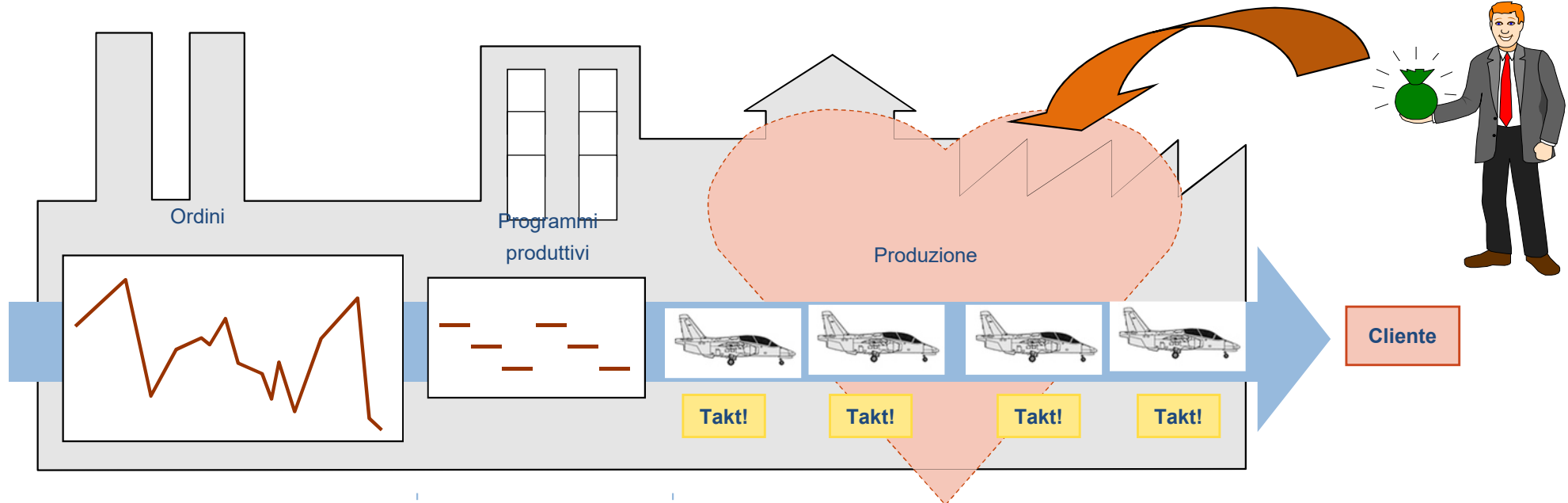


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

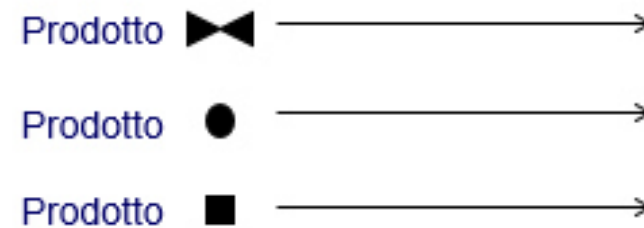
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

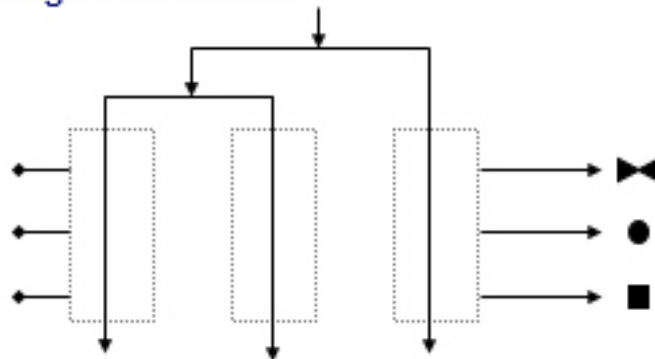


un passo...

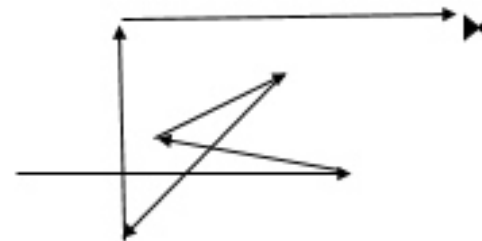
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

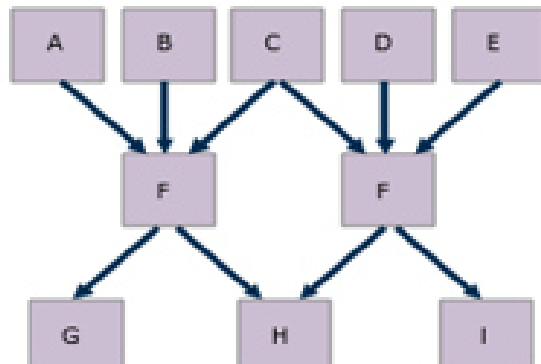
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

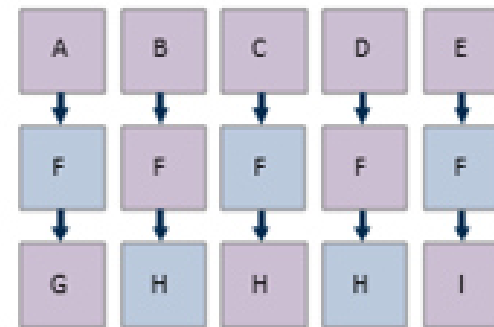
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

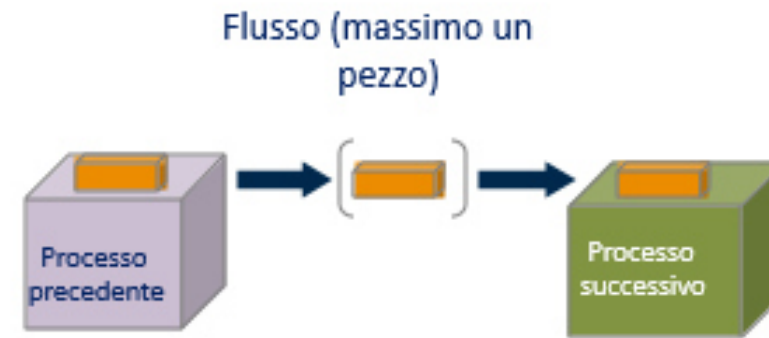
 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

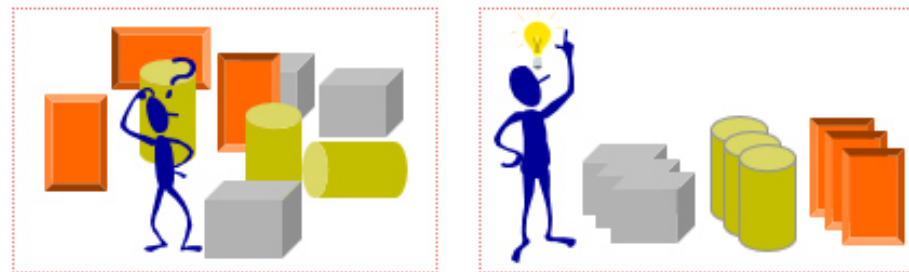


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

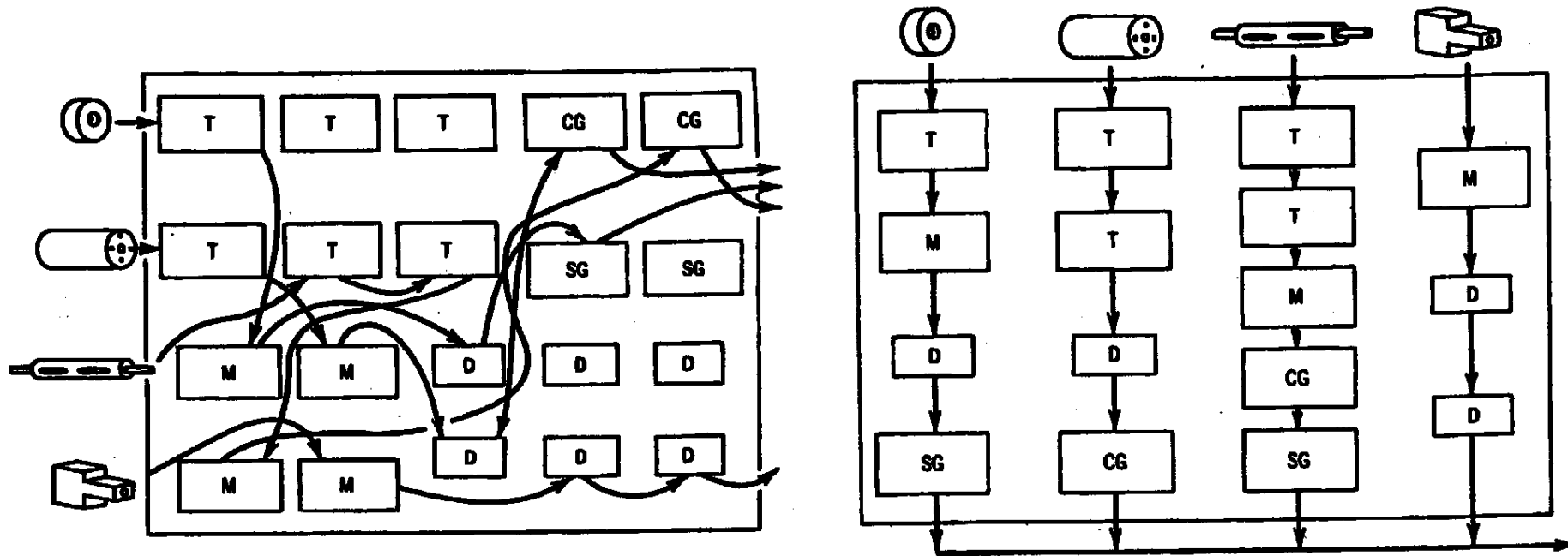
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a “Cell Manufacturing”



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

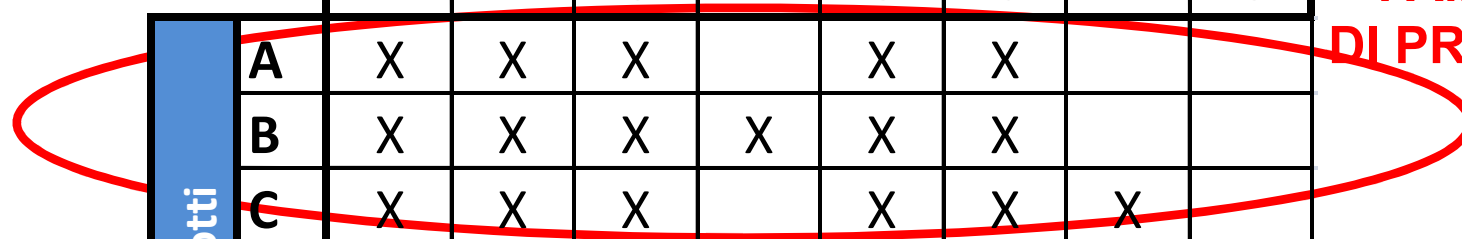
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



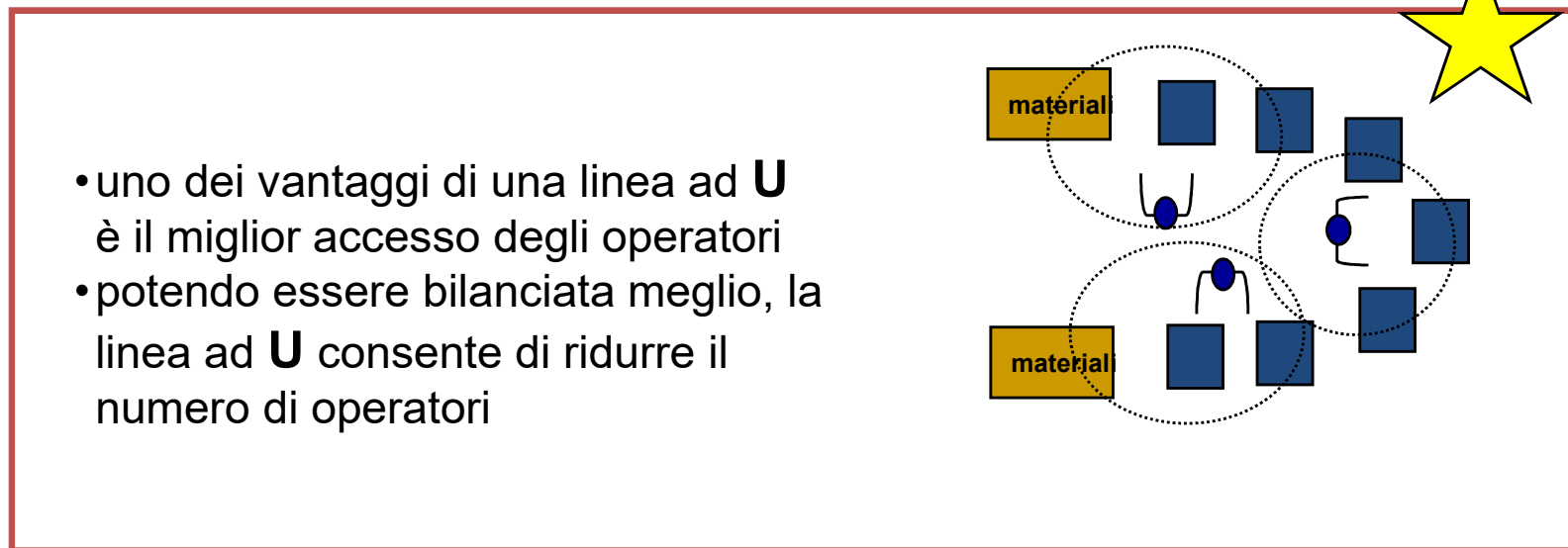
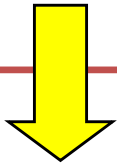
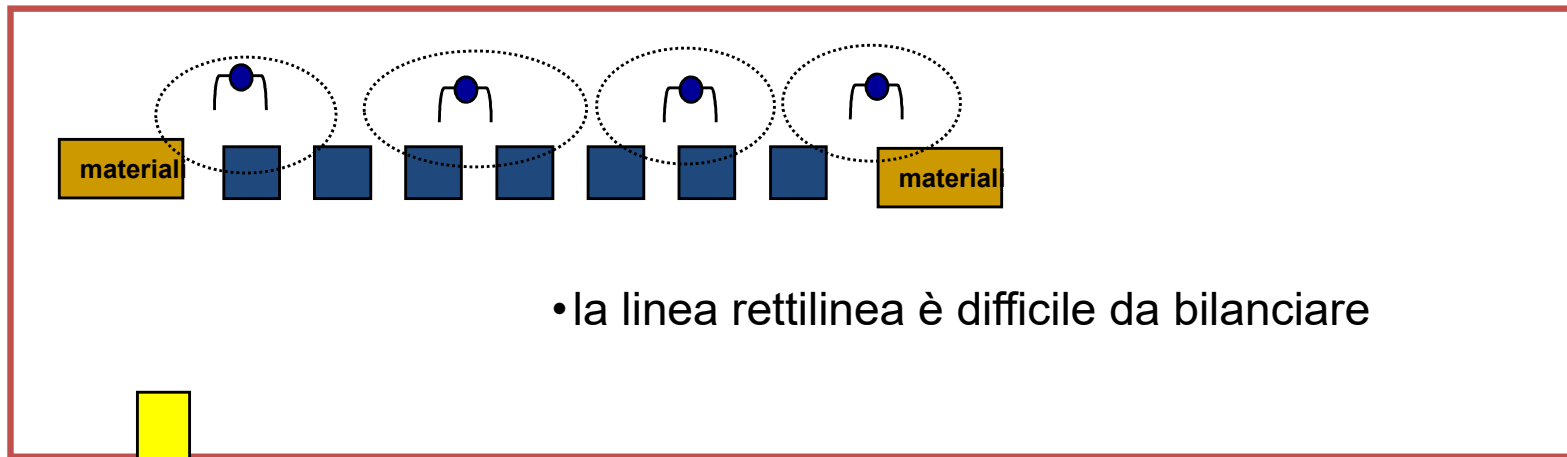
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

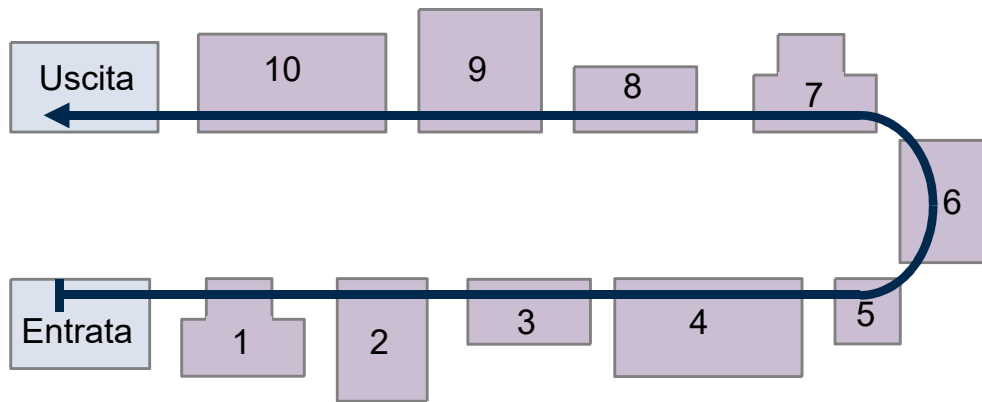
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamate linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

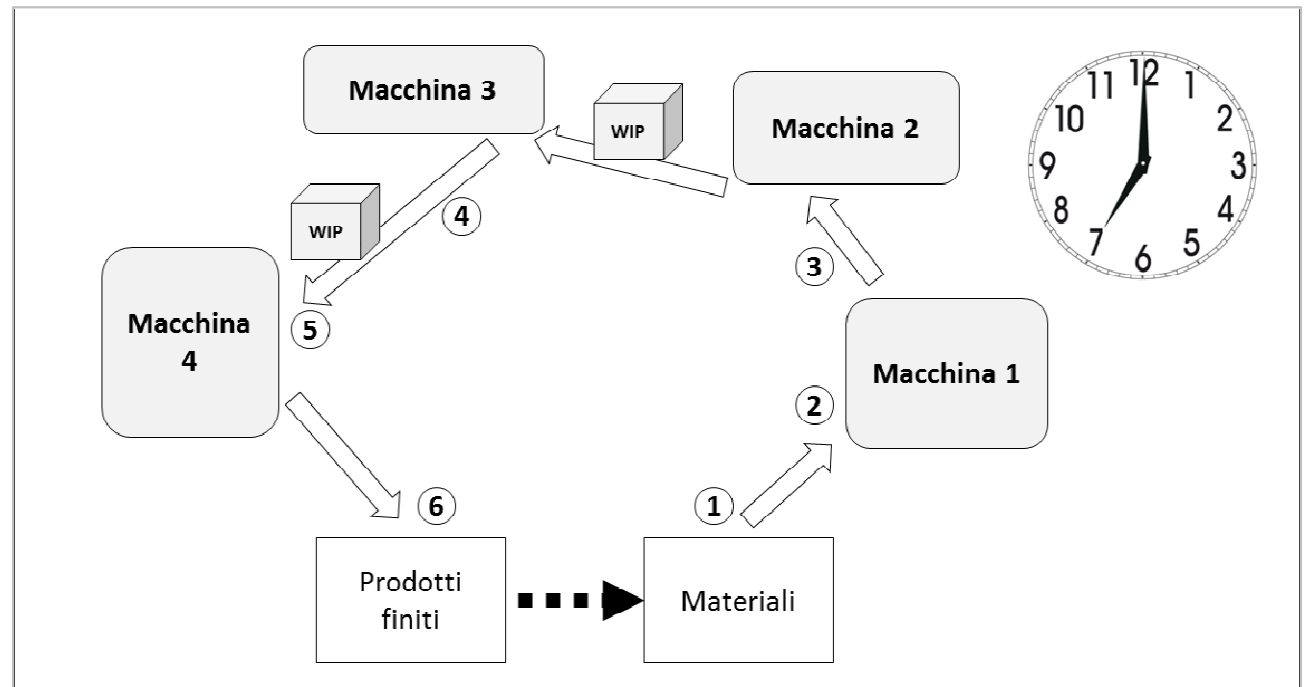
Presupposto:

- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

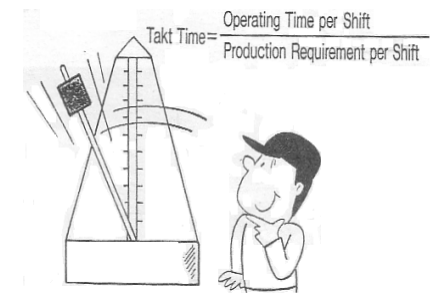
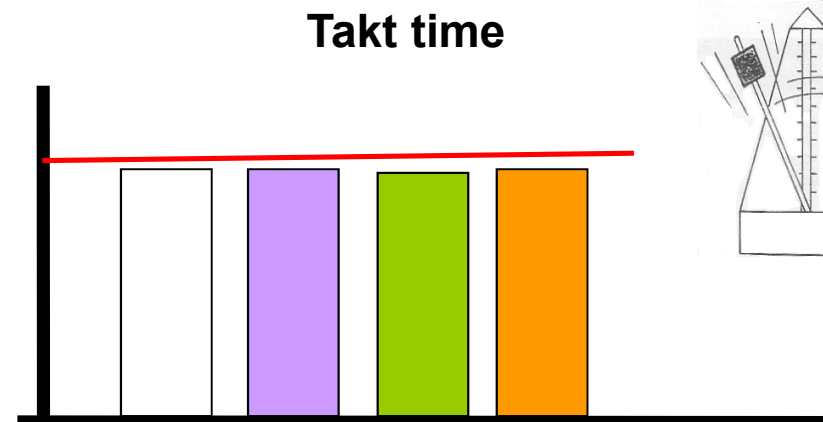
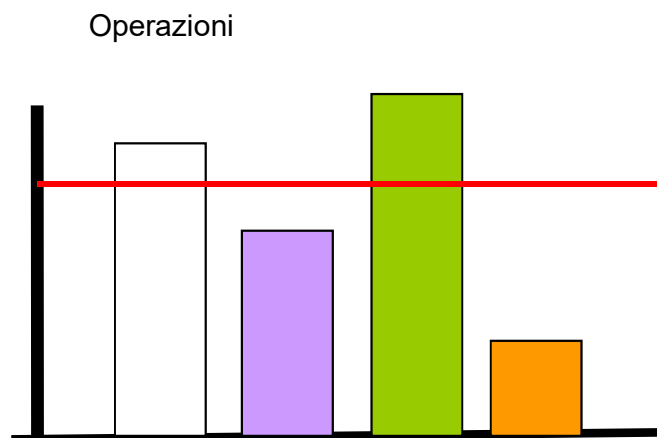


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

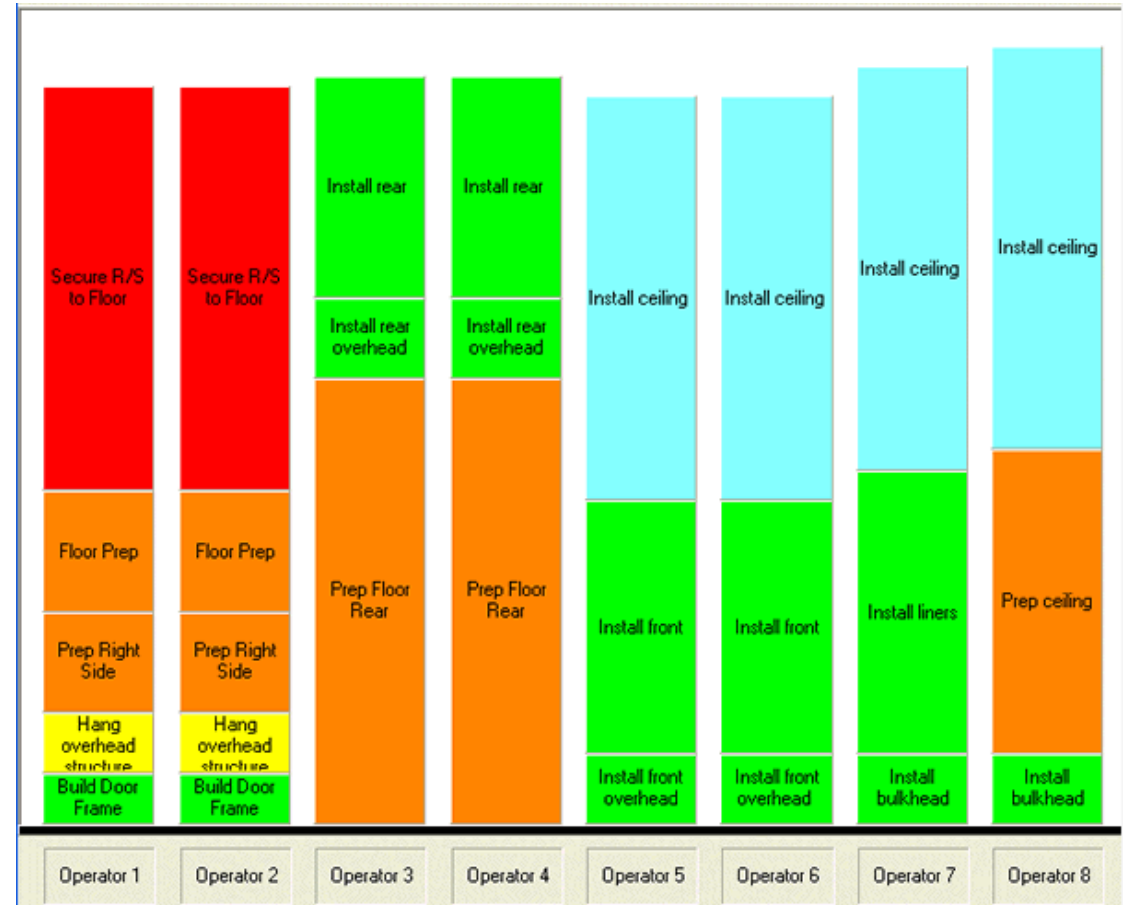


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

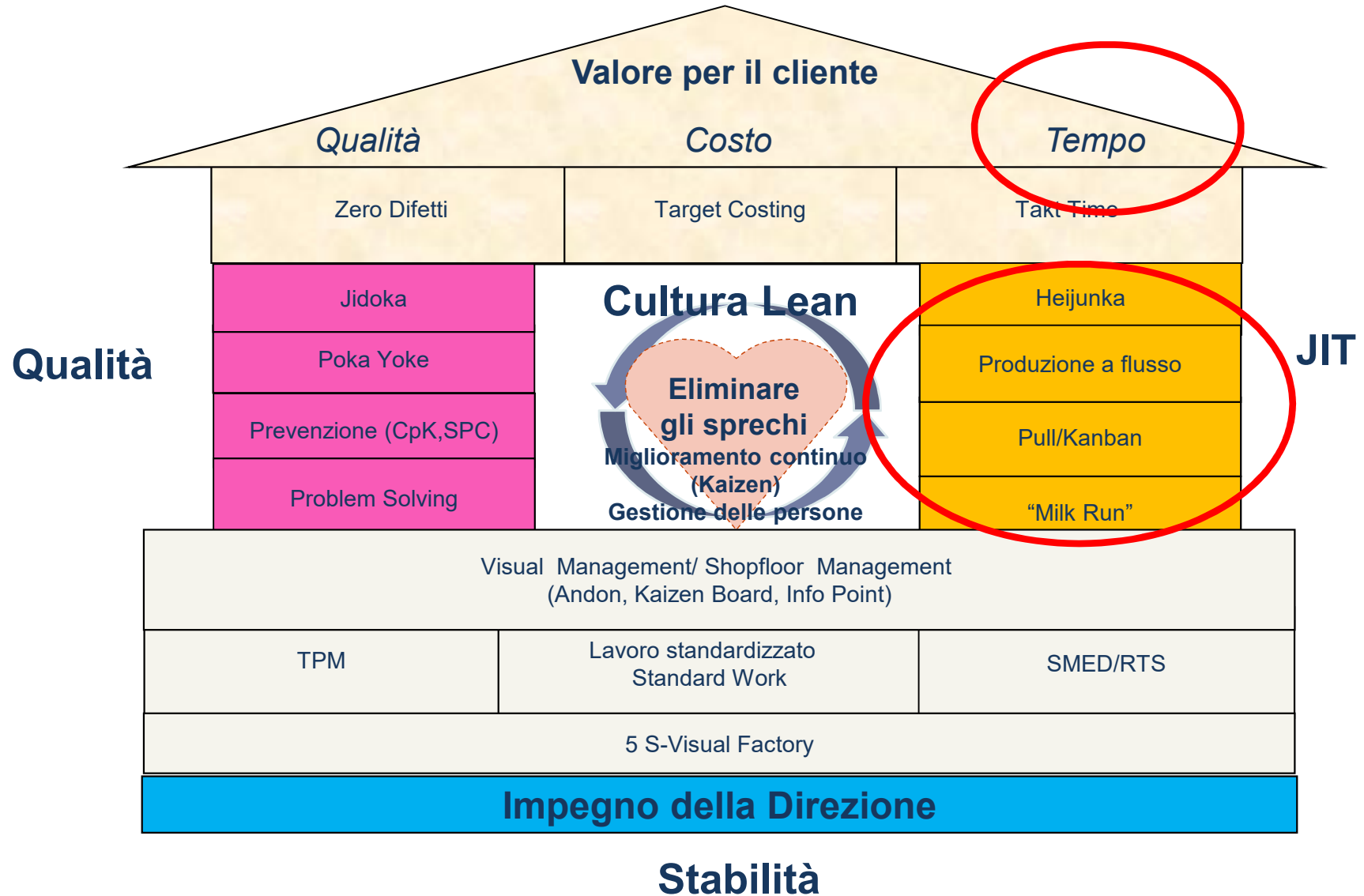
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

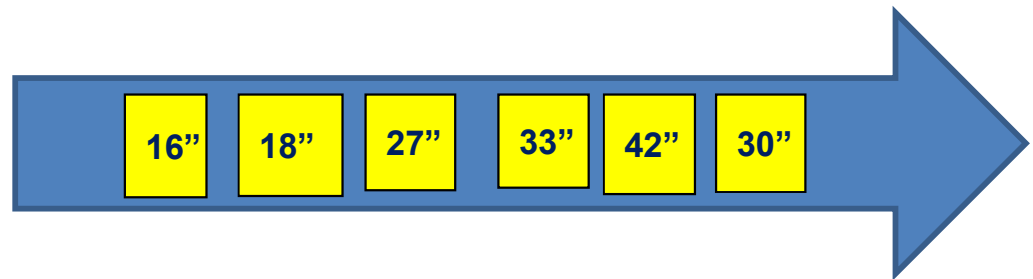
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

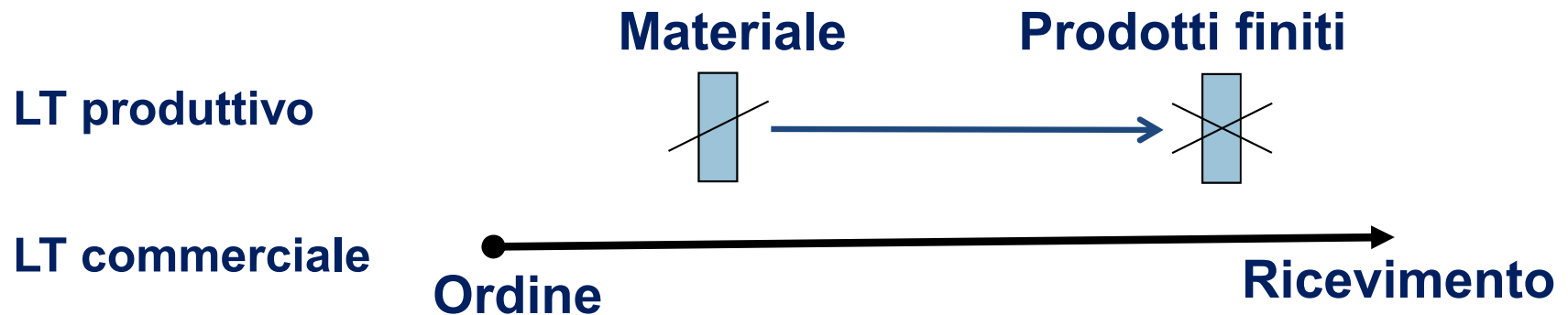
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

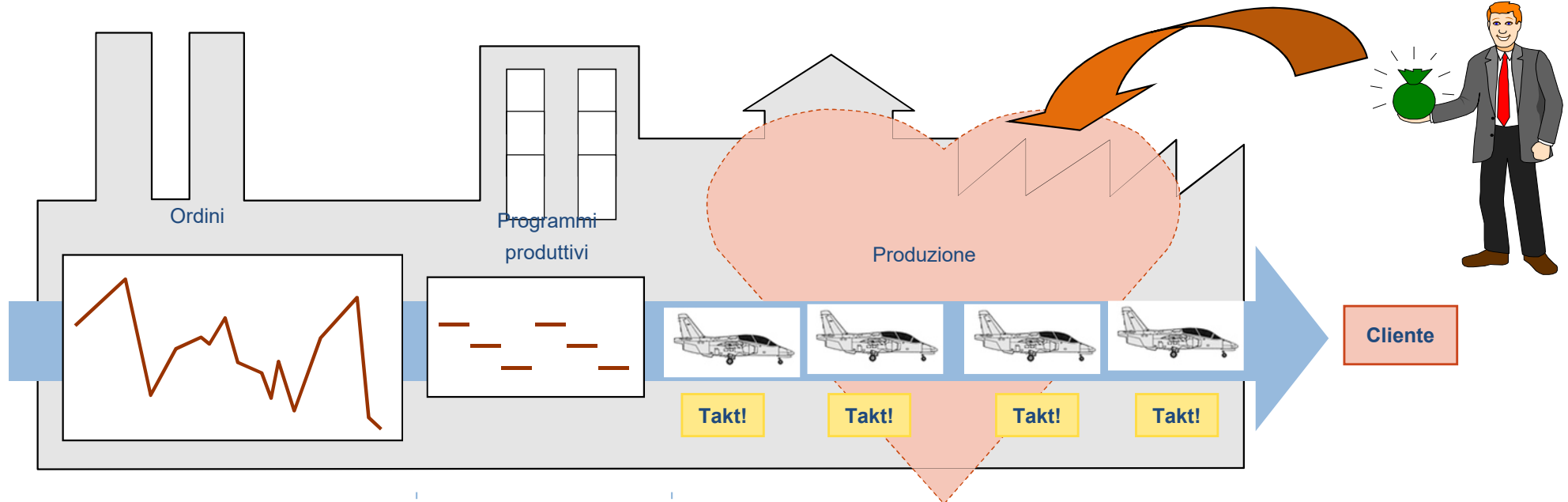


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;


Realizzazione del mixed model


**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

Prodotto  →

Prodotto  →

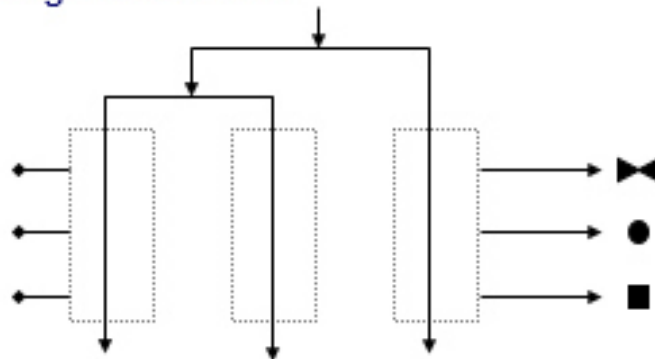
Prodotto  →

un passo...

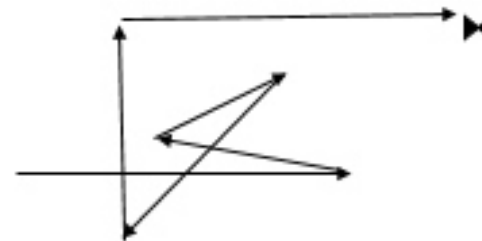
un secondo...

uno yen

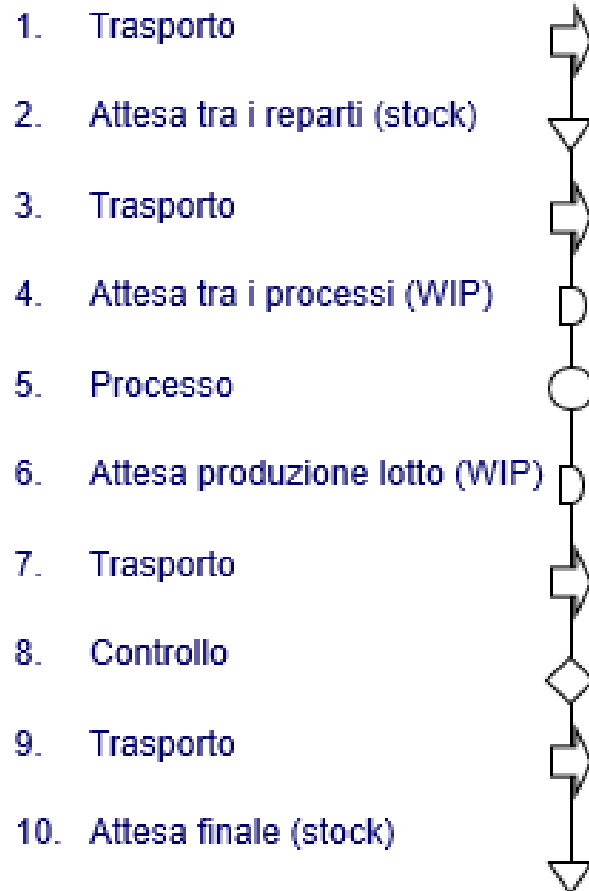
Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

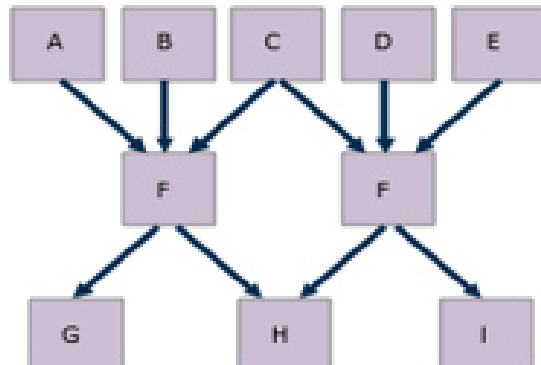
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

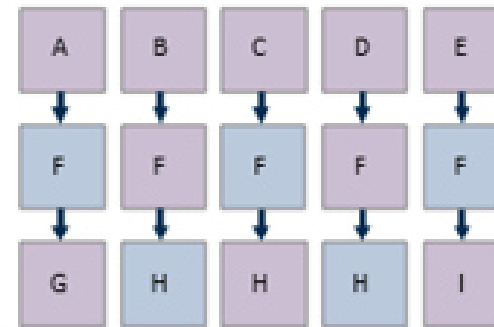
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

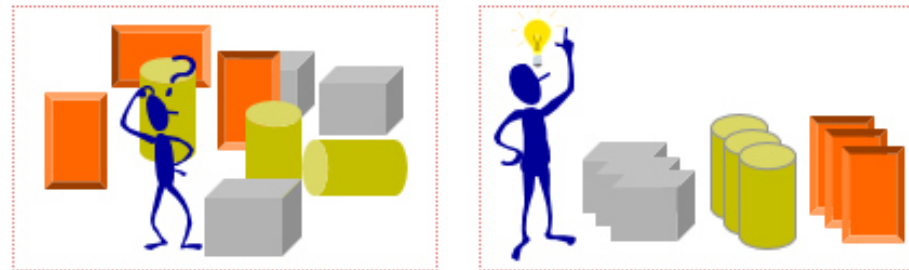


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

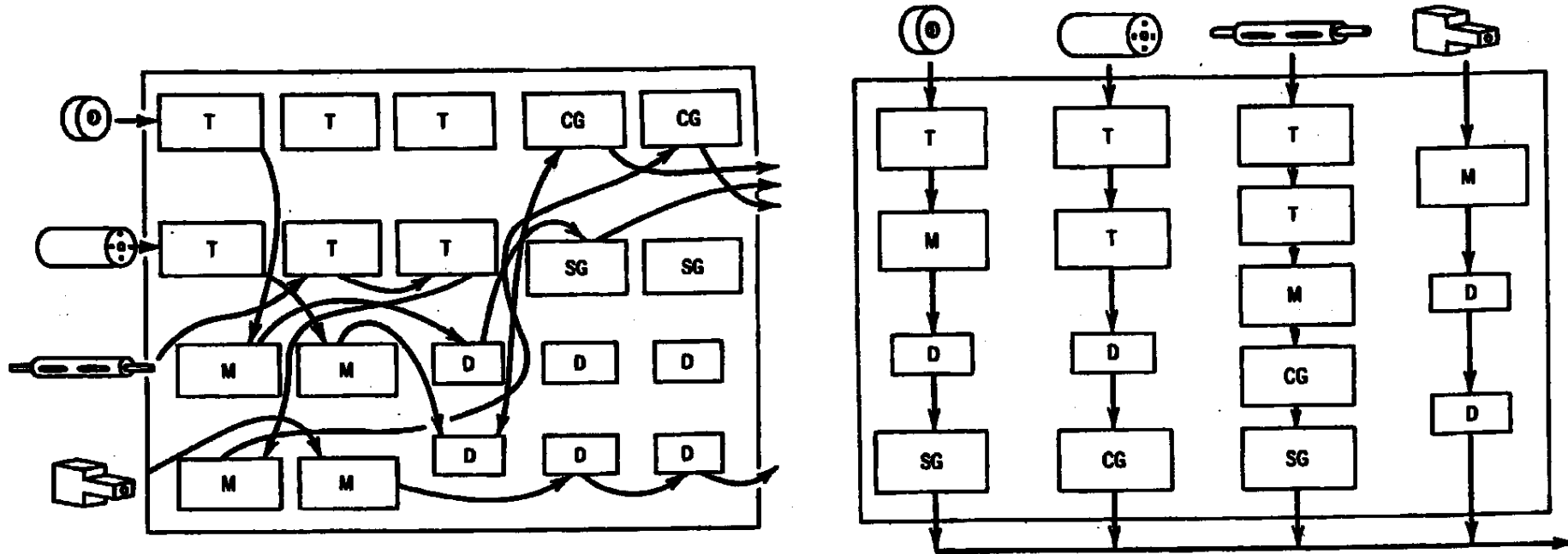
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a "Cell Manufacturing"



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

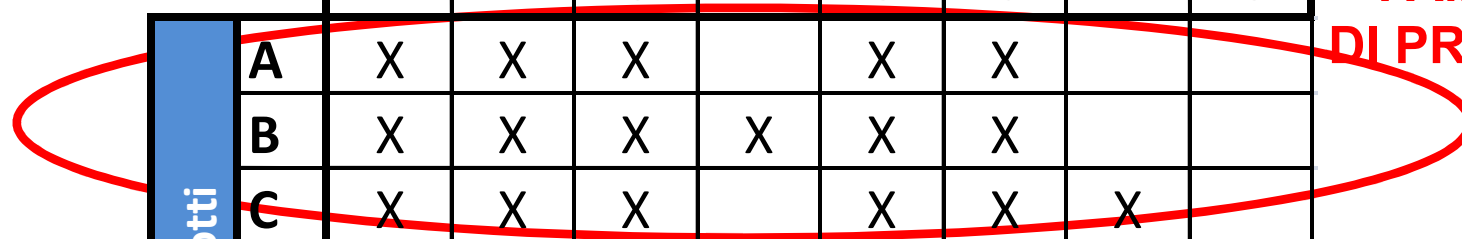
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



