

# CORSO DI PIANIFICAZIONE AZIENDALE

IPSIA E. FERMI CATANIA

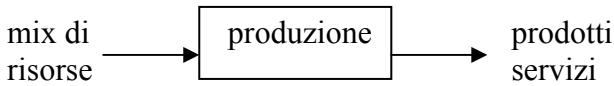
.  
.  
.

..

# CORSO DI PIANIFICAZIONE AZIENDALE E SISTEMI LOGISTICI

## I SISTEMI PRODUTTIVI

Il processo produttivo è un processo di trasformazione



⇒ per capire come funziona un sistema produttivo bisogna capire cosa vuole il cliente (non si parte mai dalla produzione ma dalla domanda)



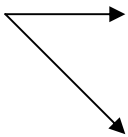


una volta conosciuta la domanda si costruisce il sistema produttivo

es. Ducati

la Ducati vende sostanzialmente 2 tipologie di prodotto:

- 1) le moto  
(vengono prodotte dalla stessa Ducati)
- 2) i gadget  
(sono prodotti da altre aziende per la Ducati)

le leve su cui la casa motociclistica punta sono:

- le moto di fascia alta  all'estero (USA)  
es. 999  
in Italia  
es. Monster  
(fascia inferiore però si paga un premium price per la marca)
- affidabilità e servizio
- stile e immagine  viene creata un'immagine vincente legata a chi possiede una Ducati
- partecipazione a gare motociclistiche  consente di sviluppare nuove soluzioni tecniche e partecipa alla creazione di un'immagine vincente

- la domanda tuttavia cambia molto più velocemente di come cambiano i sistemi produttivi



quando la domanda e i sistemi produttivi non sono più allineati si degradano le funzioni fondamentali e le prestazioni

le variabili da monitorare per capire l'allineamento della domanda con il sistema produttivo sono:

- 1) la qualità
- 2) la puntualità
- 3) la rapidità
- 4) i costi

queste variabili sono abbastanza in contraddizione, per cui di norma si usa un trade-off:

rapidità/qualità

qualità/costi



gestire un sistema produttivo significa garantire l'equilibrio tra gli obiettivi di qualità, puntualità, costi e rapidità in maniera dinamica, cambiando quando ve ne sussiste il bisogno

negli ultimi 20 anni la domanda è diventata molto più varia e molto più variabile



la varietà della domanda crea costi  
(es. pizze)



la produzione è una funzione di servizio  
in quanto produrre significa allinearsi con la domanda del cliente presidiando le 4 variabili viste precedentemente

siccome oggi la domanda è varia e variabile, i sistemi produttivi devono possedere gli attributi di:

- 1) flessibilità  
(rispondere a variazioni di mix)
- 2) elasticità  
(rispondere a variazioni di volume)



il settore "operation" (produzione) è diventato quindi molto strategico

una volta infatti si puntava nel settore della produzione alla massima efficienza mentre adesso il ruolo della produzione è di supporto alla strategia

## CONCETTO DI QUALITÀ

La qualità è l'insieme delle caratteristiche di un prodotto o servizio che lo rendono idoneo a soddisfare le esigenze espresse o implicite di un cliente



- la qualità non è correlata con la prestazione assoluta
- la qualità analizza l'azienda dal punto di vista del cliente
- la qualità è un insieme di cose materiali e immateriali
- la qualità è giustificata perché c'è qualcuno che l'apprezza

le esigenze del cliente possono essere:

- 1) espresse: requisiti precisi, specifiche  
(sono facili da individuare)
  - 2) implicite: esigenze che il consumatore non sa di avere  
se esse vengono esaudite, otteniamo più clienti
- per comprendere la qualità bisogna analizzare il nostro comportamento da consumatore, ossia capire perché compriamo una cosa piuttosto che un'altra

adesso molte aziende si sono completamente riorganizzate attorno al concetto di qualità, in quanto capire cosa vuole il cliente significa avere in testa le sue esigenze e da qui progettare la produzione



l'obiettivo dell'azienda non è in primis la soddisfazione del cliente ma il profitto  
(es. assicurazioni auto)

## IL CONTROLLO

Il controllo è il risultato di due componenti:

- la misura
- il feedback



non è una semplice verifica che i risultati siano simili alle previsioni (misura), fatto che dipende esclusivamente dalla fiducia e quindi non è un'operazione a valore aggiunto

le fasi a valore aggiunto sono quelle fasi che il cliente è disposto a pagare perché conferiscono al prodotto un valore maggiore

il valore è un indicatore che mostra quanto un cliente è ragionevolmente disposto a spendere per avere un determinato bene ed è una grandezza che non si ricava dai costi industriali



bisogna separare costo e prezzo dal valore  
↓ ↓  
dipendono dall'azienda dipende dal mercato

il prezzo non si limita ad essere costo + margine, ma deve essere sempre rapportato anche con il valore

2 casi possibili:

- 1) se il prezzo è superiore al valore percepito, difficilmente verrà considerato dal cliente
- 2) se il prezzo è inferiore al valore percepito, il cliente percepirà l'affare



la funzione marketing ha il compito di lavorare sul valore ma sono le varie attività dell'azienda a conferirlo al prodotto

un'attività aziendale ha valore aggiunto solamente se il cliente è disposto a pagarla:

- l'attività di verifica non aggiunge valore ed è un costo per l'azienda, in quanto il cliente non è disposto a pagare le fasi dovute alla nostra inefficienza
- l'attività di controllo permette di pilotare il sistema a piacimento, ossia tramite una misura e un feedback riesce a soddisfare maggiormente il cliente

#### PERLE DI SAGGEZZA

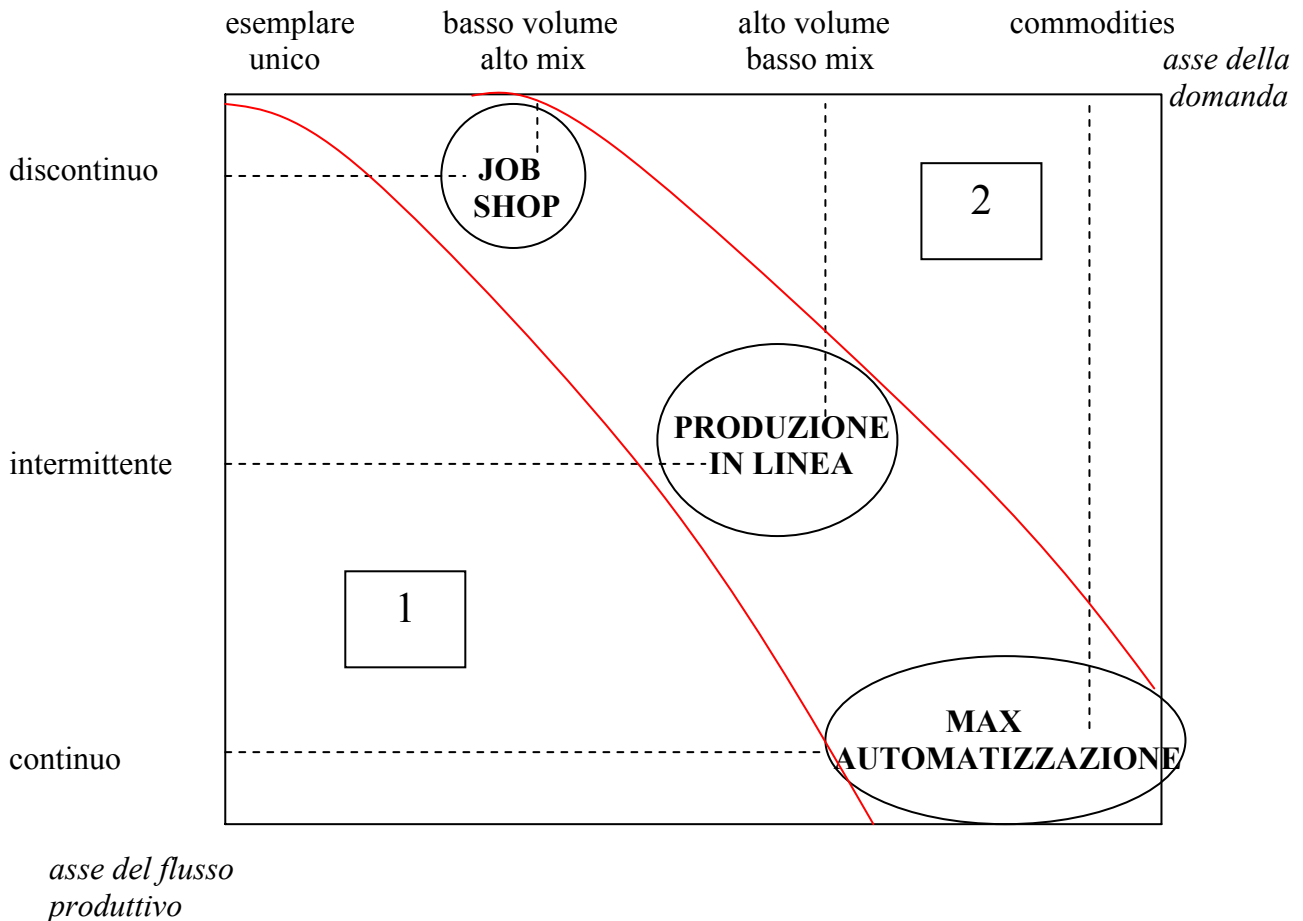
- decidere richiede l'approccio della fisica (separare il modello dai disturbi)
- la ricerca della perfezione è nemica delle buone decisioni (bisogna decidere anche senza sapere tutti i dettagli)



➔ la tipologia di un'azienda non è determinata dalla sua dimensione, ma dalle macchine che utilizza e da come le organizza, cioè dal tipo di mercato che ha deciso di servire

## MATRICE PRODOTTO-PROCESSO

La configurazione di un'azienda dipende dalla domanda del mercato



La produzione è un flusso, cioè una quantità di cose che passano in un certo tempo attraverso la fabbrica

la produzione è redditizia quando il flusso scorre, fa guadagnare quando va alla velocità max che le è possibile

→ non tutte le configurazioni di flusso produttivo sono coerenti con tutte le configurazioni di domanda

i problemi nascono dal disallineamento tra domanda e flusso produttivo

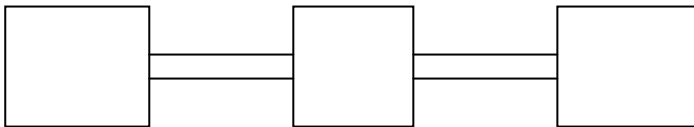
- nella zona 1 perdo molto perché ho macchinari per fare grandi volumi e non riesco ad ammortizzare i costi di queste macchine specialistiche su pochi prodotti

- nella zona 2 non riesco a soddisfare la domanda perché il flusso discontinuo è troppo lento e sostengo dei costi opportunità

→ l'equilibrio sta nella diagonale

### Produzione in linea

Una linea è un insieme di macchine poste in vicinanza l'una all'altra e tra loro collegate (esistono diversi tipi di linea)



Lotto di produzione: quantità discrete di pezzi

Il lotto introduce un fattore di discontinuità nella produzione, tutte le volte che si passa da un lotto ad un altro c'è un costo per prepararsi a fare una cosa diversa

Esiste una correlazione molto precisa tra un flusso intermittente e i lotti

ostacolo alla fluidità e quindi alla redditività del sistema produttivo se la loro dimensione non è comparabile con le quantità domandate:

se la domanda diventa più frammentata (lotti più piccoli) sono costretto o a fare scorte o ad alzare i prezzi

soluzione: riduzione dei tempi di set up

↓  
richiede accorgimenti tecnici e organizzativi

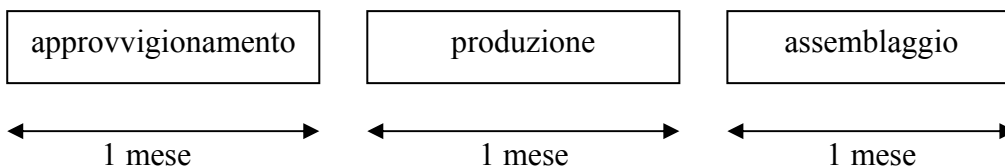
Just in time: insieme di tecniche e metodi tra cui ci sono anche quelli per la riduzione di tempi di set up

## GESTIONE DELLA DOMANDA

La gestione della domanda riguarda la risposta dell'azienda alla domanda

Un'azienda ha senso di esistere quando esiste una domanda

Es. di un macrociclo di un'azienda



LEAD TIME dell'azienda: tempo che l'azienda impiega per produrre un prodotto finito  
↓  
nel nostro caso 3 mesi

in un certo momento arriva un cliente e chiede all'azienda un determinato prodotto