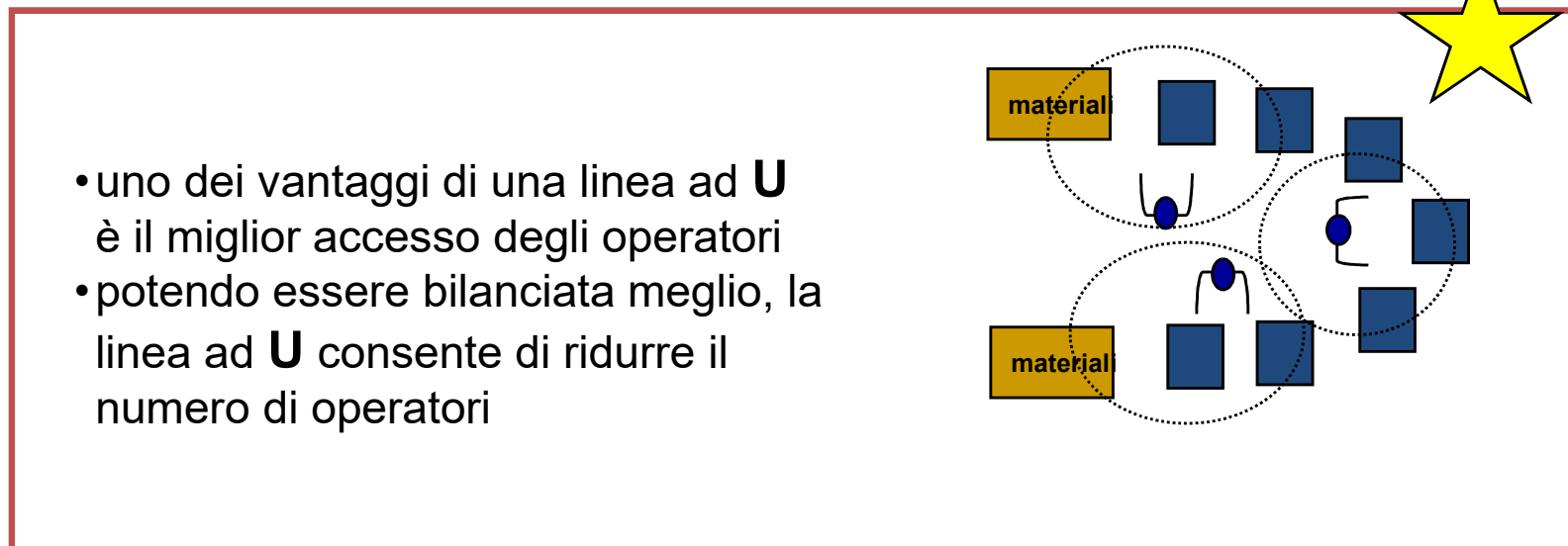
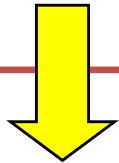
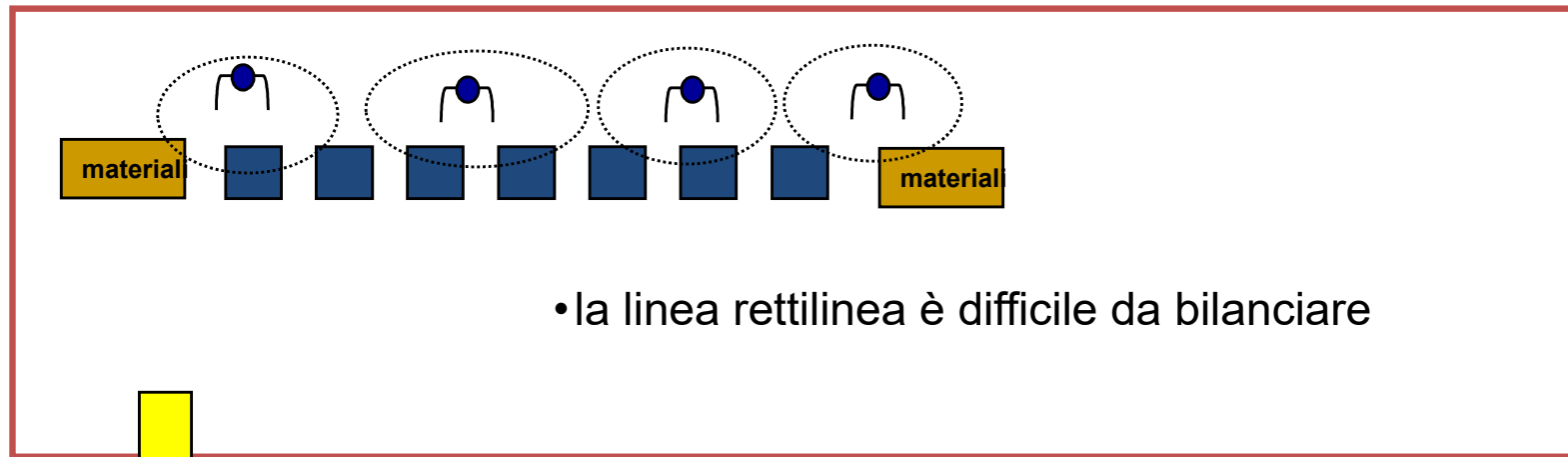
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

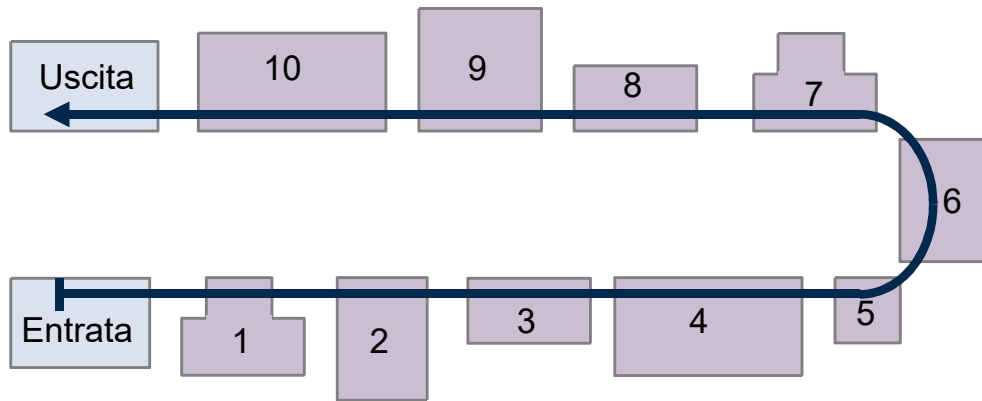
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamate linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

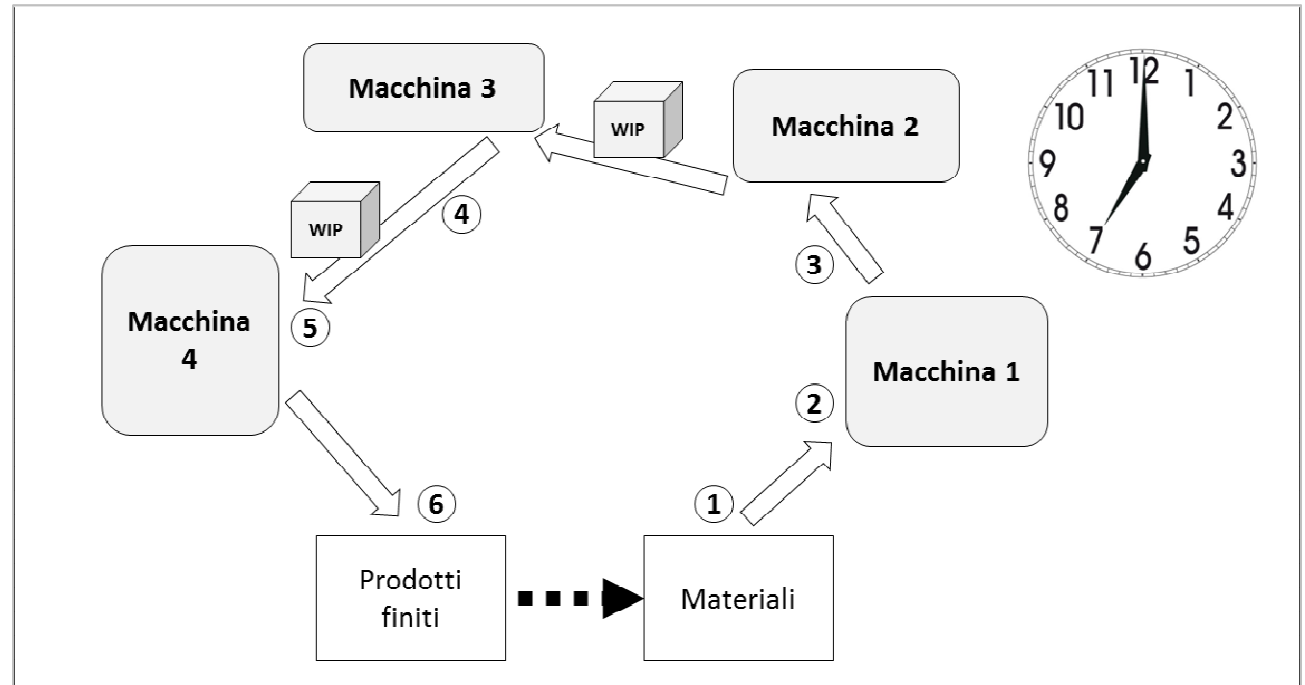
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

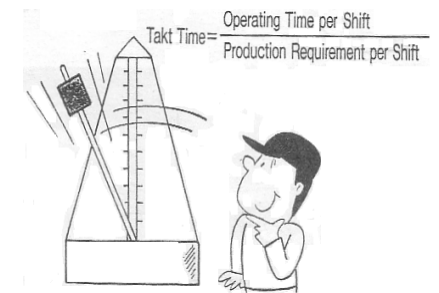
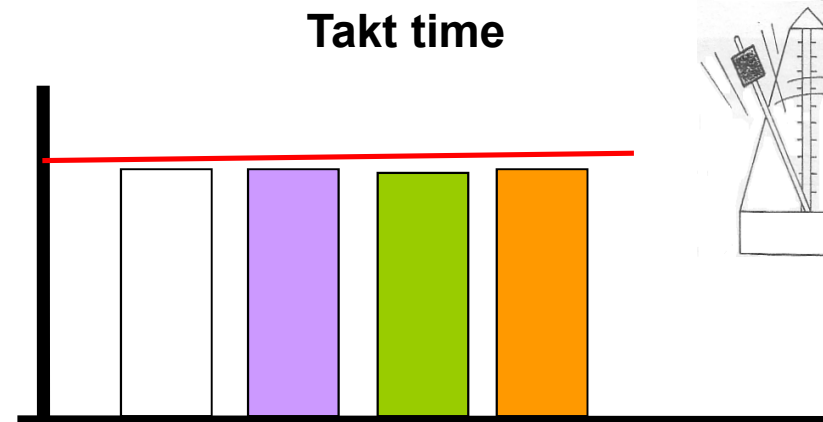
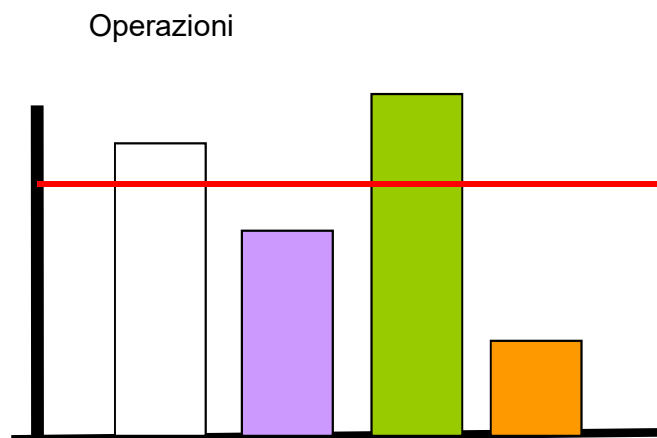


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

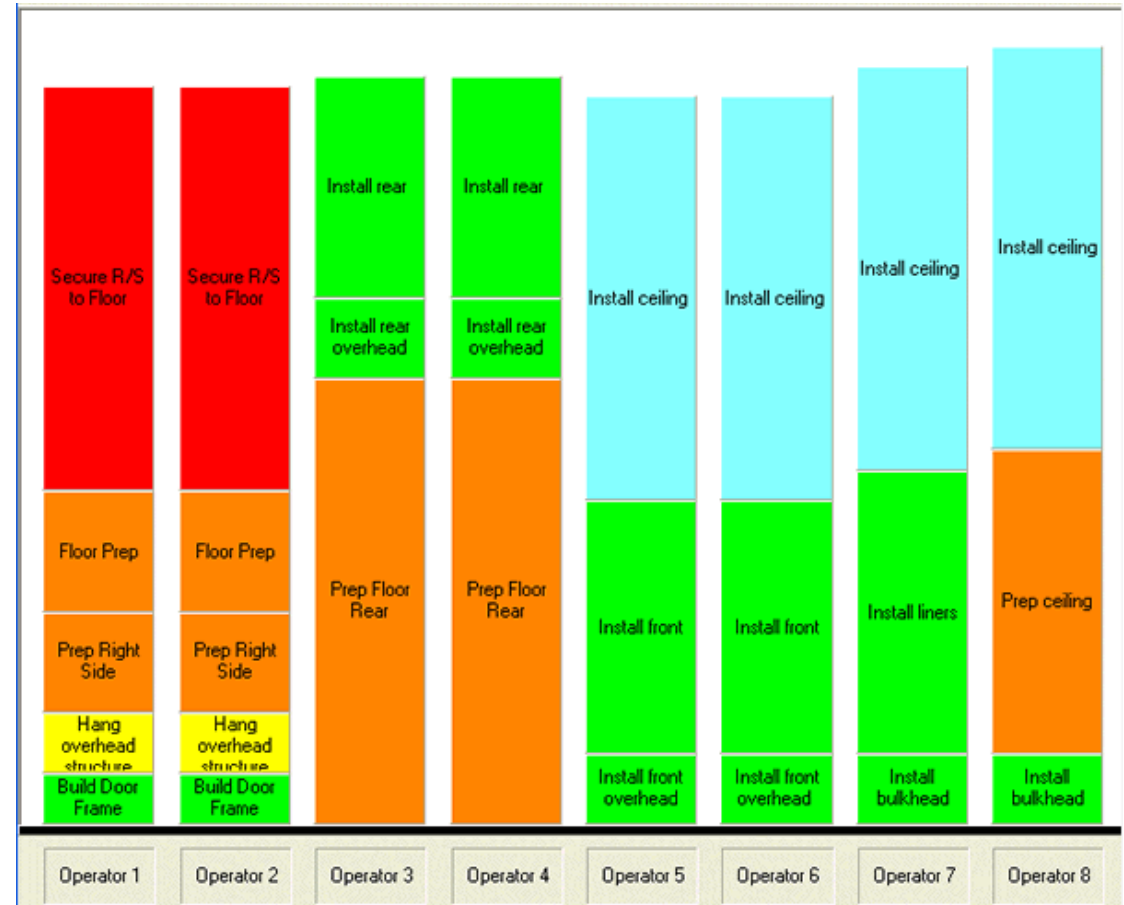


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

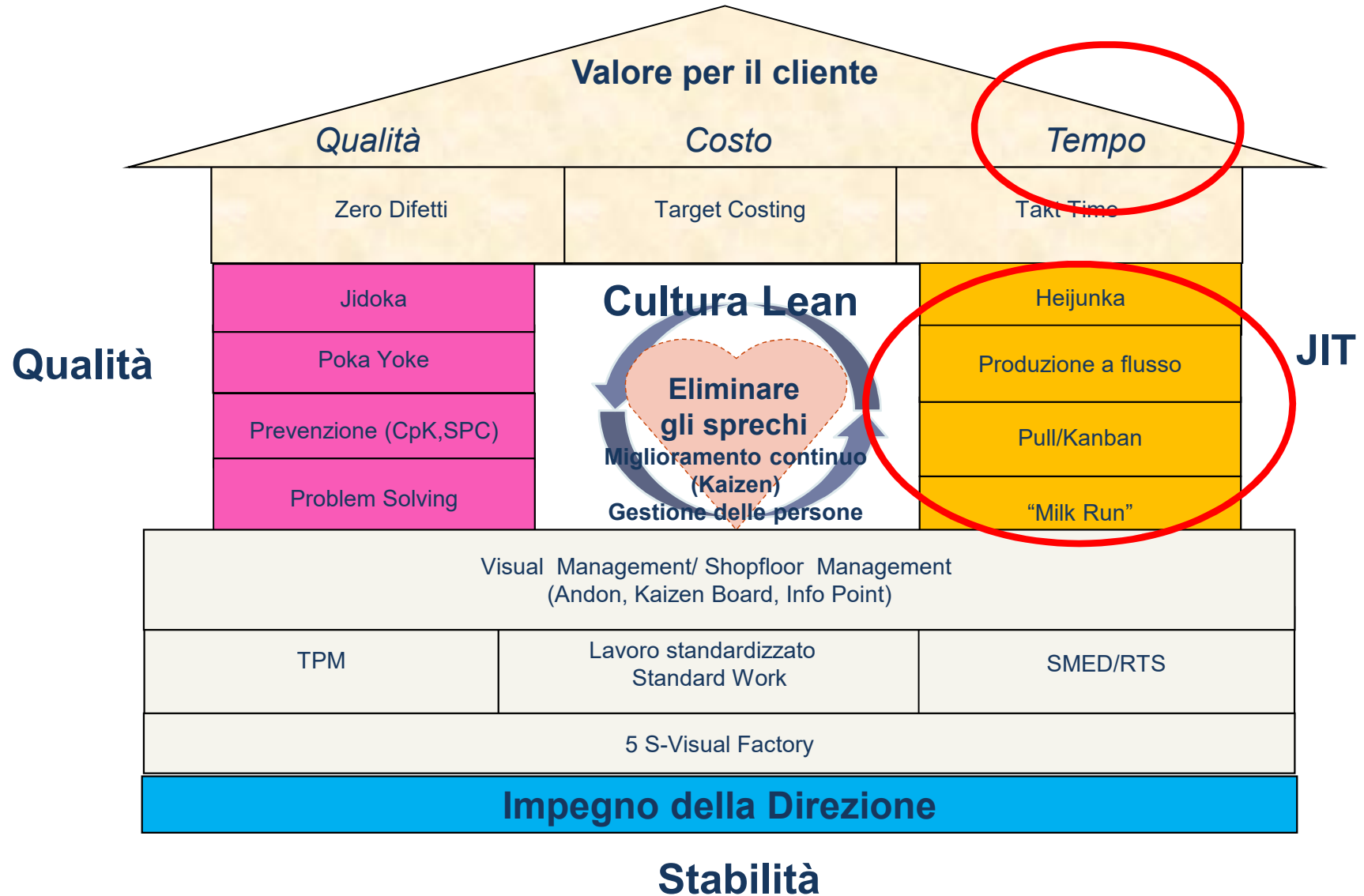
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

Just in time

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:
$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

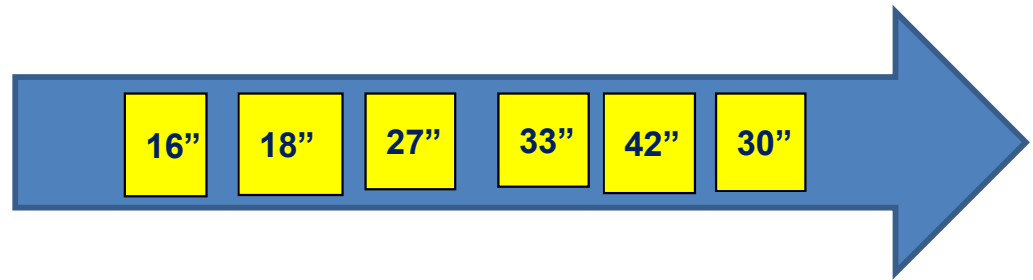
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

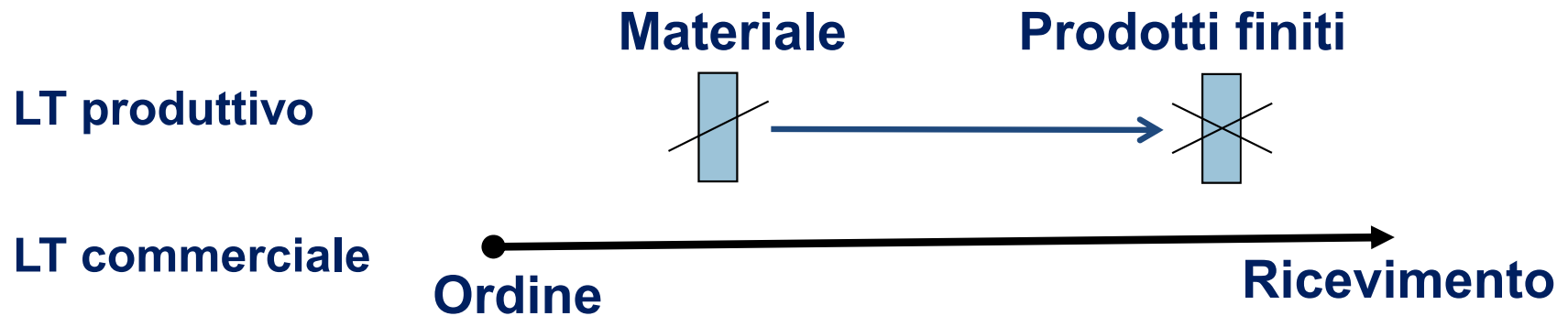
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

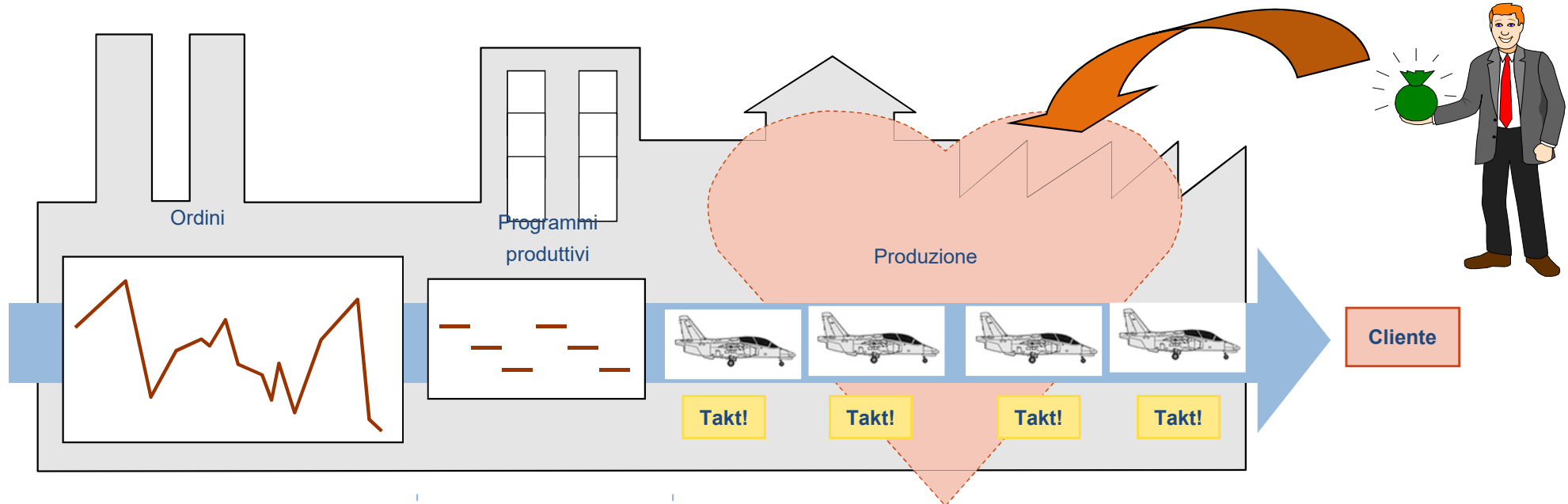


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;


Realizzazione del mixed model


**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

Prodotto  →

Prodotto  →

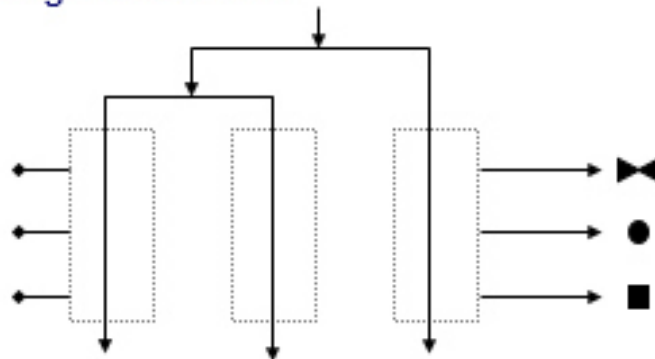
Prodotto  →

un passo...

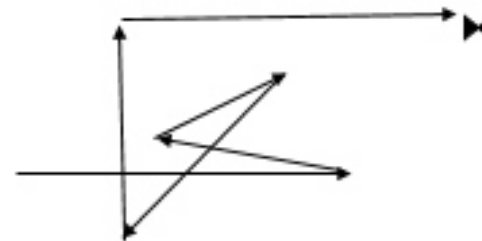
un secondo...

uno yen

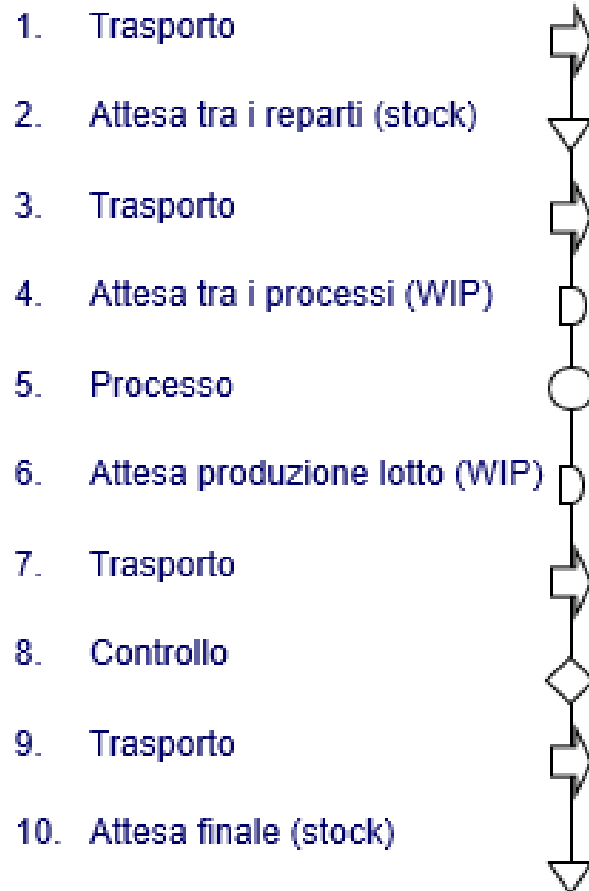
Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

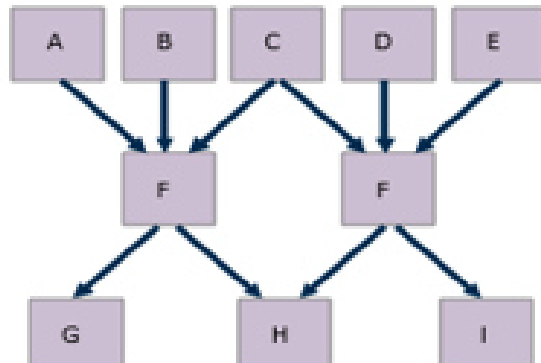
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

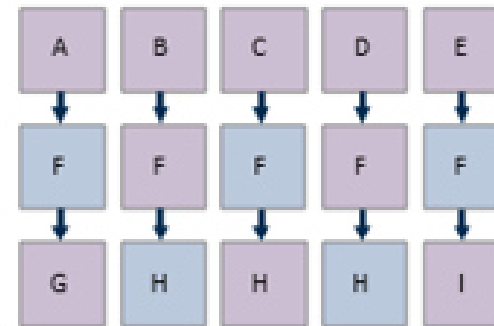
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

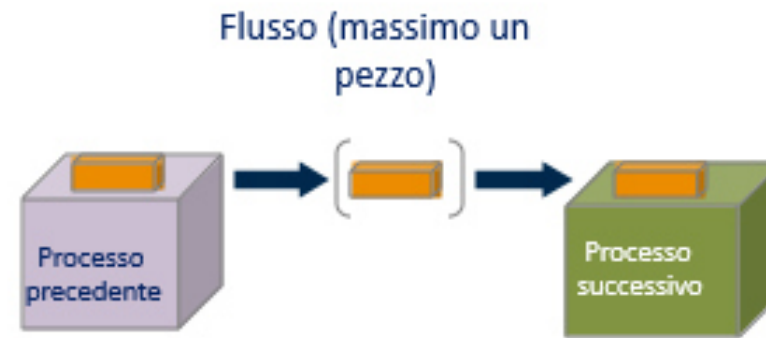
 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

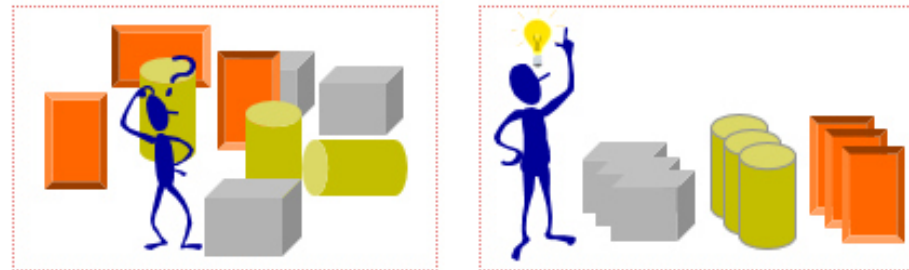


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

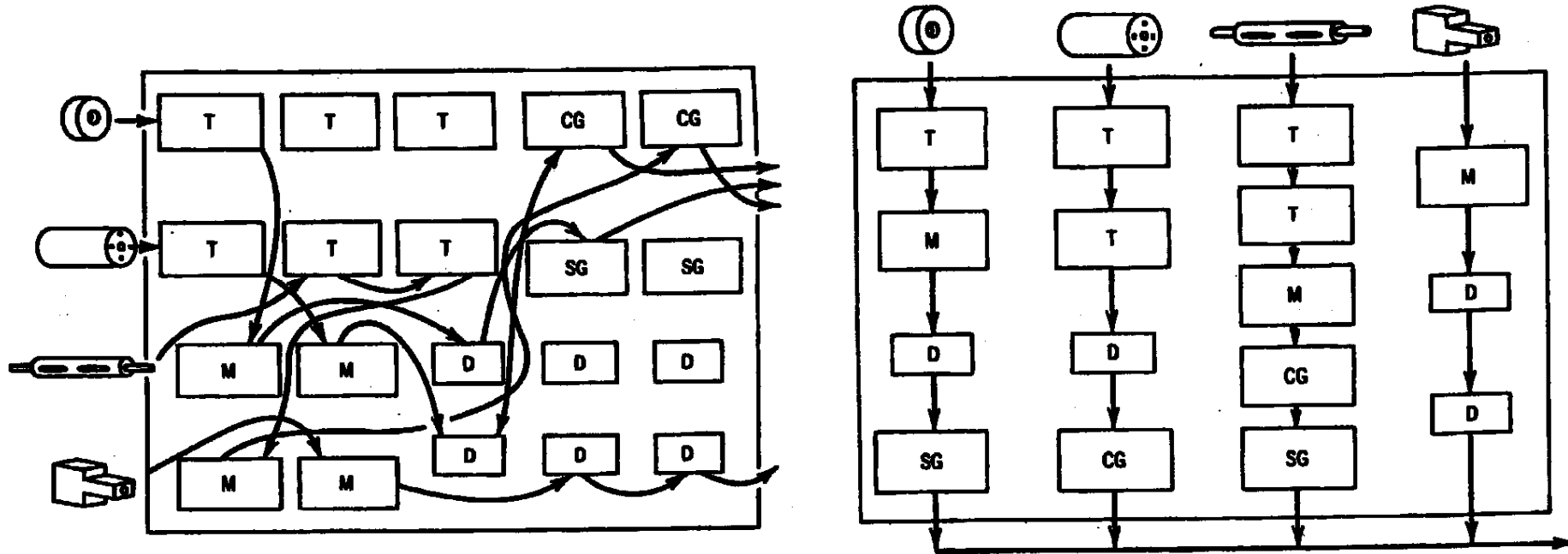
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a "Cell Manufacturing"



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



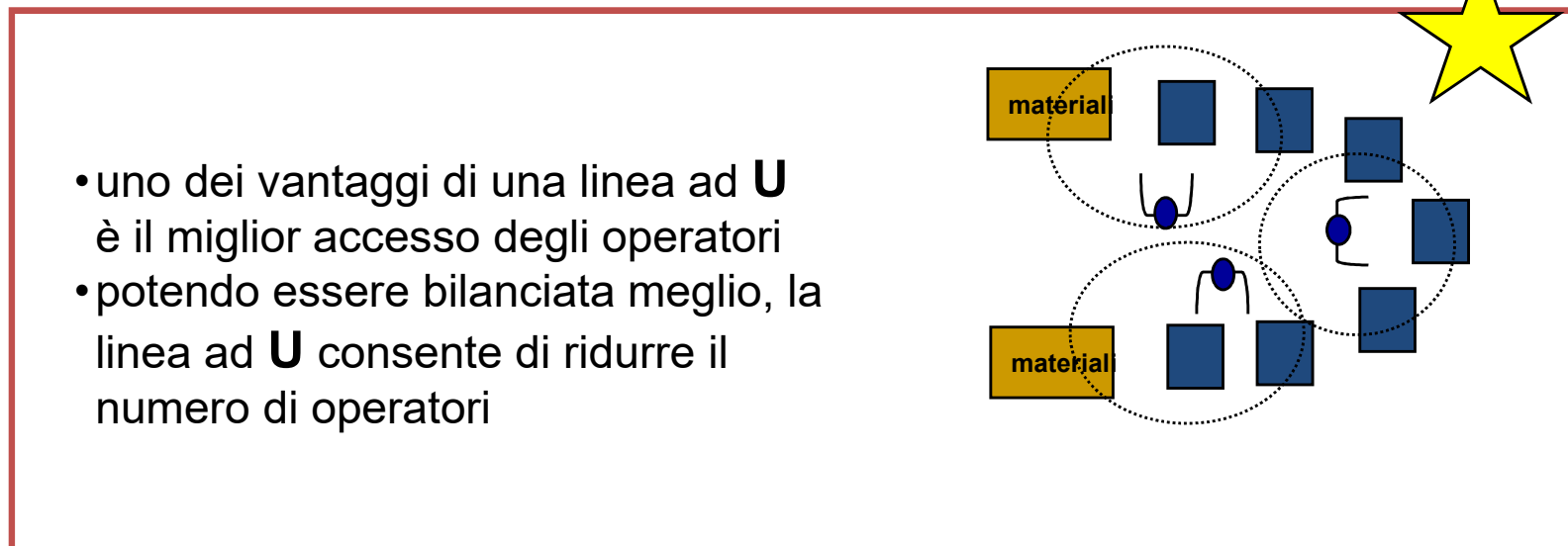
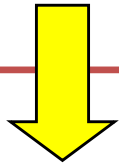
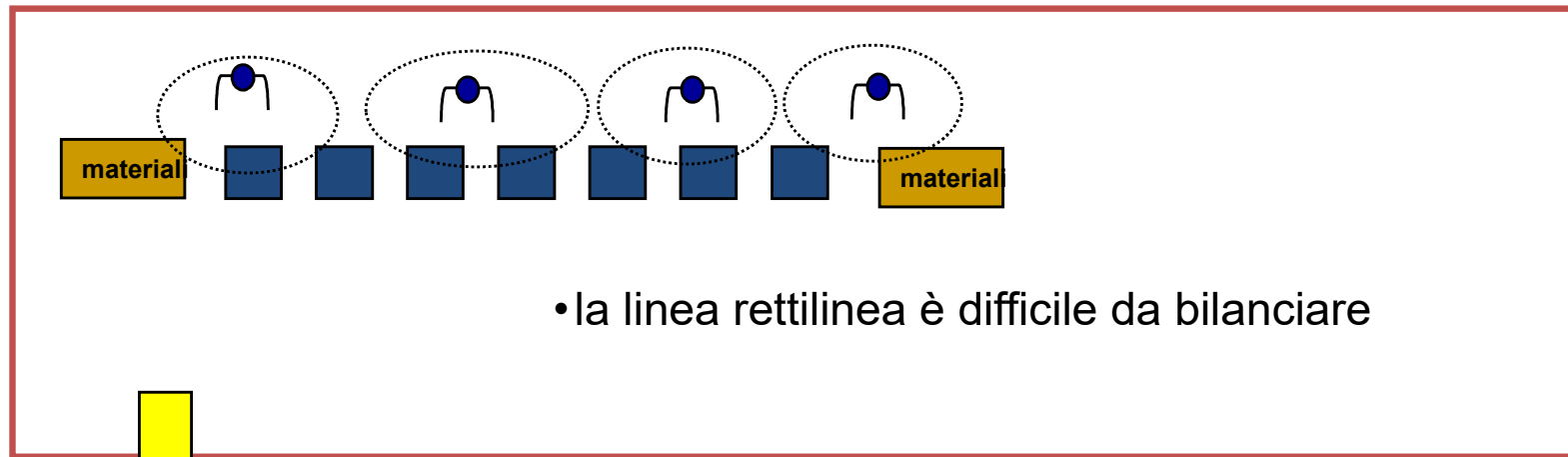
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

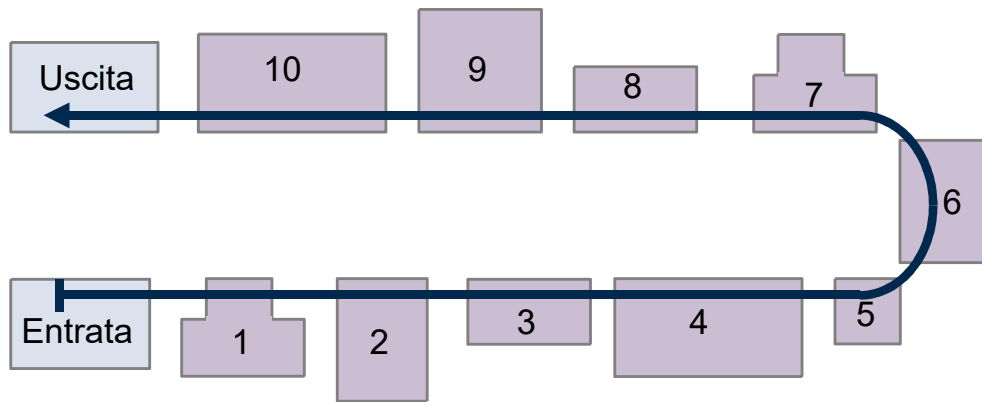
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamate linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

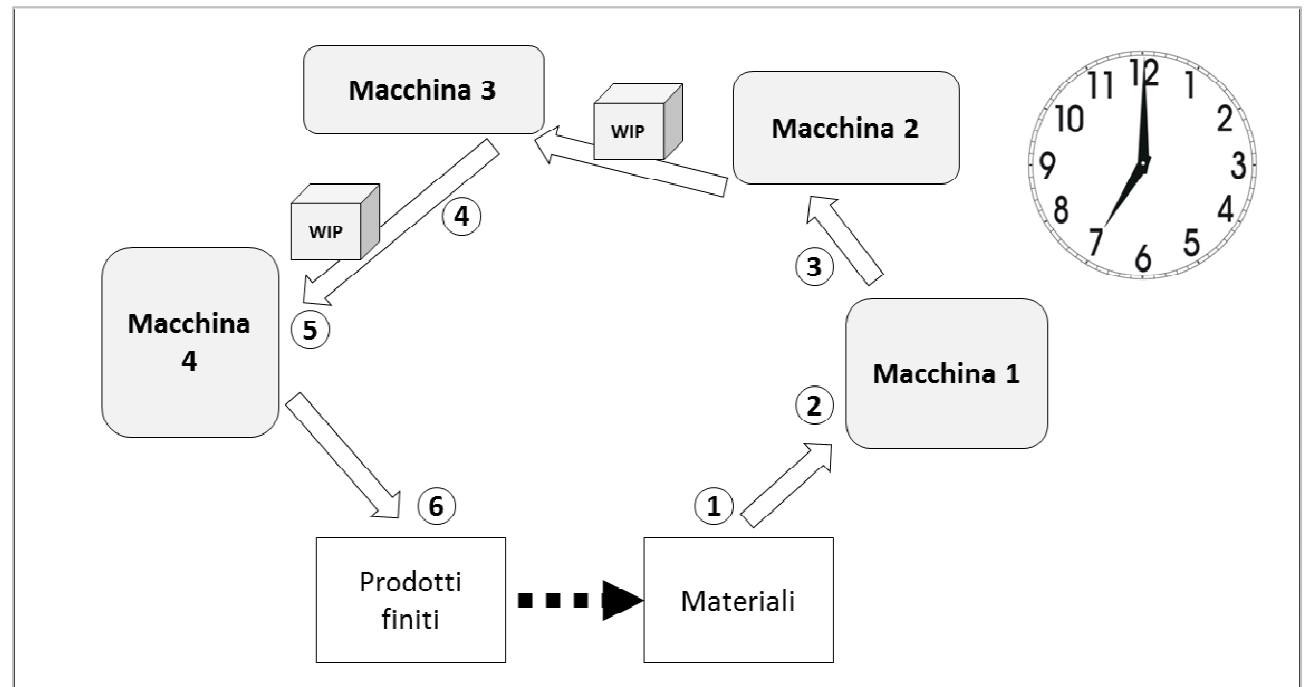
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

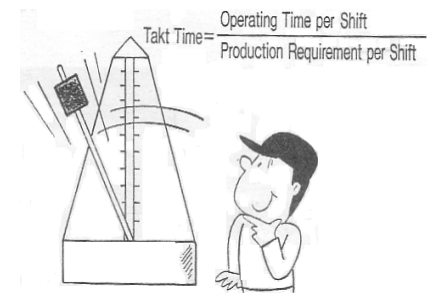
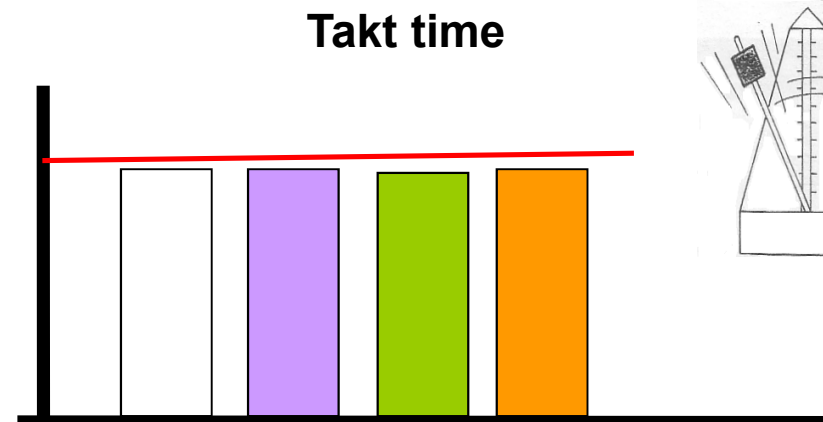
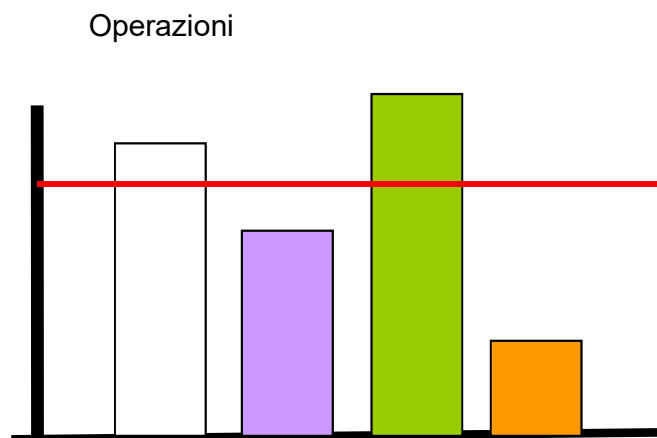


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

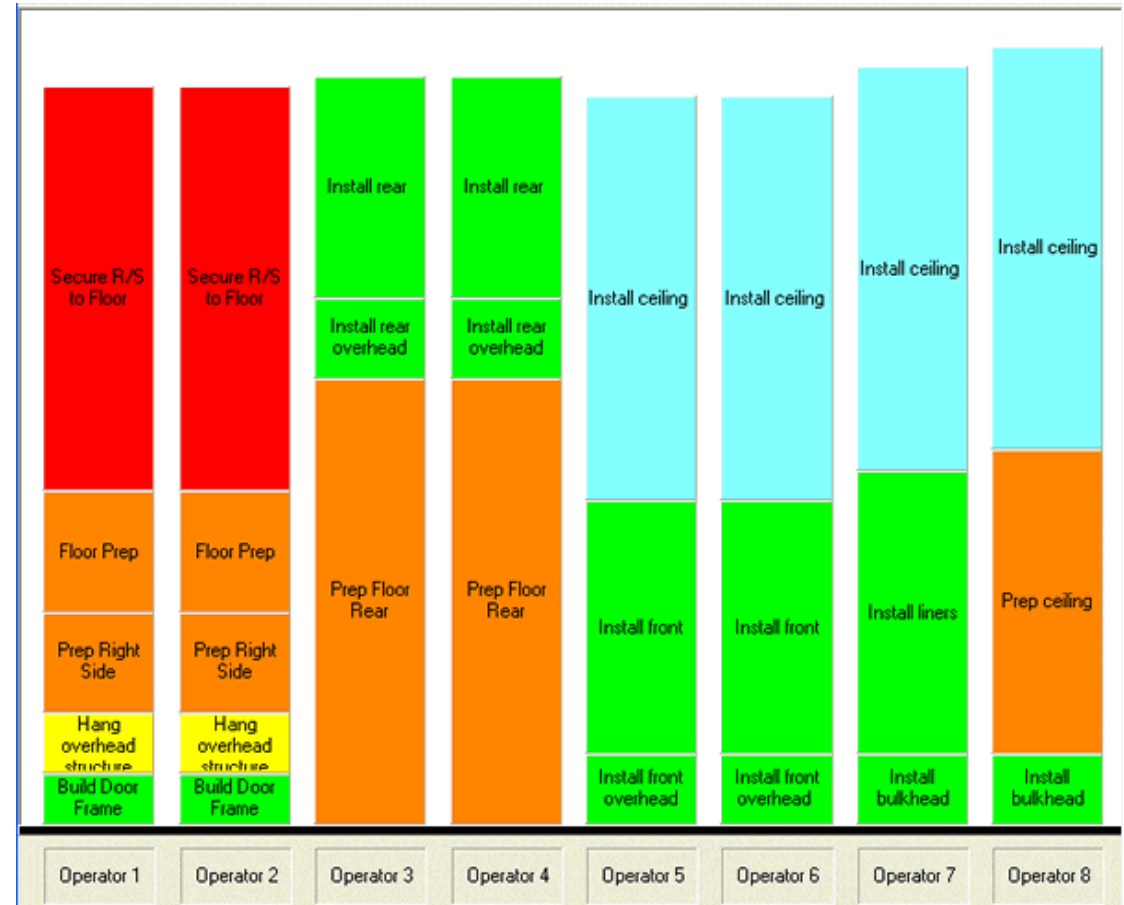


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

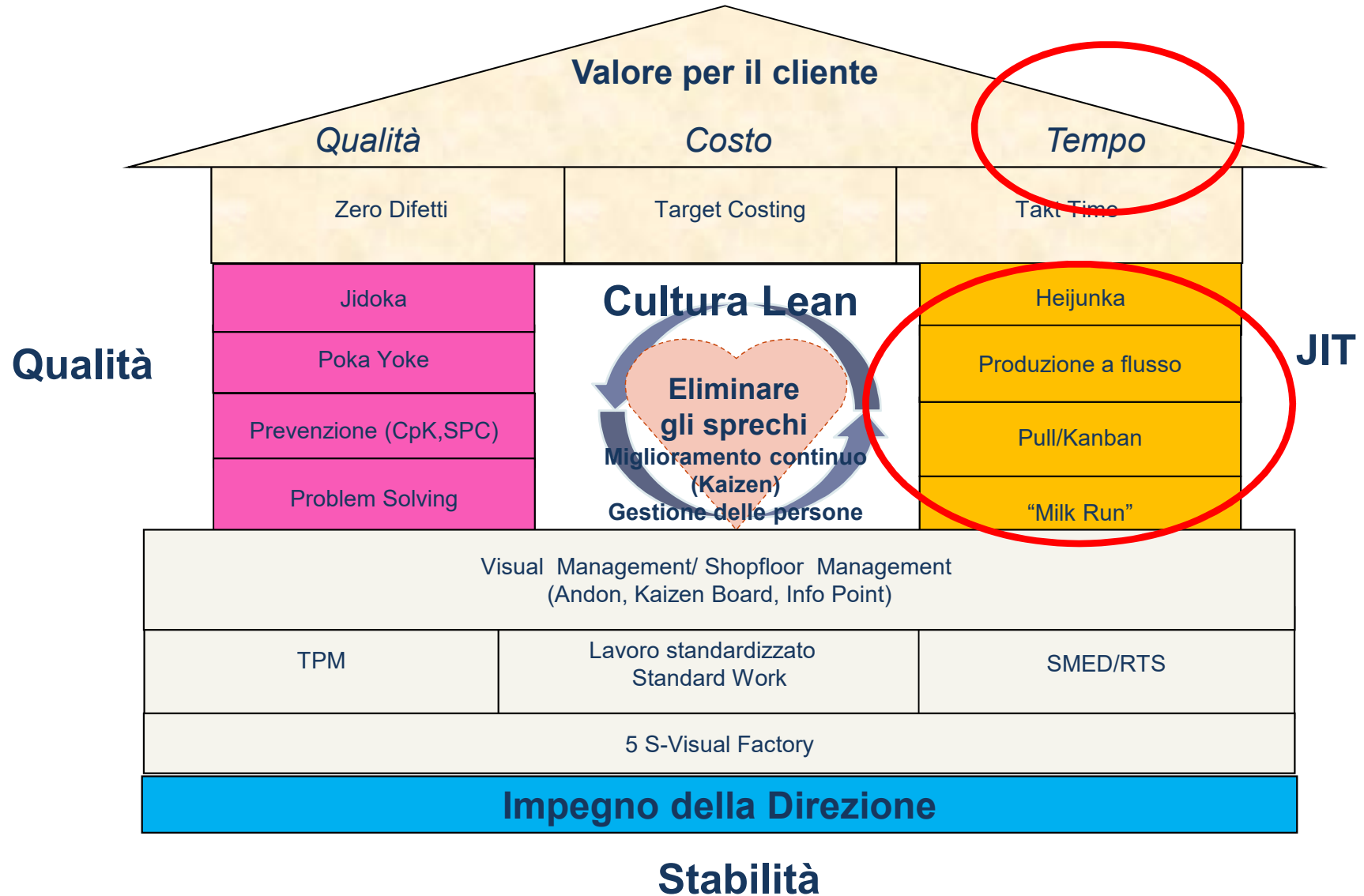
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

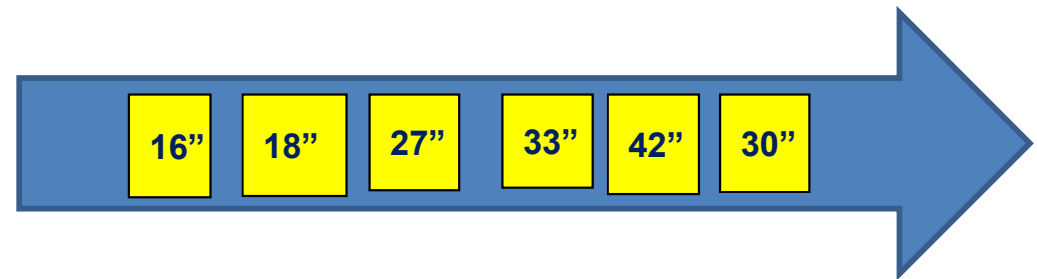
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

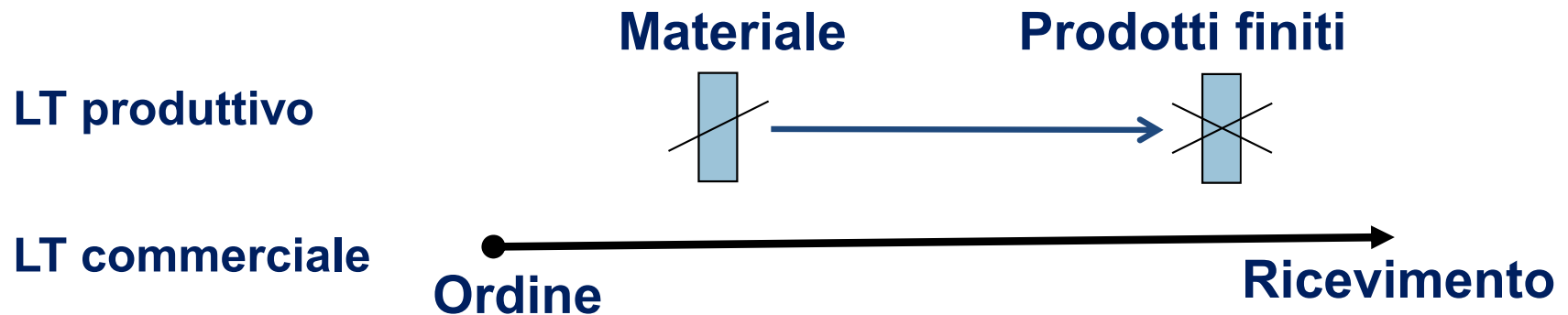
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

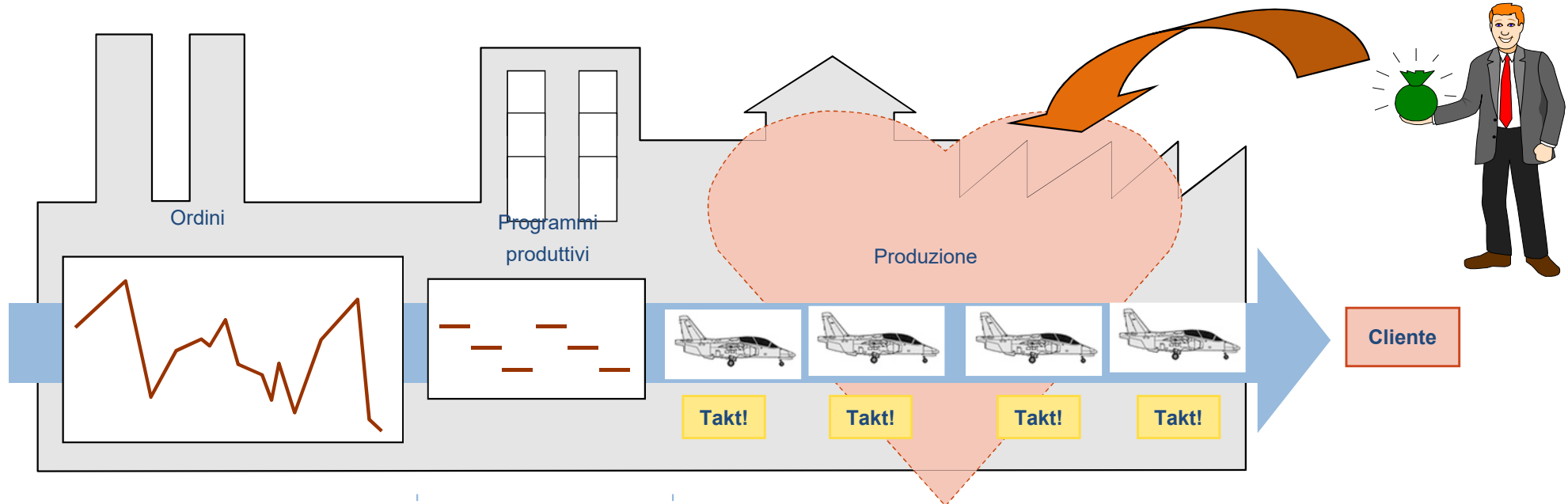


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

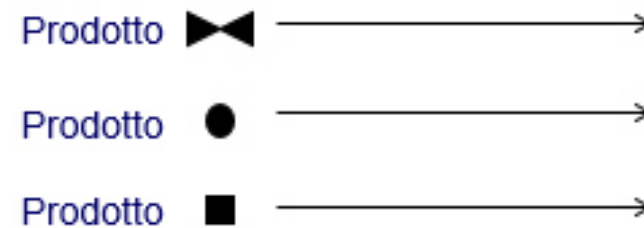
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

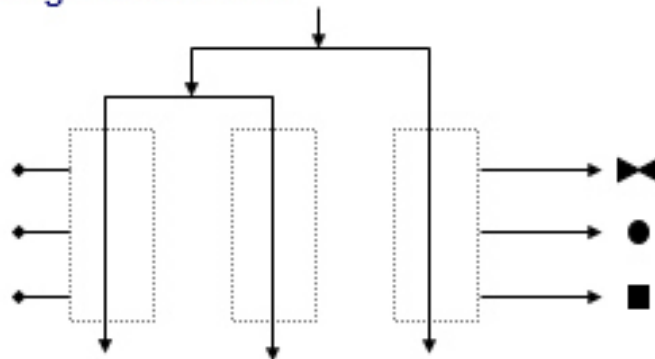


un passo...

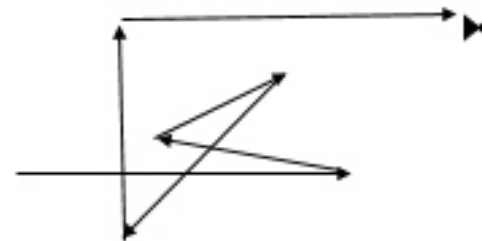
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

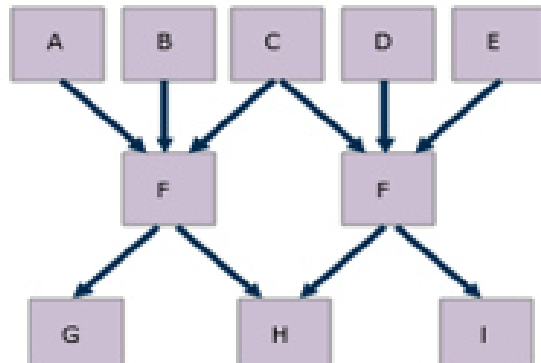
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

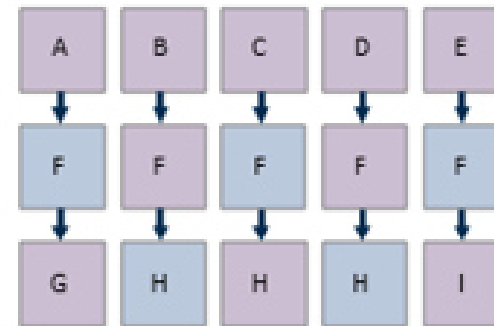
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

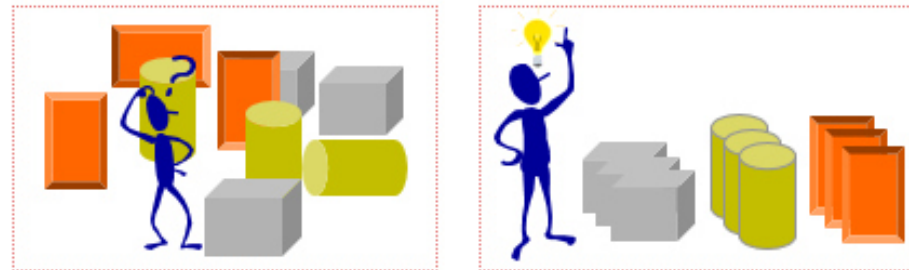


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

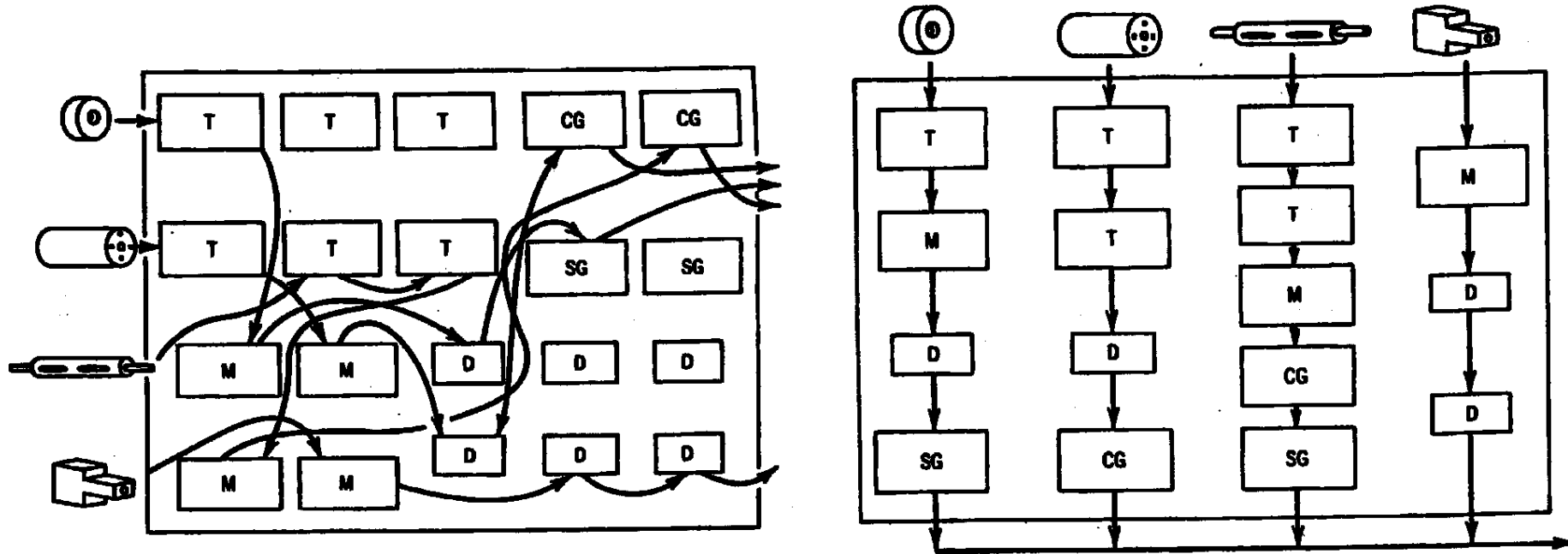
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a "Cell Manufacturing"



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

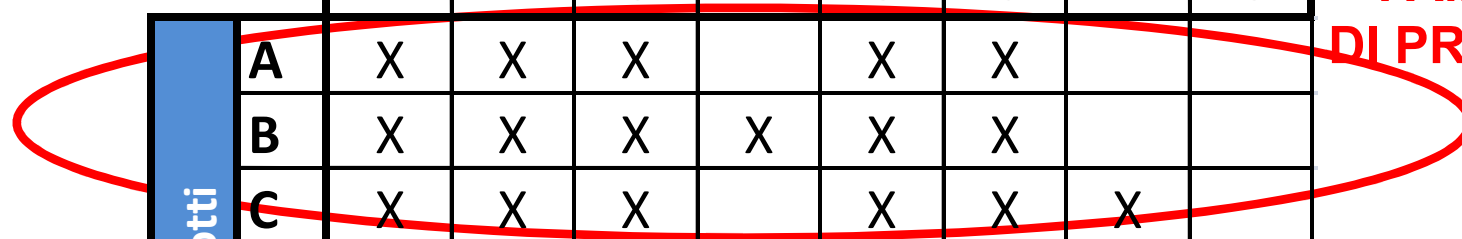
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



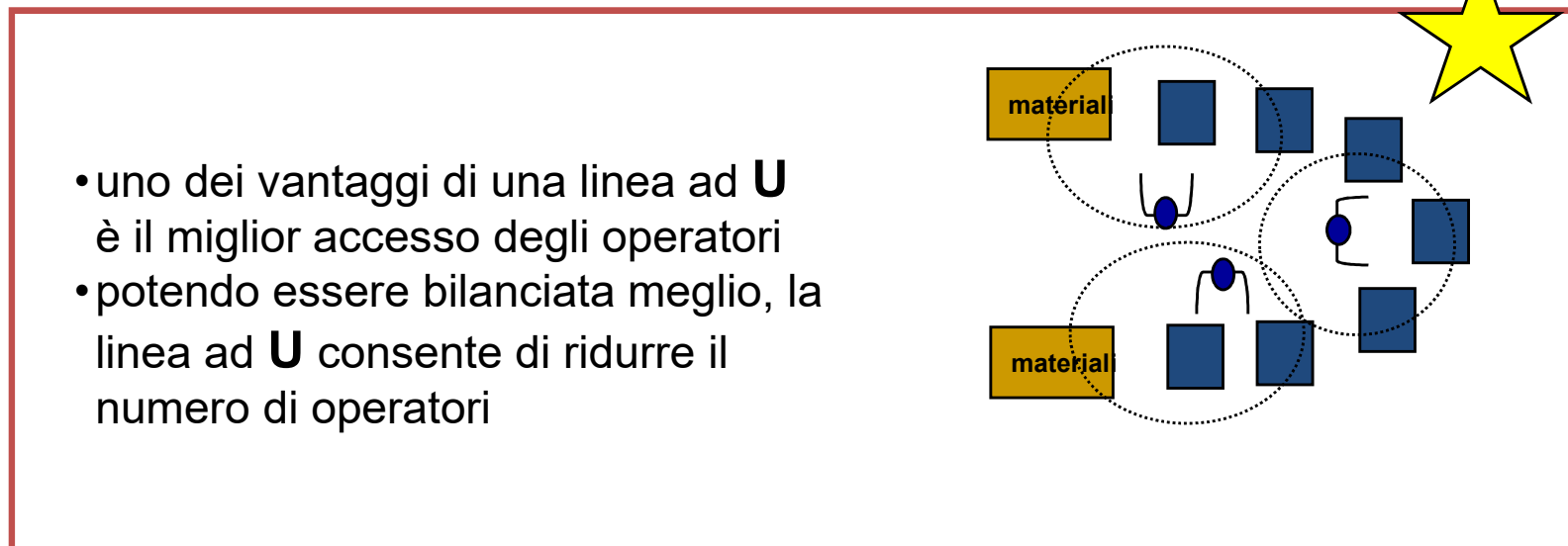
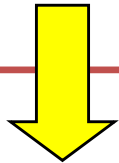
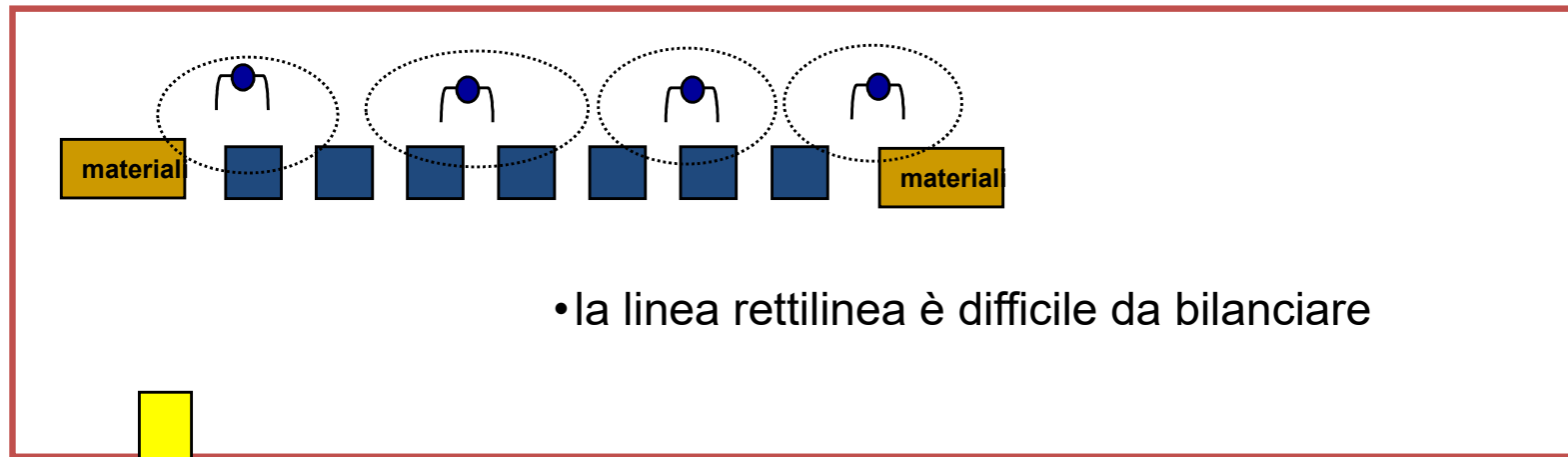
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

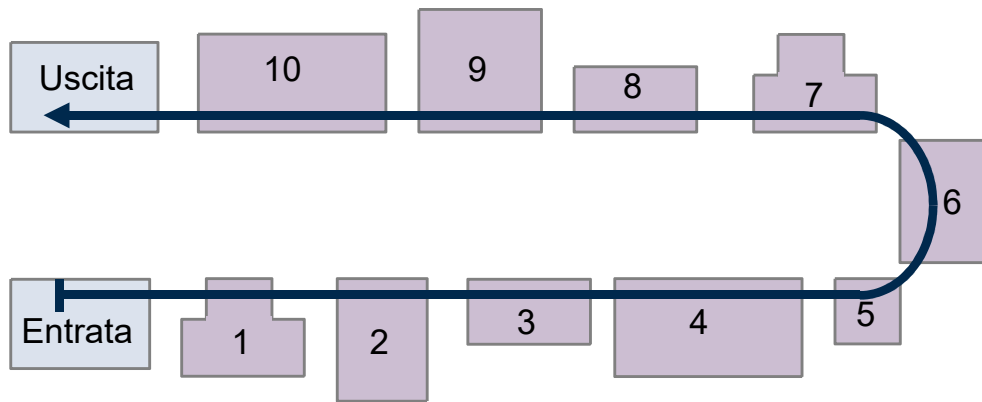
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

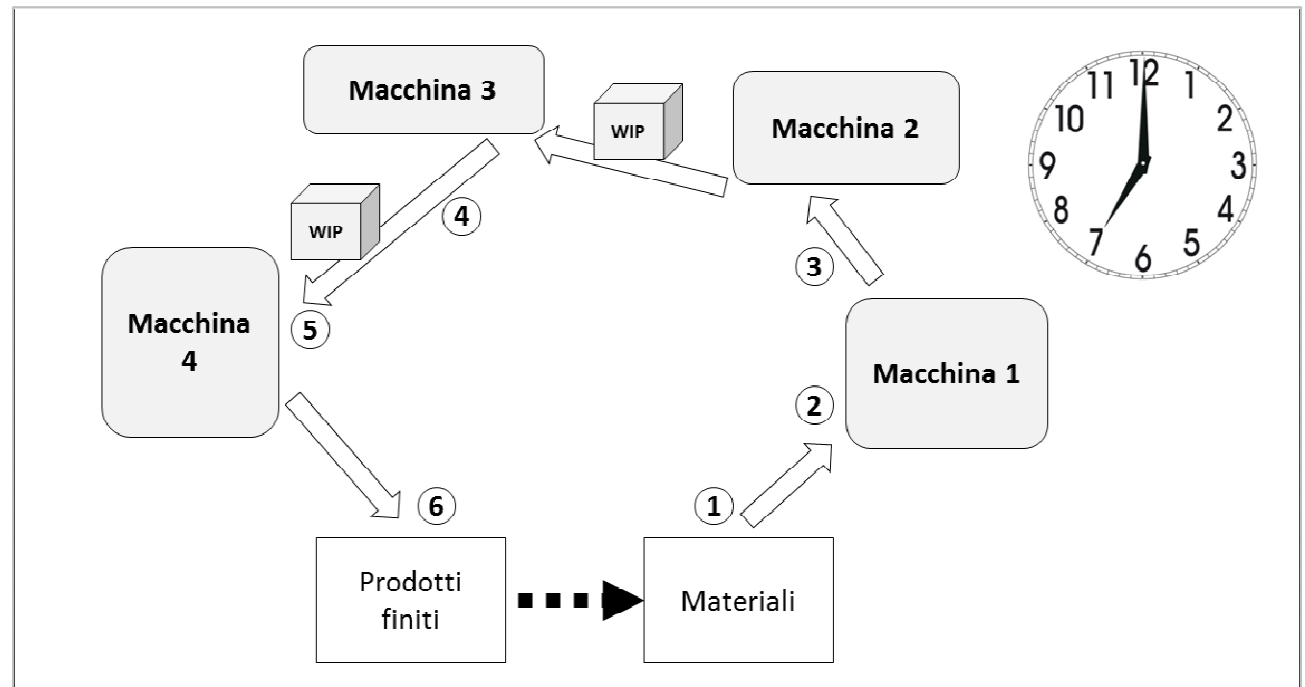
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

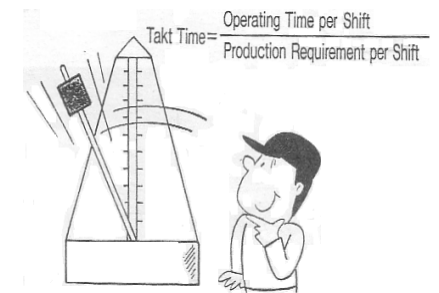
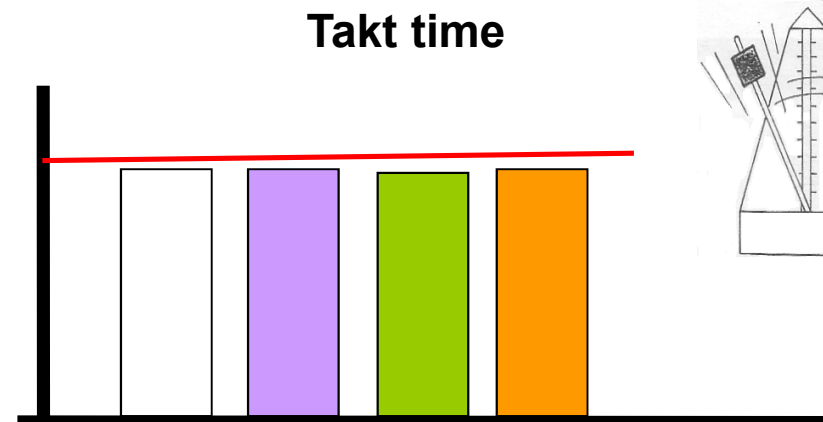
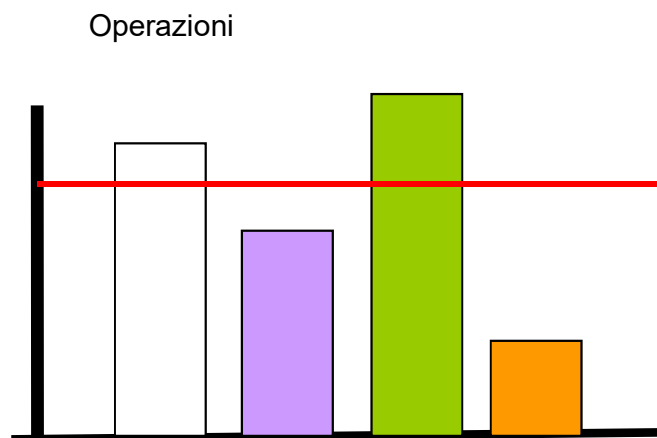


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

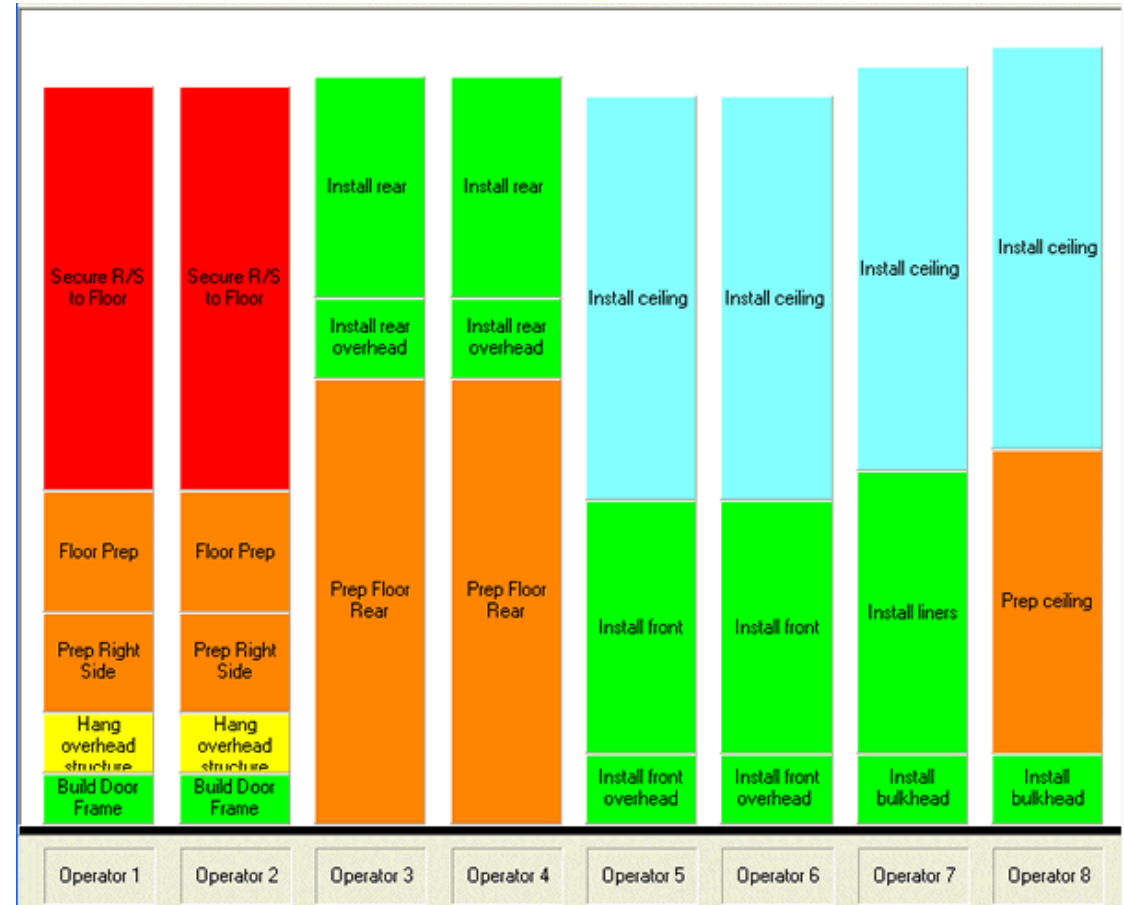


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

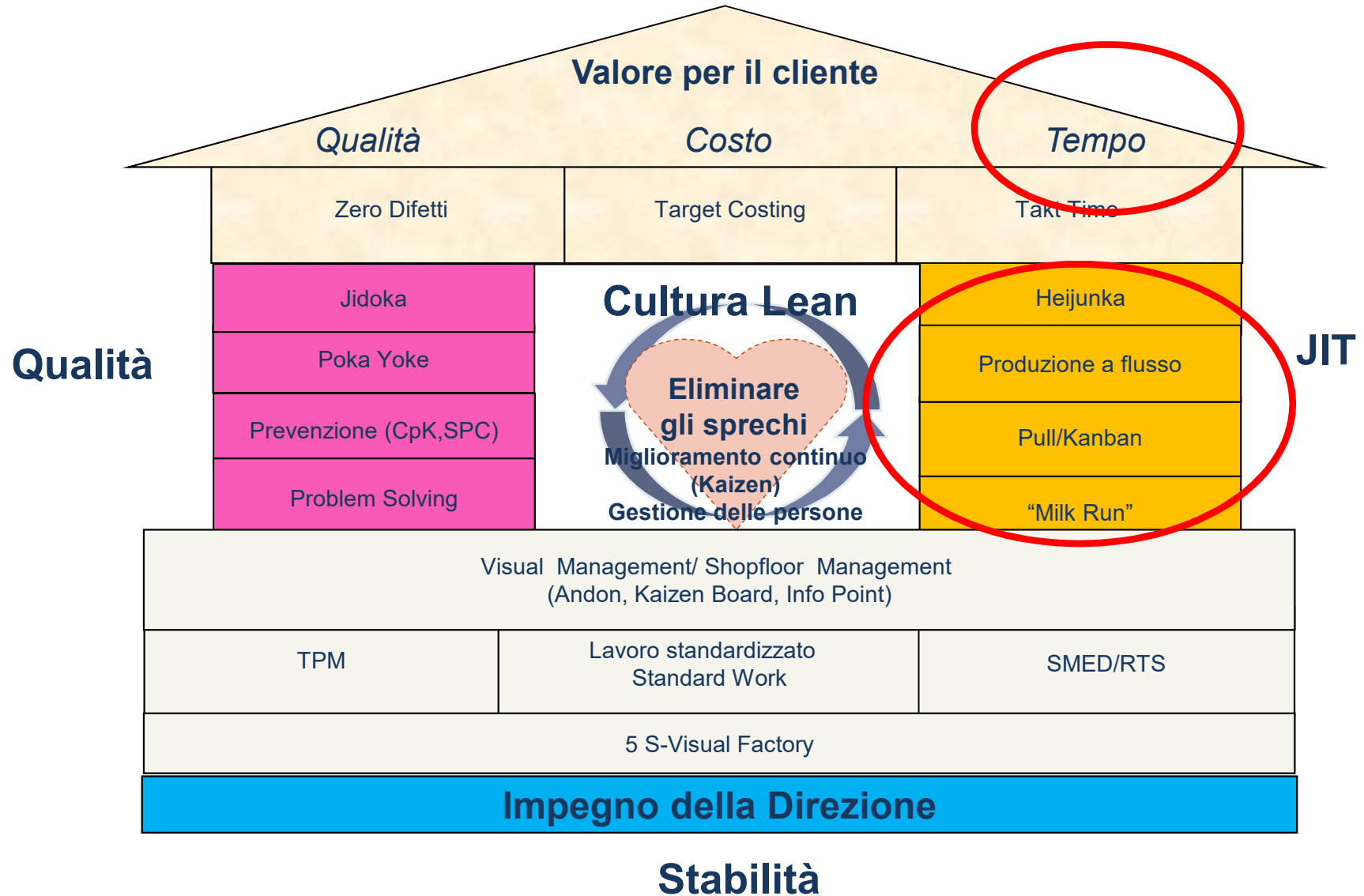
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

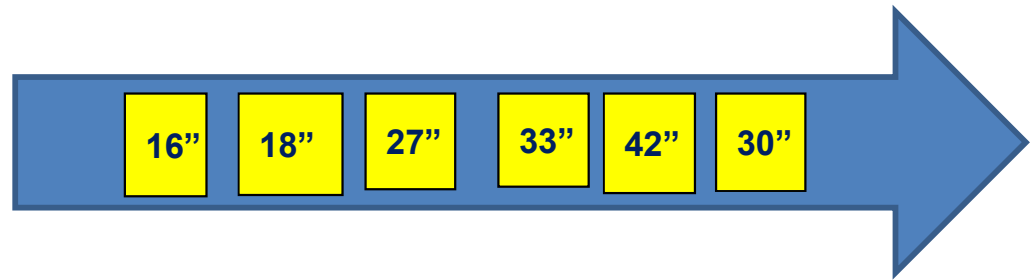
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

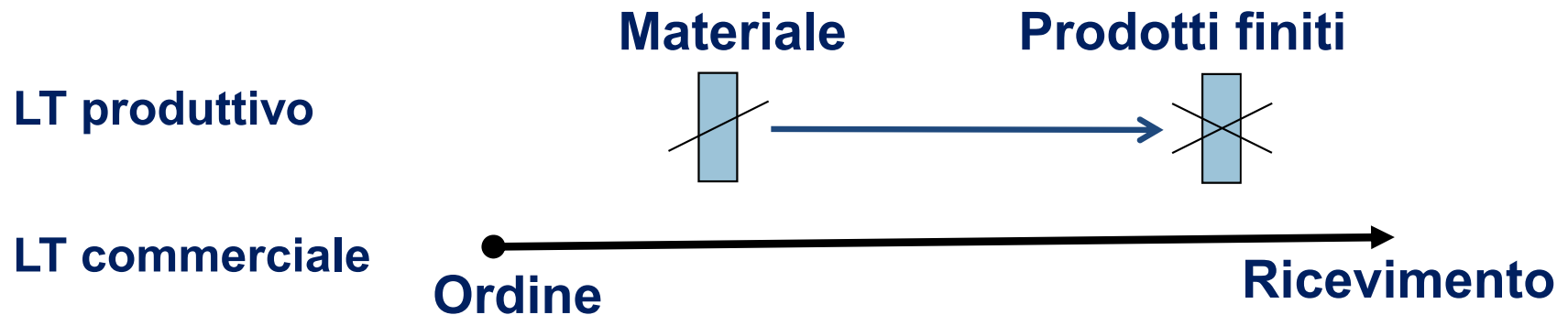
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

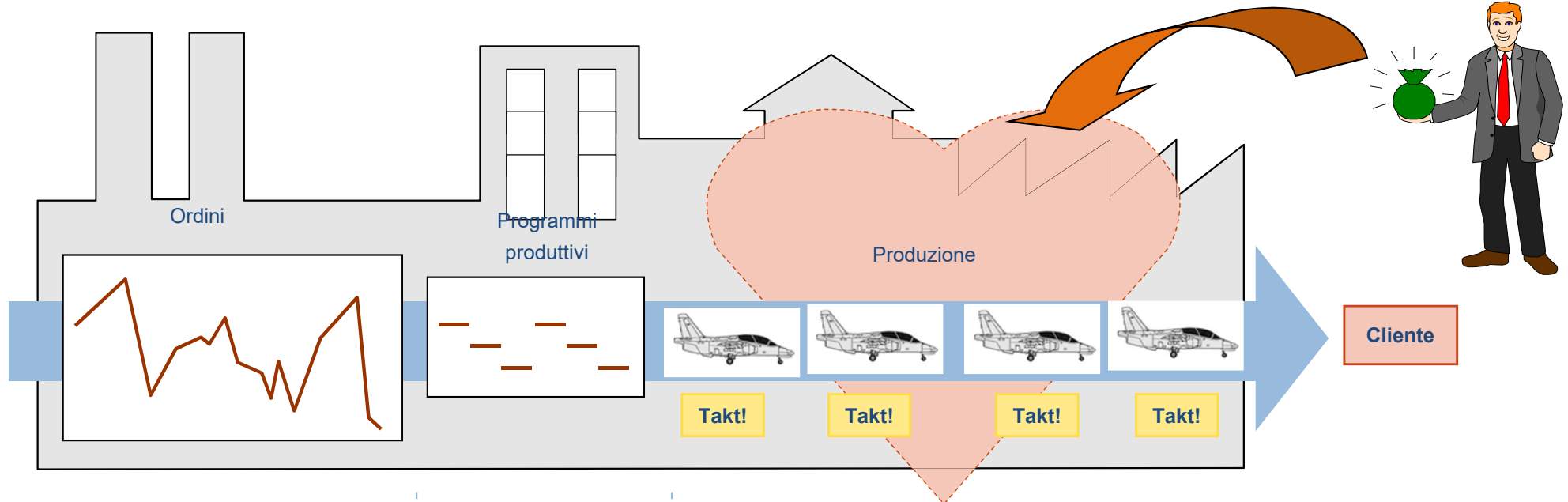


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

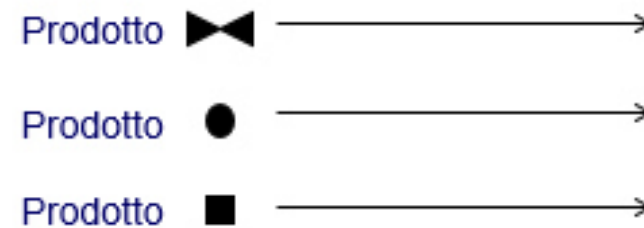
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

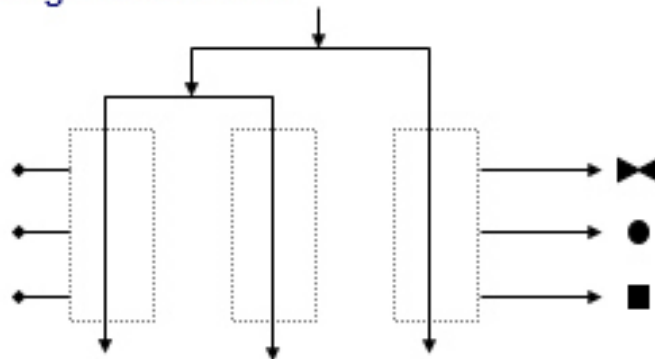


un passo...