LEAD TIME CONCESSO dal mercato: tempo massimo entro cui il cliente vuole il prodotto  
↓  
nel nostro caso 1 mese

⇒ il tempo concesso dal mercato è inferiore a quello necessario per produrre il prodotto

↓  
l'azienda deve gestire il suo ciclo produttivo sulla base di previsioni, ossia accumulare semilavorati che ipotizza verranno richiesti dal mercato in modo da ridurre i tempi di risposta alla domanda

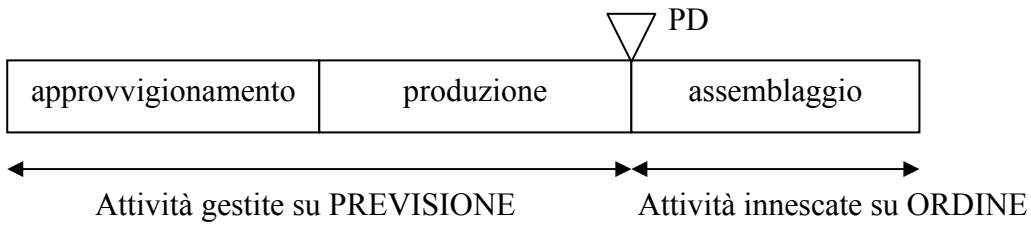
SOLUZIONE: ∇ PUNTO DI DISACCOPIAMENTO

=

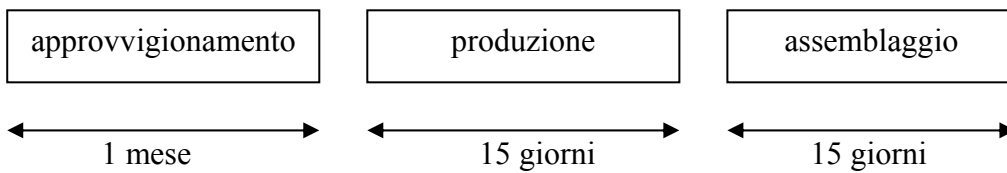
questo simbolo indica la presenza di un magazzino di scorte di prodotti e semilavorati immagazzinati in base a delle previsioni



separa le attività che possono essere gestite su previsione dalle attività che possono essere attivate dopo un ordine



Supponiamo che l'azienda riesca a ridurre i tempi di produzione e assemblaggio in 15 giorni ciascuno

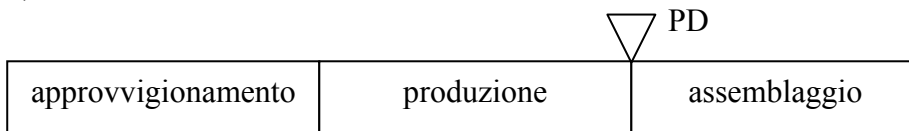


LEAD TIME = 2 mesi

LEAD TIME CONCESSO = 1 mese

- Opzioni sul posizionamento del punto di disaccoppiamento:

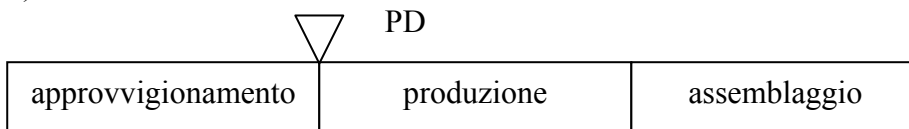
1)



Vantaggio: riduzione dei tempi di risposta a 15 giorni

Svantaggio: rischio di produrre beni che non saranno venduti

2)



Vantaggio: possibilità di customizzare il prodotto

spostando a monte il punto di disaccoppiamento aumenta la flessibilità dell'azienda rispetto alla domanda

3)  
▽ PD

|                    |            |              |
|--------------------|------------|--------------|
| approvvigionamento | produzione | assemblaggio |
|--------------------|------------|--------------|

Svantaggio: non riesco ad evadere in tempo l'ordine

la flessibilità è molto alta ma aumenta anche la lentezza della risposta dell'azienda

(soluzione non adottabile)

⇒ i LT concessi dal mercato sono diversi a seconda della tipologia produttiva

↓  
fasi generali di un'azienda:

pianificazione della capacità produttiva    approvvigionamento    produzione    assemblaggio    consegna



#### **TIPOLOGIE AZIENDALI:**

- 1) SHIFT TO ORDER (STO)  
MAKE TO STOCK (MTS)

Il lead time concesso dal mercato coincide con il tempo di consegna

Le fasi precedenti alla consegna devono essere coperte da previsione

Es. bar, negozi di vestiti  
servizi (ma non tutti, vedi ospedale)

- 2) ASSEMBLE TO ORDER (ATO)

il lead time concesso dal mercato coincide con il tempo di assemblaggio e di consegna

le fasi precedenti devono essere coperte da previsione

es. fast food, computer

- 3) MAKE TO ORDER (MTO)

il lead time concesso dal mercato comprende il tempo di produzione, assemblaggio e consegna

a questa tipologia aziendale si applica il concetto di diversificazione ritardata: riesco a mantenere il prodotto in uno stato in cui il suo valore è maggiore, ossia posso personalizzarlo a seconda delle richieste del cliente

es. ristorante

#### 4) ENGINEERING TO ORDER (ETO)

il lead time concesso dal mercato copre anche il tempo di approvvigionamento

solo la pianificazione deve essere sempre fatta su previsione

es. per prodotti molto complessi

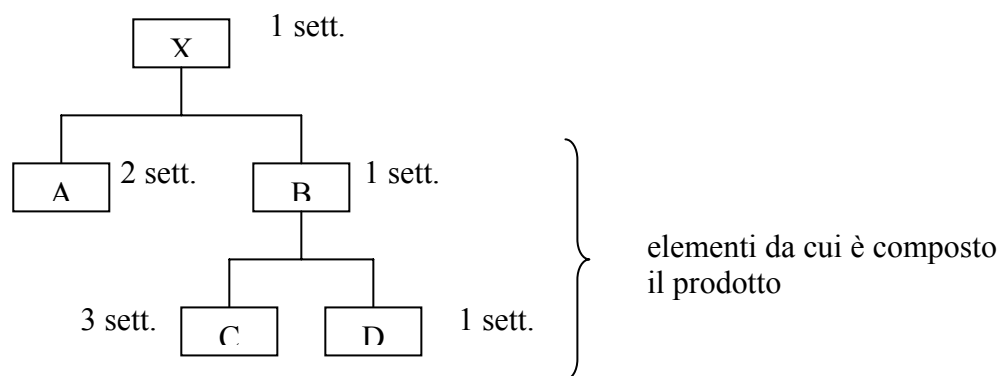
navi, treni, ...

⇒ per un'azienda è sempre meglio lavorare su ordine perché così vengono evitati errori dovuti a previsioni errate ed inoltre l'azienda è più reattiva e veloce

### DISTINTA BASE

=

documento che informa sulla struttura del prodotto, ovvero sugli elementi che compongono un certo prodotto X

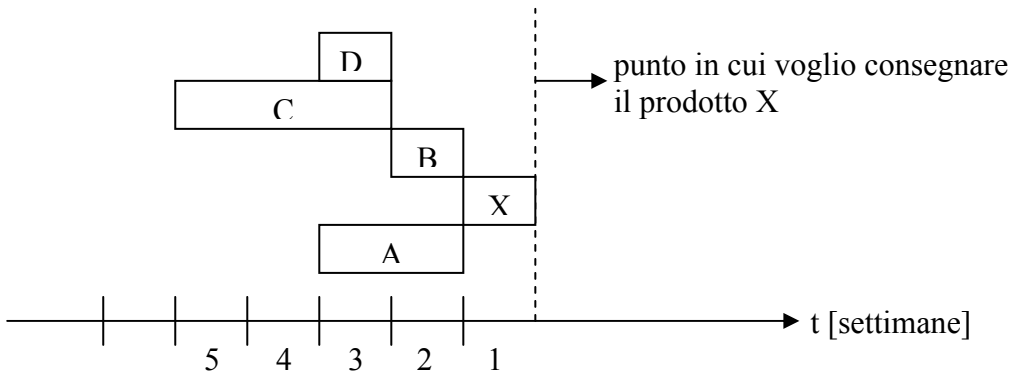


Esistono diverse distinte base a seconda della funzione aziendale che le usa

Nel processo produttivo si vuole sapere non solo da cosa è composto il prodotto ma anche il tempo necessario per procurarsi i componenti (lead time di ciascun elemento)

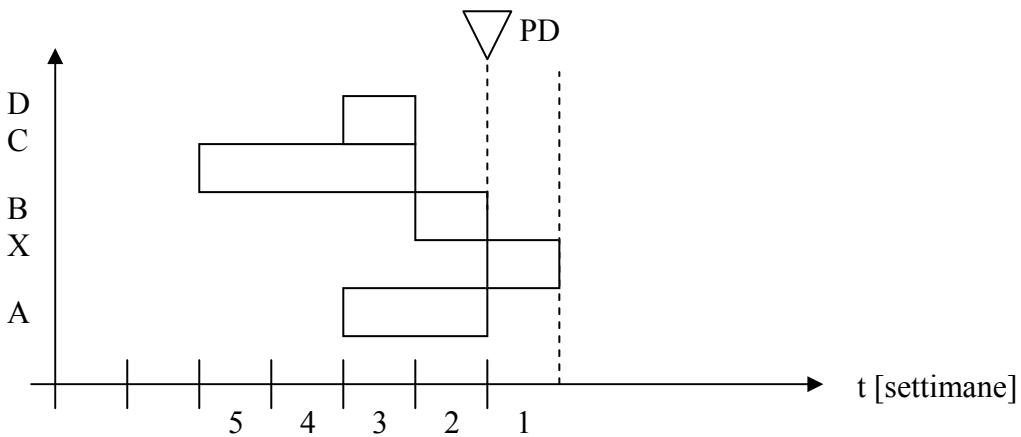


per pianificare una distinta base si riportano i tempi di approvvigionamento dei vari elementi nel **DIAGRAMMA DI GRANT**

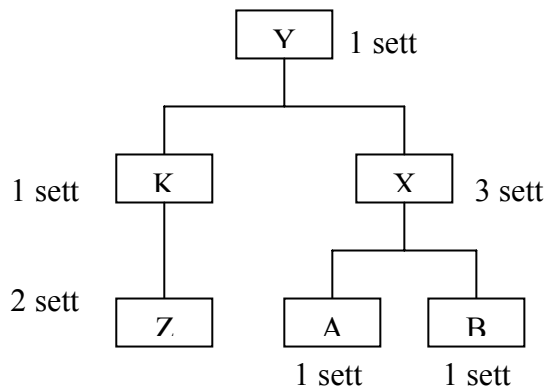


- il lead time del prodotto = 5 settimane
- il diagramma di Grant è una programmazione all'indietro, ovvero si parte dalla fine

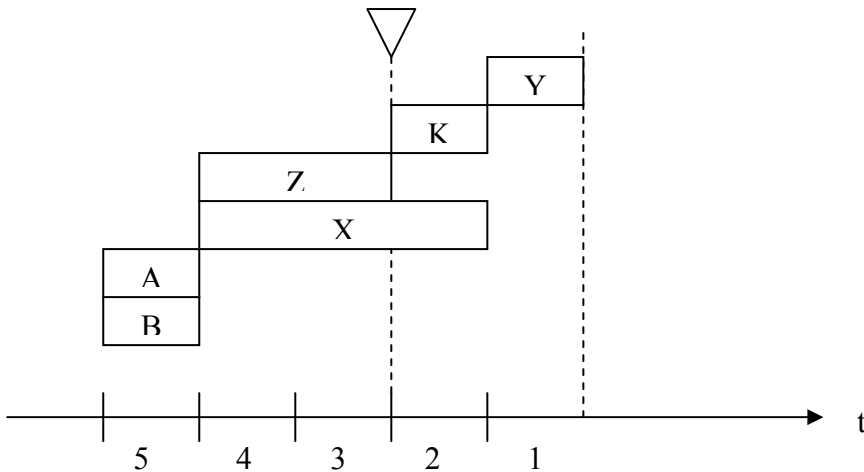
supponiamo che il lead time concesso dal mercato sia di 1 settimana e poniamo nel diagramma di Grant il punto di disaccoppiamento



es.