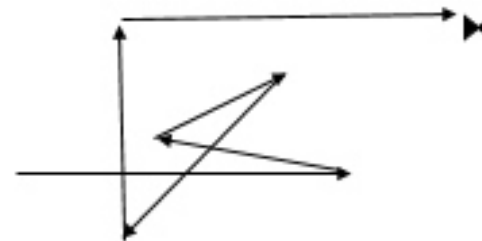
un secondo...

uno yen

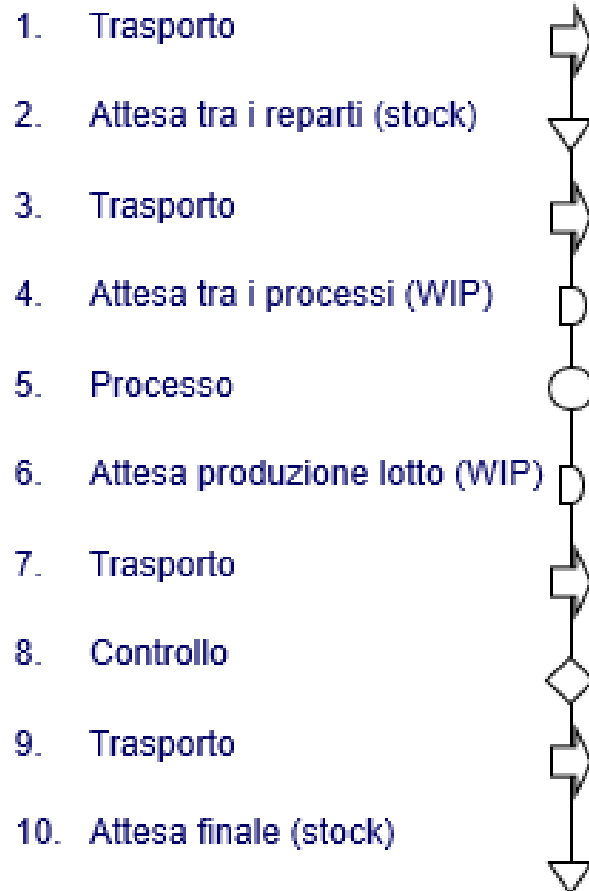
Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

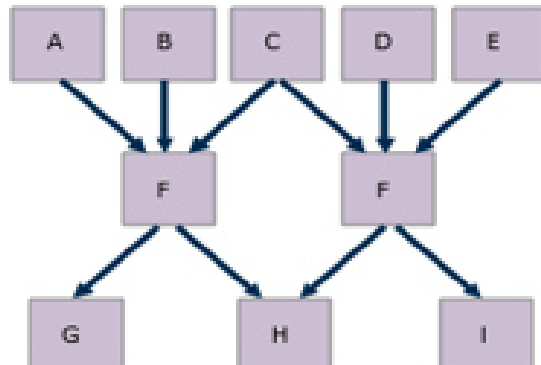
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

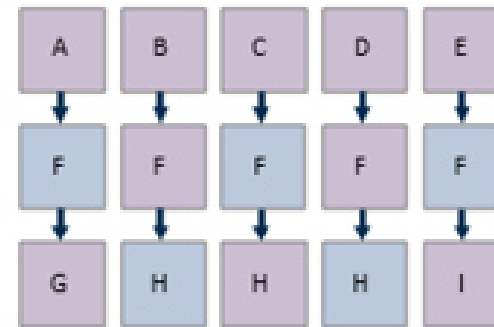
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

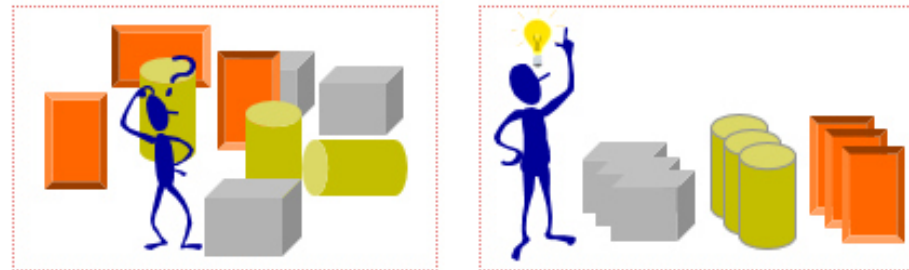


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

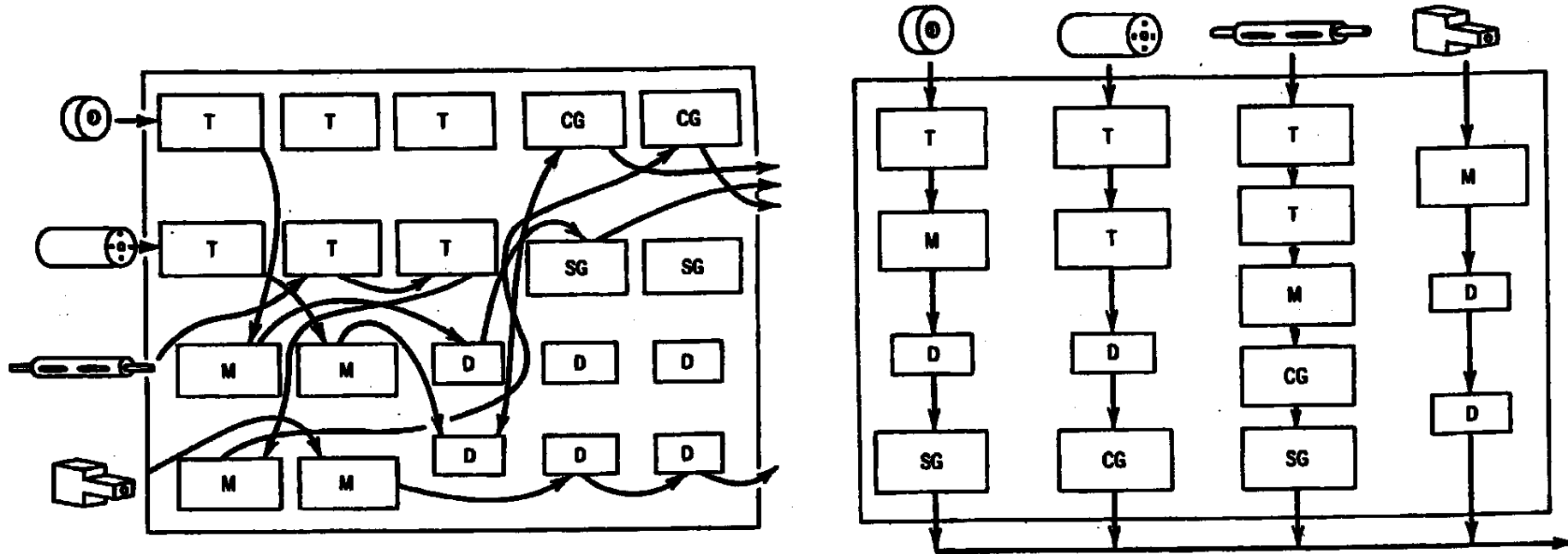
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a "Cell Manufacturing"



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

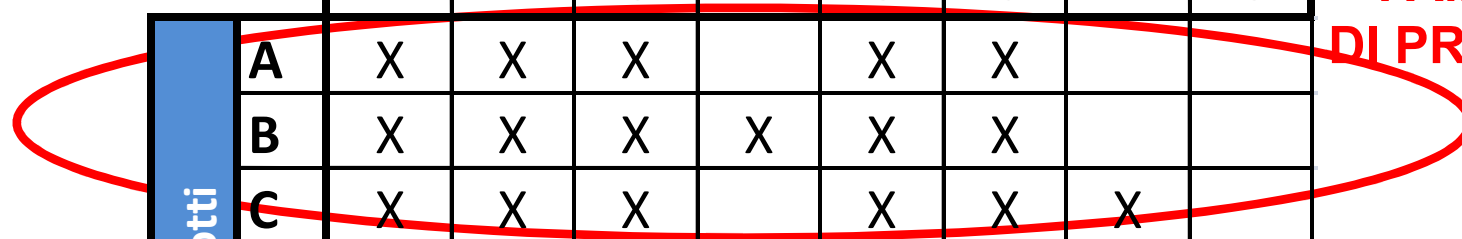
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



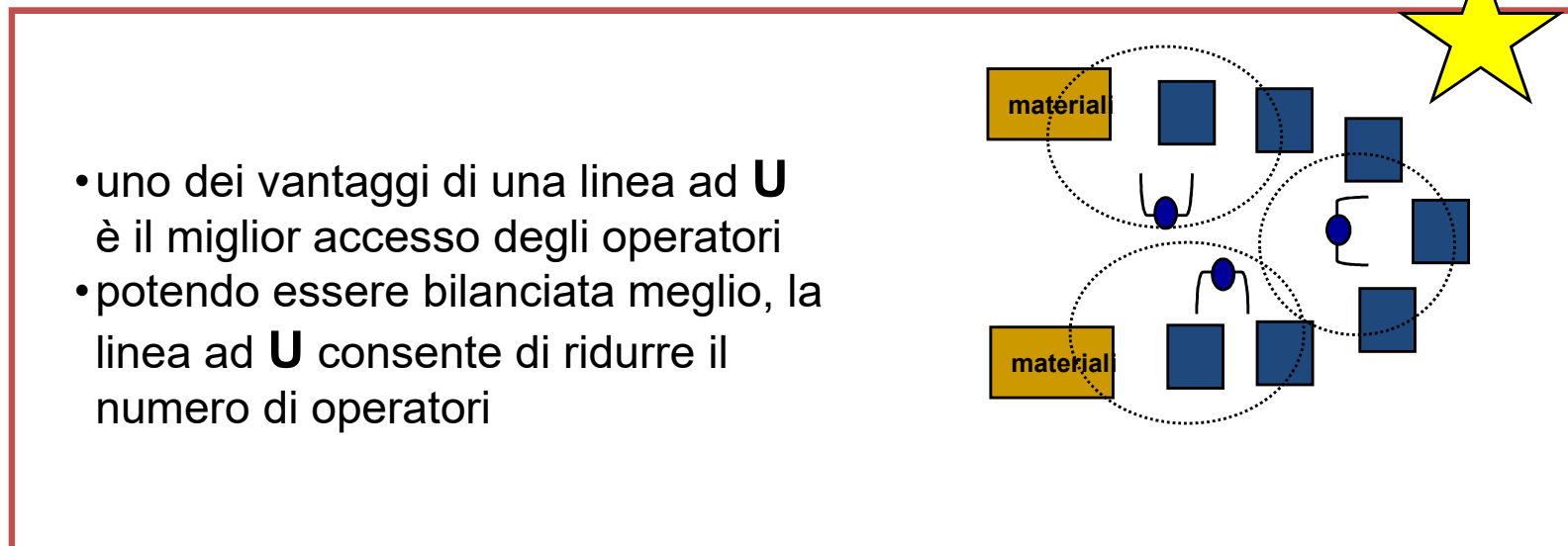
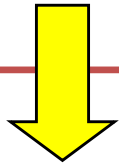
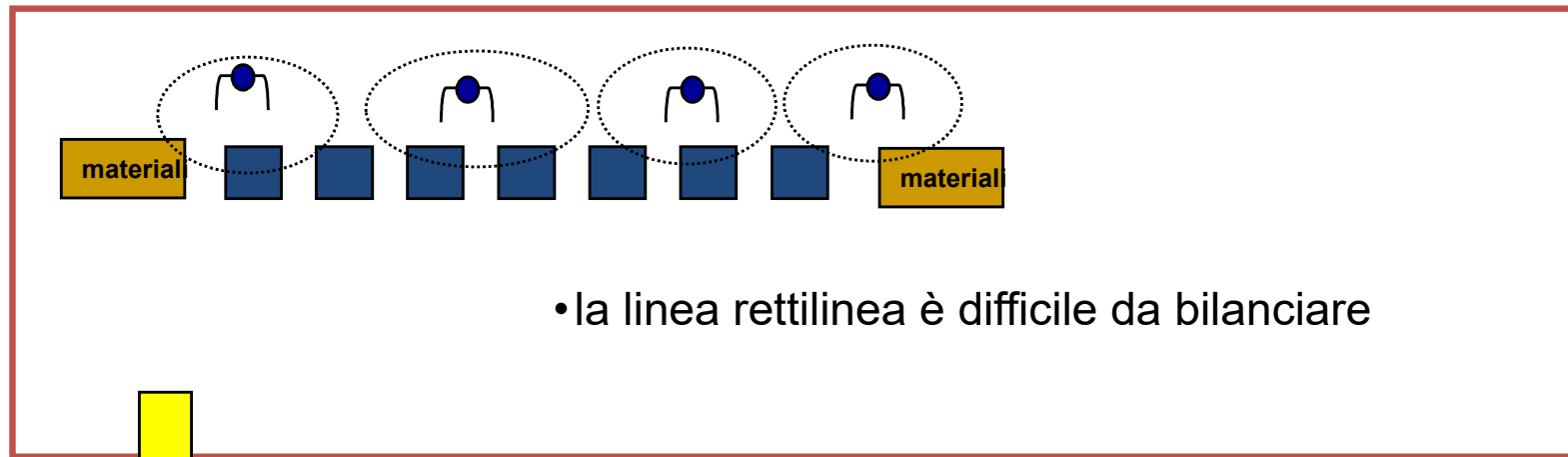
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

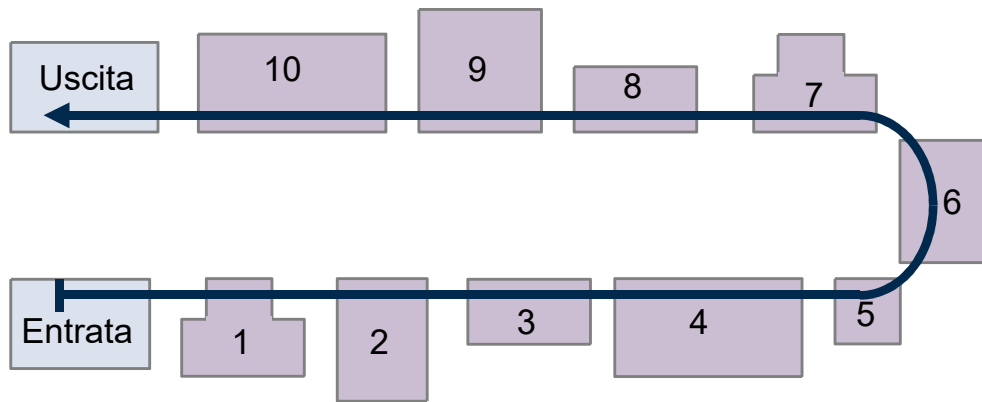
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamate linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

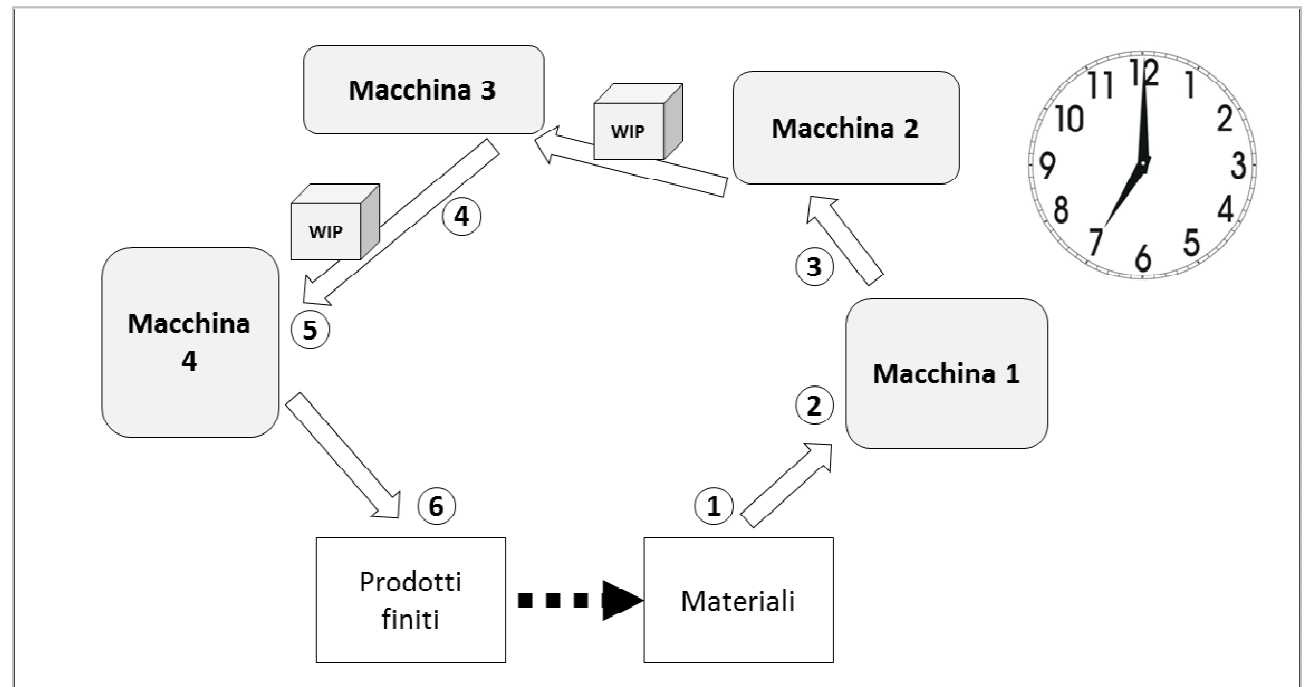
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

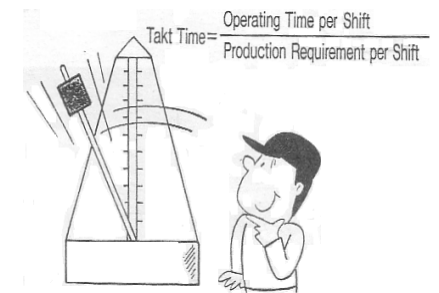
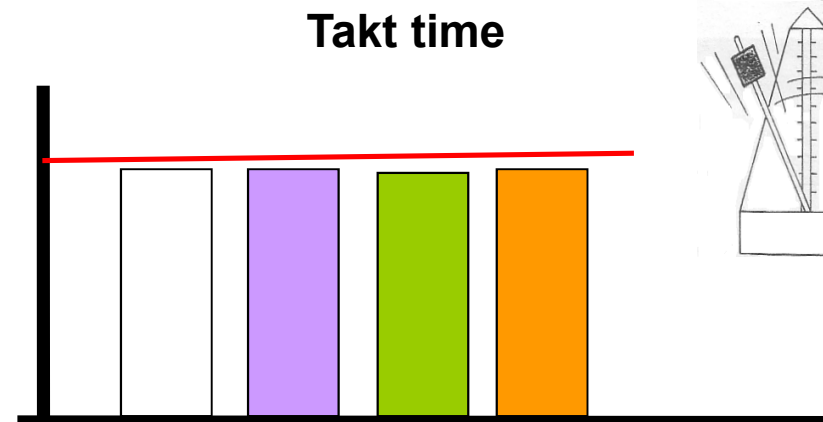
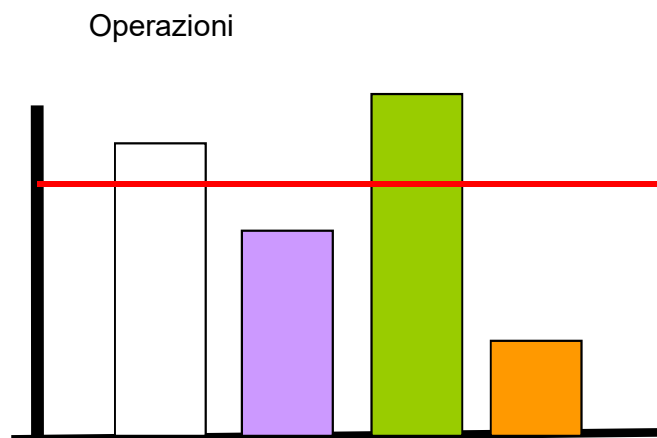


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

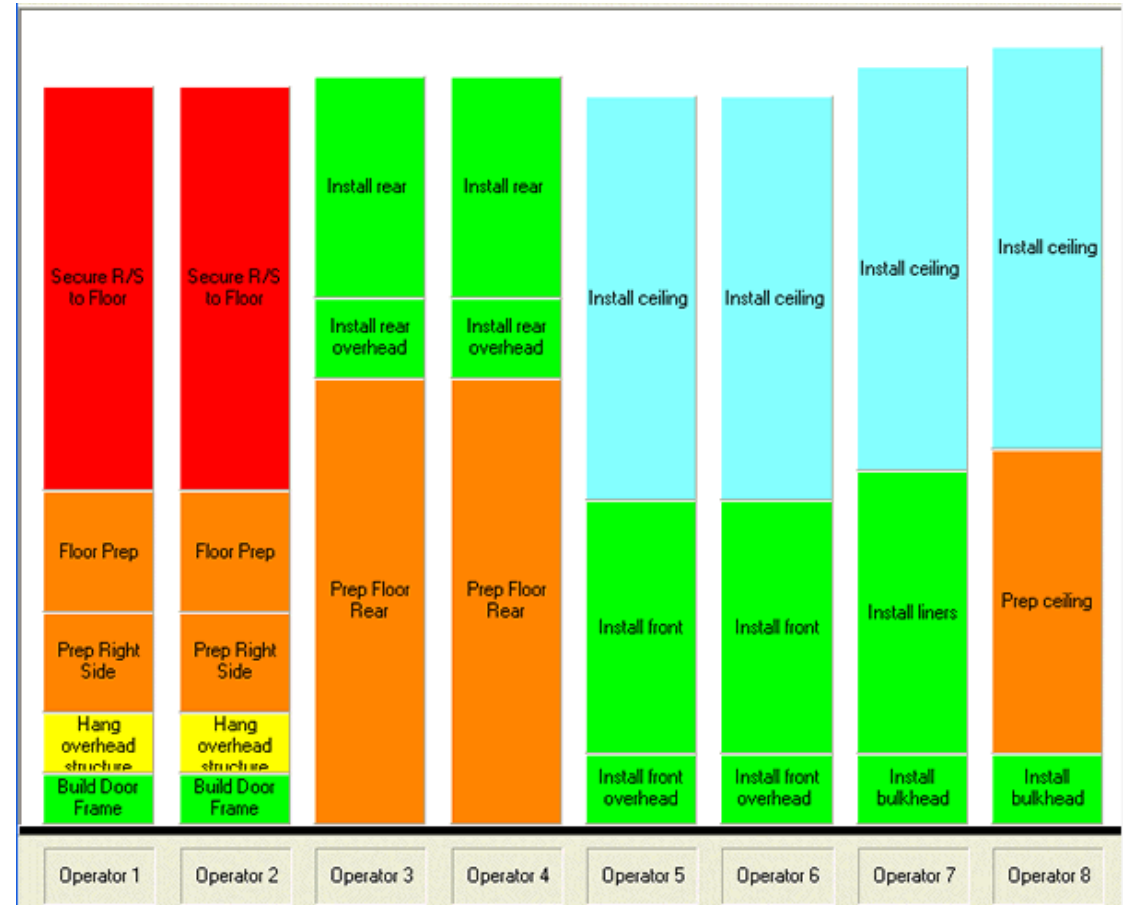


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

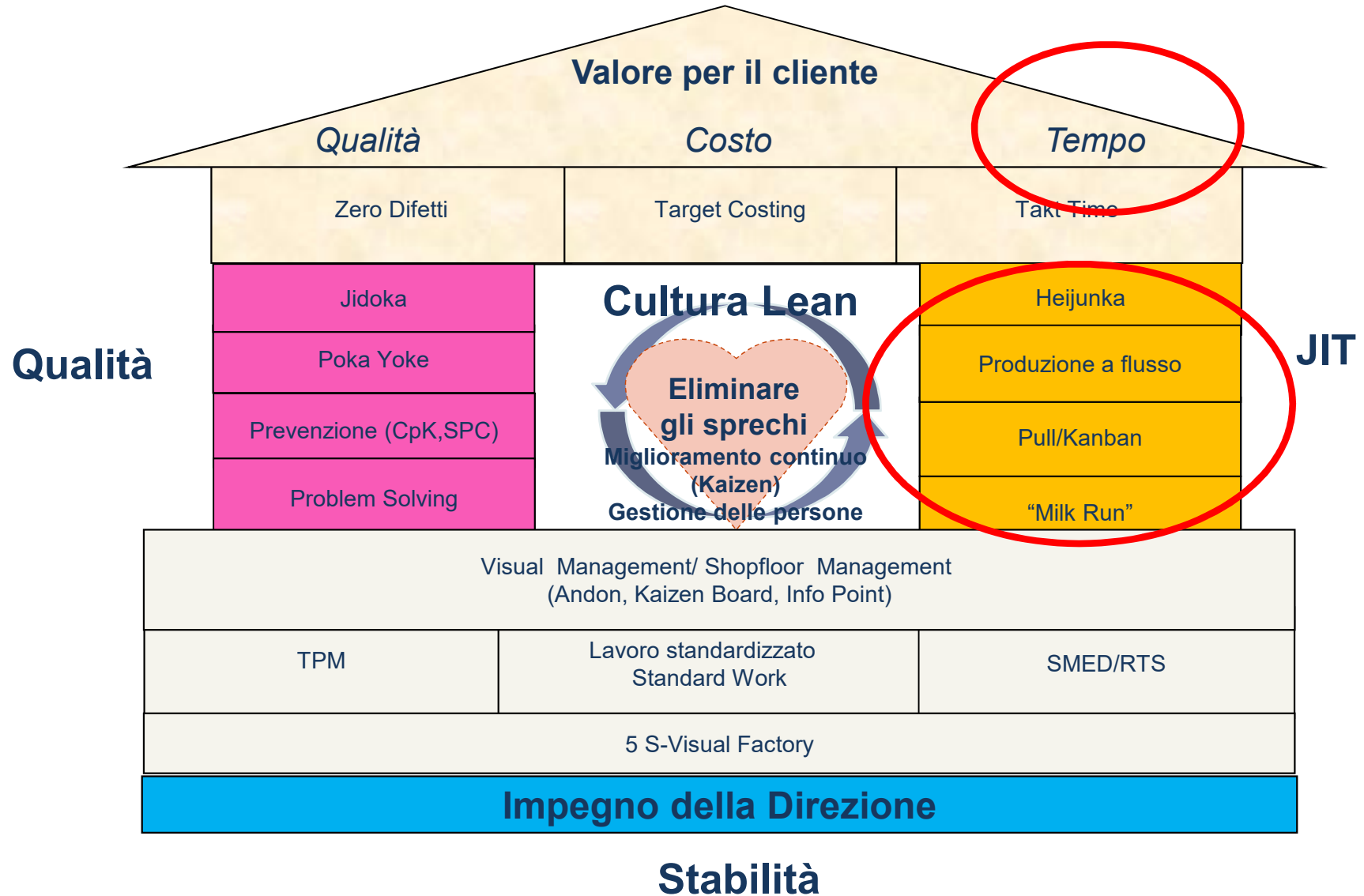
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

Just in time

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

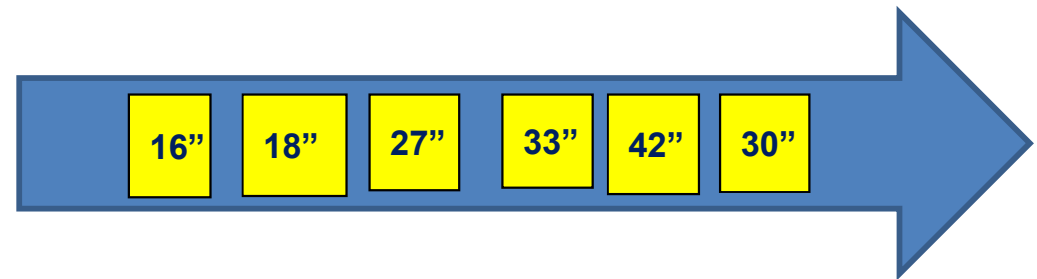
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

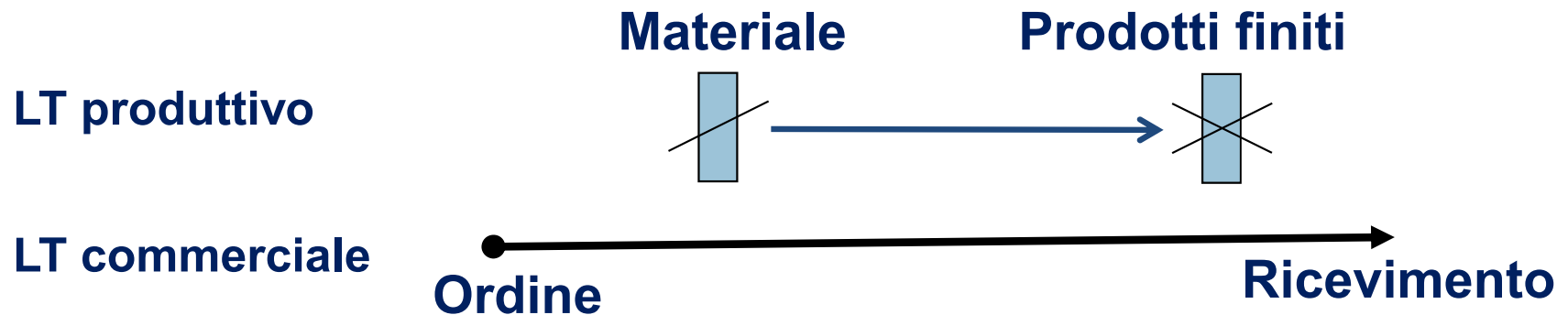
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

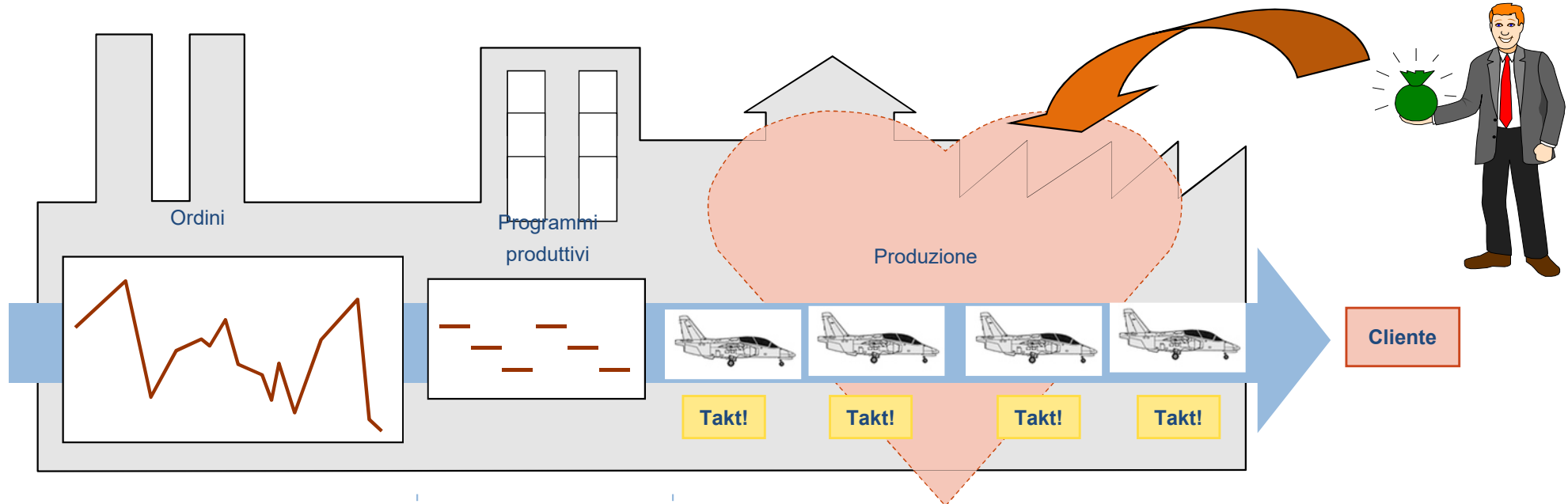


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

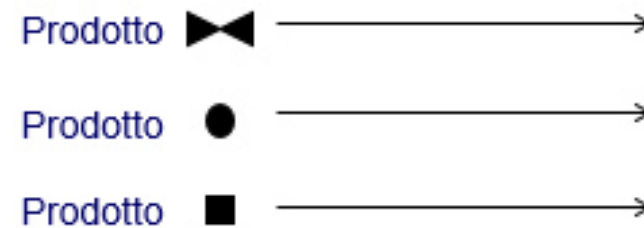
Realizzazione del mixed model

Produzione ritmata
Ritmo del cliente

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

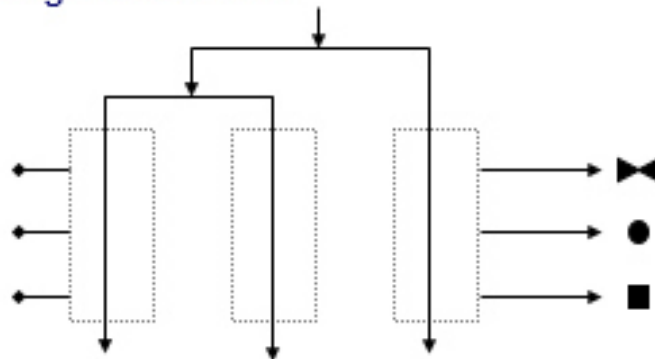


un passo...

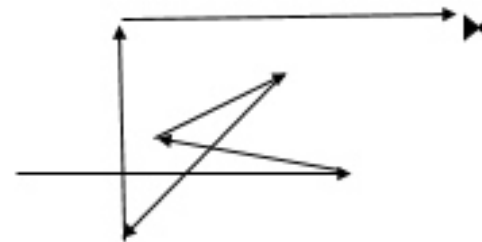
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

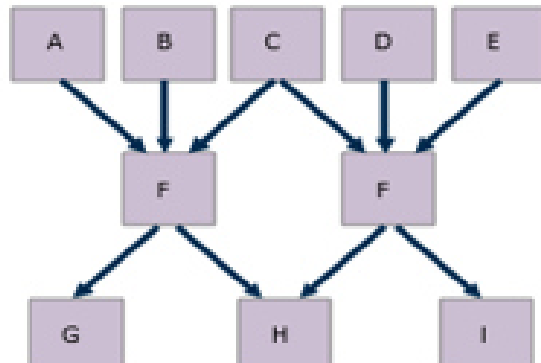
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

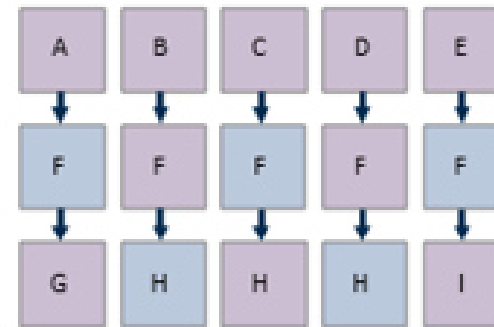
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

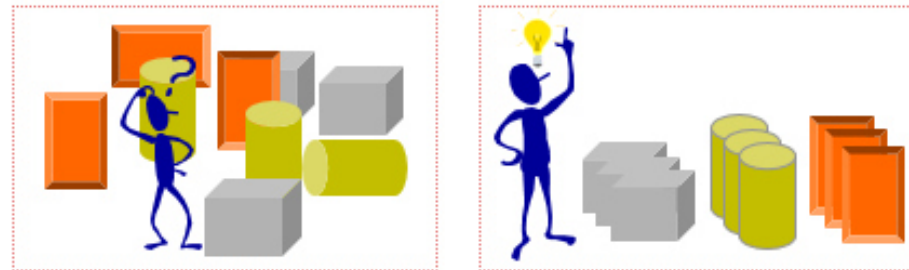


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

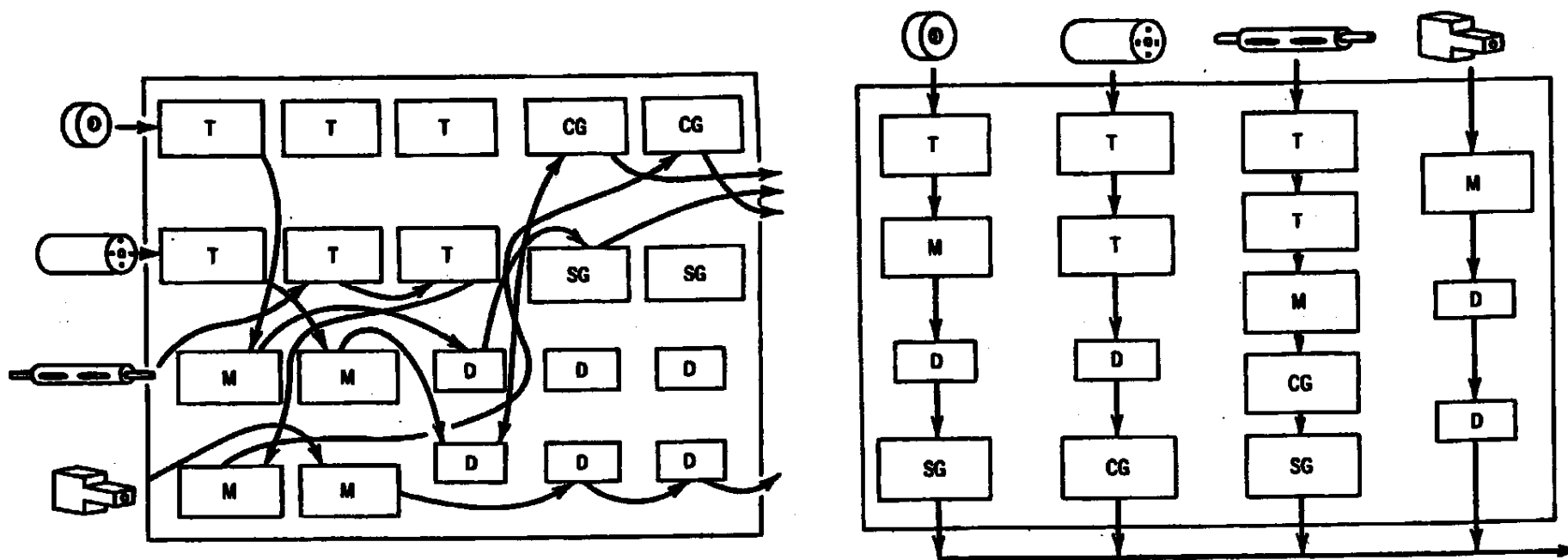
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a “Cell Manufacturing”



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

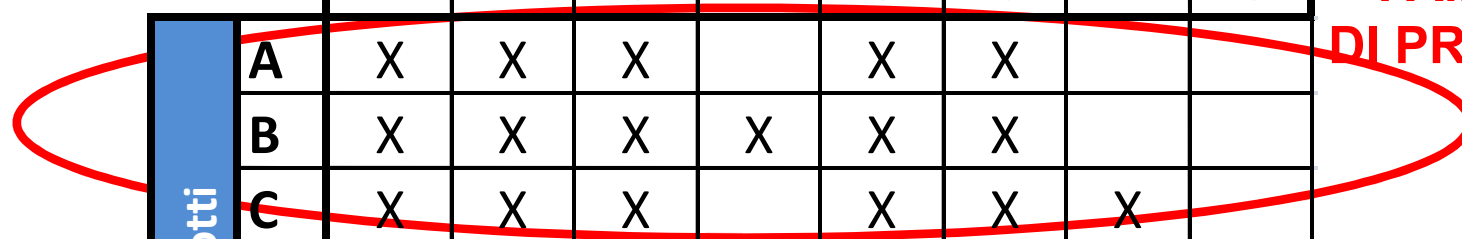
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



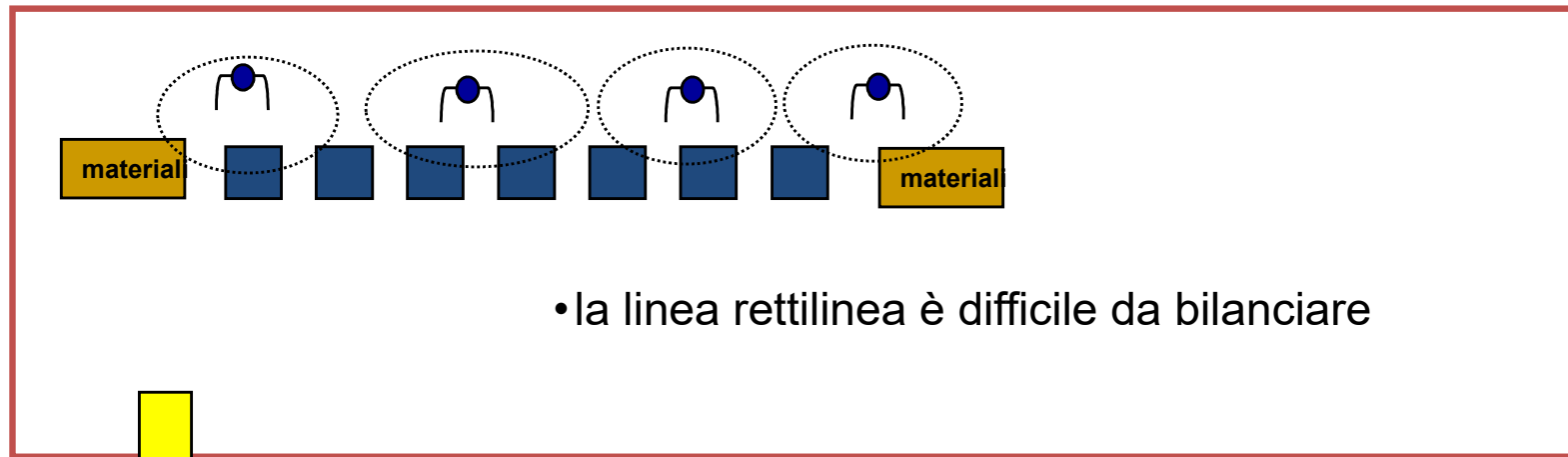
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