nel diagramma di Grant



LEAD TIME = 5 settimane

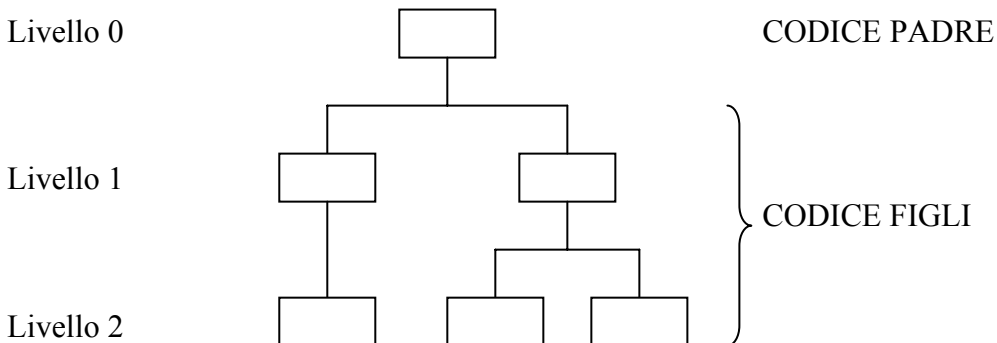
LEAD TIME concesso dal mercato = 2 settimane

⇒ Devo decidere se gestire X su ordine o su previsione o vedere se riesco a scomporlo in 2 lavorazioni: una parte su previsione e una su ordine

COEFFICIENTE DI IMPIEGO

=

Numero di unità per ciascun elemento che servono per comporre l'elemento di livello superiore



Suddivisione della domanda in 2 tipologie:

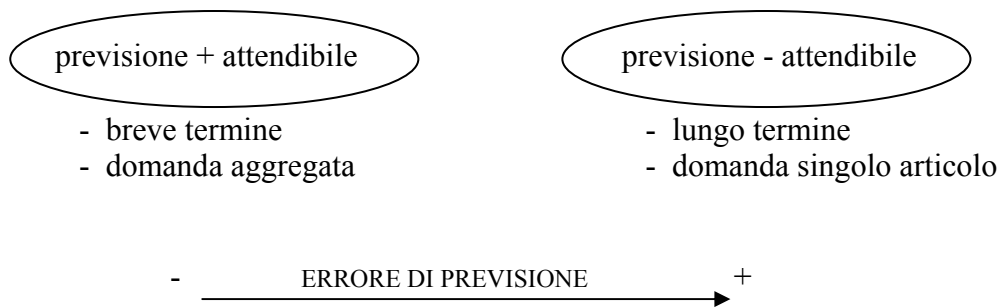
- 1) il CODICE PADRE ha una DOMANDA INDIPENDENTE
- 2) i CODICI FIGLI hanno una DOMANDA DIPENDENTE che può essere calcolata deterministicamente a partire dalla domanda del codice padre

## GESTIONE DELLA DOMANDA

- previsione a breve termine → copre la domanda del singolo articolo
- previsione a medio termine → copre la domanda aggregata: pianificazione - manodopera  
- scorte
- previsione a lungo termine → riguarda le strutture: pianificazione - edifici  
- macchinari

⇒ in azienda le previsioni vengono fatte con un meccanismo di rolling

- l'attendibilità della previsione dipende dall'orizzonte temporale che voglio coprire e dal tipo di domanda (singola o aggregata) che voglio prevedere



- l'errore di previsione (misura dell'attendibilità delle previsioni) in un certo periodo di tempo  $t$  è dato dalla differenza tra la domanda effettiva e quella prevista

$$E_t = D_t - F_t$$

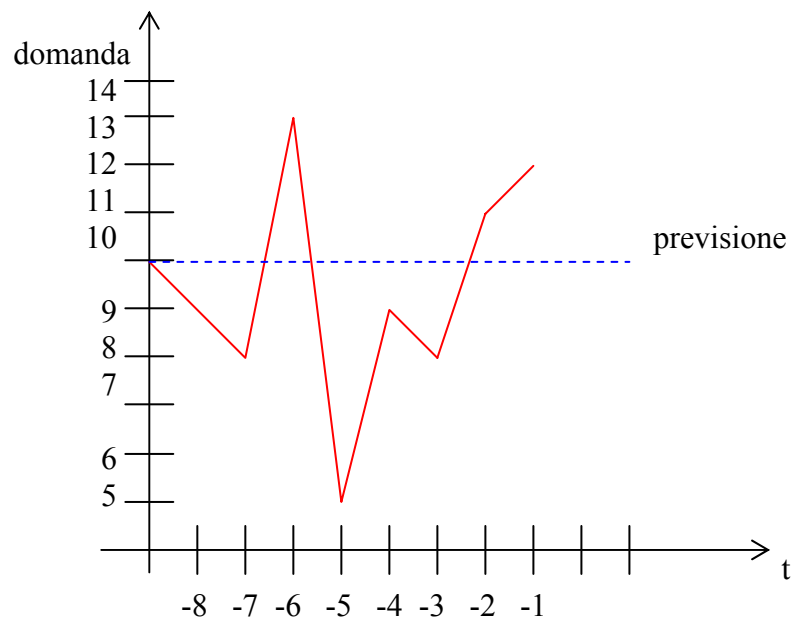
- deviazione massima assoluta MAD (Max Absolute Deviation)

$$MAD = \frac{\sum |E_t|}{n}$$

ES. 1

| <u>periodo</u><br>(giorni) | <u>domanda</u><br>(clienti) | <u>previsione</u><br>$F_t$ | <u>errore</u><br>$E_t$ | $ E_t $ |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|---------|
| -8                         | 10                          | 10                         | 0                      | 0       |
| -7                         | 8                           | 10                         | -2                     | 2       |
| -6                         | 13                          | 10                         | 3                      | 3       |
| -5                         | 5                           | 10                         | -5                     | 5       |
| -4                         | 9                           | 10                         | -1                     | 1       |
| -3                         | 8                           | 10                         | -2                     | 2       |
| -2                         | 11                          | 10                         | 1                      | 1       |
| -1                         | 12                          | 10                         | 2                      | 2       |

$$MAD = \frac{\sum E_t}{8} = 2$$



ES. 2

| periodo<br>(settimana) | previsione<br>domanda<br>settimanale | previsione<br>domanda<br>cumulata | domanda<br>cumulata<br>effettiva | errore<br>assoluto<br>cumulato |
|------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|
| 2                      | 500                                  | 1000                              | 1162                             | 162                            |
| 5                      | 500                                  | 2500                              | 2716                             | 216                            |
| 10                     | 500 (550)                            | 5000 (5250)                       | 5488                             | 488 (238)                      |
| 15                     | 500 (550)                            | 7500 (8000)                       | 8110                             | 610 (110)                      |
| 20                     | 500 (550)                            | 10000 (10750)                     | 11250                            | 1250 (500)                     |
| 25                     | 500 (550)<br>(600)                   | 12500 (13500)<br>(13750)          | 14010                            | 1510 (510)<br>(260)            |

- la previsione a medio termine serve per coprire la pianificazione della capacità produttiva
- dopo 5 settimane si possono rivedere i calcoli e cambiare la previsione → si ottiene un errore finale cumulato molto più basso
  - si può fare una nuova previsione anche dopo 20 settimane (600 domanda settimanale)

## TECNICHE DI PREVISIONE:

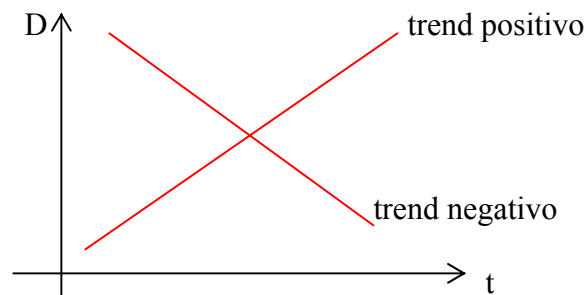
- 1) A BASE MULTIPERIODICA (per B/M/L termine)
- 2) A BASE PERIODICA (solo per B termine)
- 3) ASSOCIATIVE (per B/M/L termine)

### 1) PREVISIONI SU BASE MULTIPERIODICA

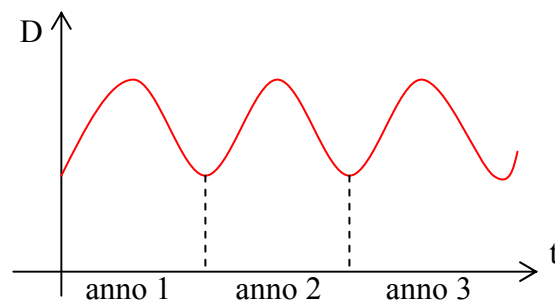
si basano sull'analisi delle serie temporali della domanda che possono avere delle caratteristiche:

- a. trend
- b. stagionalità
- c. ciclicità
- d. eventi casuali - prevedibili  
- imprevedibili

a. trend



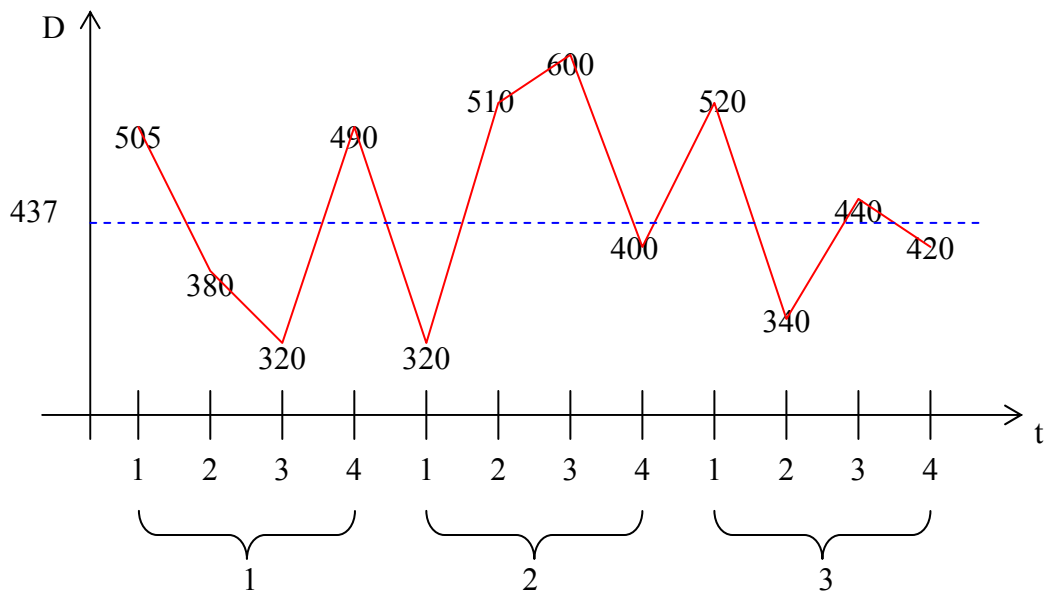
b. stagionalità



c. ciclicità: come la stagionalità ma l'intervallo temporale dopo il quale la domanda si ripete uguale a sé stessa è di qualche anno

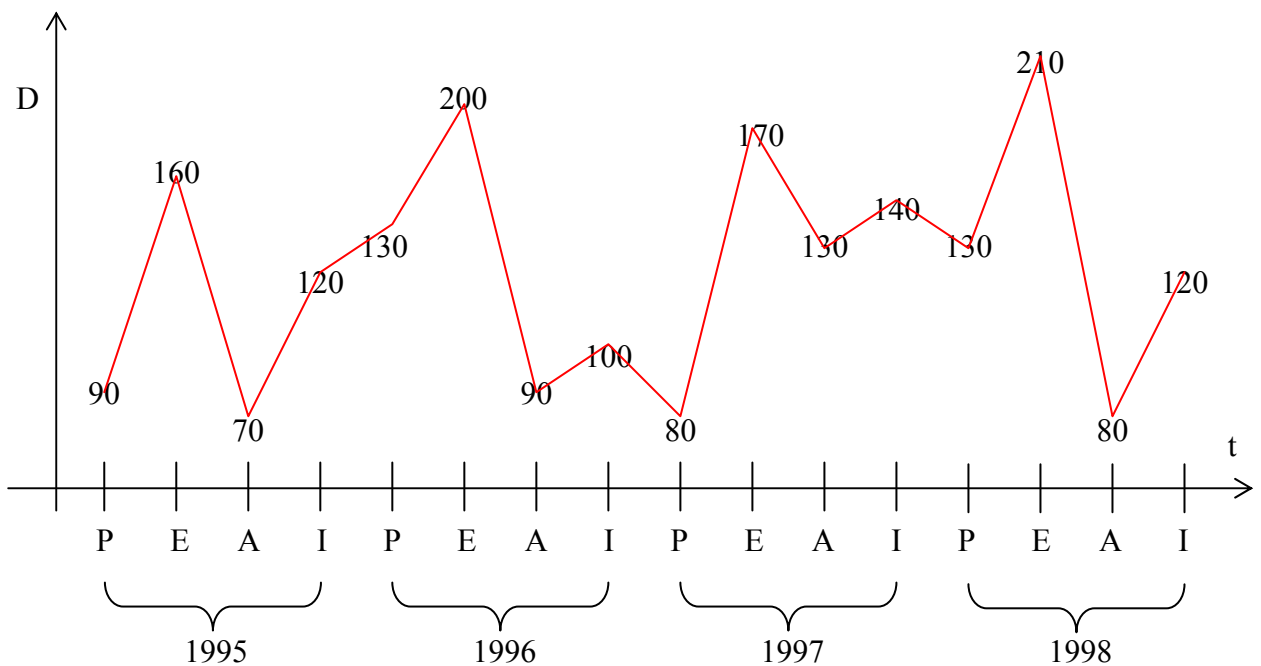
- d. eventi casuali:
- prevedibili: modificano la domanda con interventi ad hoc (es. campagne pubblicitarie)
  - imprevedibili: legati a condizioni atmosferiche e calamità naturali

ES. 1 azienda di servizi di programmazione



non si individuano andamenti ciclici o stagionali e neanche trend  
 si prende il valor medio dei dati e lo si usa per fare le previsioni future  
 (metodo dei minimi quadrati per trovare la retta che meglio approssima l'andamento)

ES. 2 azienda di traslochi



domanda stagionale con picco in estate

totale domanda in 4 anni = 2020  
media annuale = 505

- indice di stagionalità inverno 1996: considero l'anno centrato nell'inverno 96 e ne calcolo la domanda media

$$\frac{(200/2) + 90 + 100 + 80 + (170/2)}{4} = 113,75$$

per calcolare l'indice di stagionalità infine divido la domanda della stagione che sto considerando per la media stagionale calcolata nell'anno in essa centrato

$$100 / 113,75 = 0,88$$

per calcolare l'indice di stagionalità devo conoscere i dati relativi all'anno centrato nella stagione (es. non posso farlo per l'inverno 98 o per la primavera 95)

- calcolo l'indice di stagionalità di tutte le stagioni e poi faccio la media degli indici di stagionalità delle stesse stagioni (in tutti gli anni che sto prendendo a riferimento)

|           |      |
|-----------|------|
| primavera | 0,86 |
| estate    | 1,47 |
| autunno   | 0,76 |
| inverno   | 0,93 |

- quindi per fare delle previsioni moltiplico i coefficienti stagionali trovati con la media stagionale nei quattro anni

$$\text{media annuale} = 505 \qquad \text{media stagionale} = 505/4 = 126$$

$$\begin{array}{l} P = 0,86 \cdot 126 = 108 \\ E = 1,47 \cdot 126 = 185 \\ A = 0,76 \cdot 126 = 96 \\ I = 0,93 \cdot 126 = 117 \\ \hline 506 \end{array}$$

- se prevedo per l'anno seguente un trend in aumento ad esempio del 5%  
→ aumento la domanda media annuale del 5%

$$\text{media annuale} = 505 + 5\% = 530 \qquad \text{media stagionale} = 530/4 = 132,5$$

$$\begin{array}{l} P = 0,86 \cdot 132 = 113 \\ E = 1,47 \cdot 132 = 194 \\ A = 0,76 \cdot 132 = 100 \\ I = 0,93 \cdot 132 = 123 \\ \hline 530 \end{array}$$

2) PREVISIONI SU BASE APERIODICA  
(valgono solo sul breve periodo)

- tecniche più usate: a) media mobile - semplice  
- pesata  
b) smorzamento esponenziale

a) MEDIA MOBILE SEMPLICE

$$F_t = \frac{\sum_{i=t-n}^{t-1} D_i}{n}$$

n numero periodi considerati

ES. (prendo n = 3)

| settimana | domanda effettiva | domanda prevista | errore di previsione |
|-----------|-------------------|------------------|----------------------|
| -16       | 6                 |                  |                      |
| -15       | 8                 |                  |                      |
| -14       | 13                |                  |                      |
| -13       | 11                | 9                | 2                    |
| -12       | 11                | 10,7             | 0,3                  |
| -11       | 16                | 11,7             | 4,3                  |

per sapere quanti periodi prendere in considerazione (n) si procede per tentativi: calcolo il MAD per diversi valori di n e scelgo quel valore di n che minimizza il MAD

la media mobile tende a livellare la domanda, per utilizzarla in caso di stagionalità, bisogna usare la media mobile ponderata (non la facciamo)

b) SMORZAMENTO ESPONENZIALE

$$F_{t+1} = F_t + \alpha \cdot E_t$$

$$= F_t + \alpha \cdot (D_t - F_t)$$

coefficiente di smorzamento  $\alpha$   
 $0 < \alpha < 1$   
(in genere  $0,2 < \alpha < 0,4$ )

→ aumento o riduco la previsione per il periodo futuro a seconda che la previsione per il periodo attuale sia stata sottostimata o sovrastimata

|   |           |             |   |            |
|---|-----------|-------------|---|------------|
| < | $E_t > 0$ | $D_t > F_t$ | → | sottostima |
|   | $E_t < 0$ | $D_t < F_t$ | → | sovrastima |

ES. 1

$$F_t = 100 \quad D_t = 110 \quad \rightarrow \quad \text{sottostima}$$
$$\alpha = 0,2$$
$$F_{t+1} = 100 + 0,2 \cdot (110-100) = 100 + 0,2 \cdot 10 = 102$$

ES. 2

$$F_t = 110 \quad D_t = 100 \quad \rightarrow \quad \text{sovrastima}$$
$$\alpha = 0,2$$
$$F_{t+1} = 110 + 0,2 \cdot (100-110) = 110 + 0,2 \cdot (-10) = 108$$

$\alpha$  piccolo  $\rightarrow$  fa variare di poco alla volta la previsione  
 $\alpha$  grande  $\rightarrow$  fa variare di molto la previsione

domanda stabile  $\rightarrow$   $\alpha$  piccolo  
domanda variabile  $\rightarrow$   $\alpha$  grande

per trovare  $\alpha$  corretto si provano sperimentalmente più valori e poi si sceglie quello che minimizza il MAD

ES. 3

| periodo | domanda | previsione | $E_t$ | $(\alpha = 0,3)$<br>smorzamento |
|---------|---------|------------|-------|---------------------------------|
| -5      | 40      | 41         | -1    | -0,3                            |
| -4      | 42      | 40,7       | 1,3   | 0,39                            |
| -3      | 41      | 41,09      | -0,09 | -0,03                           |
| -2      | 44      | 41,06      | 2,94  | 0,88                            |
| -1      | 40      | 41,94      | -1,94 | 0,58                            |

calcolato con un altro criterio perché è il primo

### SMORZAMENTO ESPONENZIALE ADATTIVO

si varia il coefficiente  $\alpha$  a seconda di un indice chiamato “allarme di rotta”

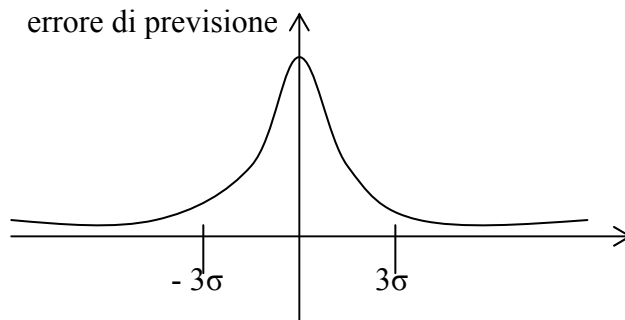
$$\text{allarme di rotta} = \text{RSFE} / \text{MAD}$$

RSFE: somma corrente dell'errore di previsione

quando l'indice cresce (sia in direzione positiva che negativa)  $\rightarrow$  aumento  $\alpha$

intervengo quando l'allarme di rotta supera:

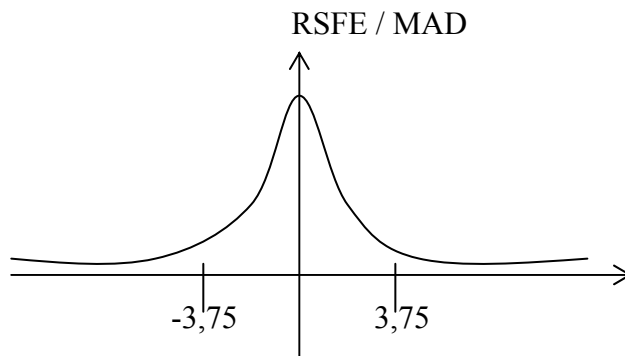
- quando supera 4 per gli articoli ad alto costo
- quando supera 6 per gli articoli a basso costo



$\sigma = 1,25 \text{ MAD}$   
 $3\sigma = 3,75 \text{ MAD}$

se l'errore di previsione ha una distribuzione gaussiana anche RSFE, che è la somma degli errori di previsione, avrà una distribuzione gaussiana

dividendo tutto per MAD ottengo



## 2) PREVISIONI ASSOCIATIVE

si fanno quando è possibile trovare degli indici correlati alla domanda (non sempre è facile trovare questi indici)

per trovare la correlazione tra due variabili qualsiasi si individua l'*indice di correlazione*

$$I_v = \frac{\sum x \cdot y - \frac{\sum x \cdot \sum y}{N}}{\sqrt{\left[ \sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{N} \right] \left[ \sum y^2 - \frac{(\sum y)^2}{N} \right]}}$$

- $I_v = 0$  non c'è correlazione
- $I_v = -1$  correlazione negativa perfetta
- $I_v = 1$  correlazione positiva perfetta
- tutti gli altri casi situazioni intermedie

## PROCESSO DI PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA PRODUZIONE

Un'azienda preferisce sempre lavorare su ordine perché le previsioni della domanda sono sempre incerte.

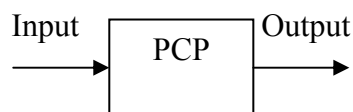
Tuttavia per riuscire a lavorare su ordine è necessario essere molto reattivi e veloci.

VELOCITA' significa:

- 1) avere un'attrezzatura adeguata o in generale infrastrutture adatte (hardware)
- 2) avere una corretta organizzazione dell'informazione (ciò che fa muovere i pezzi sono le informazioni)

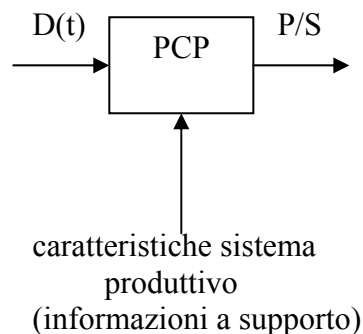
⇒ la CHIAVE DI VOLTA nella gestione dell'informazione in un'azienda è il processo di programmazione e controllo della produzione

un processo in generale è definibile se sono identificabili i suoi input e i suoi output



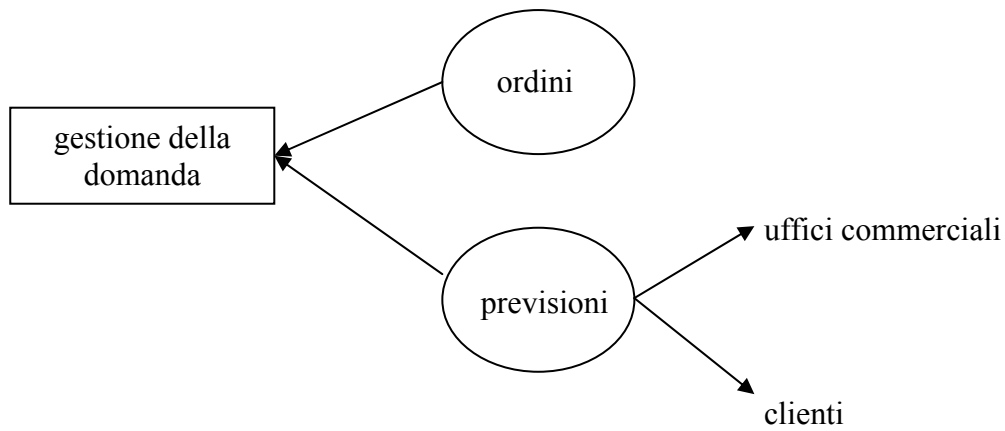
In un PCP (Pianificazione Controllo Produzione):