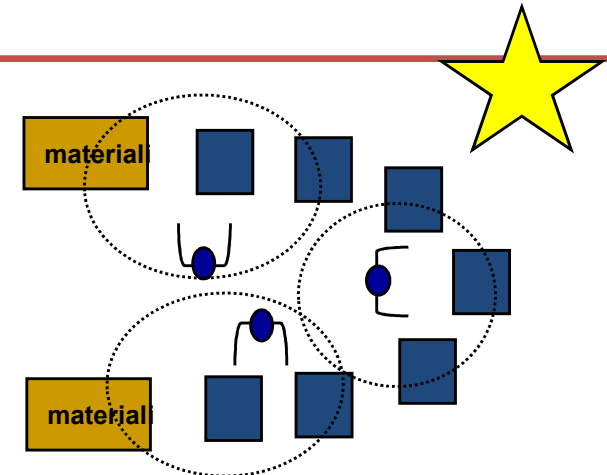
- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout

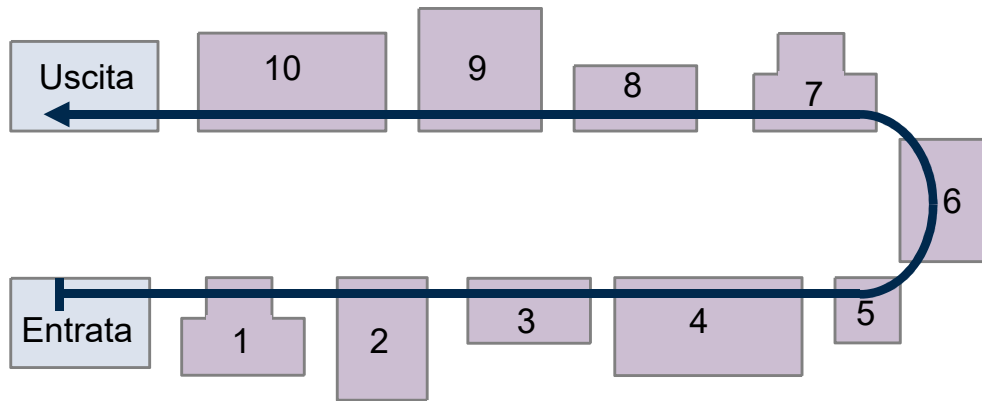


- uno dei vantaggi di una linea ad **U** è il miglior accesso degli operatori
- potendo essere bilanciata meglio, la linea ad **U** consente di ridurre il numero di operatori



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

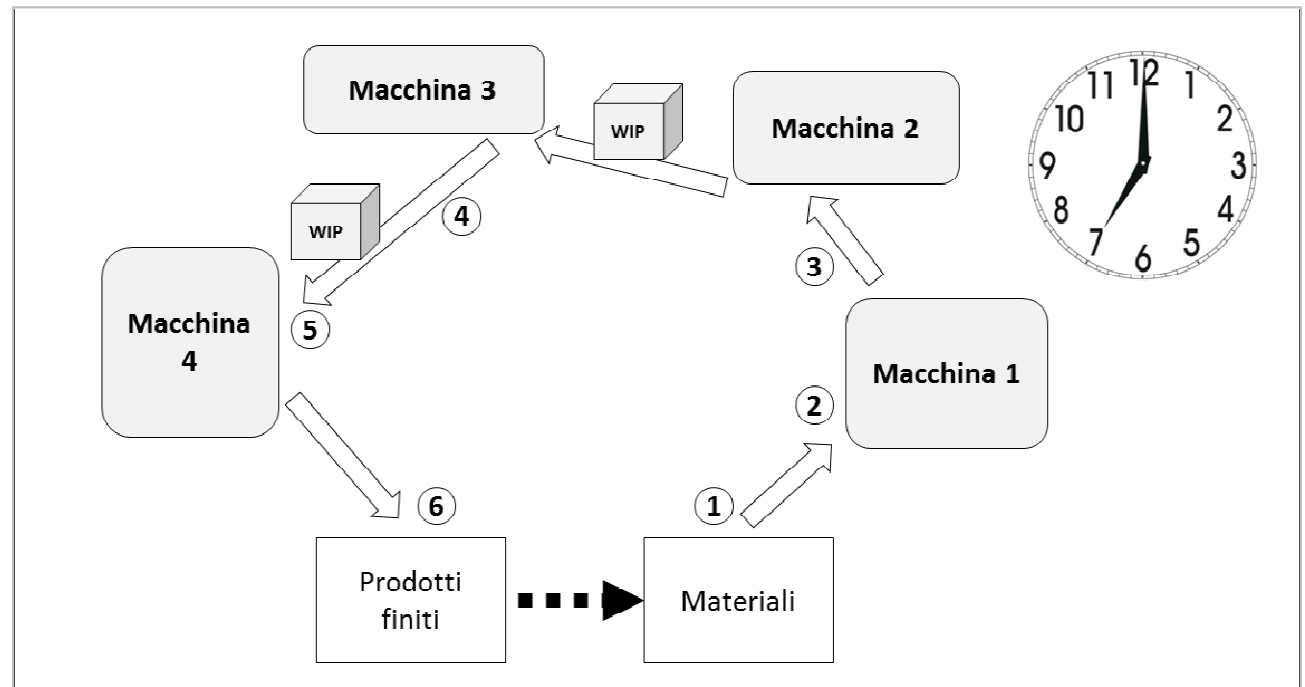
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

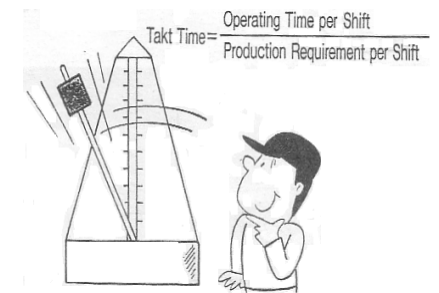
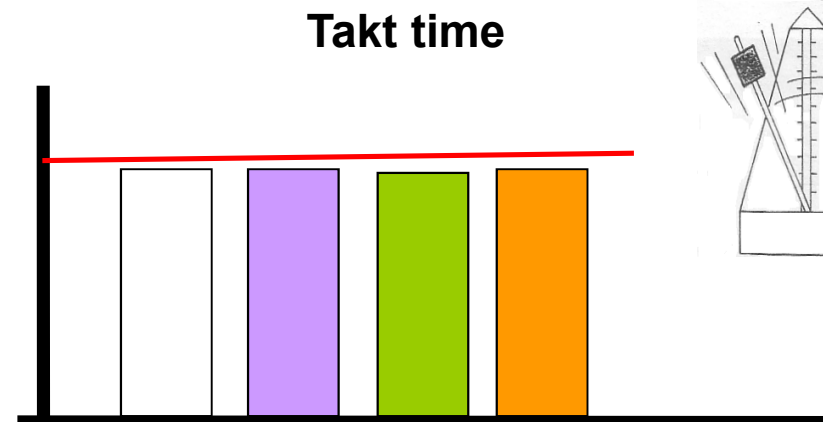
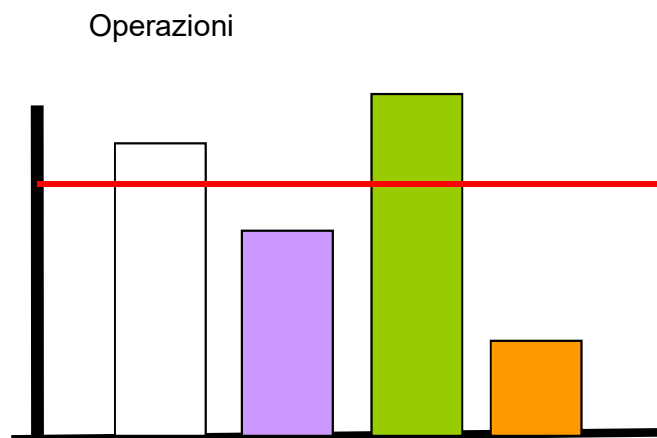


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

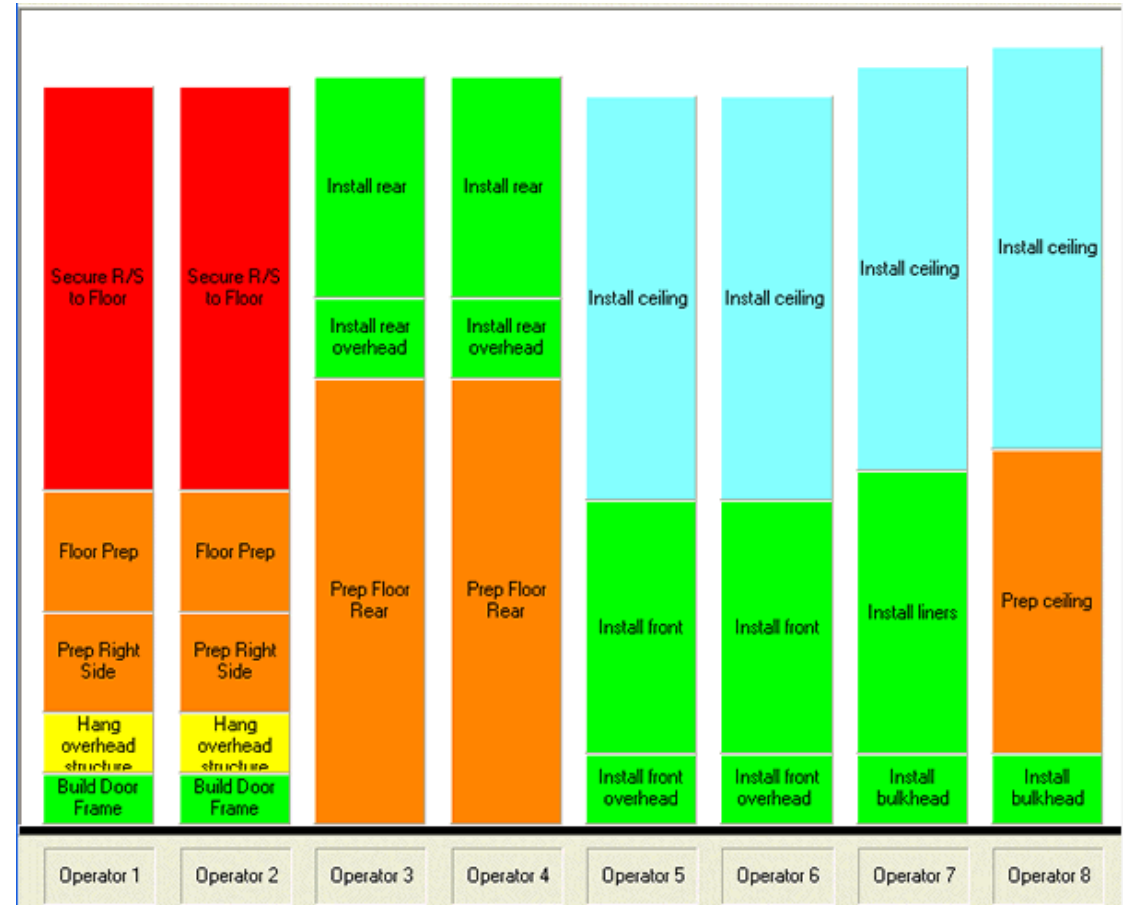


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

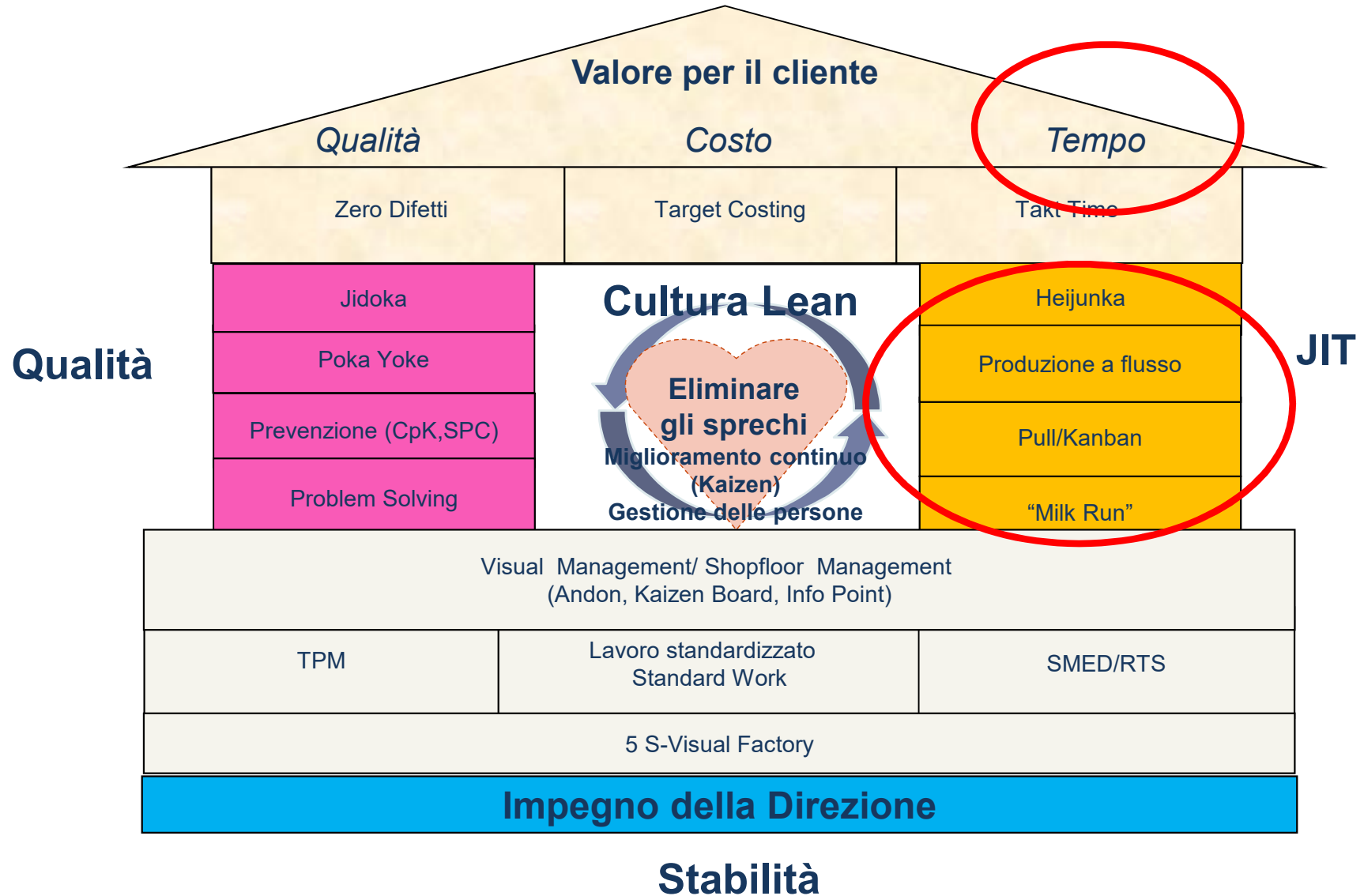
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

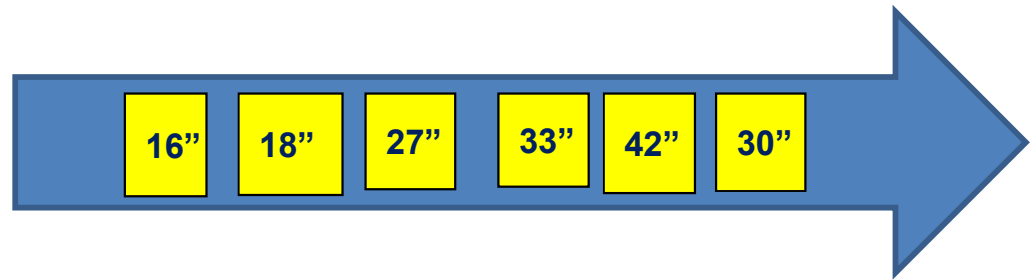
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

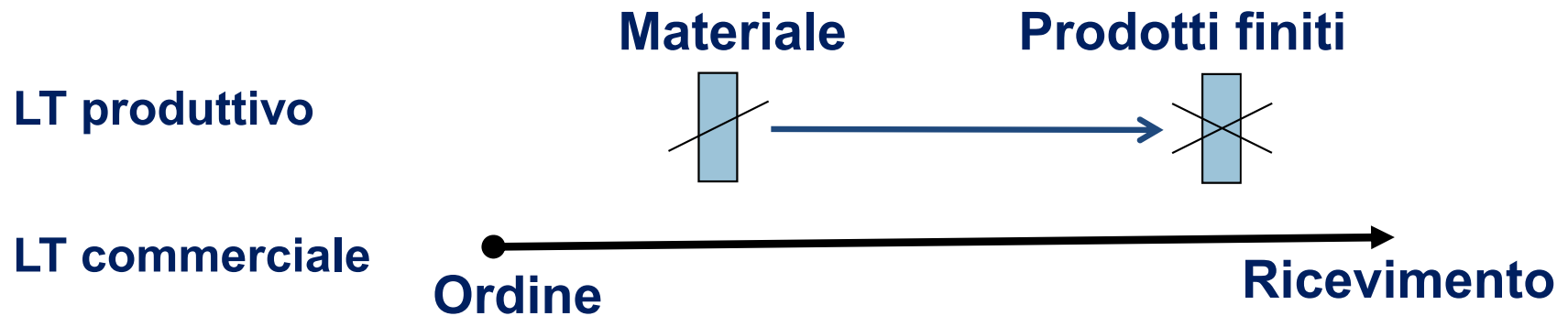
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

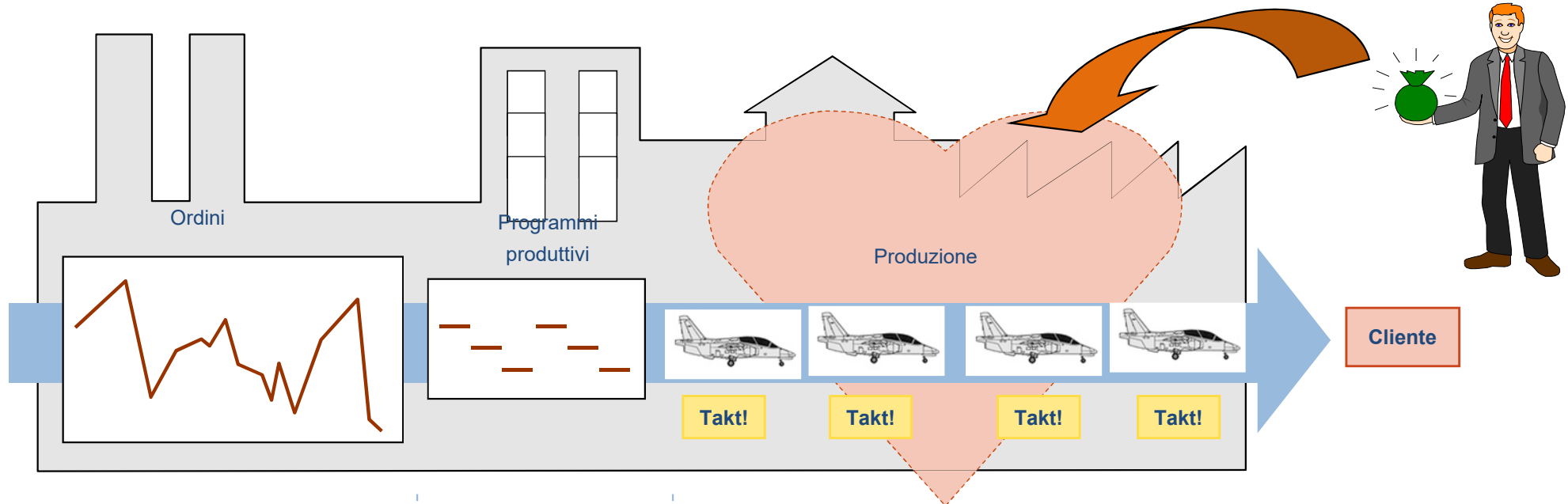


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;


Realizzazione del mixed model


**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

Prodotto  →

Prodotto  →

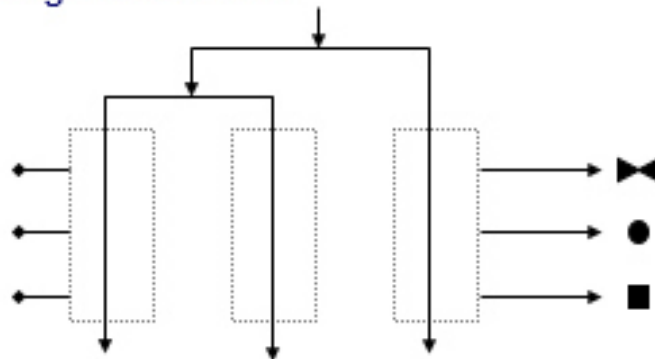
Prodotto  →

un passo...

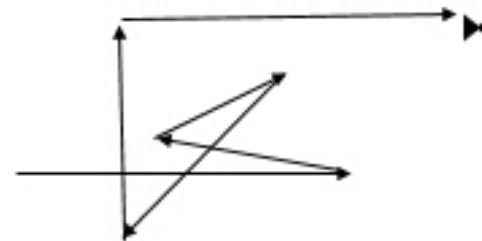
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\Rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\Rightarrow + \nabla + D)$$

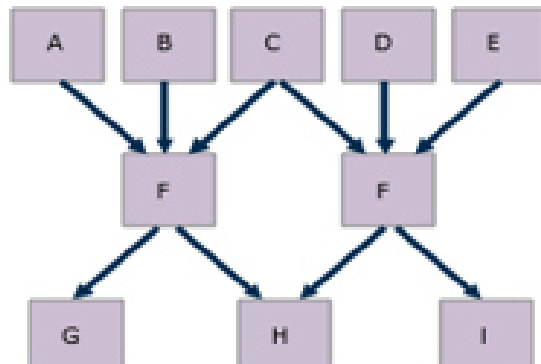
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\Rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

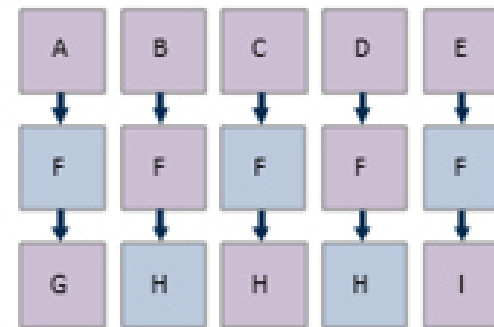
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

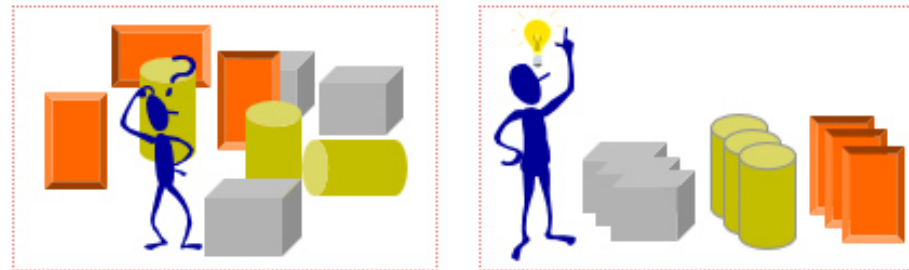


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

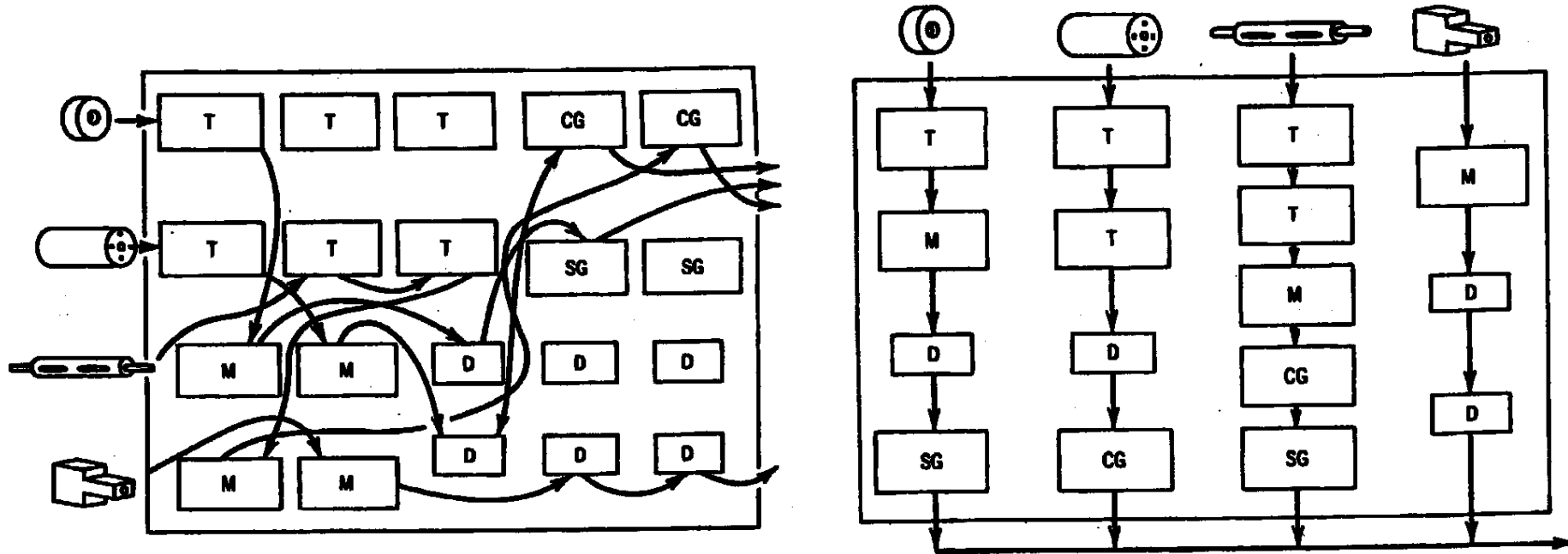
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a "Cell Manufacturing"



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

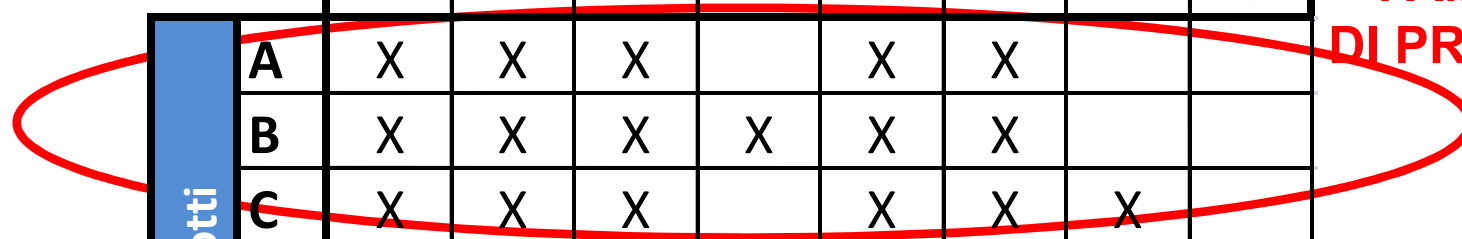
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

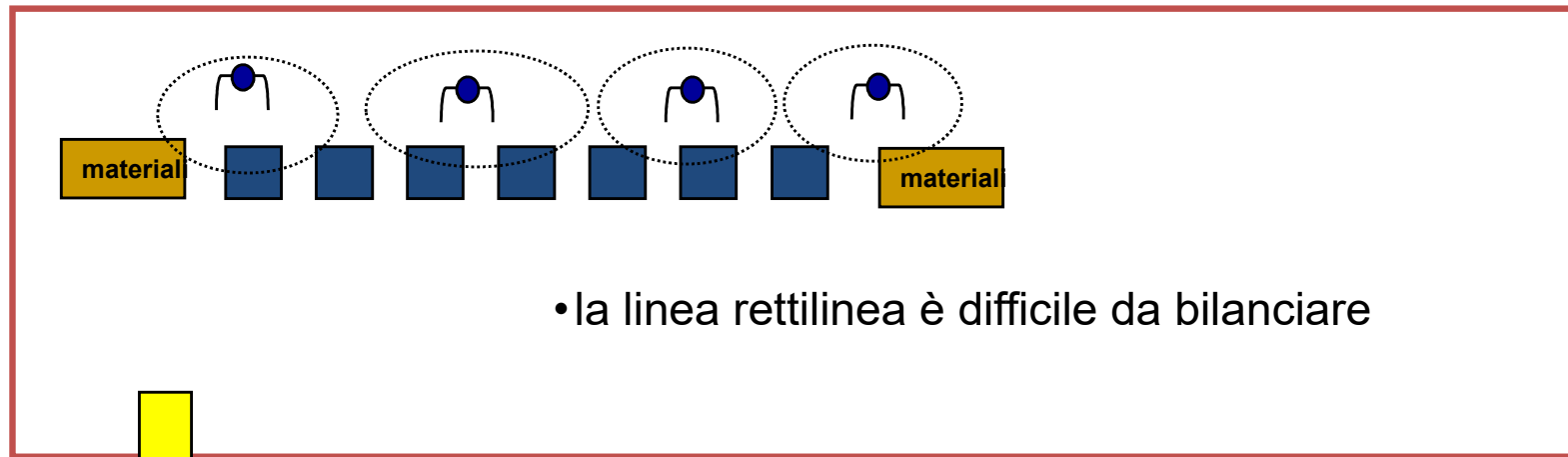
Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

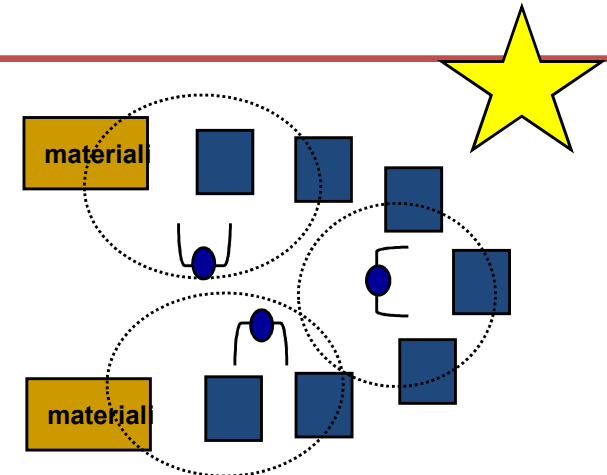
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout

Tipologie di layout

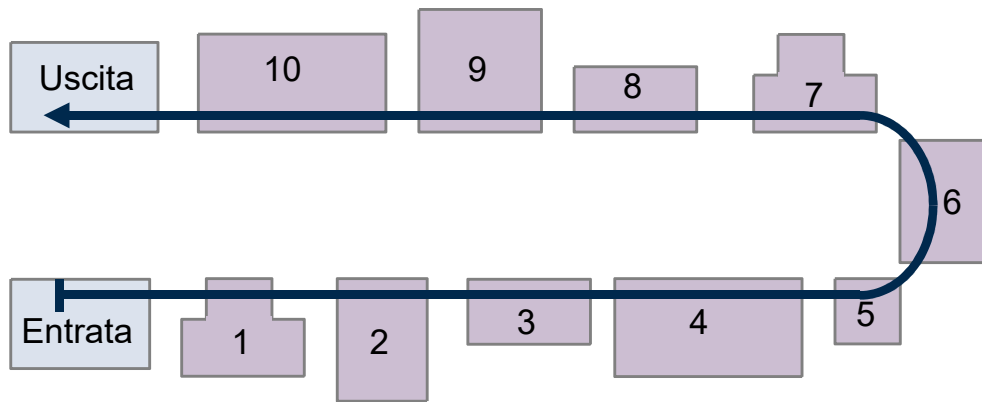


- uno dei vantaggi di una linea ad **U** è il miglior accesso degli operatori
- potendo essere bilanciata meglio, la linea ad **U** consente di ridurre il numero di operatori



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

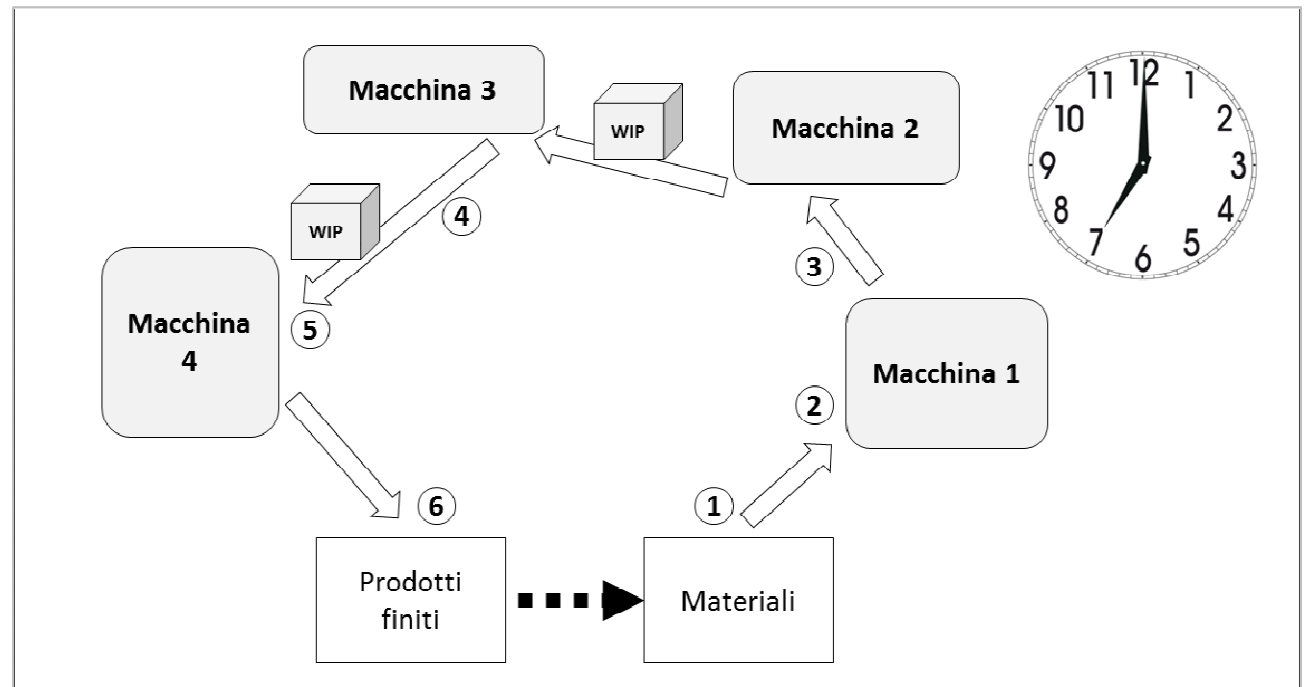
Presupposto:

- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

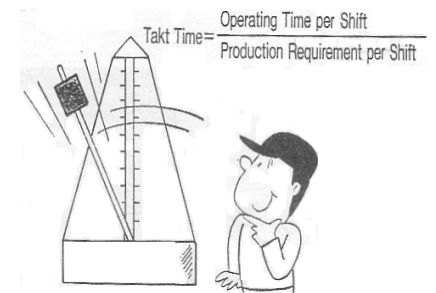
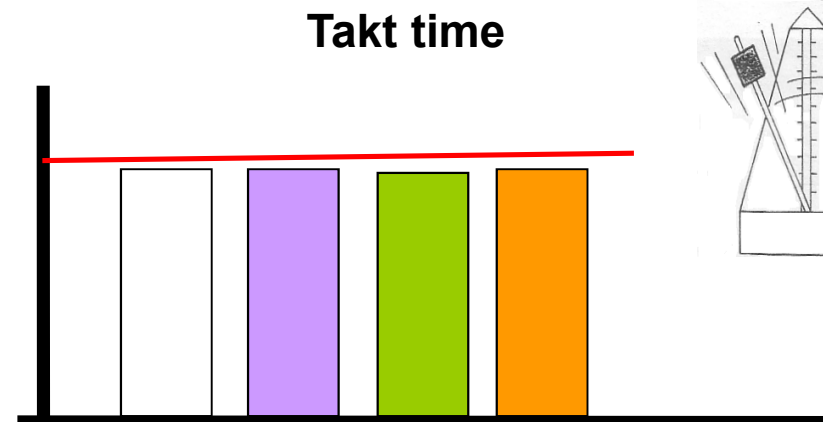
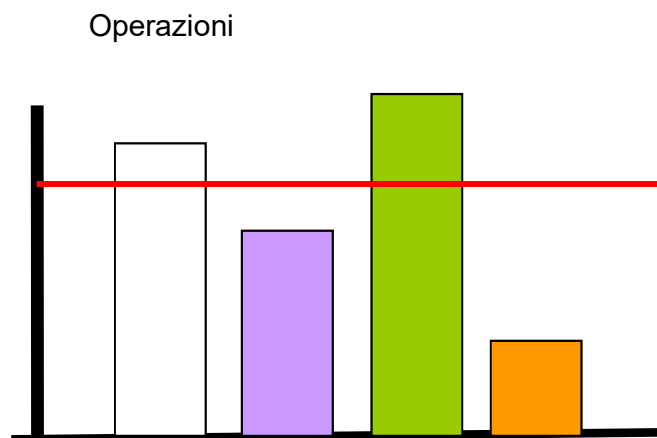


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

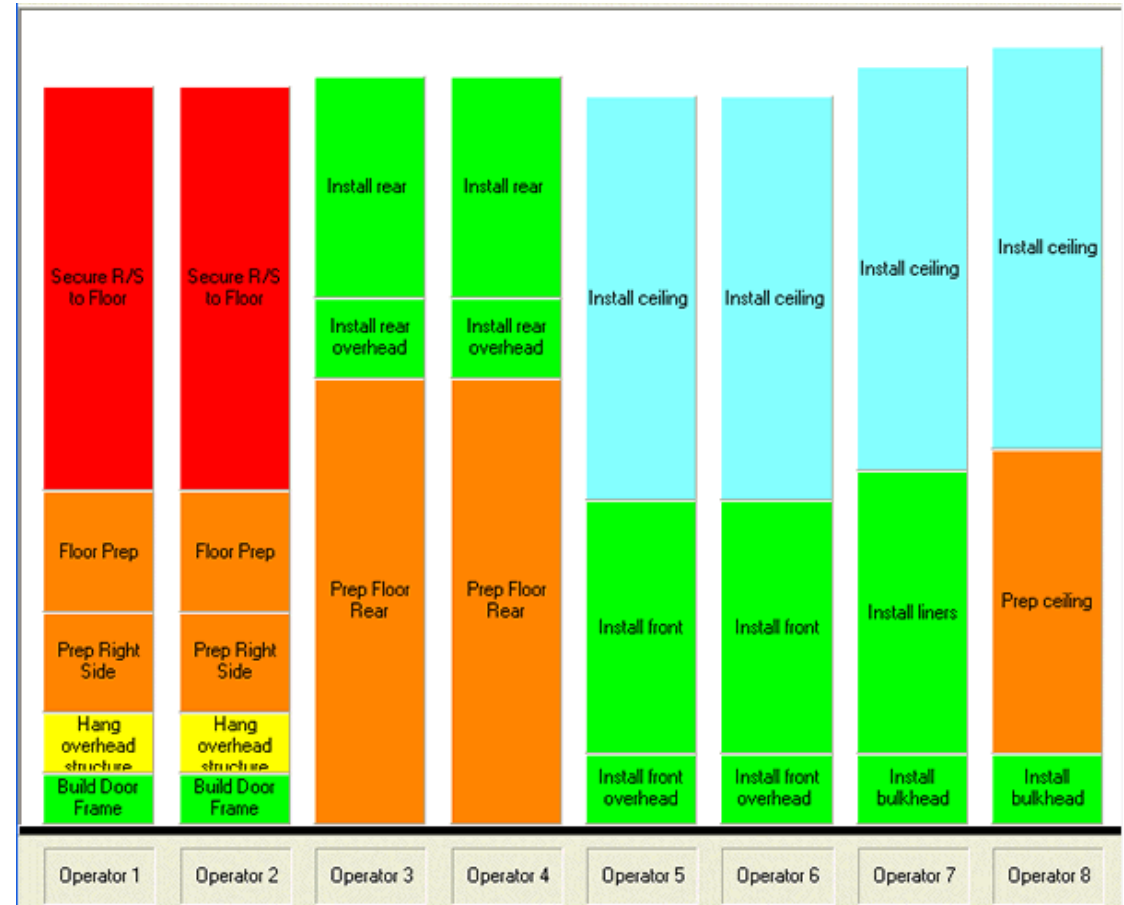


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

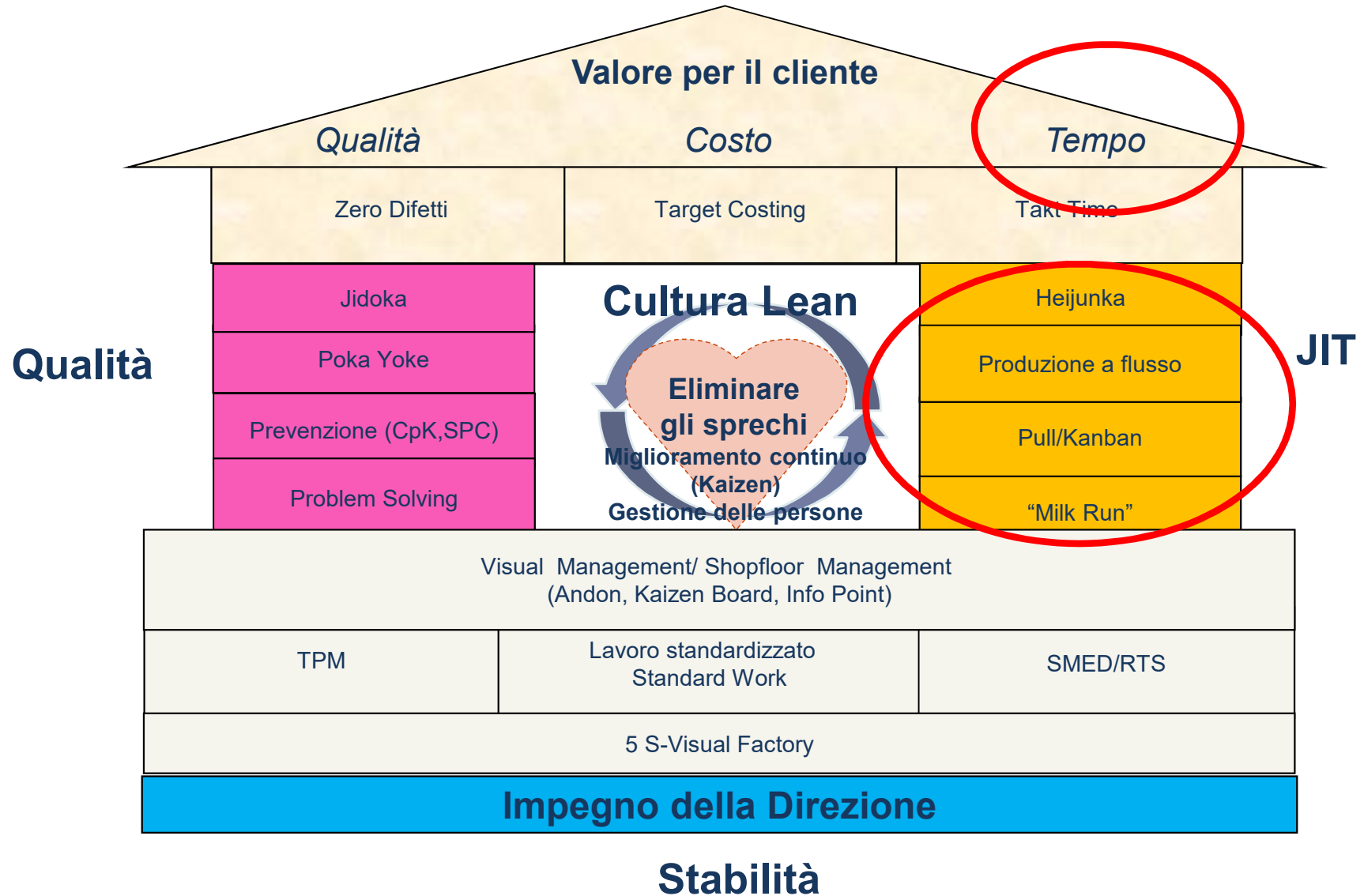
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