- l'INPUT = informazione sulla domanda  
+  
informazioni sul prodotto
- l'OUTPUT = consegna del prodotto/servizio come e quando il cliente vuole e in maniera sistematica



## SOTTOPROCESSI

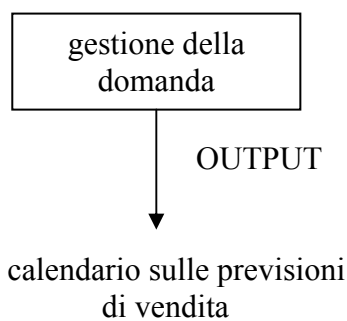
### 1) GESTIONE DELLA DOMANDA



la gestione della domanda consiste nel riuscire a gestire quello che il cliente vuole (ordini) e ciò che il cliente vorrà (previsioni)

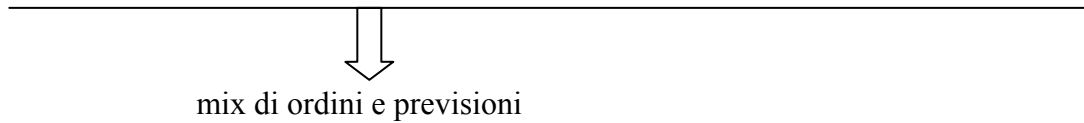
le previsioni possono essere fatte:

- a occhio, sensibilità
  - in base a delle statistiche  
(la statistica funziona quando il passato è rappresentativo del futuro)
  - entrambe
- la gestione della domanda ha come OUTPUT un calendario sulle previsioni di vendita



|                      | GEN | FEB | MAR | APR |
|----------------------|-----|-----|-----|-----|
| FAMIGLIA DI PRODOTTO |     |     |     |     |
|                      |     |     |     |     |

- le scadenze più vicine, come quelle di Gennaio, sono prevalentemente degli ordini
- le scadenze più lontane nel tempo sono prevalentemente delle previsioni



affidabilità decrescente del piano della domanda:  
 non possiede lo stesso contenuto informativo lungo tutto l'orizzonte temporale coperto

↳ periodicamente viene fatto un REFRESH del piano della domanda con cadenza sistematica



| GEN  | FEB | MAR | APR | MAG |
|------|-----|-----|-----|-----|
| 100% | 80% | 50% | 30% | 10% |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
| ↓                                | ↘                                       |
| solo ordini<br>affidabilità 100% | ordini + previsioni<br>affidabilità 80% |

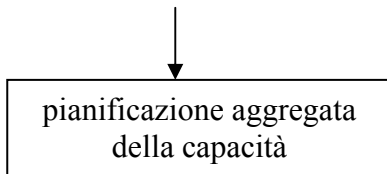
dopo un mese viene fatto un REFRESH

| FEB  | MAR | APR | MAG |
|------|-----|-----|-----|
| 100% | 80% | 50% | 30% |

La FREQUENZA DI REFRESH (in questo caso 1 mese) è il CLOCK PRODUTTIVO dell'azienda, ossia ciò che dà la tempistica a tutta l'organizzazione

## 2) PIANIFICAZIONE AGGREGATA DELLA CAPACITA'

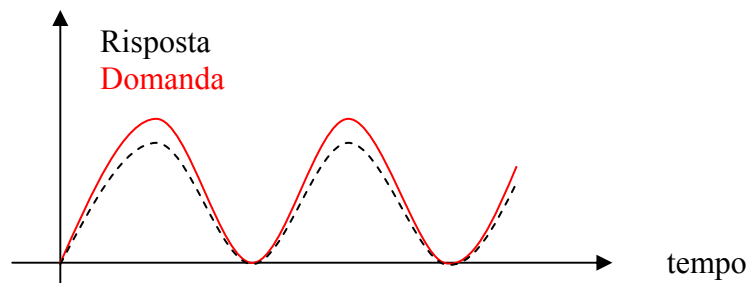
calendario sulle previsioni di vendita



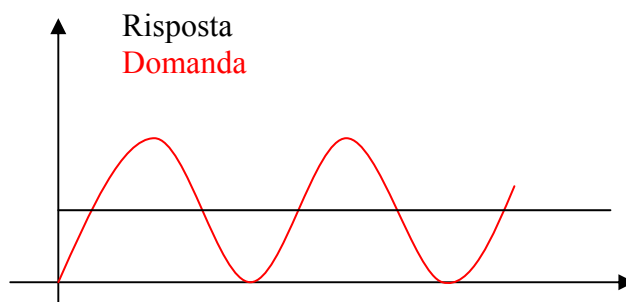
La pianificazione aggregata della capacità consiste nel valutare le risorse aziendali

2 TECNICHE:

1\_ strategia a servizio della domanda:  
produrre quello che viene chiesto all'azienda, ossia  
MAX FLESSIBILITA'



2\_ strategia rigida:  
mantengo sempre una produzione media, ovvero quando gli ordini sono inferiori a quello prodotto dall'azienda, essa fa scorte per futuri ordini  
RIGIDITA'



La scelta della strategia non dipende esclusivamente dall'azienda ma anche dai mezzi e dalle persone che la compongono (stagionalità di certi prodotti, ...)

le caratteristiche del prodotto e del processo produttivo condizionano pesantemente la scelta del tipo di produzione

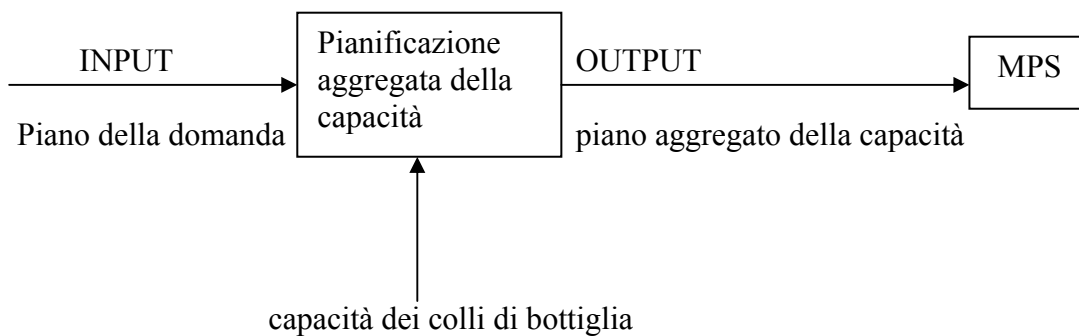
la pianificazione aggregata si basa sull'analisi delle risorse critiche, ossia sull'individuazione delle risorse scarse (i colli di bottiglia)

confrontando poi la domanda con la capacità delle risorse critiche, si capisce se ci sono le condizioni per soddisfare la domanda:

- se sono allineate, non ci sono problemi
  - se c'è meno domanda rispetto alla capacità, bisogna cercare dei clienti
  - se c'è più domanda rispetto alla capacità, bisogna trovare della capacità
- i colli di bottiglia normalmente a monte hanno molto lavoro e a valle hanno delle persone che richiedono certi beni in certi tempi (i colli di bottiglia possono essere sia interni che esterni)



bisogna convertire il piano della domanda in fabbisogno della capacità sulle risorse critiche



ES. azienda che produce 50 prodotti finiti

individuo delle *famiglie di prodotti*: insieme di prodotti che vengono realizzati circa (trascurando piccole operazioni che non hanno valore economico rilevante) attraverso la stessa sequenza di operazioni

famiglia

|   |               |    |    |    |    |
|---|---------------|----|----|----|----|
| A | (20 prodotti) | M1 | M2 | M5 |    |
| B | (10 prodotti) | M1 | M3 | M4 | M7 |
| C | (5 prodotti)  | M1 | M6 |    |    |

vediamo famiglia per famiglia il fabbisogno di capacità produttiva su ogni macchina




MAPPA UTILIZZO RISORSE:


come penso di impiegare i centri produttivi (numero di ore per macchina)

è così possibile individuare:

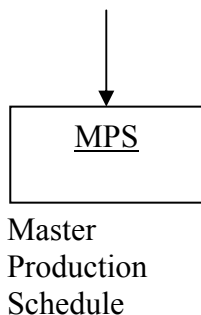
- la capacità disponibile per ogni macchina
- quali sono le macchine con minore capacità produttiva e quali sono famiglie di prodotti che si mangiano questa capacità (conflitti fra famiglie)

queste considerazioni si fanno a livello di famiglia invece che a livello di prodotto perché le previsioni aggregate fatte a inizio anno sono più giuste di quelle fatte per singolo prodotto

aziende  quelle che applicano questo metodo  
quelle che non applicano questo metodo

 la capacità produttiva è la variabile principale dei sistemi produttivi

### 3) PIANIFICAZIONE OPERATIVA



MPS: piano principale di produzione, ovvero ciò che l'azienda vuole produrre

- non necessariamente coincide con il piano della domanda perché l'azienda può decidere di tenere delle scorte
- il piano della domanda può essere fatto per famiglia di prodotti, mentre il piano di produzione deve essere fatto in base al prodotto finito
- i numeri del PPP si riferiscono a prodotti precisi e sono quantità fattibili con la capacità a mia disposizione
- anche il PPP è soggetto al MECCANISMO ROLLING (perché possiede un input soggetto ad aggiornamento) (+ alto è il dettaglio, + alta la frequenza di refresh)
- MPS deve essere realistico e coerente con i vincoli di gestione operativa

#### **MPS**

|     | GEN | FEB | MAR | APR |  |
|-----|-----|-----|-----|-----|--|
| PF1 |     |     |     |     |  |
| PF2 |     |     |     |     |  |
| PF3 |     |     |     |     |  |

#### 4) PIANIFICAZIONE DEL FLUSSO LAVORAZIONI E SCORTE (PFLS)

tranne in casi particolari in tutti i sistemi produttivi servono delle scorte che proteggono dall'incertezza

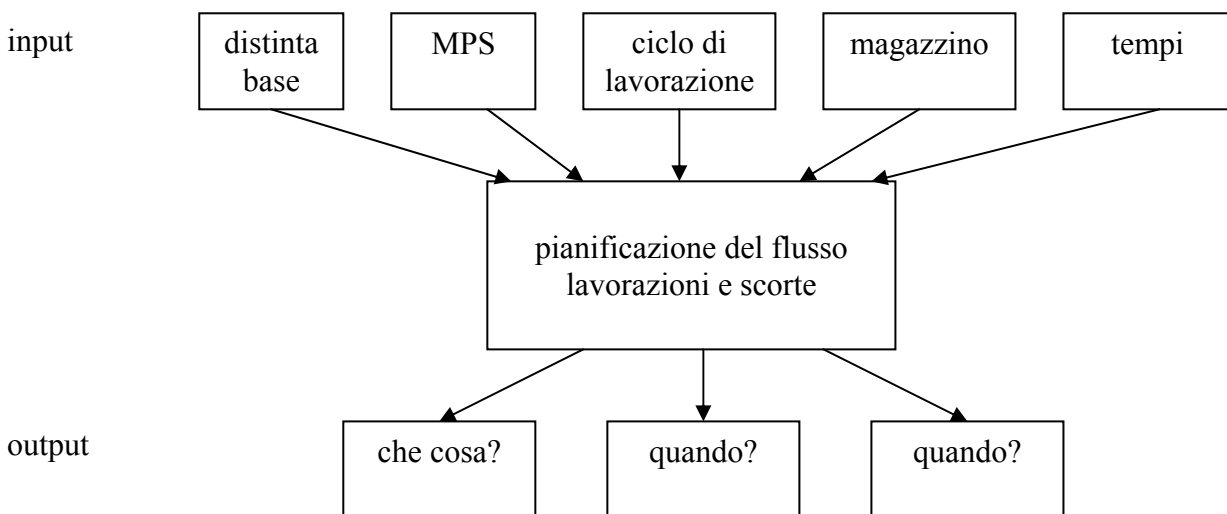
sarebbe bello non avere scorte (perché costano) ma dovrei essere in un contesto privo di incertezza

scorte → conseguenza e quindi misura dell'incertezza di un sistema produttivo

{ obiettivo: avere il livello di scorte più basso possibile senza degradare l'offerta  
problema: come dimensionare correttamente le scorte

Output della PFLS: - cosa mi serve?  
- quanto?  
- quando mi serve?

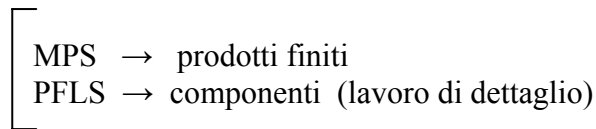
Input della PFLS: - MPS (cosa decido di produrre)  
- distinta base (cosa serve per fare un prodotto)  
- magazzino (controllo delle giacenze)  
- ciclo di lavorazione (sequenza delle operazioni produttive)  
- tempi (di produzione e di acquisto)



magazzino: - gestione elettronica  
- regole ferree (è blindato, ci entra una sola persona che registra su software ogni spostamento)

⇒ il problema più grande sta nei tempi e soprattutto nel SINCRONISMO tra le attività: quanto ci metto a fare una cosa è funzione di tante variabili e soprattutto di altre cose che devo fare (code di lavoro)

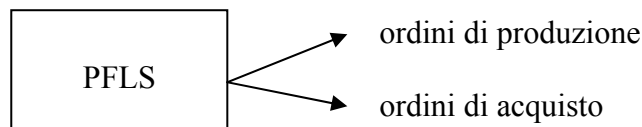
⇒ per ridurre l'incertezza è necessario raccogliere informazioni, gestirle ed aggregarle, non basta correre a testa bassa (vietato anteporre il contingente allo strategico)



Tecniche per la pianificazione delle lavorazioni e delle scorte:

- 1) MRP Material Requirement Planning
- 2) Gestione del punto di riordino
- 3) Just in time
- 4) Teoria dei vincoli

non sono tecniche mutuamente esclusive, possono essere applicate assieme (bisogna prendere il meglio delle varie tecniche e combinarle fra loro)

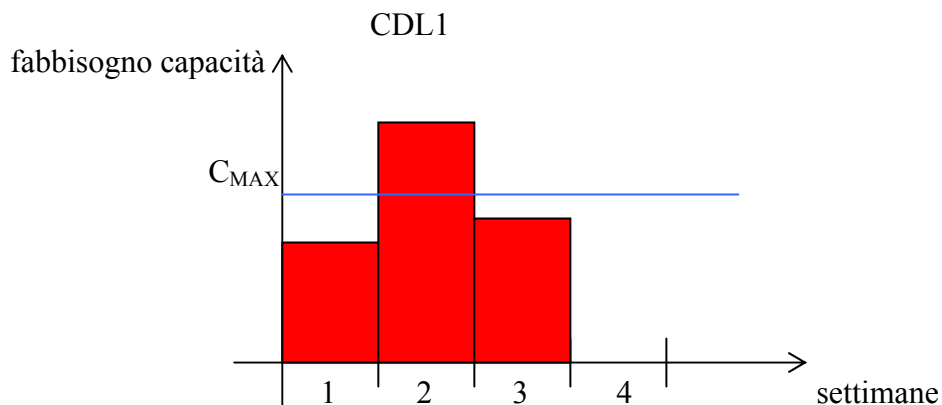


#### 5) CRP Capacity Requirement Planning

ulteriore verifica della capacità produttiva (in dettaglio) sulle proposte della pianificazione del flusso di lavorazione

- a livello di componenti
- con un orizzonte temporale breve

output del CRP: **PROFILO DI CARICO** (grafico per centro di lavoro, diviso per settimane, che mostra la capacità utilizzata e disponibile)



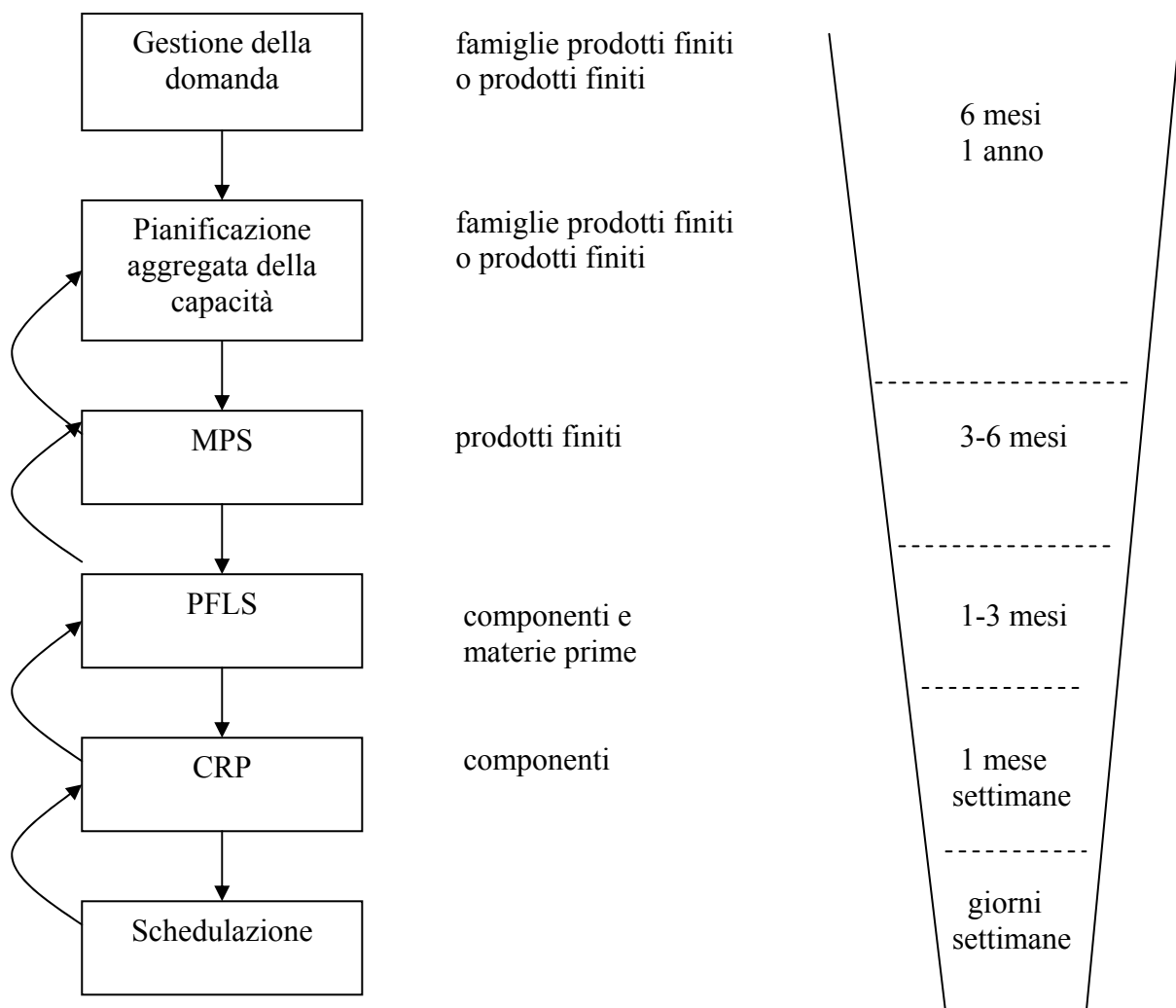
questa verifica della capacità evidenzia i sovraccarichi, poi le persone devono risolvere i problemi messi in evidenza (es. spostare il lavoro in eccedenza della II settimana alla I)

## 6) SCHEDULAZIONE

sequenziazione dei lavori (operazioni da svolgere) sui vari centri produttivi

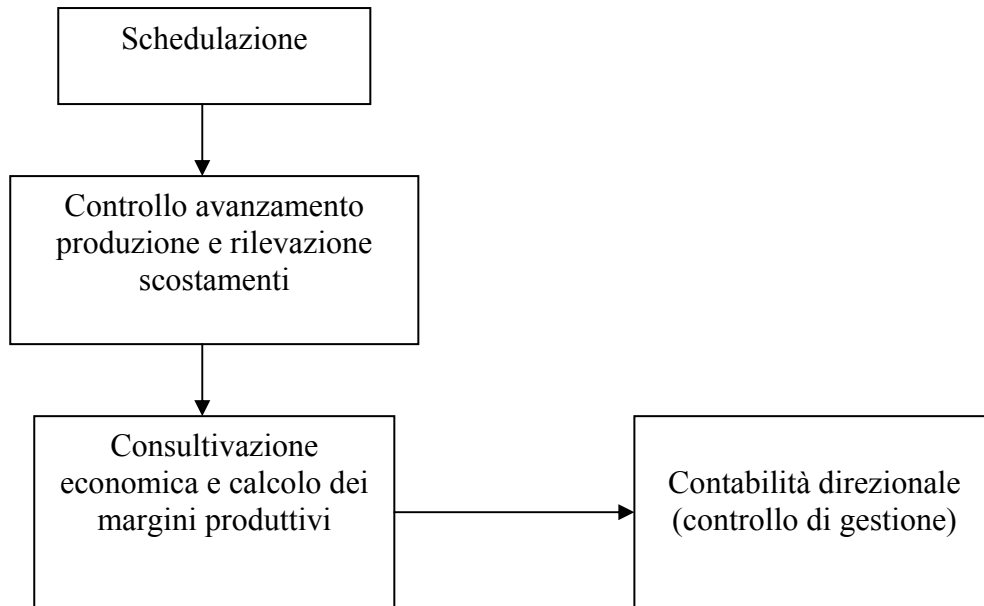
- massimo livello di dettaglio (programmazione giorno per giorno)
- 5% delle aziende italiane usano software schedulatori

## FASI PIANIFICAZIONE DELLA PRODUZIONE



ogni blocco rappresenta una verifica del blocco a lui precedente (feedback):  
i feedback sono ottenuti tramite riunioni tra persone che svolgono funzioni diverse

## CONTROLLO DELLA PRODUZIONE



- Nessuna organizzazione funziona bene se il controllo non è ferreo

- il controllo serve a intercettare in tempo i problemi e ad aiutare a risolverli
- il controllo si fa di persona, bisogna andare a vedere in prima persona cosa succede, non si fa da computer

controllo di avanzamento produzione: i controllati devono dirti cosa hanno fatto

- se ci sono poche persone mi faccio un giro
- se ci sono molte persone guardo i reportage e poi vado di persona a tastare le situazioni più critiche

sistema di rilevazione dati sul campo, in cui gli operatori comunicano a che punto sono arrivati nello svolgere i loro compiti

- 1) sapere a che punto sono le commesse
- 2) tenere aggiornato il magazzino
- 3) posso usare il sistema anche per registrare eventi non produttivi (guasti, mancanze materie prime, ecc.)

↙ i sistemi di rilevazione servono per misurare:

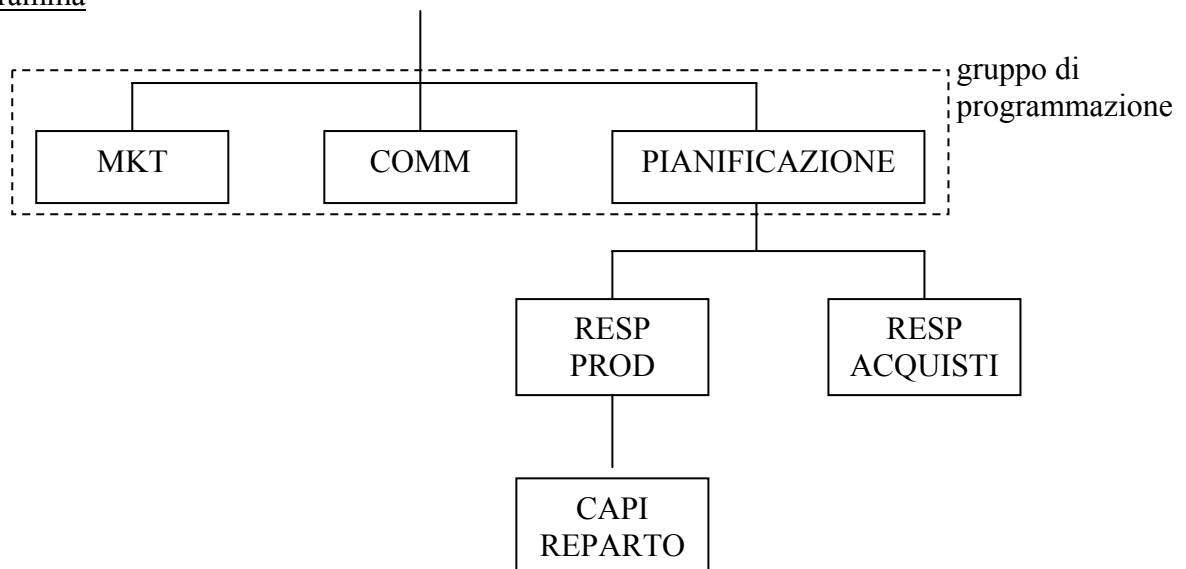
- produttività delle risorse
- efficienza
- causa delle perdite di tempo