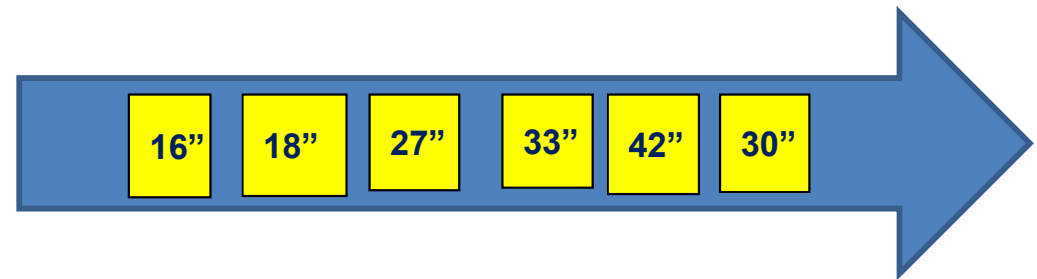
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

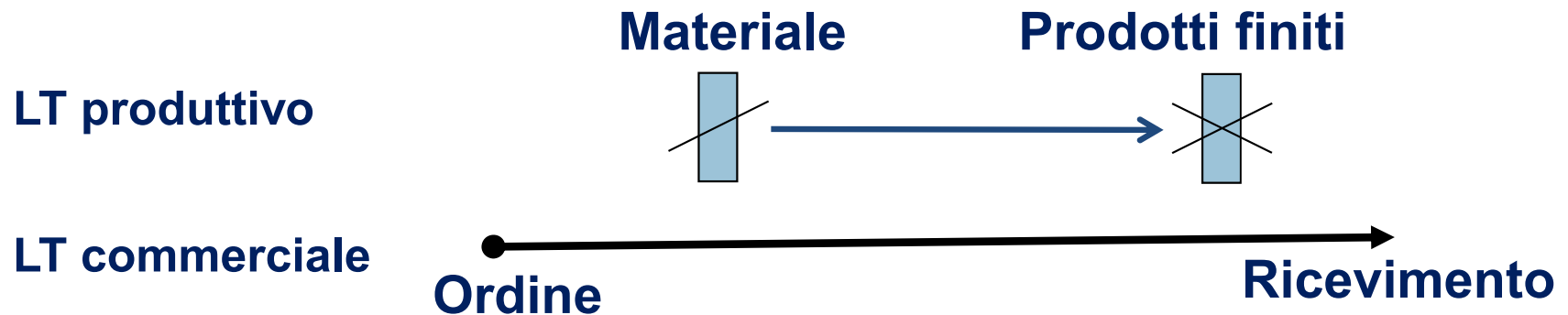
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

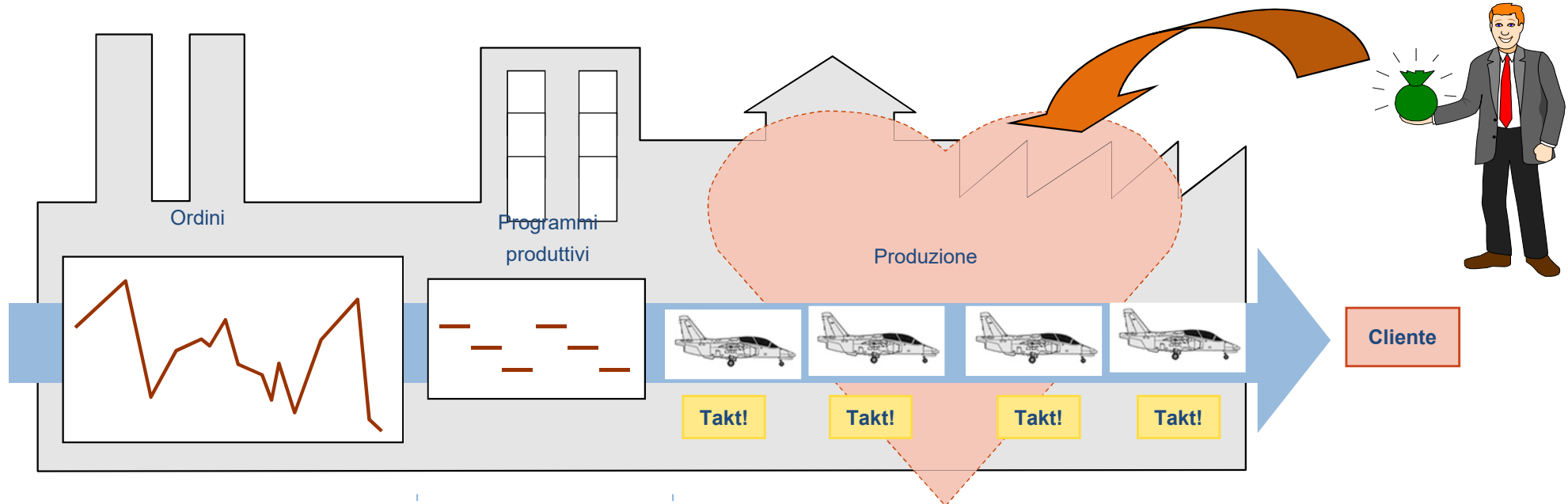


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

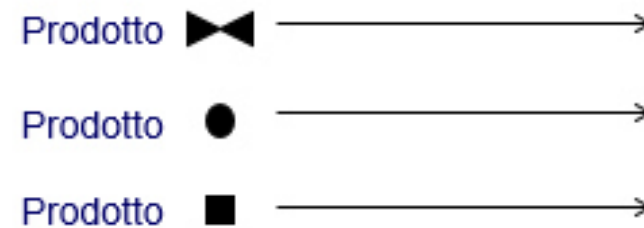
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

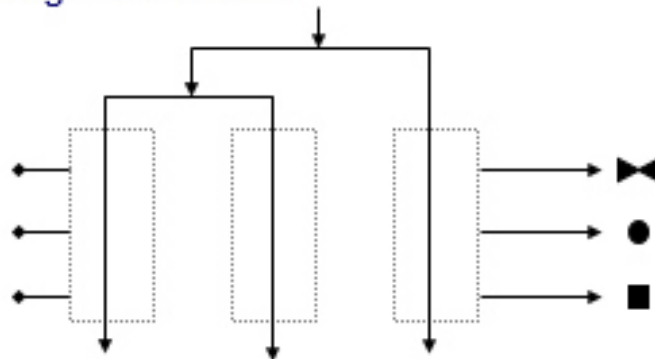


un passo...

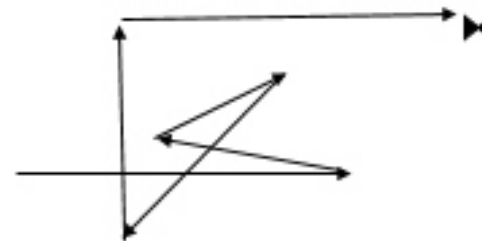
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

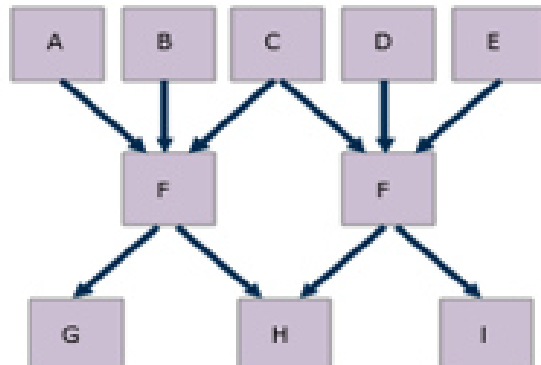
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

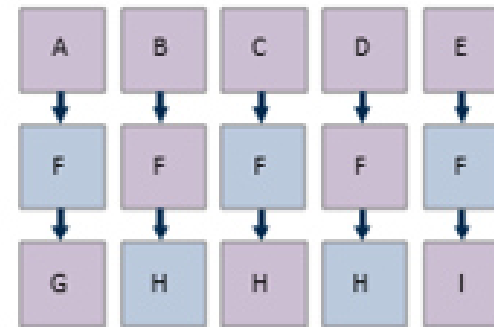
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

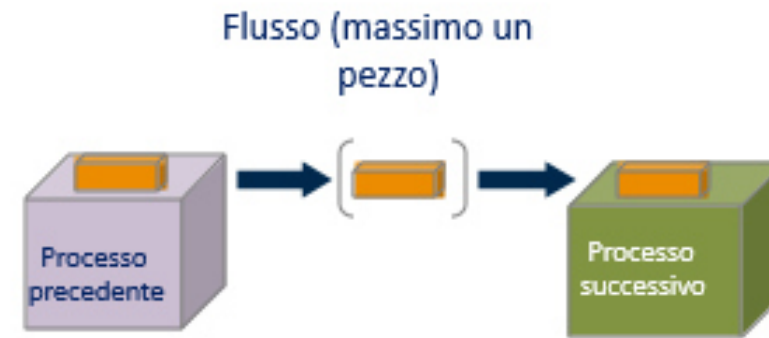
 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

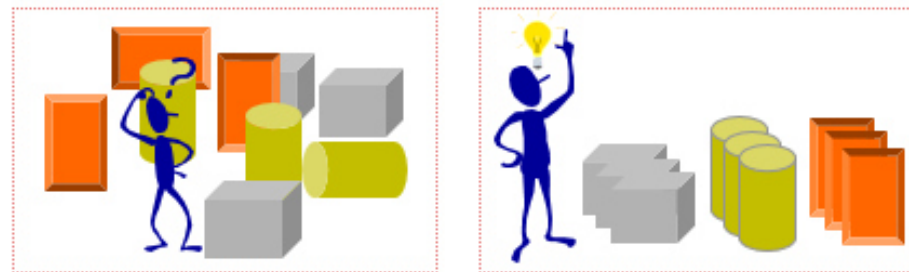


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

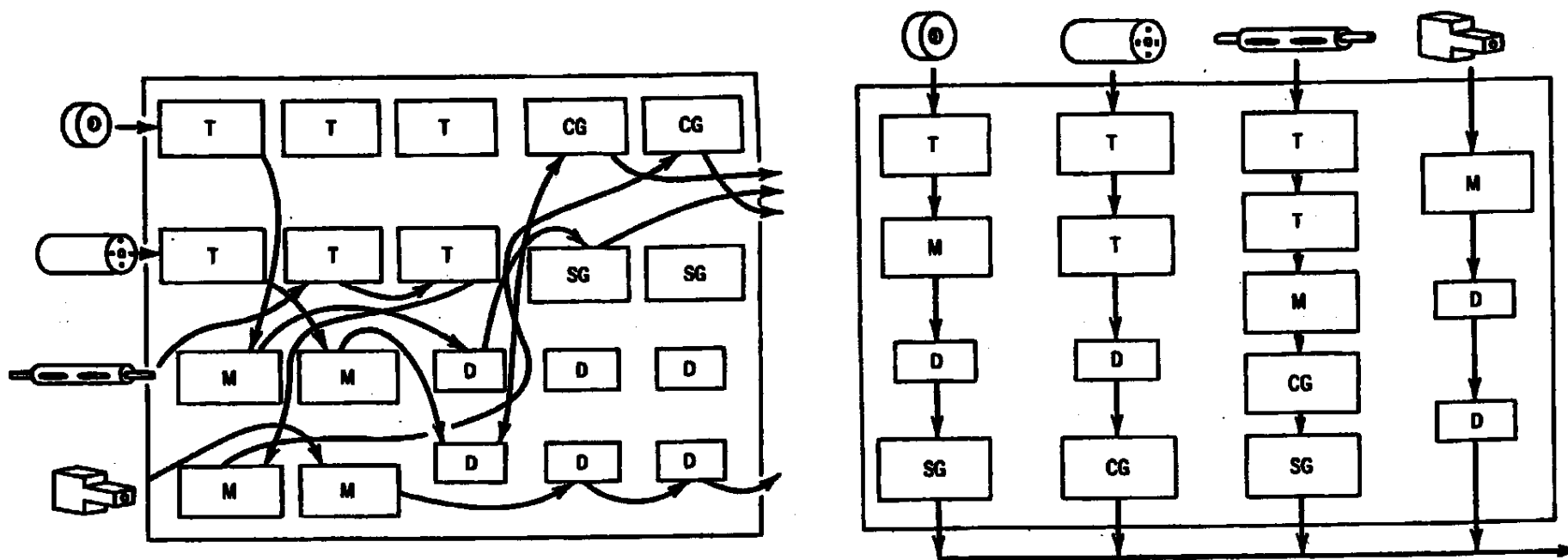
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a “Cell Manufacturing”



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

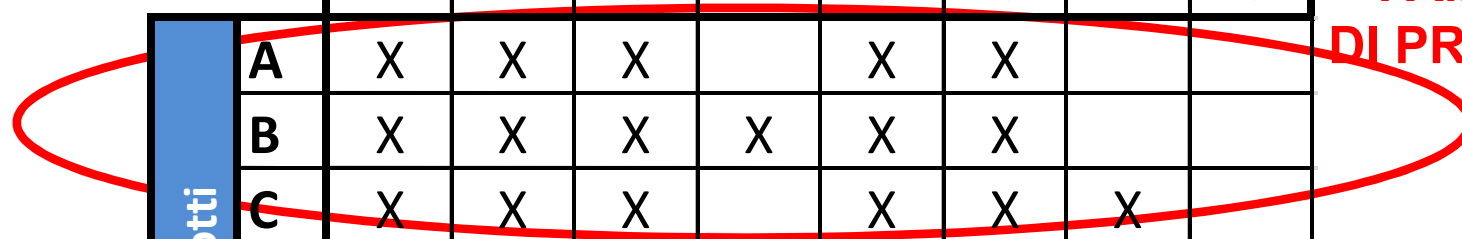
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



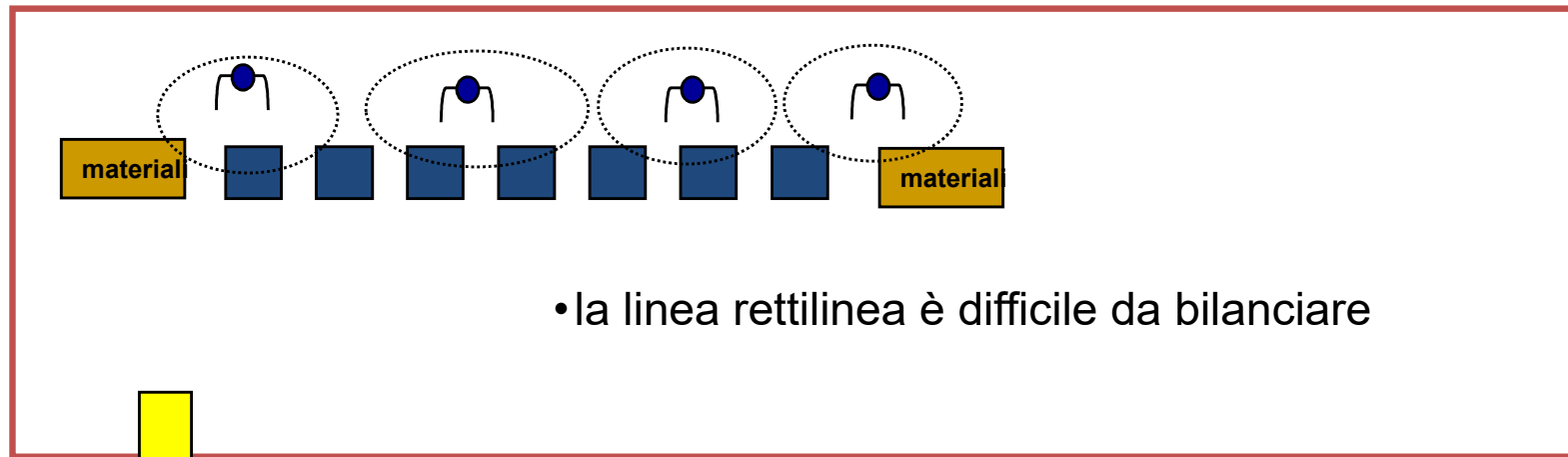
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

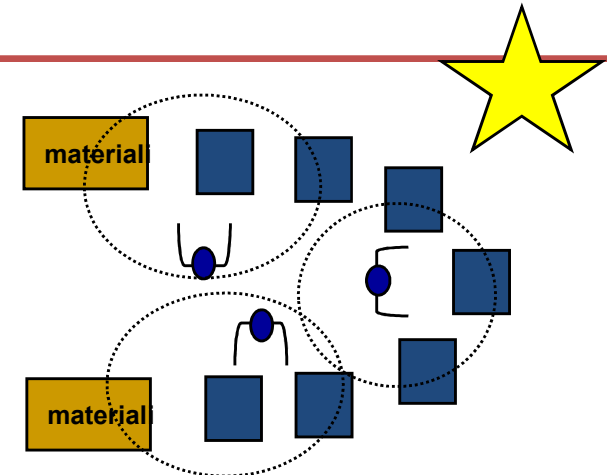
- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout

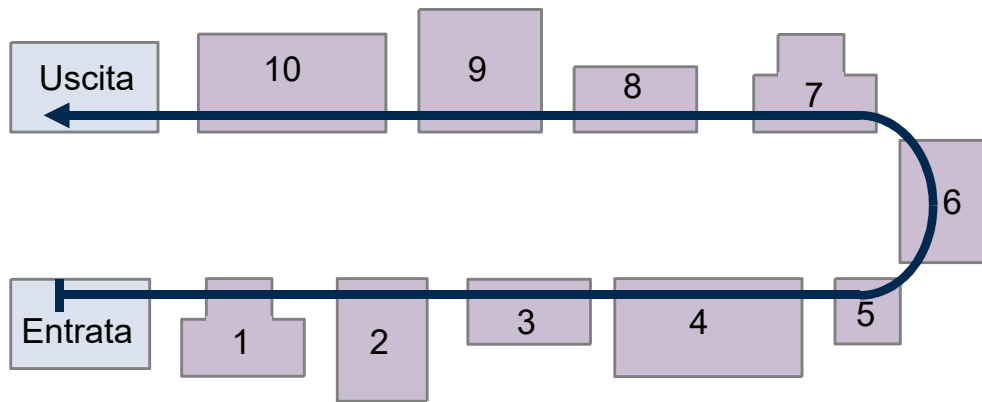


- uno dei vantaggi di una linea ad **U** è il miglior accesso degli operatori
- potendo essere bilanciata meglio, la linea ad **U** consente di ridurre il numero di operatori



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

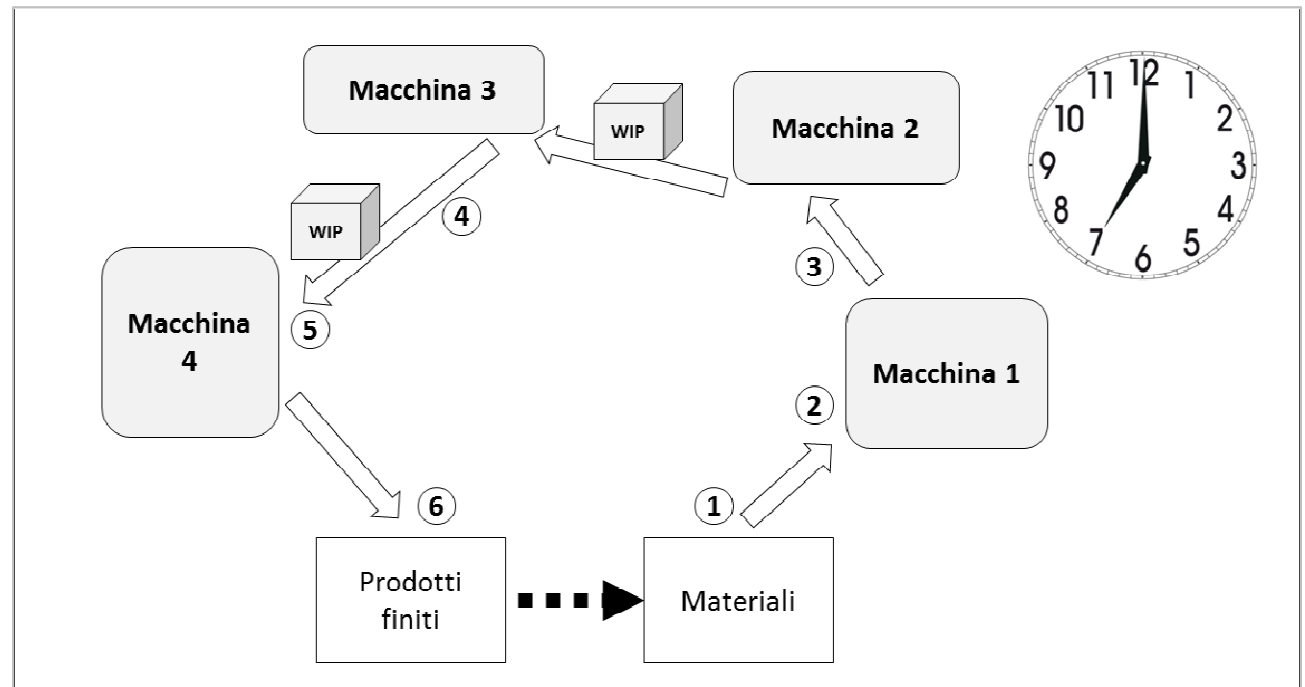
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

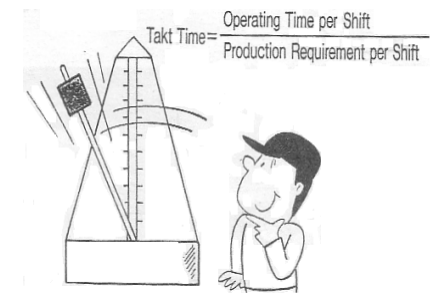
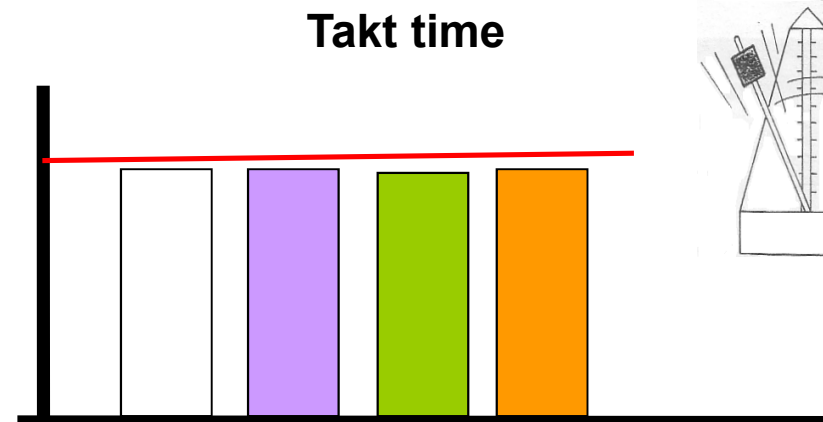
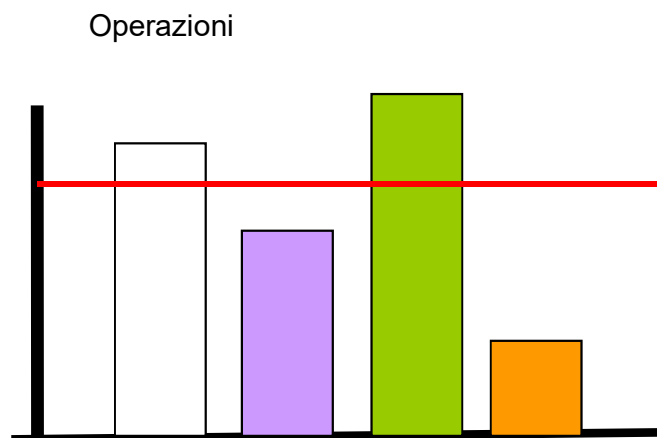


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

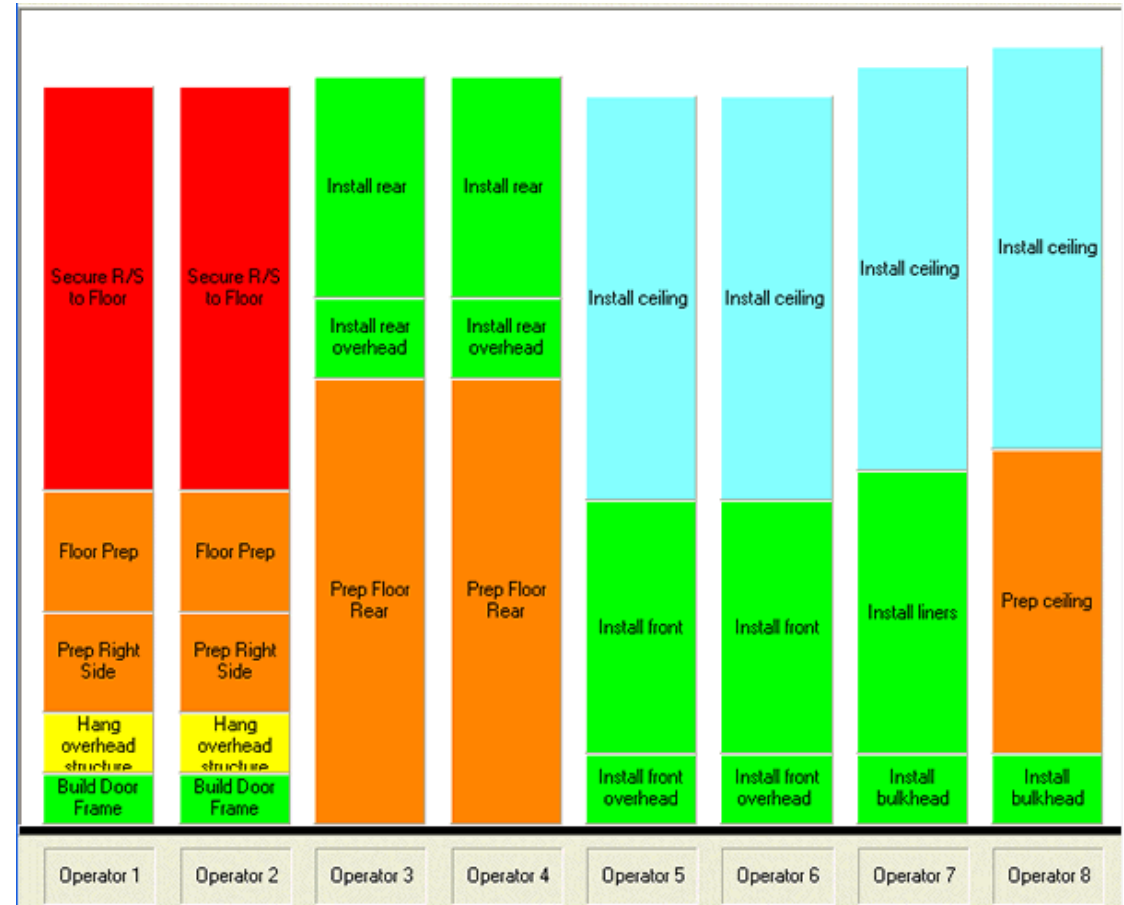


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

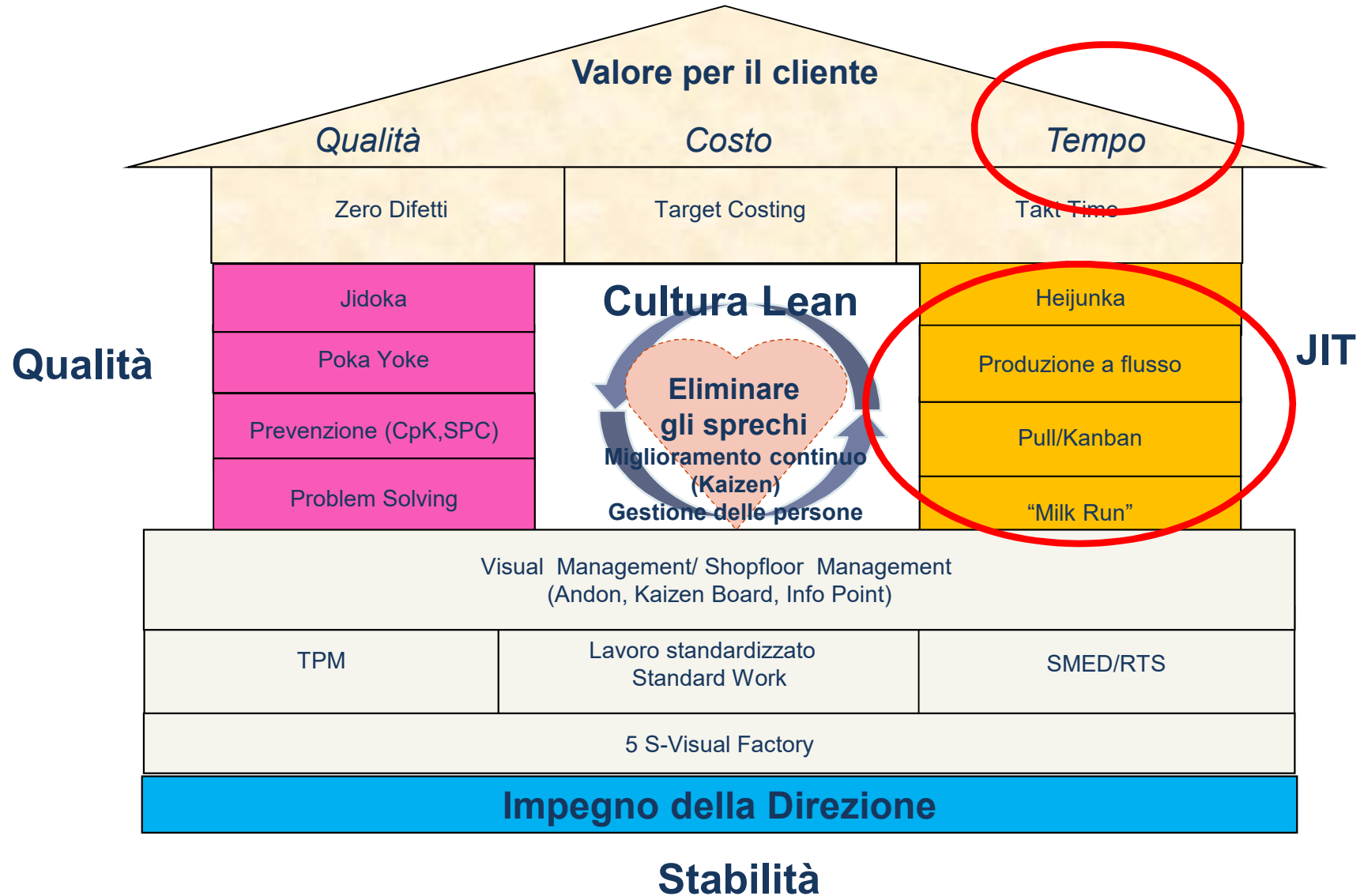
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

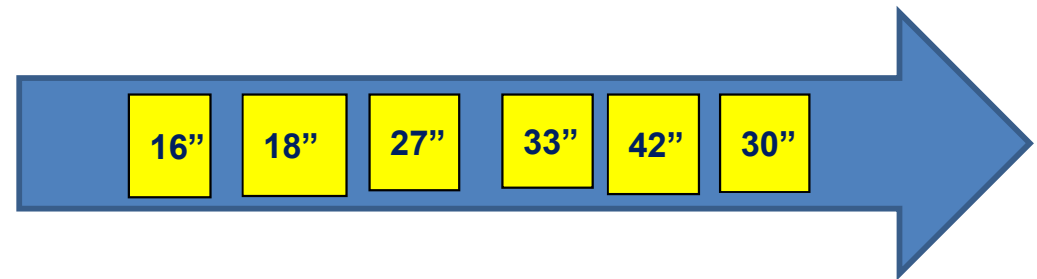
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

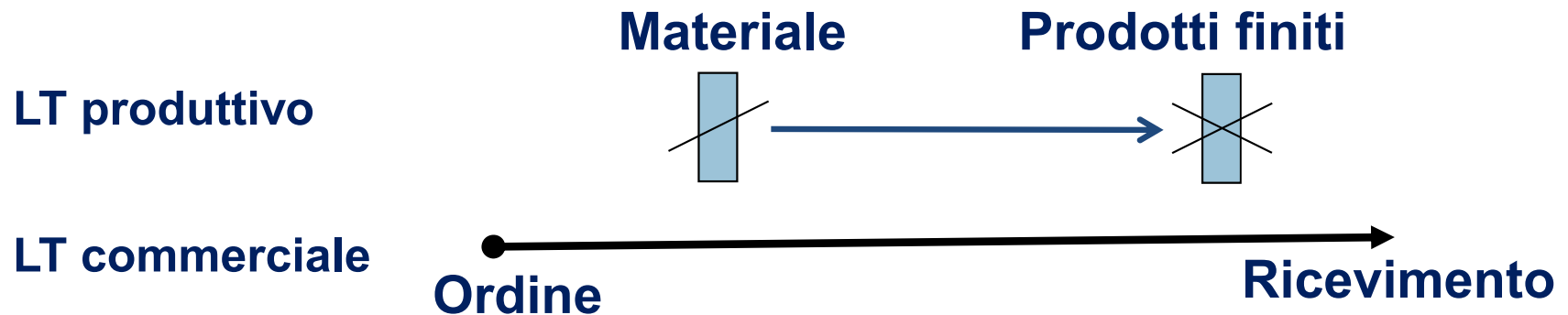
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

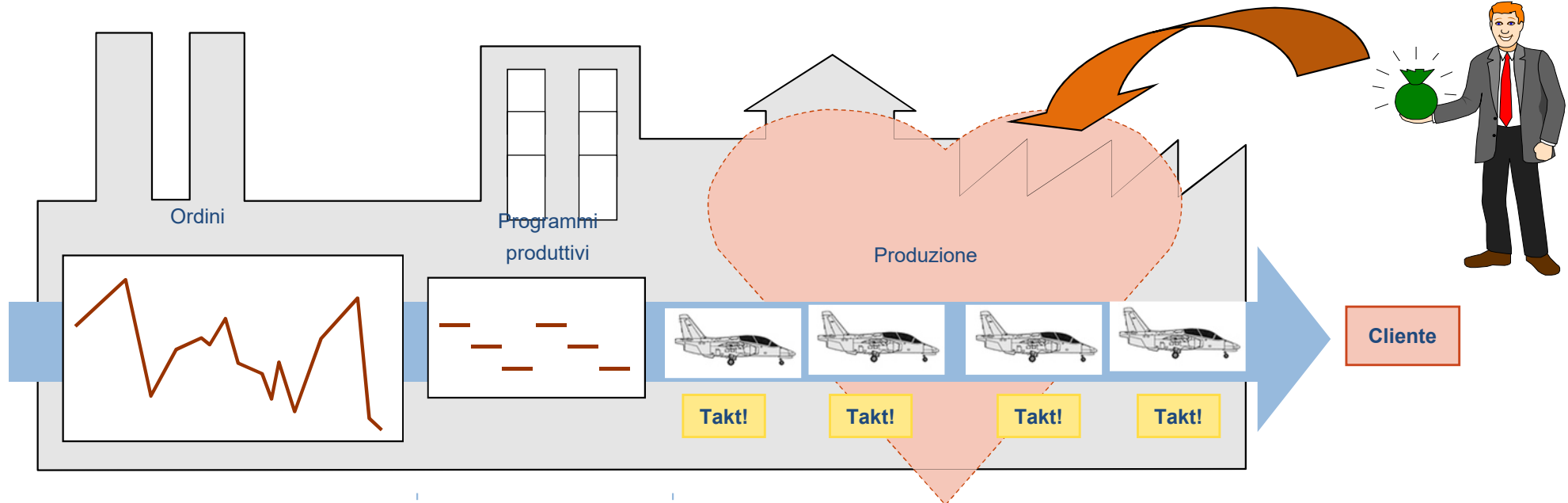


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;


Realizzazione del mixed model


**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

Prodotto  →

Prodotto  →

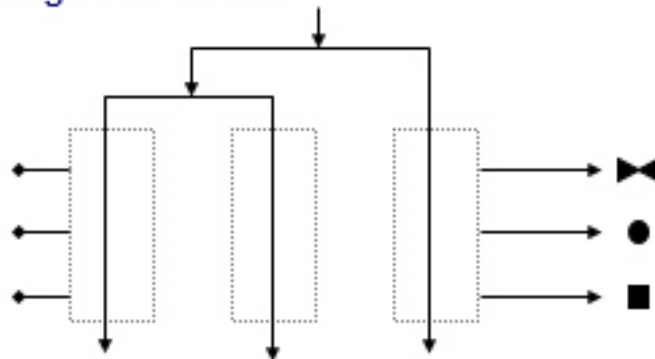
Prodotto  →

un passo...

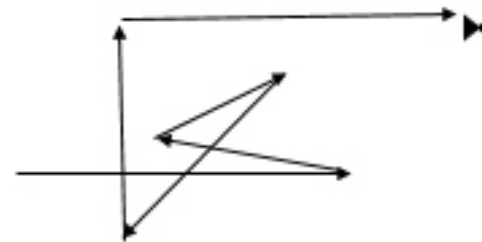
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

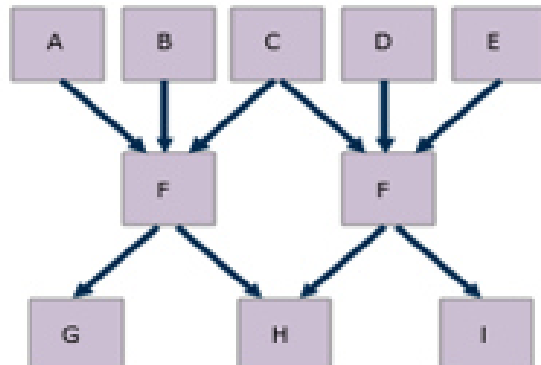
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

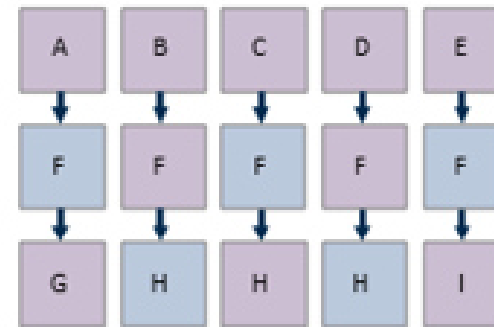
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

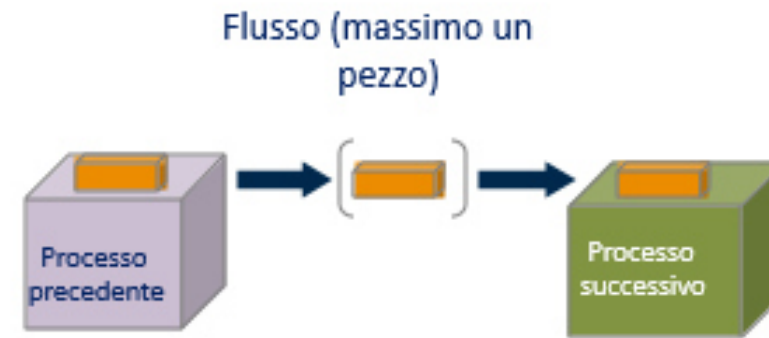
 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

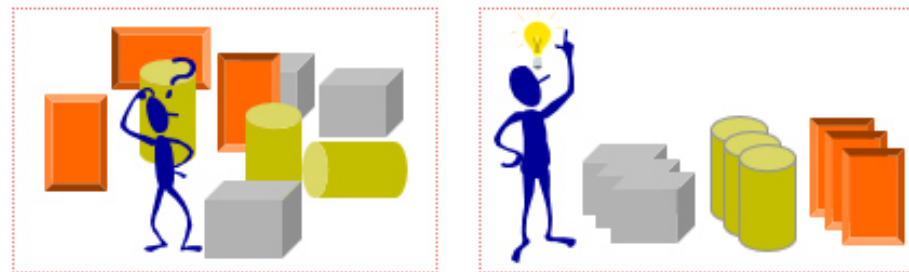


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

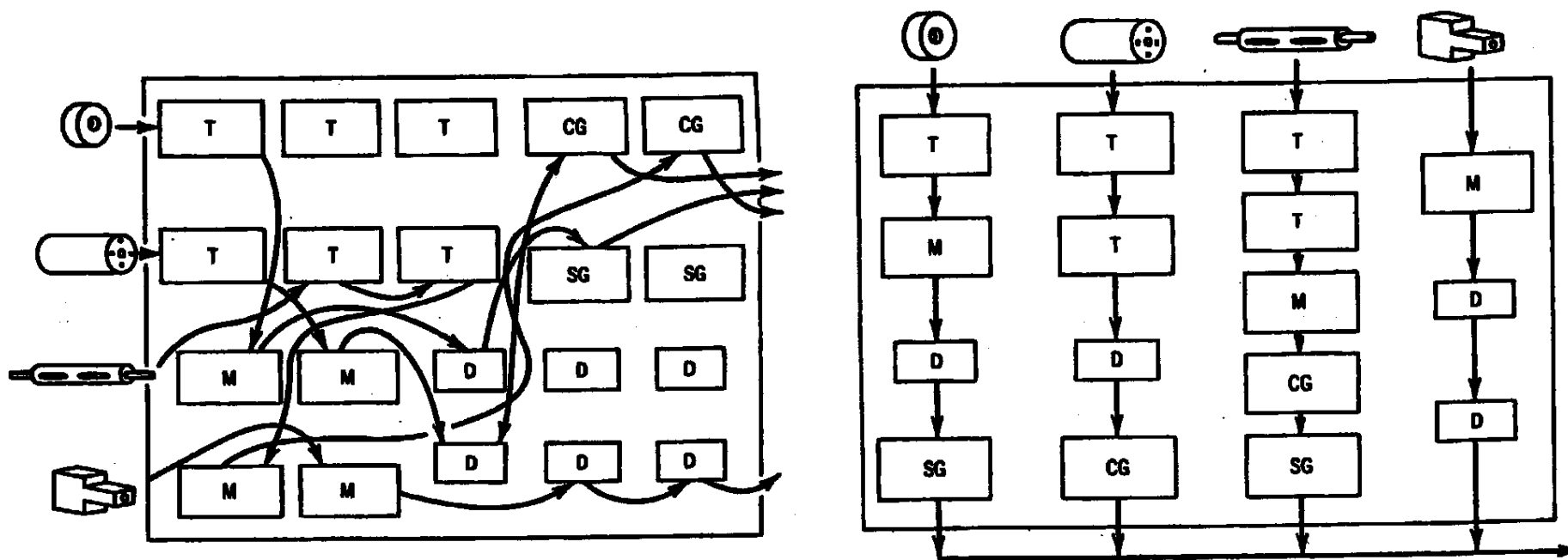
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a “Cell Manufacturing”



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

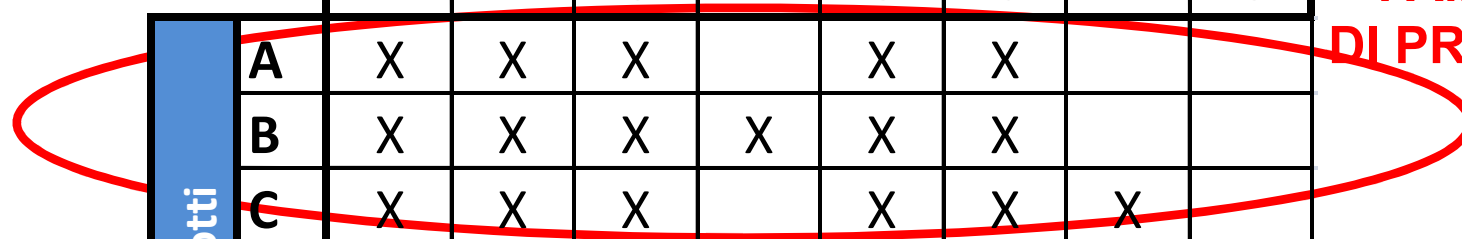
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



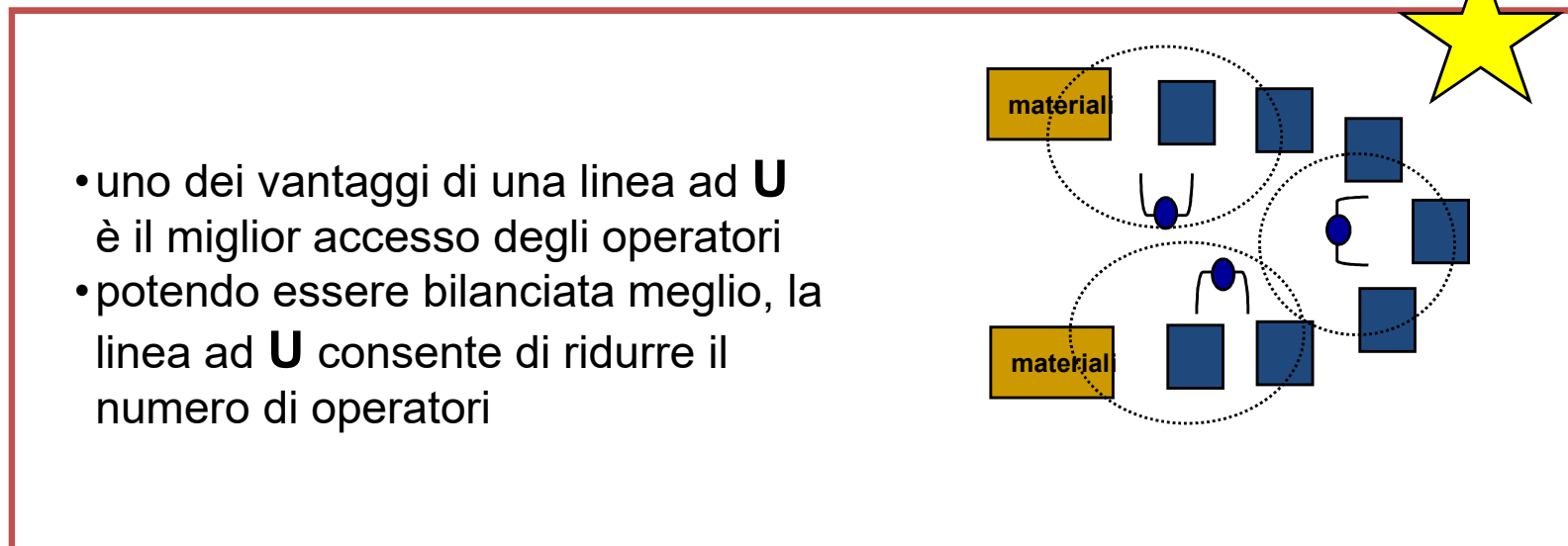
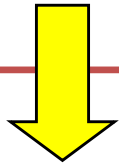
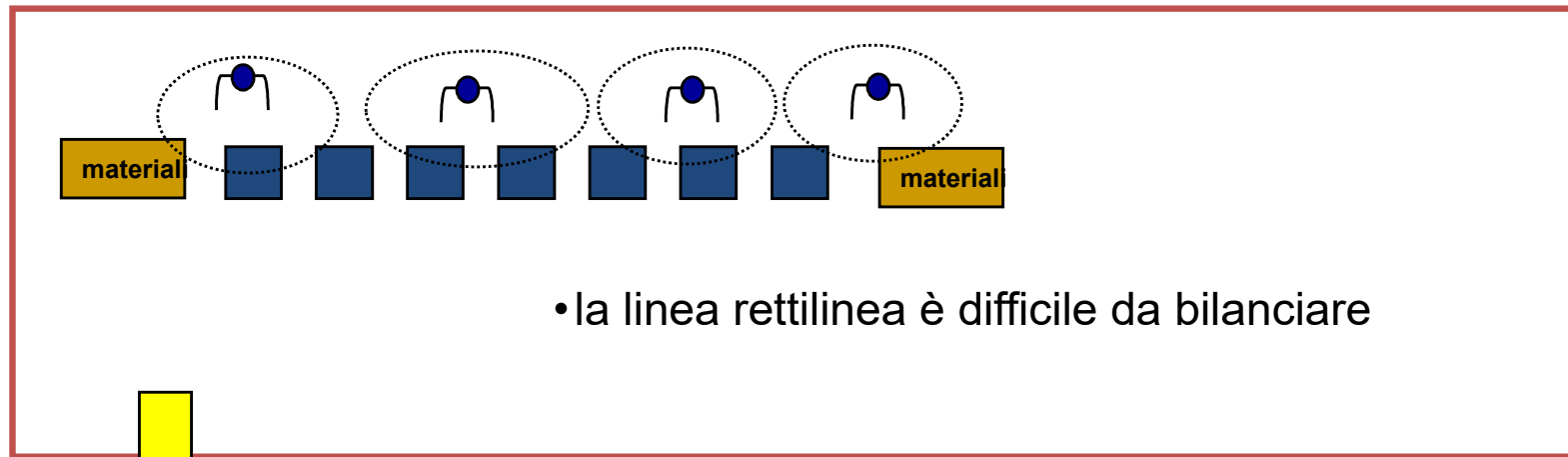
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

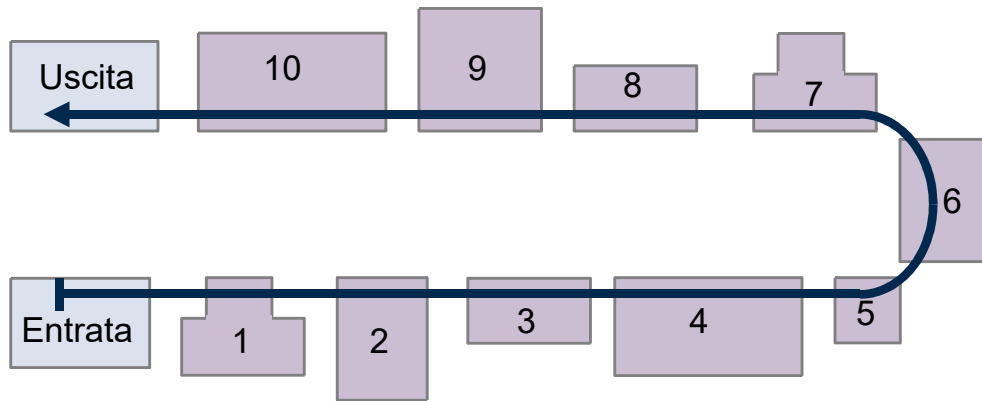
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

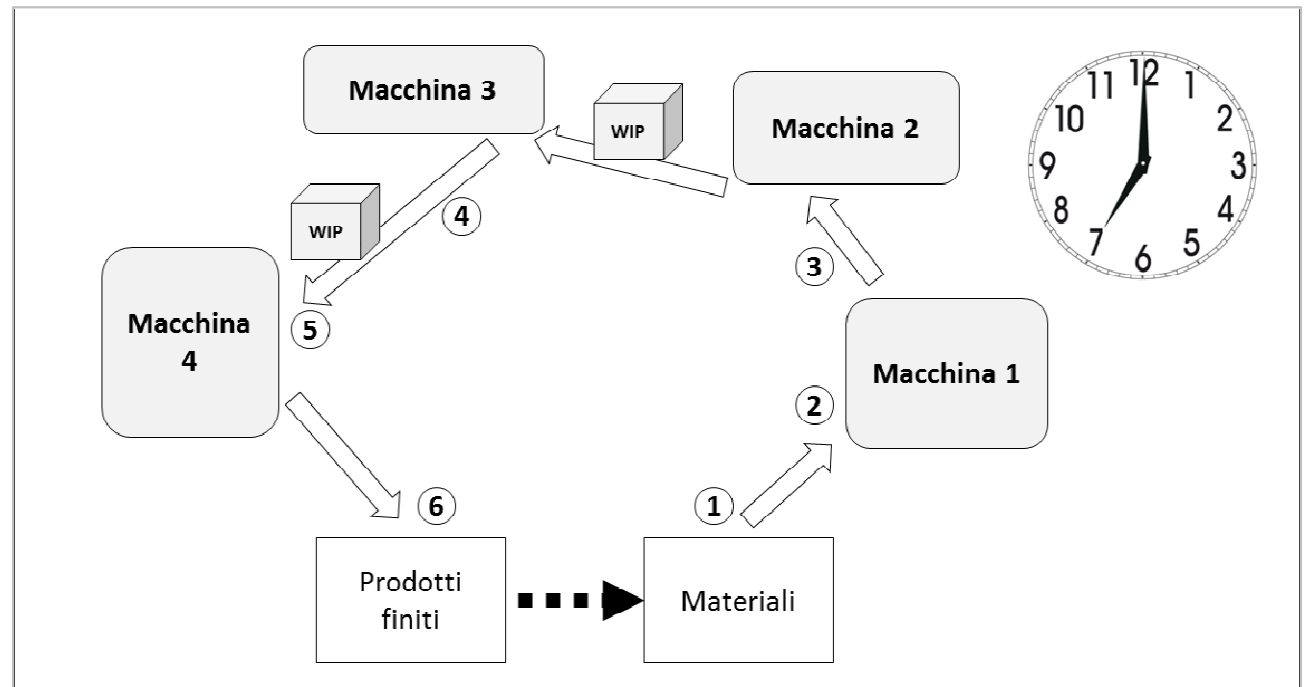
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
 “camminate vuote” all’inizio
 del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

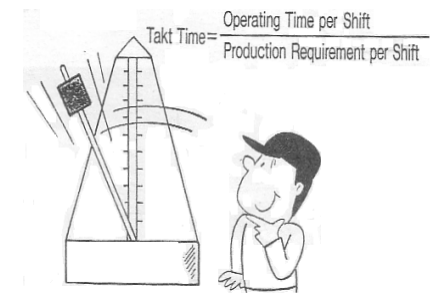
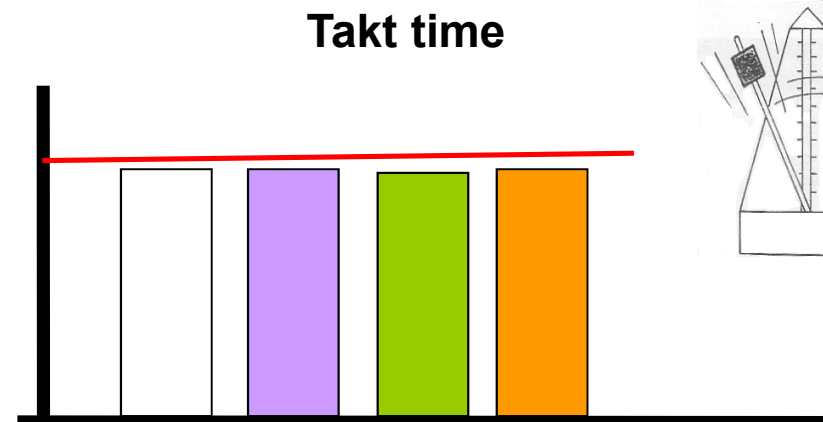
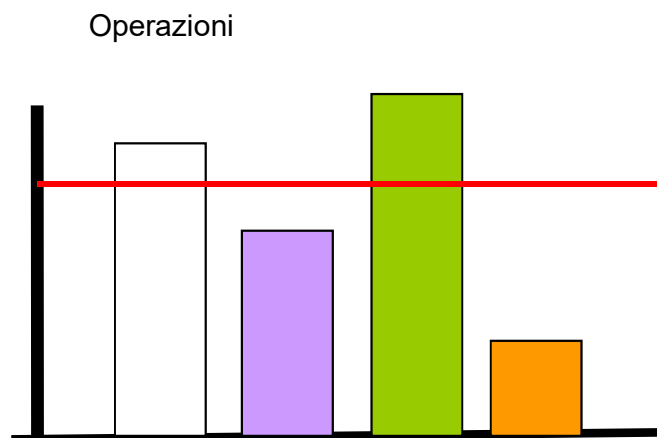


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

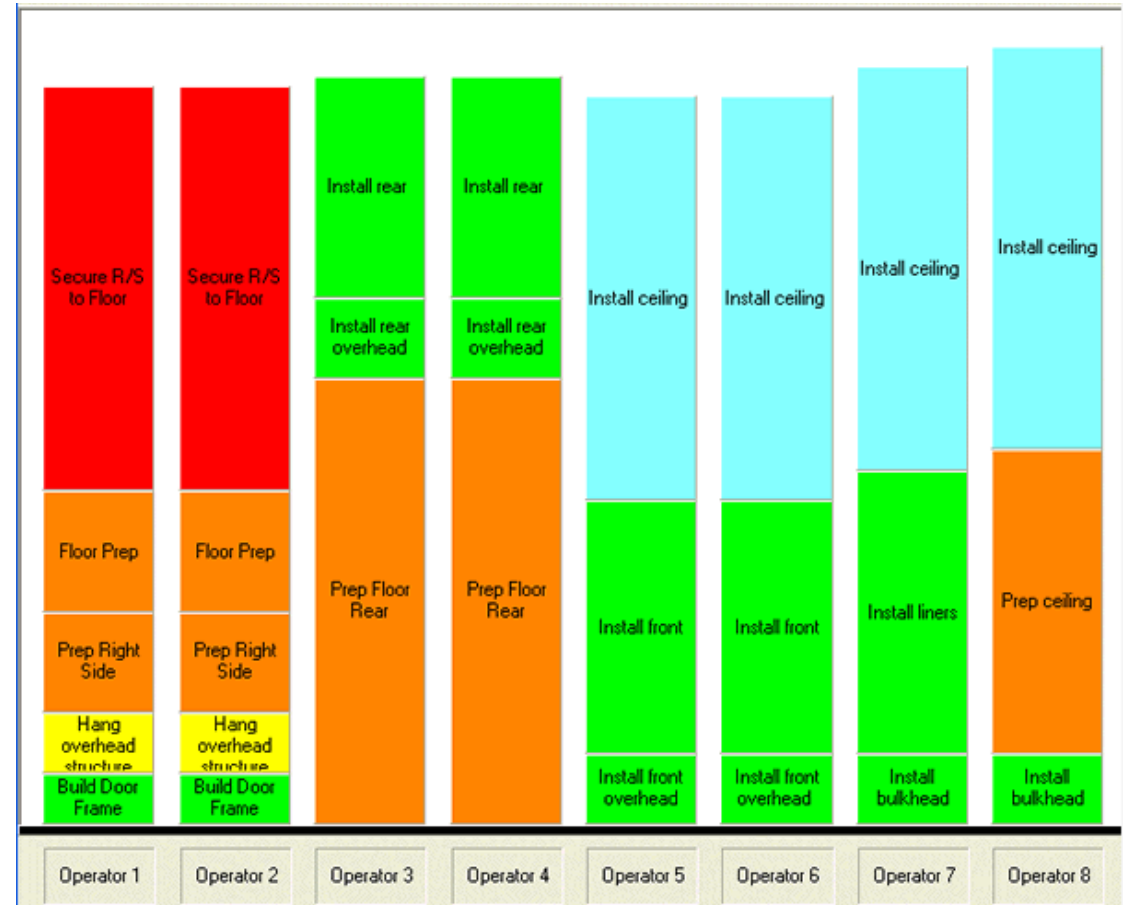


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

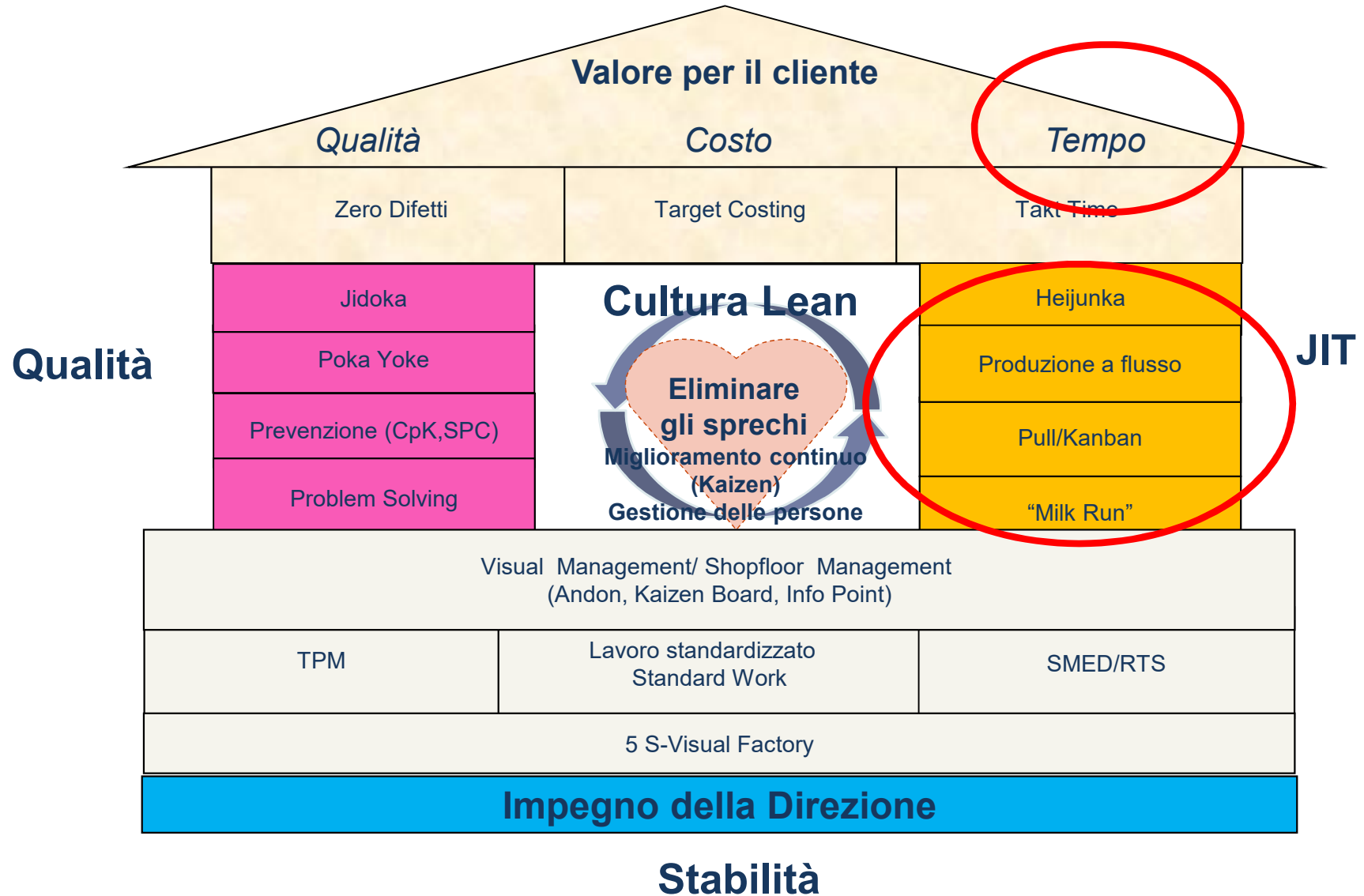
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

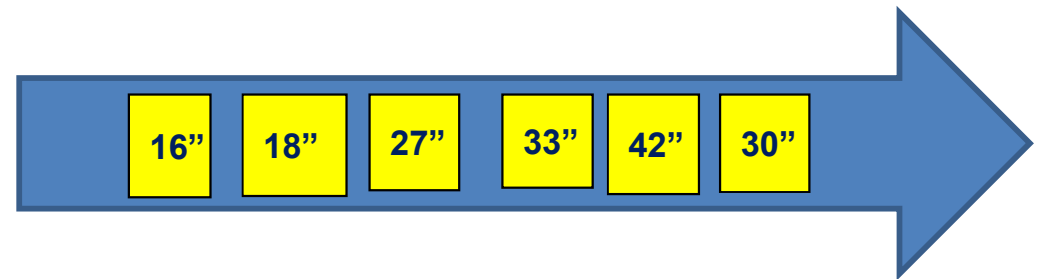
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

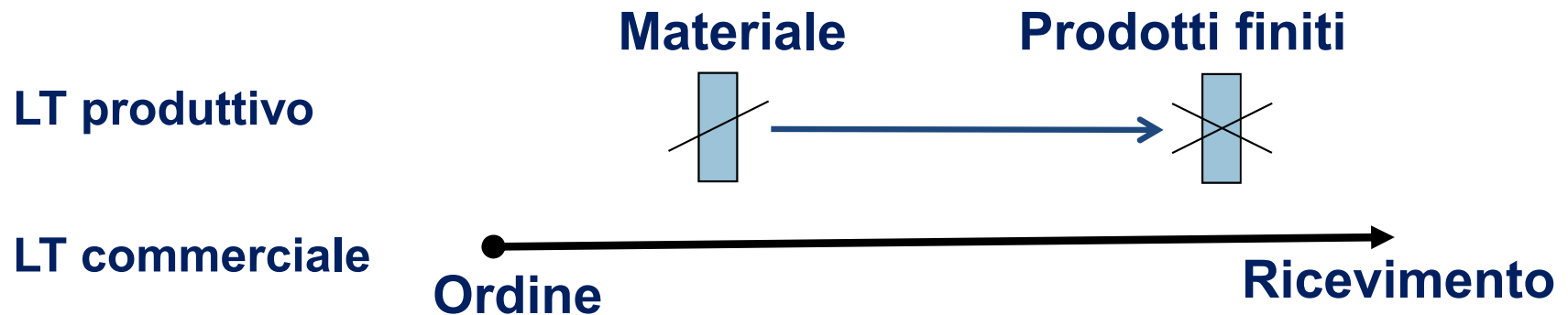
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

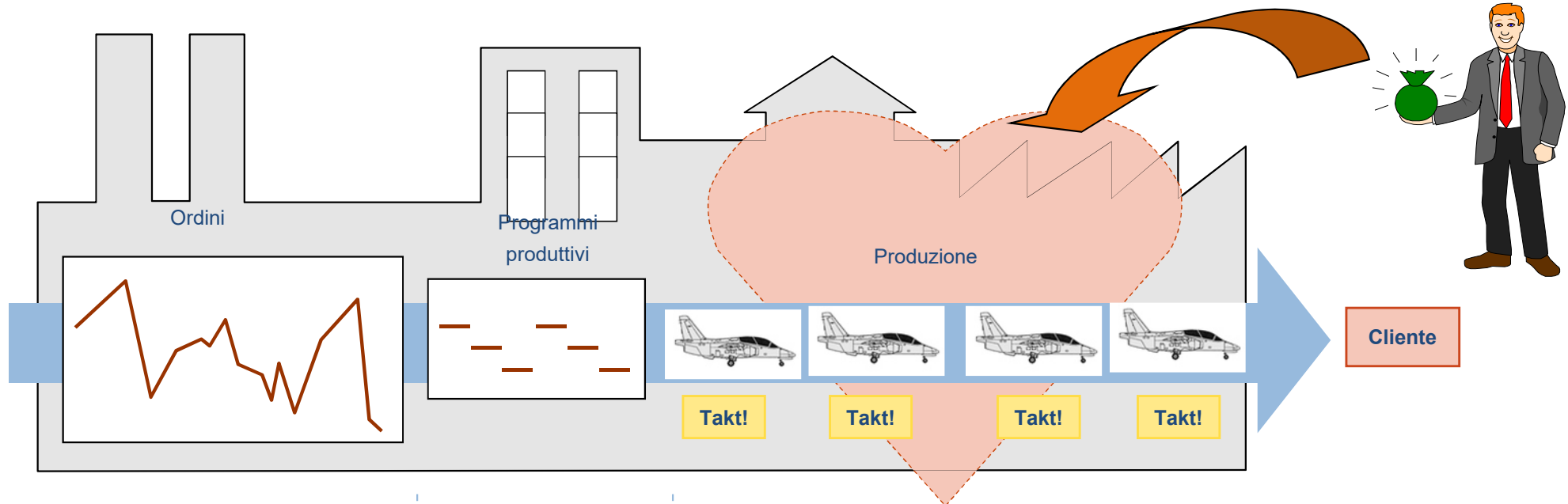


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;


Realizzazione del mixed model


**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

Prodotto  →

Prodotto  →

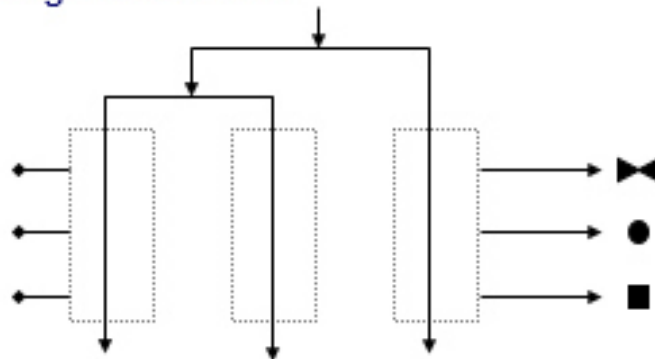
Prodotto  →

un passo...

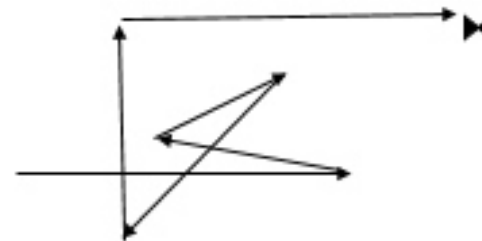
un secondo...

uno yen

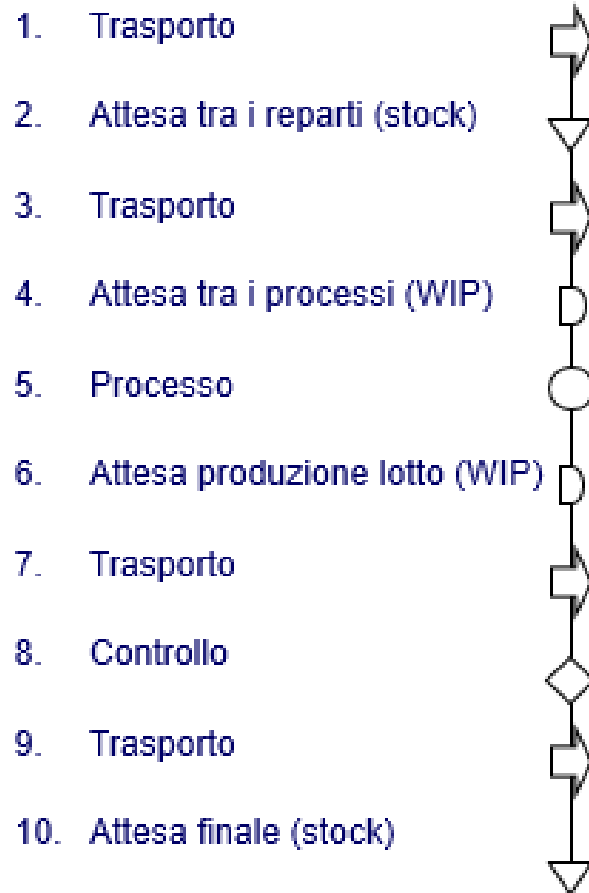
Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

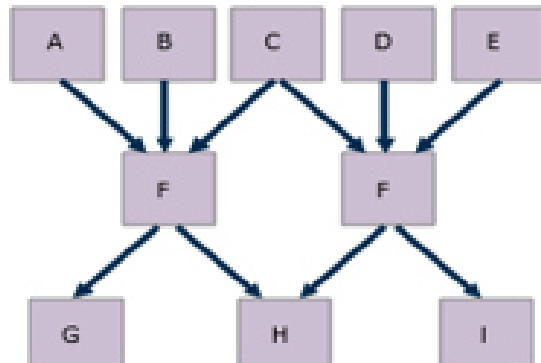
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

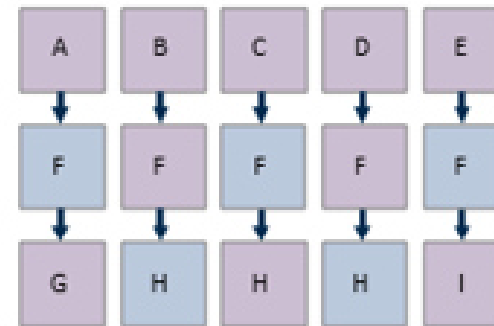
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

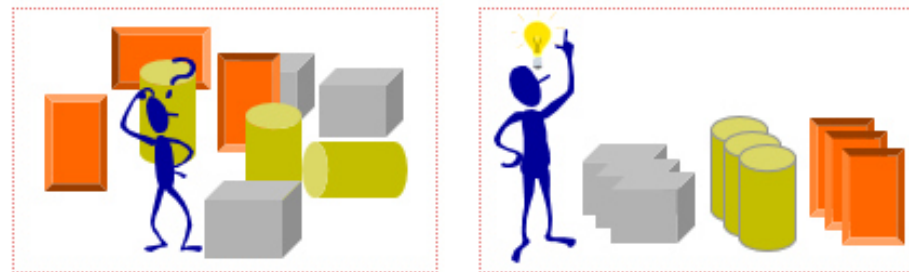


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

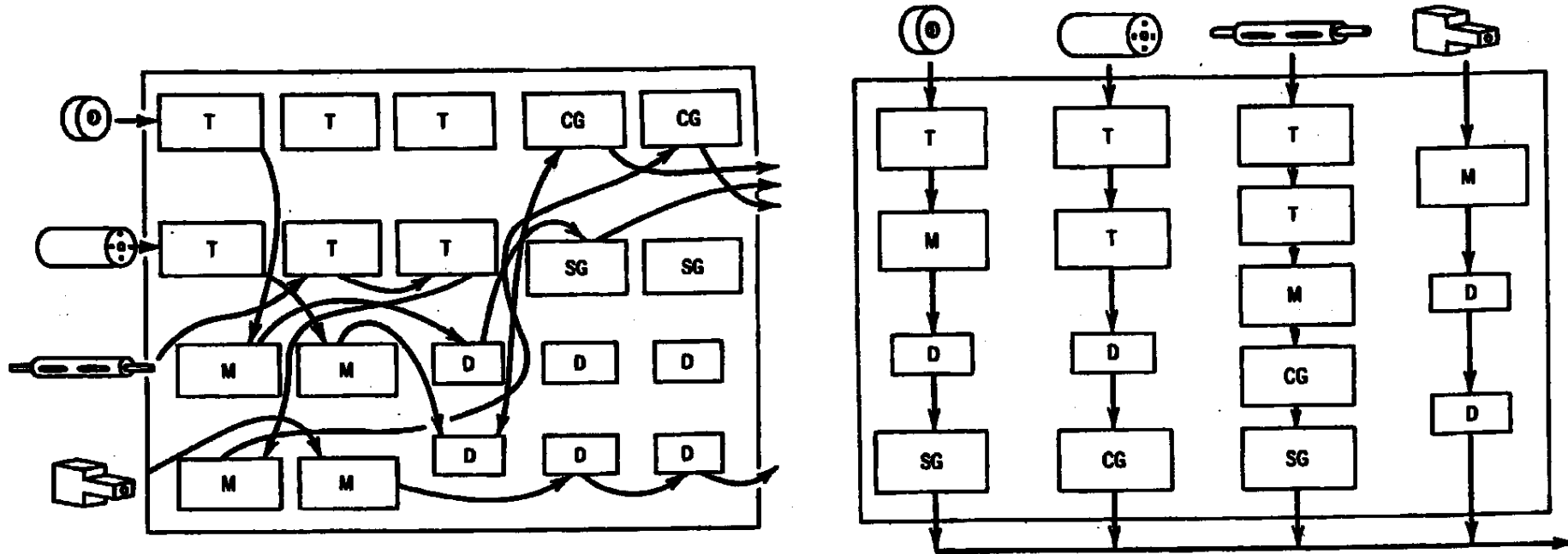
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a "Cell Manufacturing"



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

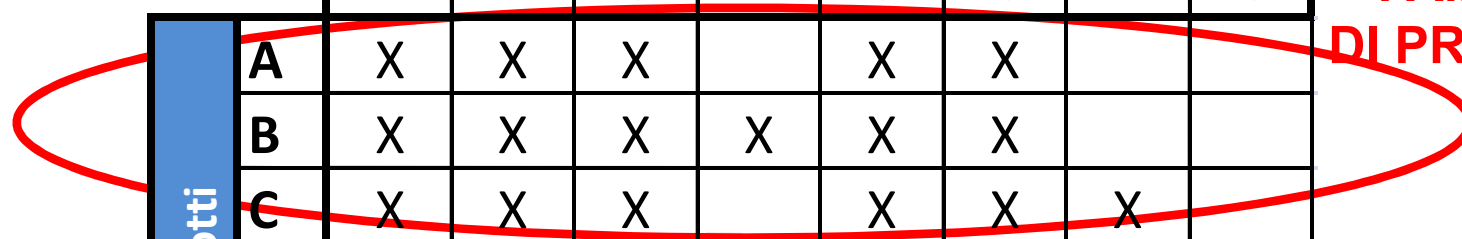
- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



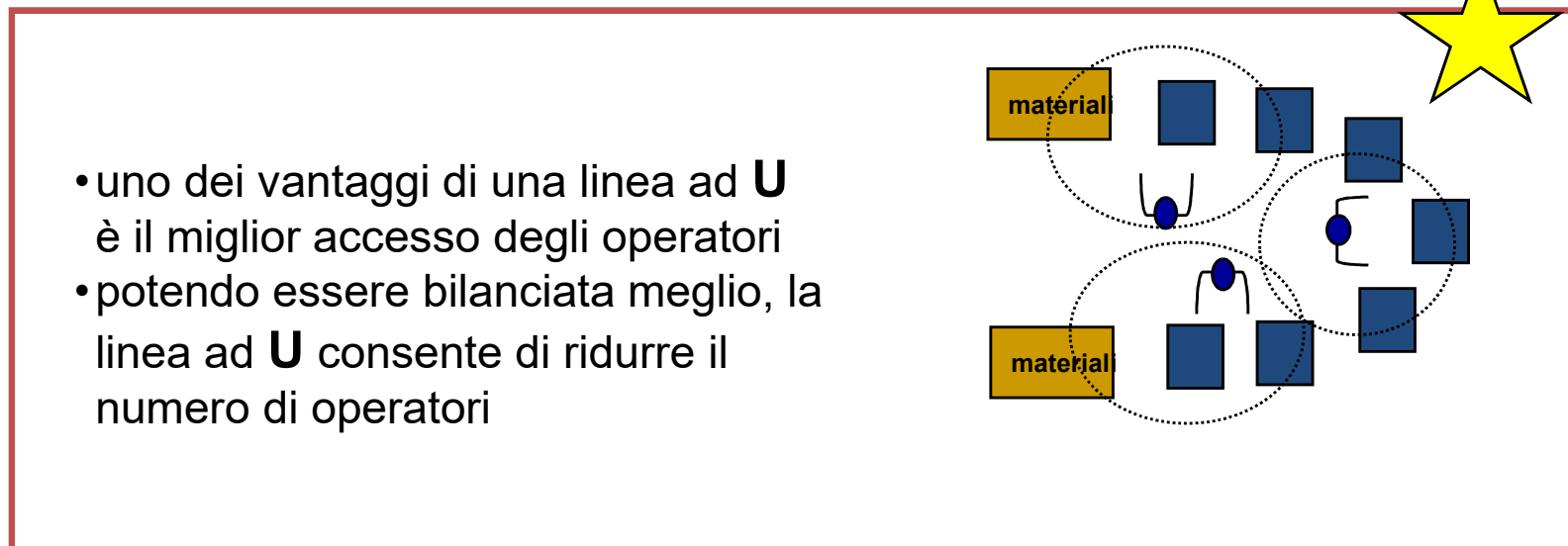
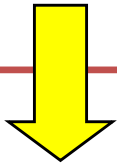
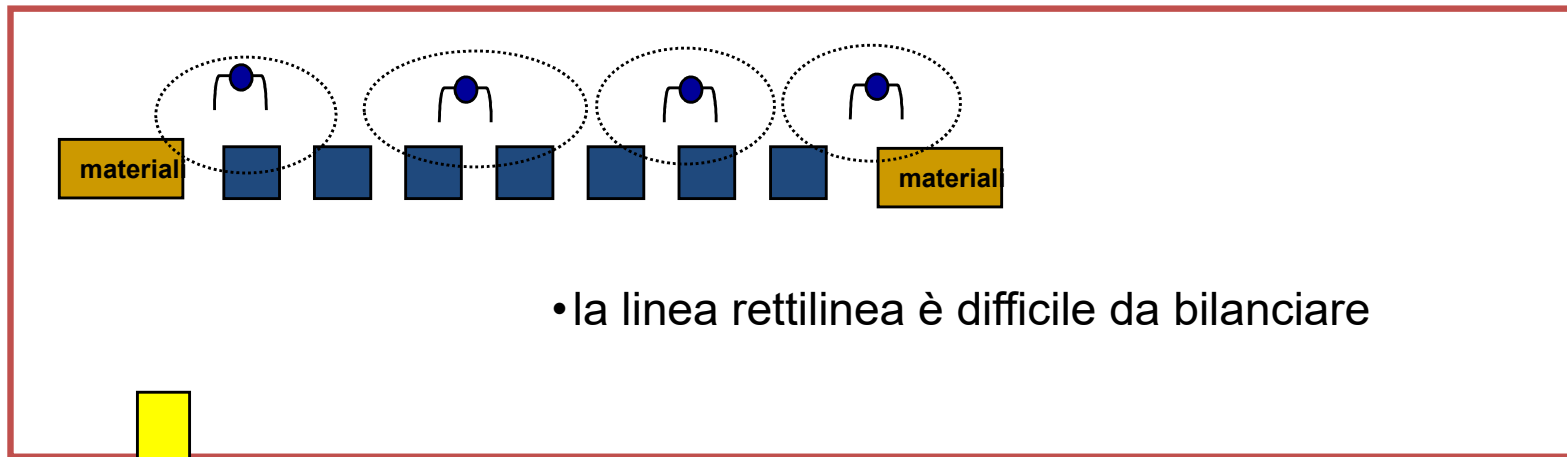
- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

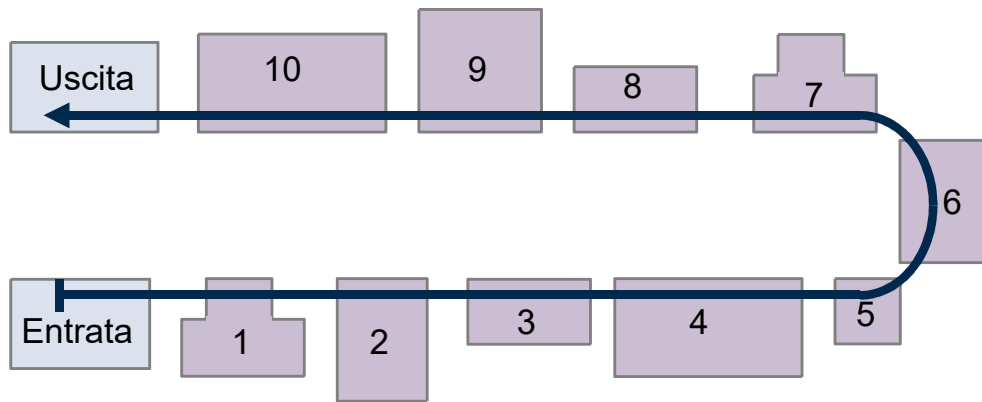
Disposizione di linee “per prodotto”

	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamate linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

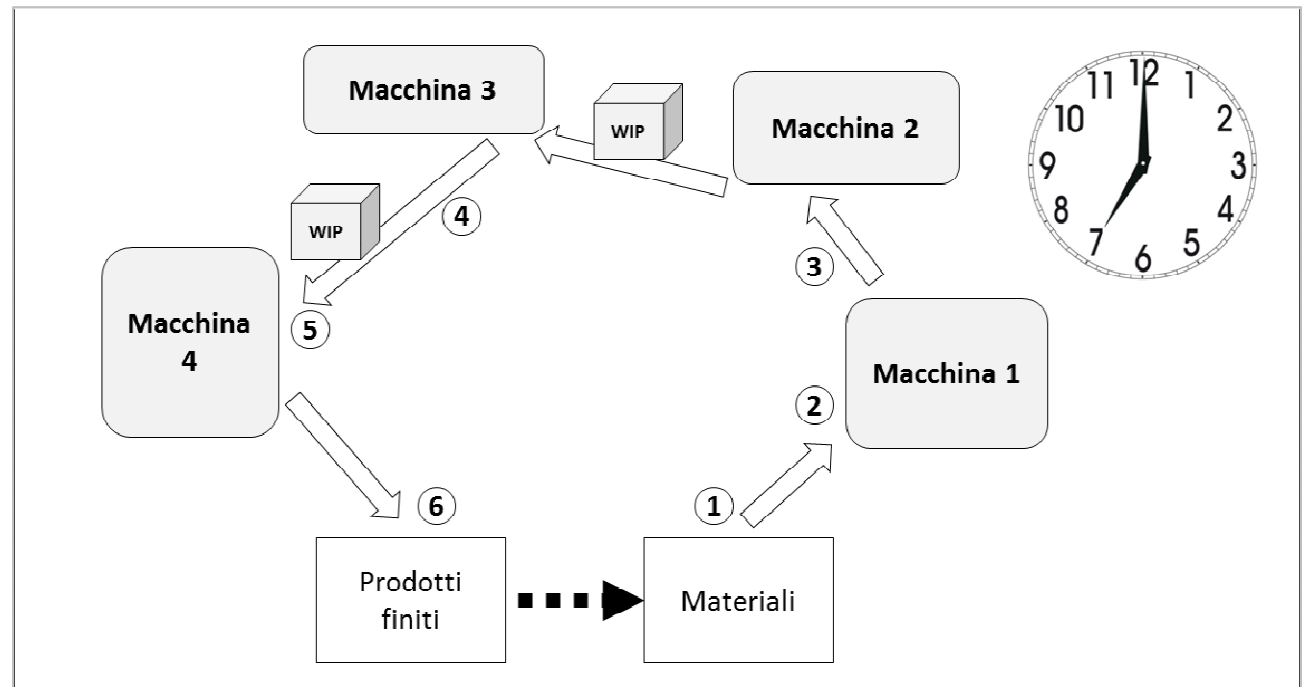
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

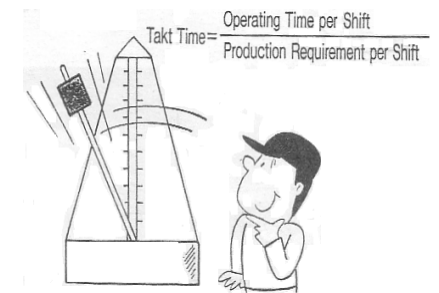
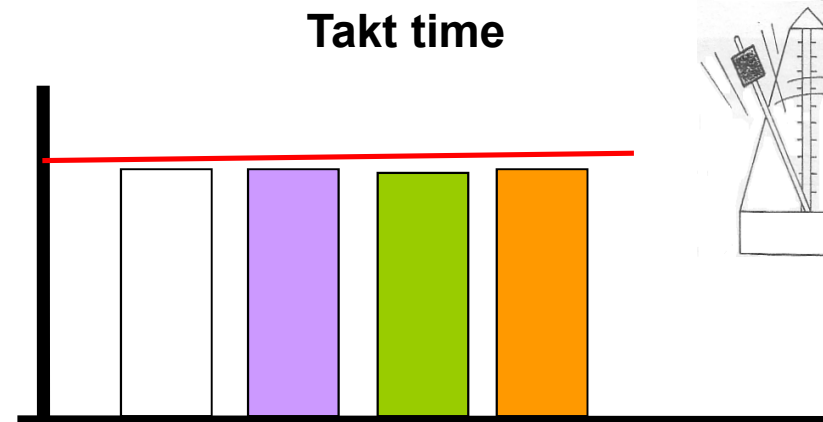
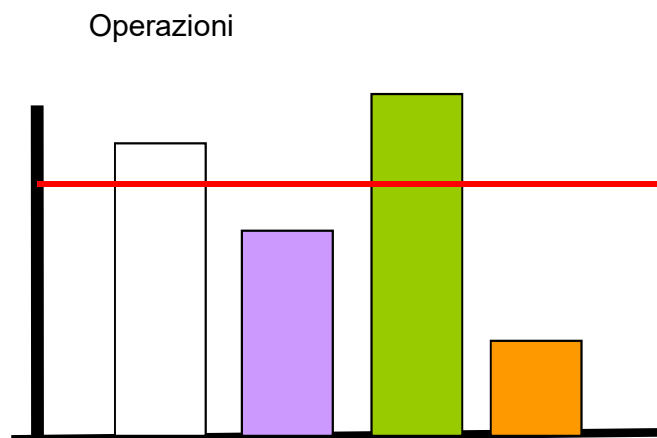


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time

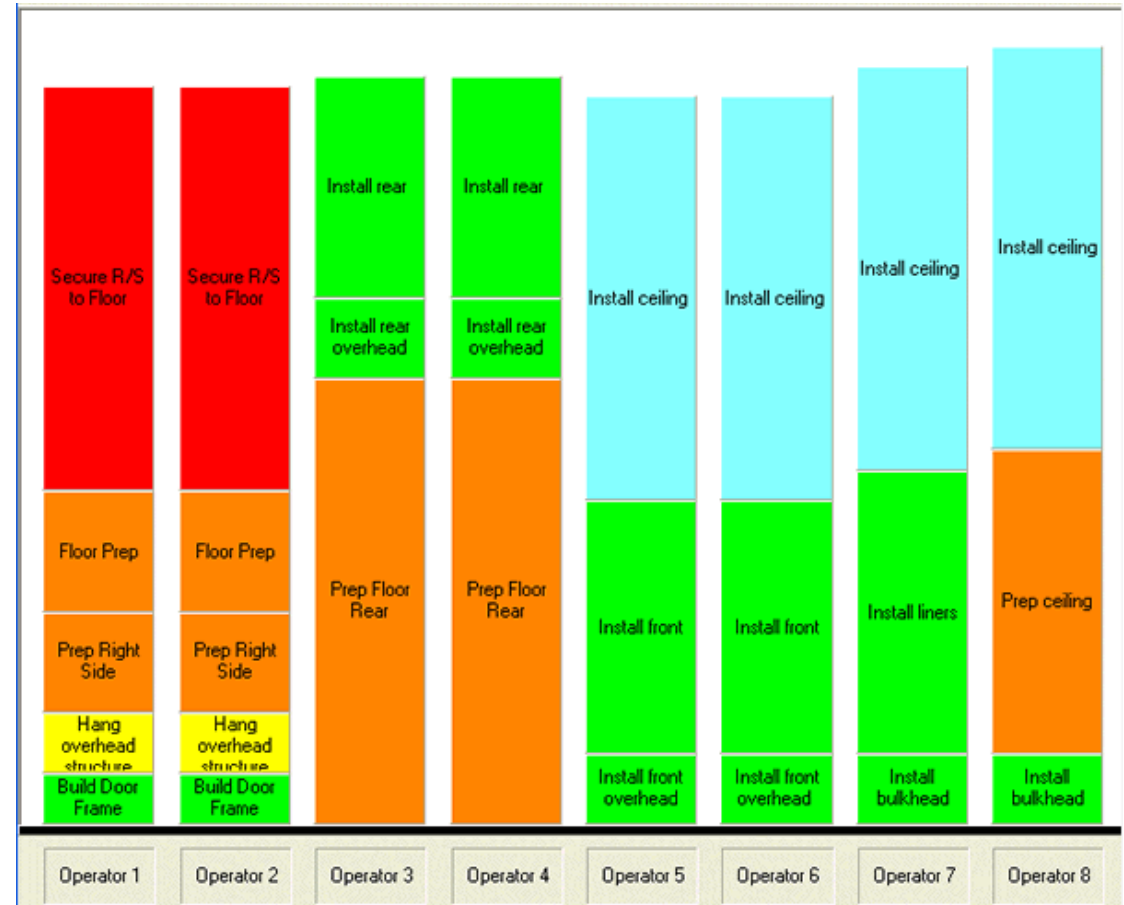


PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.





Lean Manufacturing

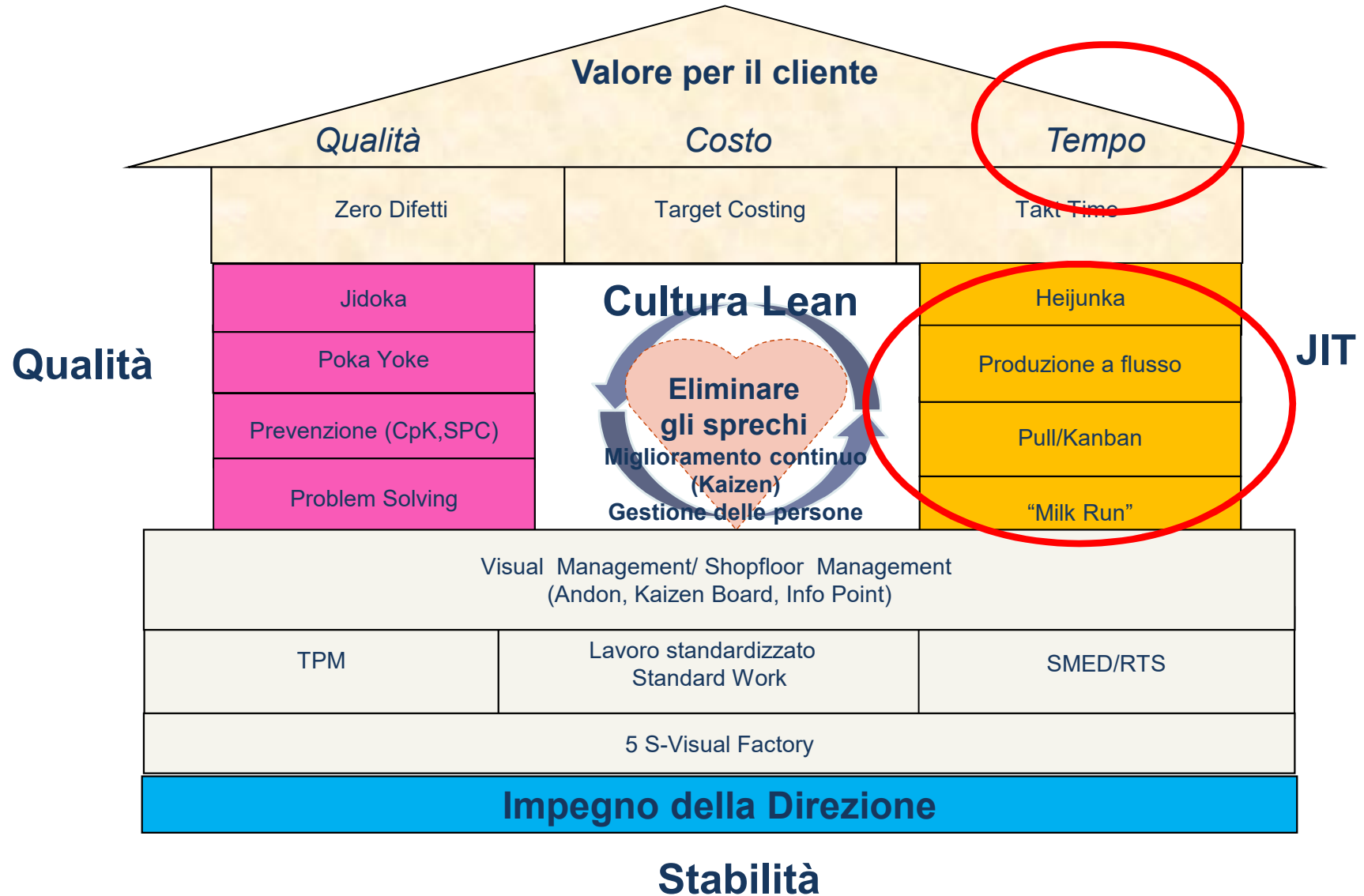
JIT 1

Lezione 5: Migliorare i flussi

Fabrizio Bianchi

- JIT 1 - migliorare il flusso dei materiali
- produzione a flusso
- ridurre le movimentazioni - il layout lean

Il modello di riferimento



Differenziazione con i sistemi tradizionali

La produzione di serie, utilizzata da molte aziende, è spesso ottenuta producendo grandi lotti di prodotti identici che vengono messi a magazzino e successivamente spediti ai clienti nel momento in cui vengono ordinati.

**IL MERCATO RICHIEDE OGNI GIORNO TUTTE
LE TIPOLOGIE DI PRODOTTI CHE FORNIAMO**

L'approccio JIT permette invece di produrre una varietà di prodotti in quantità più piccole, con un lead-time minore, per andare incontro a bisogni specifici dei clienti.

Just in time



JIT: produrre ciò che il cliente vuole, nelle quantità che vuole, quando vuole.

Toyota non è brava a vendere ciò che produce ma a produrre ciò che vende.

Questo significa che la produzione è **tirata dall'ordine del cliente** (*pull system*) e che in linea di principio i lotti produttivi possono essere ridotti fino ad un unico pezzo (concetto del “one piece flow”).

Just in time

Sistema che prevede la produzione e la consegna del prodotto giusto al momento giusto



Takt time

(velocità di produzione = velocità di vendita)

Flusso continuo

(un pezzo alla volta)

Kanban

«3 P»

- Produzione al Tack Time
- Produzione a flusso
- Produzione tirata (Pull)

1° P: Produrre secondo il Takt Time

E' pari al tempo di produzione disponibile diviso per il tasso di domanda del cliente:

Il tempo takt definisce il ritmo che la produzione deve avere per riuscire a soddisfare la domanda dei clienti e diventa **il battito cardiaco** di qualsiasi sistema snello

1. TAKT TIME (T/T)

$$TT = \frac{\text{Tempo normale di lavoro per giorno (8 ore)}}{\text{Unità vendute al giorno (volume richiesto al giorno)}}$$

$$\text{Takt Time} = \frac{\text{Tempo di lavoro disponibile per turno}}{\text{Domanda di mercato per turno}}$$

esempio:

$$\frac{7,5\text{h} \times 60' \times 60''}{455 \text{ pezzi}} = \frac{27,000 \text{ sec.}}{455 \text{ pezzi}} = \mathbf{59 \text{ secondi}}$$

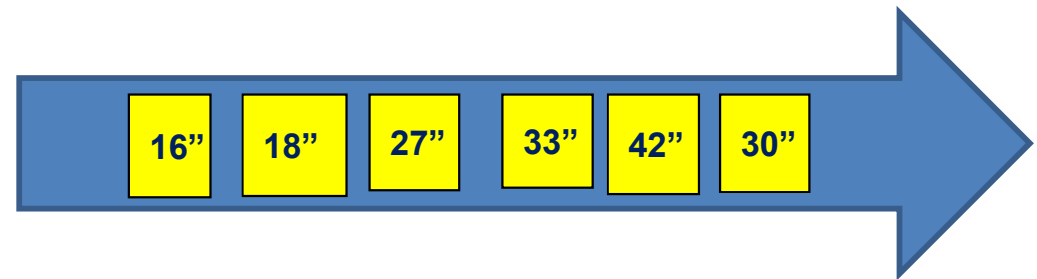
risultati:

- Il Cliente sta acquistando questo prodotto ad un tasso di un pezzo **ogni 59 secondi**.
- 59 secondi sono il tempo per **produrre un prodotto** ed i suoi componenti.

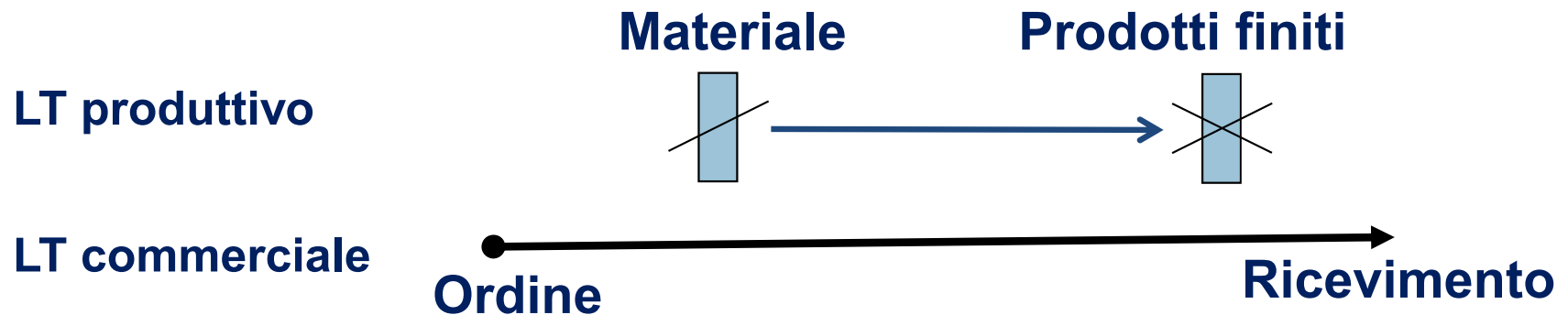
2. TEMPO CICLO (C/T)

Tempo totale di lavoro **manuale** e tempo di **movimento** per un ciclo di lavoro

E' il tempo totale richiesto per produrre l'oggetto

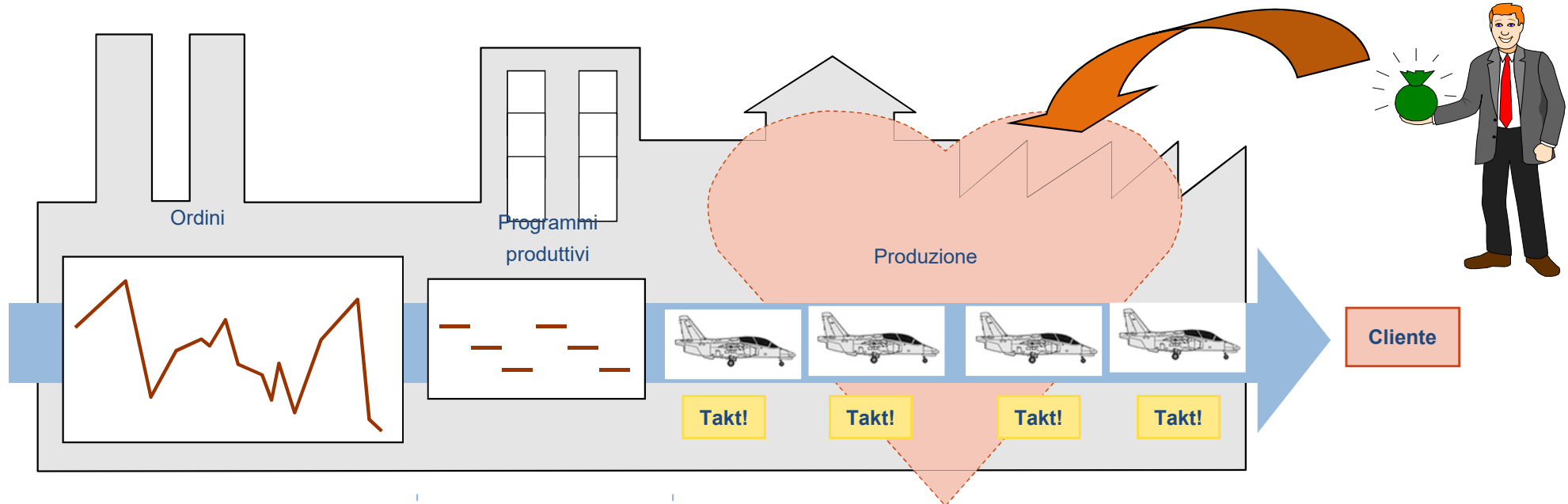


3. LEAD TIME (L/T)



Il Takt Time: la sincronizzazione con il mercato

HEIJUNKA: Il ritmo di produzione smorza i picchi di richiesta tramite una produzione ritmica.



Le oscillazioni sono determinate da:

- stagionalità
- varianti
- cambi di produzione
- ...

Appiattimento delle oscillazioni;

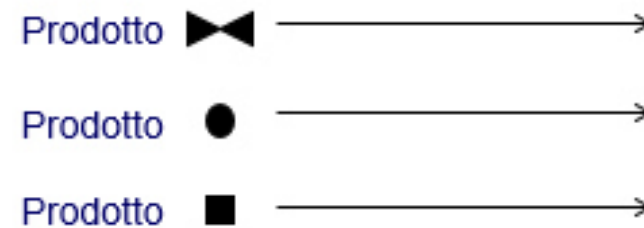
Realizzazione del mixed model

**Produzione ritmata
Ritmo del cliente**

JIT e layout

Rivedere i layout e l'organizzazione

Perché se il processo è così

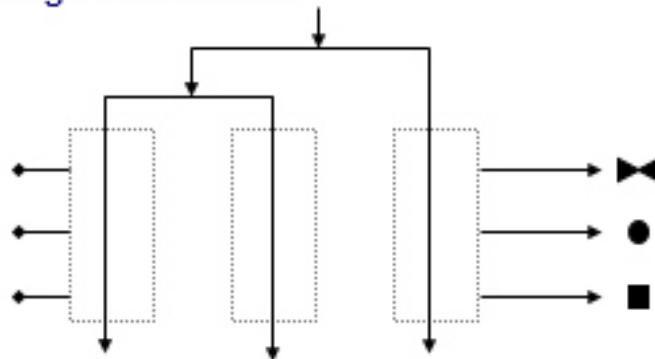


un passo...

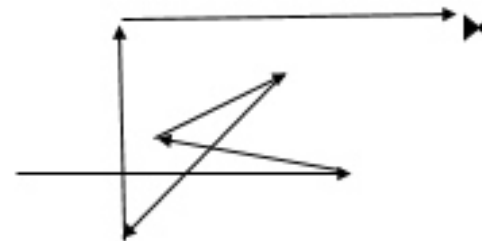
un secondo...

uno yen

Organizzare così



Con un layout così?



La struttura del lead time: i trasporti e le attese



Il lead time di produzione =

$$\Sigma (\rightarrow + \nabla + D + \circ + \diamond)$$



Obiettivo eliminare:

$$(\rightarrow + \nabla + D)$$

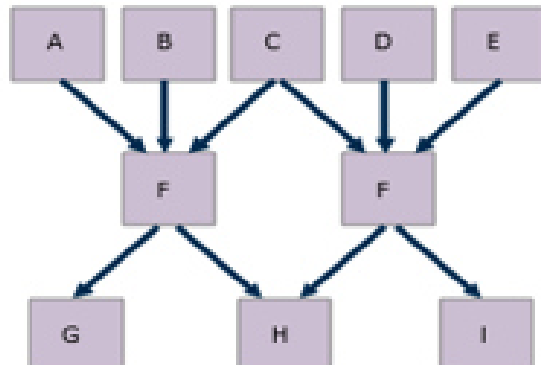
In genere il lead time di produzione è composto da:

$\rightarrow \nabla$: 60 ~ 70%

$\diamond D$: 20 ~ 30%

\circ : 10 ~ 20%

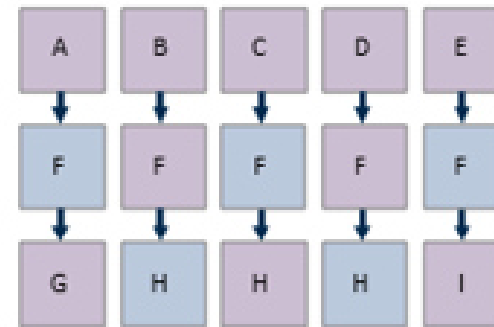
Obiettivo della produzione snella è di semplificare flussi del materiale



Concorrenzialità fra gli ordini

Caratteristiche

- macchine grandi
- movimentazione complessa
- lotti numerosi
- stock intermedi grandi
- difficile rintracciabilità dei difetti



Flusso del materiale orientato

Caratteristiche

- macchine piccole
- movimentazione ridotta
- lotti piccoli
- stock intermedi ridotti
- facile rintracciabilità dei difetti

 Macchine aggiunte

JIT: dove non si produce in un flusso continuo, si crea spreco.

Orientato ai macchinari



Orientato al flusso



Il flusso tra le stazioni di lavoro, del materiale, delle informazioni ed infine anche dei miglioramenti nel processo deve essere continuamente in movimento.

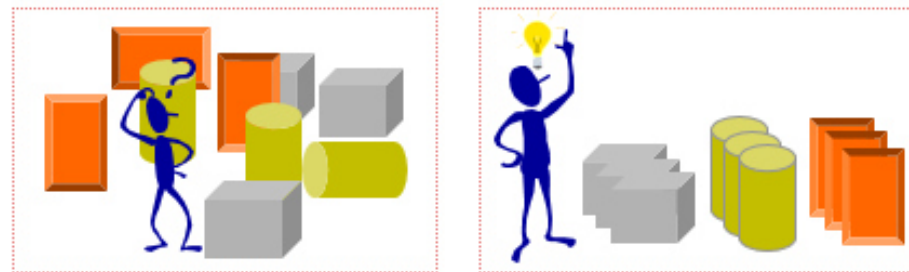


Il significato di Group Technology o “GT”

Quello del **Group Technology (GT)** è un principio semplice, frequentemente applicato nella vita di tutti i giorni.

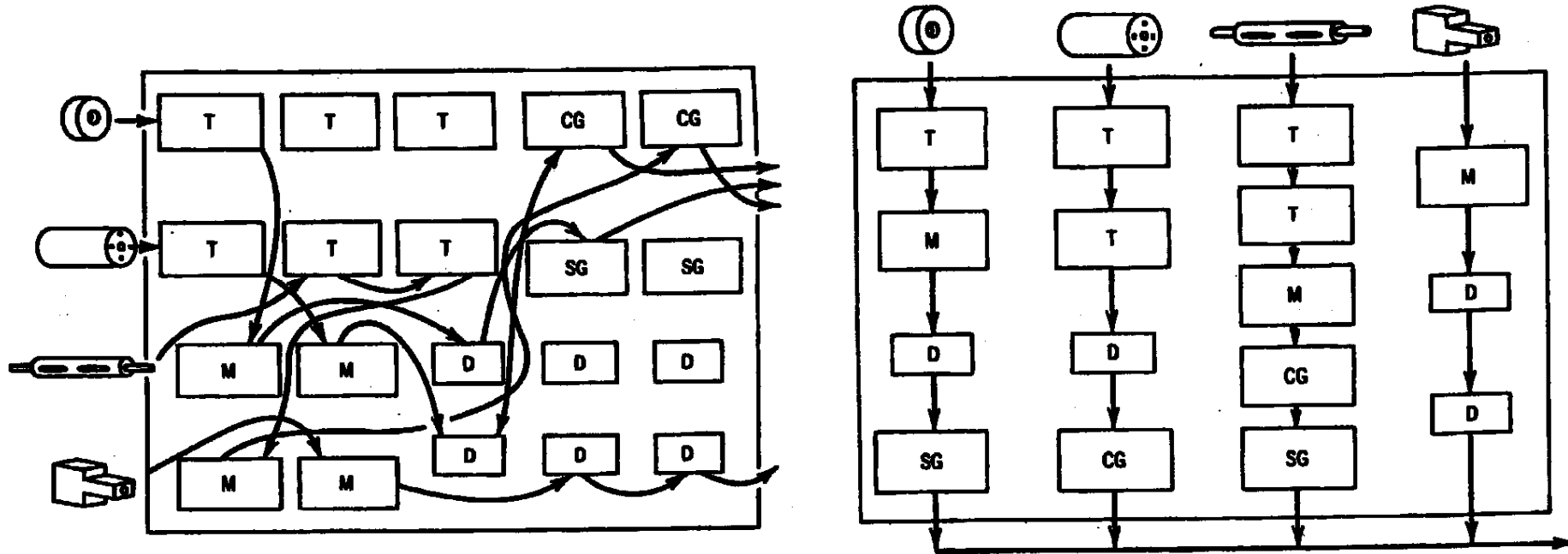
Per esempio, molte persone probabilmente conservano i calzini separatamente dalle camicie; alcune vanno oltre, separando i calzini colorati da quelli bianchi. Questa è una semplice applicazione di “GT.”

Gli items sono raggruppati in funzione dell’uso finale (calzini) e divisi in funzione di alcune loro differenze (calzini colorati piuttosto che bianchi, piuttosto che lunghi o corti, ecc...).



**Il G.T. è dunque
“L’applicazione delle conoscenze” sui gruppi di oggetti.**

Esempio di Lay-out a “Cell Manufacturing”



Caratteristiche delle “Celle di Fabbricazione”

Processo :

- **Le celle** possono svolgere operazioni di fabbricazione, meccaniche e di assemblaggio
- **Il sistema di produzione** più efficiente è concettualmente assimilabile ad una cella
- **Il Lay-out a Celle** è modulare e si adatta a tutte le tipologie di flusso
- **Le Product Cell** possono essere semplici celle di assemblaggio (assembly cell) o celle in cui sono combinati produzione vera e propria e assemblaggio finale (Manufacturing cell), oppure celle che lavorano esclusivamente parti singole (part cell)
- **Le celle con alto grado di automazione** possono, sfruttando i concetti applicativi del G.T., coniugare le prestazioni legate all'automazione con un sistema più flessibile in grado di semplificare i flussi e parte delle attività (es.: set-up, trasporto/movimentazione e schedulazione)

Manodopera:

- **Responsabilità completa di tutte le attività della cella** da parte degli operatori con condivisione degli obiettivi e degli indicatori di prestazione (fondamentale il ruolo delle risorse umane)
- **Sviluppo della polifunzionalità** per tutti gli operatori che possono ruotare su compiti e attività, sviluppando anche processi di formazione ed addestramento interni

Riconoscere le famiglie di prodotti con lo stesso processo

La matrice prodotto-processo è lo strumento più semplice per identificare le principali famiglie di prodotti,

		Fasi di produzione e attrezzature							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Prodotti	A	X	X	X		X	X		
	B	X	X	X	X	X	X		
	C	X	X	X		X	X	X	
	D		X	X	X			X	X
	E		X	X	X			X	X
	F	X		X		X	X	X	
	G	X		X		X	X	X	

FAMIGLIA DI PRODOTTO



- Una **famiglia di prodotti** è tipicamente costituita da un gruppo di codici di prodotto finito che **attraversano fasi (operazioni) simili nel processo produttivo** ed utilizzano attrezzature produttive comuni

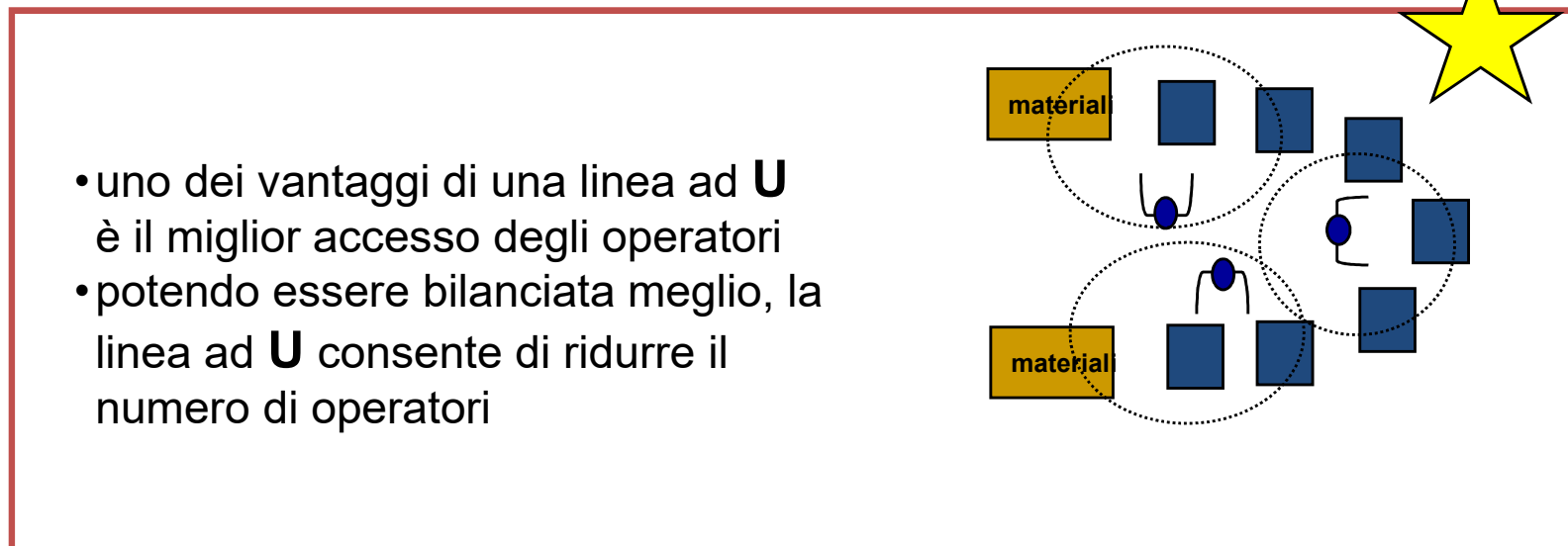
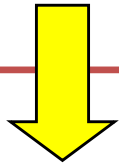
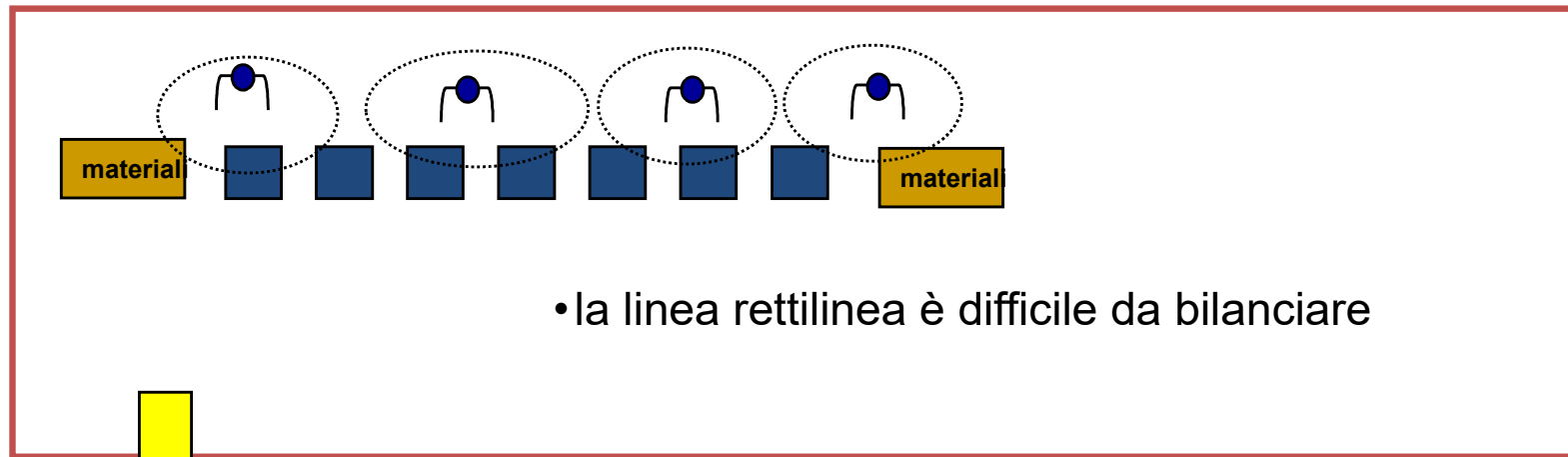
Esercitazione layout

- Rivedere il layout in ottica lean (per prodotto).
- Calcolare il numero di persone necessarie.
- Confrontare il WIP iniziale con quello finale.
- Confrontare il tempo di flusso (da taglio pala a «pala in cassa») iniziale e finale.

Disposizione di linee “per prodotto”

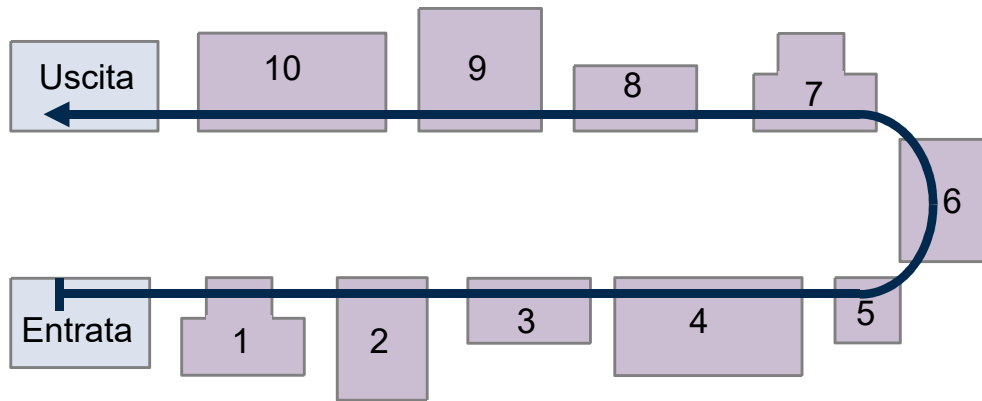
	Forma rettilinea	Forma a “U”
Vantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Il flusso di materiali è evidente a colpo d’occhio• Una unica direzione di alimentazione materiali• Può consentire una semplice movimentazione manuale dei materiali	<ul style="list-style-type: none">• Layout compatto• Area di produzione piccola• Punti di alimentazione e di uscita materiali coincidenti• Ridotte possibilità di accumulare WIP nella linea
Svantaggi	<ul style="list-style-type: none">• Linea lunga• Area di produzione larga• Possibilità di accumulare WIP in mezzo alla linea• Lunghi percorsi nel trasferimento	<ul style="list-style-type: none">• Layout che può diventare piuttosto complicato• Nel caso multi linea i punti di alimentazione materiali sono più distanti fra loro• Difficile cambiamento di layout

Tipologie di layout



Macchine, che sono connesse secondo il principio del One-Piece-Flow, vengono chiamato linea Chaku-Chaku.

Linea Chaku-Chaku



Vantaggi

- Lead time minimo
- Riduzione del work in progress (WIP)
- Fabbisogno di aree minimo
- Qualità sufficiente (non massima)
- Investimento ridotto

Presupposto:

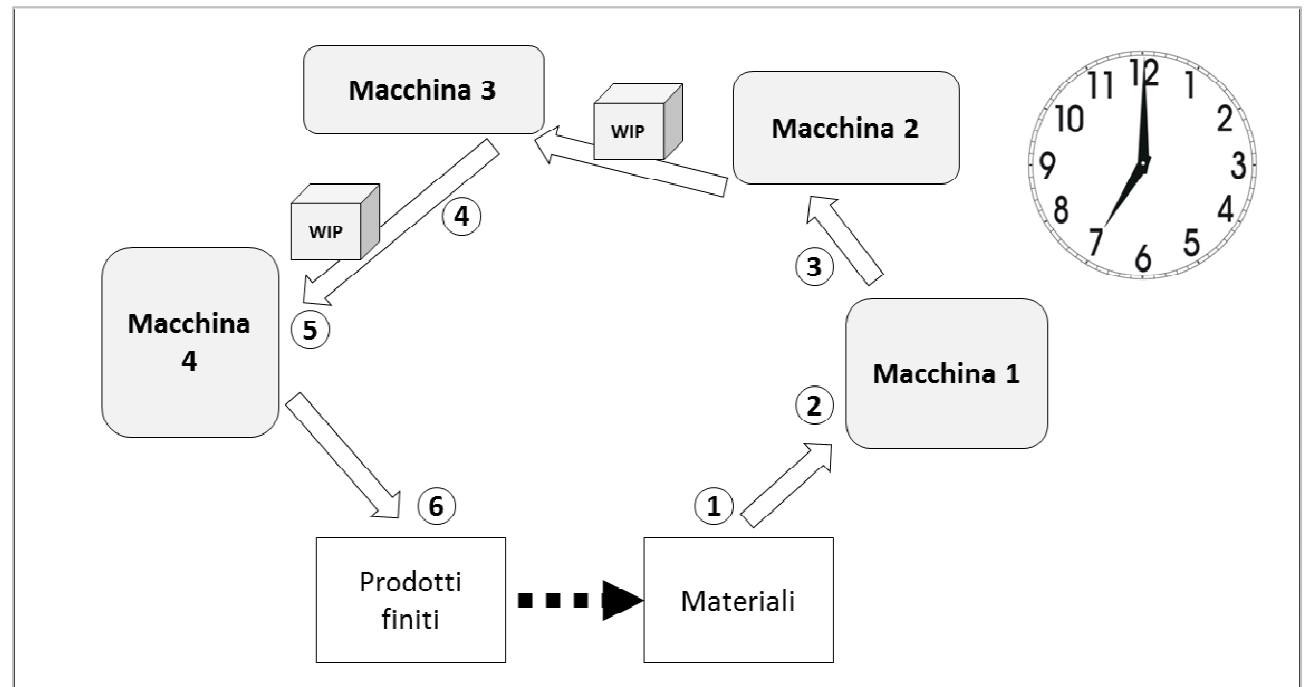
- Elevata disponibilità degli impianti

Linee a forma di U riducono le
“camminate vuote” all’inizio
del ciclo produttivo.

CELLE e Lavoro Standardizzato

Il lavoro standardizzato include tre elementi importanti mostrati:

- **Takt time**
- **Sequenza di lavoro standardizzato**
- **Scorta intermedia di processo standard (semilavorati)**

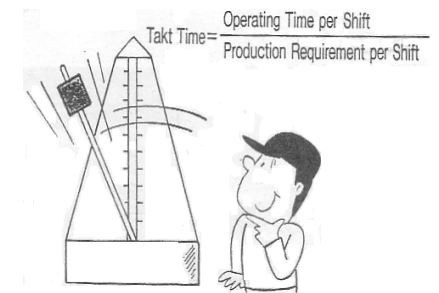
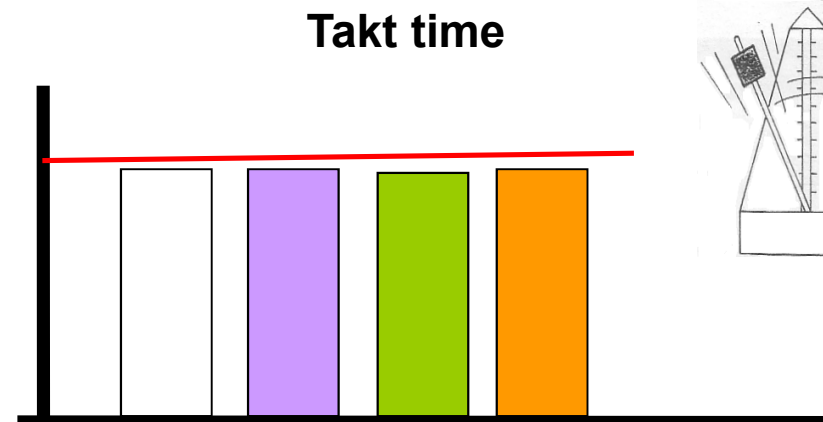
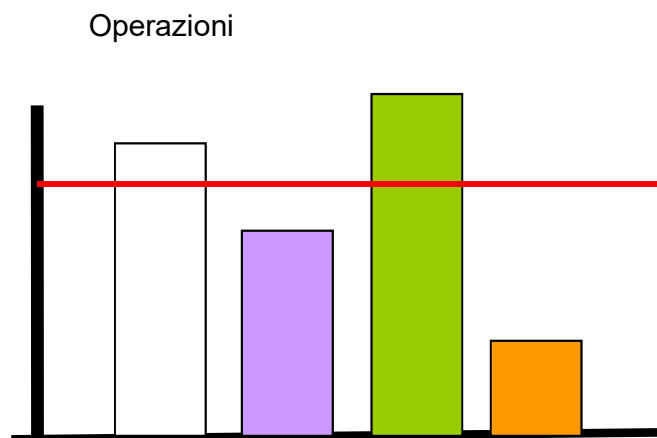


Personale della cella (bilanciamento della linea e lavoro completo)

Il bilanciamento della linea è un calcolo realizzato per comprendere quanti lavoratori sono necessari in ogni linea ed in ogni cella per distribuire il lavoro in modo da essere allineati al takt time.

Il bilanciamento della linea assicura il buon impiego di ogni operatore, l'assenza di tempi nascosti e di operatori che si trovino costretti a lavorare troppo.

Il lavoro di ciascuna operazione deve avvenire al ritmo del takt time



PRODUZIONE BILANCIATA

Un diagramma Yamazumi è un **diagramma a barre** che viene utilizzato nelle aziende che applicano la Lean manufacturing per mostrare i carichi di lavoro suddivisi tra un certo numero di operatori, tipicamente di una linea di assemblaggio o di una cella produttiva.

Il termine giapponese "*yamazumi*" indica, letteralmente, "*impilare*", "*mettere una cosa sopra l'altra*".

Questo strumento è stato portato alla ribalta da Toyota che lo utilizza per **visualizzare il carico di lavoro** dei suoi uomini e per **facilitare l'attribuzione di nuove attività** e l'individuazione e la **rimozione di eventuali compiti privi di valore aggiunto**.