- la consultazione economica serve per comunicare ai responsabili produttivi le conseguenze delle loro decisioni

## ATTRIBUZIONE COMPITI

- stimare la domanda → marketing, commerciali
- pianificazione aggregata } → commerciali, pianificazione
- MPS }
- PFLS } → ufficio acquisti, responsabili produzione
- CRP }
- schedulazione → responsabile reparto produttivo
- controllo avanzamento produzione → tutti quelli già visti con livelli di attenzione diversi

## Organigramma

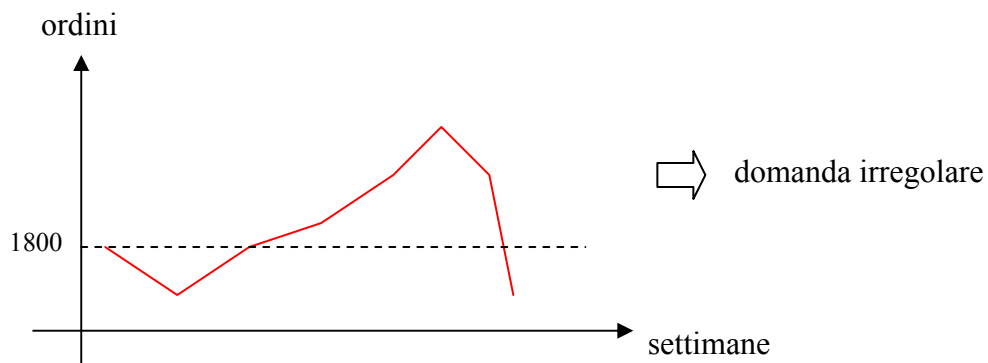


## ESERCIZI SULLA PIANIFICAZIONE AGGREGATA DELLA CAPACITÀ

1) laboratorio fotografico FAST FOTOS che opera su commessa MTO

| Settimana | Domanda recente (ordini) | Capacità (ordini) | Scostamento (cap – domanda) | Lavoro arretrato | Capacità in eccesso |
|-----------|--------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|
| 1         | 1800                     | 1800              | 0                           | 0                | 0                   |
| 2         | 1100                     | 1800              | +700                        | 0                | +700                |
| 3         | 1800                     | 1800              | 0                           | 0                | 0                   |
| 4         | 1950                     | 1800              | -150                        | -150             | 0                   |
| 5         | 2300                     | 1800              | -500                        | -650             | 0                   |
| 6         | 2800                     | 1800              | -1000                       | -1650            | 0                   |
| 7         | 2250                     | 1800              | -450                        | -2100            | 0                   |
| 8         | 1200                     | 1800              | +600                        | -1500            | 0                   |

TOTALE: 15200  
 MEDIA: 1900 ordini/settimana

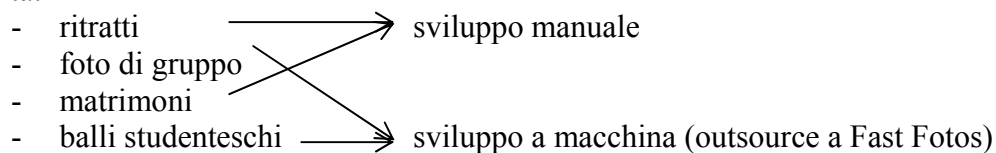


↓  
 la capacità livellata a 1800 ordini/settimana non va bene  
 in certi punti il lavoro arretrato supera la capacità settimanale di FAST FOTOS  
 ↓  
 livello la capacità a 2100 ordini/settimana

| Settimana | Domanda recente (ordini) | Capacità (ordini) | Scostamento (cap – domanda) | Lavoro arretrato | Capacità in eccesso |
|-----------|--------------------------|-------------------|-----------------------------|------------------|---------------------|
| 1         | 1800                     | 2100              | +300                        | 0                | +300                |
| 2         | 1100                     | 2100              | +1000                       | 0                | +1000               |
| 3         | 1800                     | 2100              | +300                        | 0                | +300                |
| 4         | 1950                     | 2100              | +150                        | 0                | +150                |
| 5         | 2300                     | 2100              | -200                        | -200             | 0                   |
| 6         | 2800                     | 2100              | -700                        | -900             | 0                   |
| 7         | 2250                     | 2100              | -150                        | -1050            | 0                   |
| 8         | 1200                     | 2100              | +900                        | -150             | 0                   |

## 2) artigiano fotografo Anita

### • attività:



### • domanda prevista:

|                    | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Ritratti           | 18  | 12  | 15  | 40  | 50  | 35  |
| Foto di gruppo     | 6   | 4   | 8   | 5   | 7   | 5   |
| Matrimoni          | 1   | 2   | 4   | 5   | 10  | 8   |
| Balli studenteschi | 0   | 0   | 5   | 7   | 1   | 0   |

- tempi:

|                    | scatto | sviluppo |
|--------------------|--------|----------|
| Ritratti           | 1 ora  | 7 ore    |
| Foto di gruppo     | 2 ore  | macchina |
| Matrimoni          | 3 ore  | 16 ore   |
| Balli studenteschi | 4 ore  | macchina |

- business plan:

- 40 ore alla settimana di tempo  
(non più di 25 ore da dedicare agli scatti)
- 5 ore/settimana di segreteria 20 ore/mese
- 3 ore/settimana di manutenzione e pulizia 12 ore/mese
- 1 ora/settimana gestione scorte 4 ore/mese
- 2 ore/settimana aggiornamento 8 ore/mese

- piano di capacità:

(dobbiamo trasformare le previsioni di domanda in capacità richiesta)

|                   | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug |
|-------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Scatto            | 33  | 26  | 63  | 93  | 98  | 69  |
| Sviluppo e stampa | 142 | 116 | 169 | 160 | 510 | 373 |
| <hr/>             |     |     |     |     |     |     |
| Domanda           | 175 | 142 | 232 | 453 | 608 | 442 |
| Segreteria        | 20  | 20  | 20  | 20  | 20  | 20  |
| Manutenzione      | 12  | 12  | 12  | 12  | 12  | 12  |
| Gest. Scorte      | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   | 4   |
| Aggiornamento     | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   | 8   |
| <hr/>             |     |     |     |     |     |     |
| Totale            | 219 | 186 | 276 | 497 | 652 | 486 |

- Anita è disposta a lavorare 160 ore/mese: bisogna stratificare le attività cioè dividerle in tipologie alcune delle quali richiedono il contributo di Anita e altre no

- strategia capacità livellata per i lavori con domanda costante (segreteria, manutenzione e gestione scorte) → segretaria part-time per 40 ore/mese
- strategia di rincorsa della domanda per i servizi di scatto e sviluppo con domanda variabile nel tempo

|                     | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug |
|---------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Domanda             | 175 | 142 | 232 | 453 | 608 | 442 |
| Pratiche d'ufficio  | 36  | 36  | 36  | 36  | 36  | 36  |
| Capacità segretaria | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  | 40  |

• Opzione 1)

|             | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Anita       | 160 | 142 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| Outsourcing | 15  | -   | 72  | 293 | 448 | 282 |

l'outsourcing fa perdere il controllo della situazione, inoltre non è detto che l'azienda a cui commissiono il lavoro abbia la capacità necessaria per svolgerlo

• Opzione 2)

|             | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug |
|-------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Anita       | 160 | 142 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| Assistente  | -   | -   | -   | 160 | 160 | 160 |
| Outsourcing | 15  | -   | 72  | 133 | 288 | 122 |

assumo un assistente nella stagione in cui c'è il picco di domanda:  
diminuisce la quantità di lavoro data in outsourcing e quindi aumenta la flessibilità,  
inoltre è così possibile commissionare all'esterno solo sviluppo/stampa

• Opzione 3)

|              | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Anita        | 160 | 142 | 160 | 160 | 160 | 160 |
| Assistente 1 | -   | -   | -   | 160 | 160 | 160 |
| Assistente 2 | -   | -   | -   | -   | 160 | -   |
| Outsourcing  | 15  | -   | 72  | 133 | 128 | 122 |

non ha senso prendere un assistente per un solo mese

• Opzione 4)

|              | Feb | Mar | Apr | Mag | Giu | Lug |
|--------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Anita        | 160 | 142 | 152 | 133 | 160 | 122 |
| Assistente 1 | -   | -   | 80  | 160 | 160 | 160 |
| Assistente 2 | -   | -   | -   | 160 | 160 | 160 |
| Outsourcing  | 15  | -   | -   | -   | 128 | -   |

piano che permette la massima flessibilità

## **INDICATORI** *Misura delle prestazioni dei sistemi produttivi*

“Niente migliora se non si misura”

per misurare e migliorare bisogna aver chiaro il proprio obiettivo (prestazione)  
per realizzare una prestazione bisogna:

- 1) definire in termini quantitativi cosa si vuole ottenere
- 2) ripetibilità delle misure (n soggetti misurano e ottengono lo stesso risultato)
  - vanno definiti e standardizzati i metodi di raccolta e misura dei dati
  - le persone che analizzano i dati devono essere formati in modo che abbiano un'interpretazione omogenea
- 3) la base di dati deve essere attendibile

le infrastrutture tecnologiche per la raccolta dei dati falliscono se non viene fatto a monte un lavoro di preparazione organizzativa  
(all'inizio è preferibile usare sistemi semplici che possono essere più facilmente capiti dalle persone)

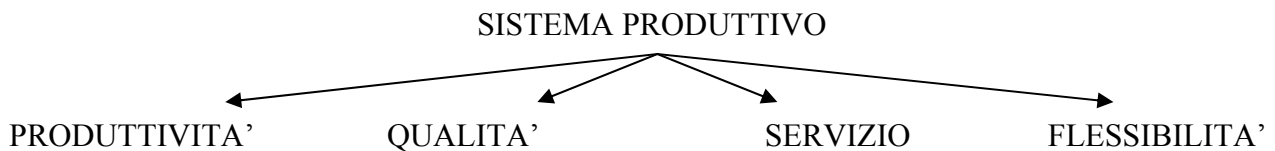
- gli indicatori devono essere semplici:  
quando ci si trova a dover misurare fenomeni complicati bisogna rinunciare a descriverli in tutta la loro complessità, è invece utile selezionare un solo aspetto critico e studiarlo
- gli indicatori sono campanelli d'allarme per mettere in luce una determinata situazione (non specificano dove sono i problemi o cosa è successo) e richiedono quindi interpretazione da parte del management
- lo scopo degli indicatori, più che misurare con precisione, è far sentire misurate le persone (le persone si impegnano dove sono misurate), controllarle e quindi allinearle agli obiettivi dell'azienda

chi lavora vuole sapere su quali elementi è misurato:

- aiutano a lavorare in gruppo
- smorzano i conflitti (quando delle persone litigano, non sono d'accordo su quello che l'azienda vuole da loro)

→ gli indicatori sono alla base del processo gestionale perché allineano funzioni diverse su prestazioni condivise e quindi supportano il corretto funzionamento del processo

- non esistono indicatori standard per un'azienda, ognuno si inventa gli indicatori che gli servono sulla base di quello che vuole ottenere



1) PRODUTTIVITA' (indicatori di efficienza)

rapporto output/input

- produttività di impianti            es. volumi / ore di impianto
- produttività del personale (mod)    es. volumi / num personale
- produttività di materiali            es. volumi / materiali usati

2) QUALITA' (grandezza multidimensionale)

- rispetto delle specifiche tecniche (conformità)
- mantenimento delle prestazioni nel tempo (affidabilità)
- qualità del progetto: non esiste un progetto buono in assoluto, il progetto è buono quando realizza le specifiche tecniche coerentemente con le caratteristiche del processo produttivo (ingegnerizzazione = rendere producibile un prodotto)



la qualità nasce dal progetto (questa non riesco a misurarla) e poi si riflette sul prodotto (bisogna misurare i difetti)

es. indicatori            valore pezzi non conformi / valore totale pezzi prodotti  
                                   valore interventi assistenza / fatturato

3) SERVIZIO

difficilmente misurabile perché è soggettivo  
 bisogna individuare alcune caratteristiche:

- disponibilità (si riferisce a qualcosa di passivo)  
                                   il cliente riceve la merce che richiede nelle quantità pattuite e nei tempi voluti
- velocità (prestazione assoluta)  
                                   le aziende competono sempre meno sul prezzo e sulla conformità e sempre più sulla velocità
- puntualità: capacità di mantenere le promesse  
                                   fattore determinante per il sincronismo, importantissimo nei sistemi produttivi complessi (in produzione asincronicità significa fare scorte)

es. indicatore disponibilità            livello di servizio =  $\frac{\text{numero richieste evase}}{\text{numero totale richieste}} \%$

#### 4) FLESSIBILITA'



- essere capaci di adattarsi ai cambiamenti che si verificano (fare quello che si vuole non è creatività, la creatività nasce all'interno del rispetto dei vincoli)

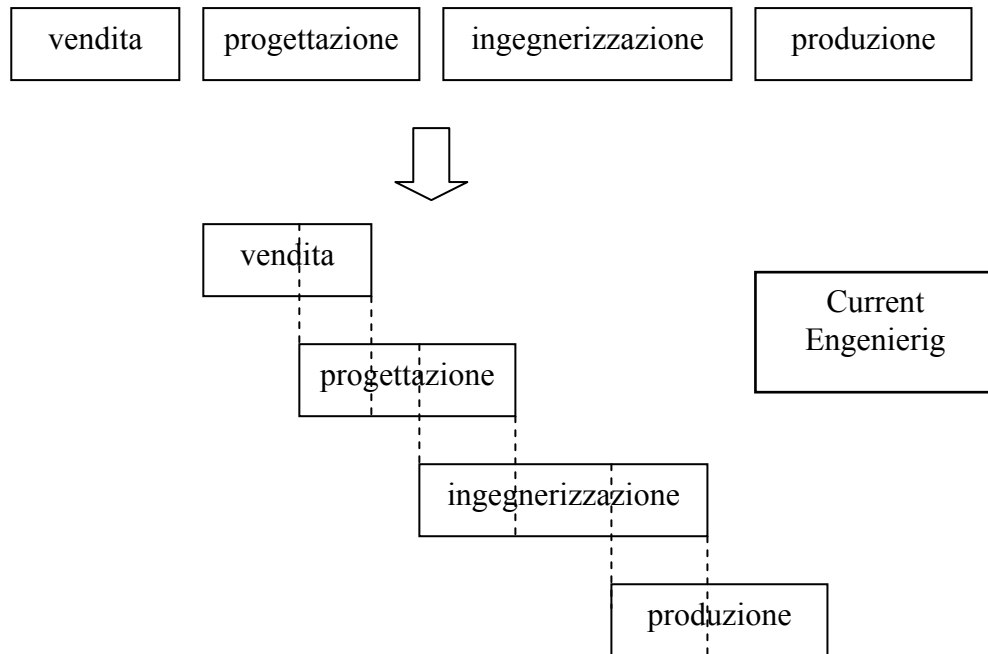
nel caso dei sistemi produttivi la flessibilità ha un ulteriore vincolo: i costi (bisogna cambiare continuando a garantire un buon livello di servizio e realizzando un certo reddito)

la flessibilità è una prestazione naturale che si è in grado di ripetere

quanta più la situazione è di emergenza, tanto più richiede una forte strutturazione delle azioni da intraprendere (davanti all'emergenza non si improvvisa, servono regole ferree che permettono di reagire prontamente)

- la flessibilità può essere applicata a 4 livelli:
  - a) al mix dei prodotti
  - b) ai volumi (elasticità)
  - c) al prodotto (essere in grado di sviluppare e lanciare su mercato nuovi prodotti in tempi brevi)
  - d) al piano di produzione (tanto più flessibile è il piano di produzione, quanto meno preavviso serve per cambiarlo)
- caratteristiche aziendali che supportano la flessibilità (caratteristiche per essere flessibili):
  - a) impianti
    - macchine versatili (possibilità di fare un prodotto su diverse macchine)
    - tempi di set up (attrezzaggio) brevi
  - manodopera
    - persone con molte competenze (despecializzati)
    - persone addestrate ad imparare e ad autocontrollarsi
  - materiali
    - stessi materiali per diversi prodotti (standardizzazione)
    - es. maglioni benetton
  - b) impianti
    - avere capacità di riserva ossia accettare che mediamente gli impianti non siano saturi
  - manodopera
    - possibilità di fare straordinari
  - c)
    - patrimonio competenze dell'ufficio progettazione (base di dati, sistemi cad, PDM product data management)
    - disciplina organizzativa e standardizzazione del modo in cui si crea
      - evitare la proliferazione di varianti dello stesso prodotto
      - preventivi (evitare di indovinare i costi)

- indicatori: time to market = tempo che intercorre tra l'istante in cui penso un prodotto e l'istante in cui lo metto sul mercato
- parallelizzazione tra le fasi di progettazione vera e propria e ingegnerizzazione:



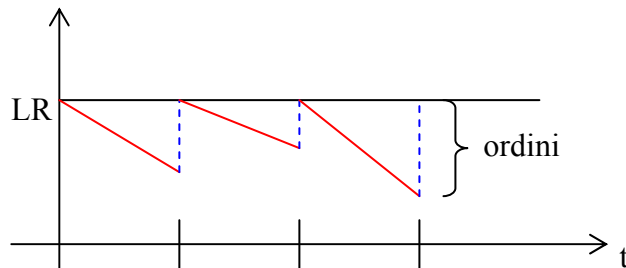
→ bisogna lavorare assieme e non a compartimenti

- d) capacità di cambiare velocemente il piano di produzione
- capacità di gestire l'informazione (controllo avanzamento produzione efficiente)
  - nel rolling la flessibilità del piano è tanto maggiore quanto minore è il periodo congelato

## MODELLI PER LA GESTIONE DELLE SCORTE

- 1) a tempo fisso
- 2) a quantità fissa

### 1) A TEMPO FISSO



prefissiamo degli intervalli di tempo nei quali verifichiamo il livello di scorte presenti in magazzino e emettiamo un ordine pari alla differenza tra il livello di reintegro (quantità di scorte che vogliamo siano in magazzino) e le giacenze

ipotizziamo che il reintegro sia istantaneo: corrisponde al caso reale della tentata vendita (il fornitore si presenta al cliente a predeterminate scadenze come nel caso dei latticini)

bisogna fissare 2 parametri:

- il tempo
- il livello di reintegro LR

Hp: domanda nota e costante in un certo periodo

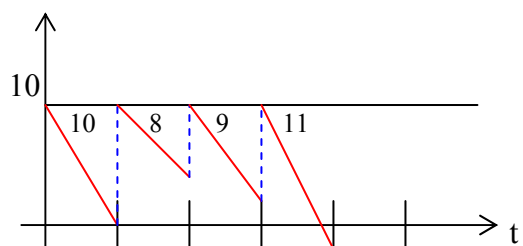
→ si assume come LR la domanda media in un certo periodo

ES.

$D = 10 \quad 8 \quad 9 \quad 11 \quad 12$

$LR = 10$

intervallo temporale: settimana

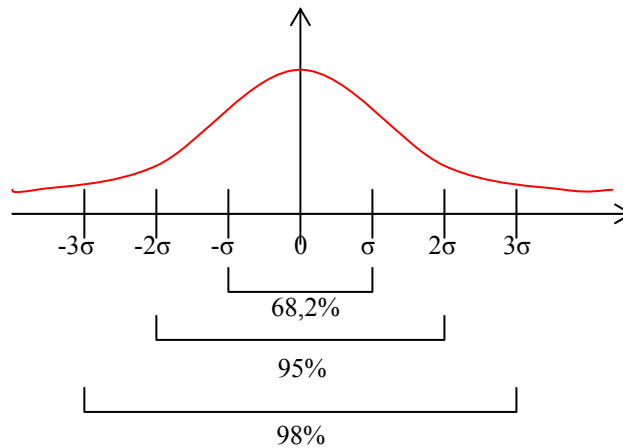


prendendo come LR la domanda media non riesco ad evadere gli ordini nelle settimane in cui D è maggiore della media

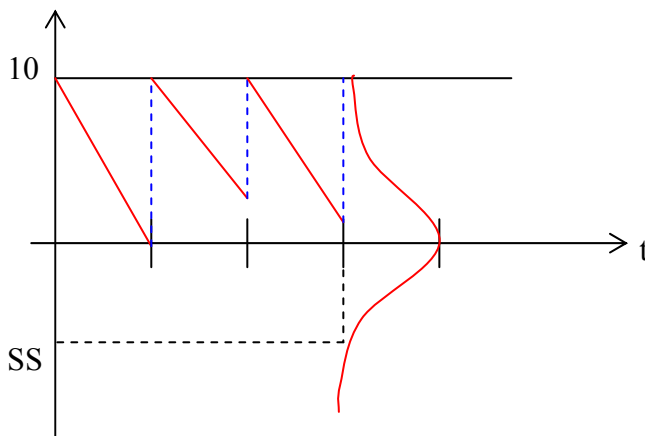


necessità di fare scorte di sicurezza

scorte di sicurezza



se ipotizzo che la domanda abbia distribuzione normale, posso vederla così:



la domanda ha una distribuzione normale di v.m. 10 quindi se assumo come LR la domanda media soddisfo solamente il 50% delle possibili richieste

→ SS scorte di sicurezza: servono per aumentare il grado di servizio (la possibilità di evadere quantità di ordini sopra la media) individuo la dimensione di queste scorte in base alla % di richieste che voglio soddisfare

↓  
data la percentuale di servizio voluta, cerco la corrispondente area sottesa dalla gaussiana nelle tabelle (libro pag. 653) e ricavo il valore  $z$  che poi moltiplico per la deviazioni std (perché le tabelle si riferiscono a  $N(0,1)$ )

ES. livello di servizio voluto 95%

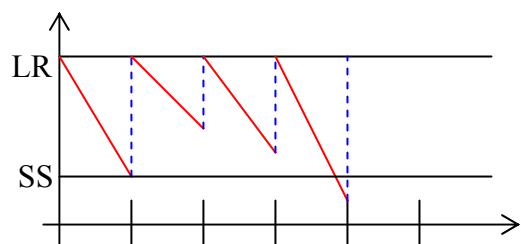
cerco nella tabella 0,45

$$z = 1,645$$

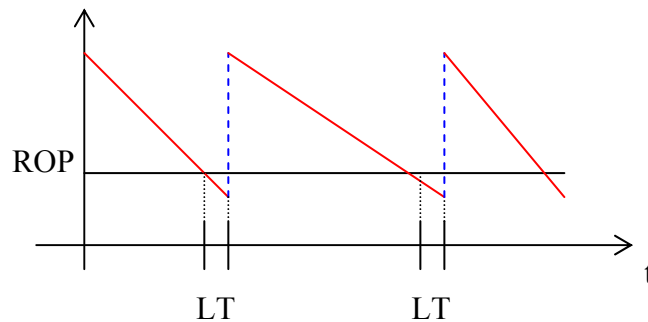
$$\sigma = 1,5$$

$$SS = \sigma \cdot z = 2,46$$

$$LR = \overline{D} + SS$$



2) A QUANTITA' FISSA (o metodo del punto di riordino ROP)



$$ROP = \overline{D_u} \cdot LT + SS = \overline{D_u} \cdot LT + z \cdot \sigma \cdot \sqrt{LT}$$

$\overline{D_u}$  domanda media nell'unità di tempo

Hp: lead time del fornitore LF fisso

→ indipendentemente dal tasso di consumo calcolo la quantità di scorte che serve per coprire il lead time del fornitore

ES.  $D_{\text{annuale}} = 3200 \text{ l}$                        $D_{\text{giornaliera}} = 10 \text{ l/gg}$   
 $LT = 15 \text{ gg}$

→ devo assicurarmi di avere  $10 \cdot 15 = 150 \text{ l}$

livello di servizio voluto 95%               $\sigma = 5$

$ROP = 10 \cdot 15 + 1,65 \cdot 5 \sqrt{15} = 181,8$

↓

quando scendo sotto questa quantità faccio partire l'ordine

- per determinare la quantità da ordinare usiamo il seguente criterio :

MODELLO DEL LOTTO ECONOMICO DI WILSON

LOTTO = quantità da ordinare che minimizza i costi totali di gestione delle scorte in un periodo di tempo

- Hp:
- domanda nota, costante, senza stagionalità
  - costo emissione ordini costante (indipendente dalle quantità ordinate)
  - tasso del costo del mantenimento scorte costante
  - acquisizione del lotto istantanea
  - tasso esaurimento scorte costante
  - costo unitario costante (no economie di scala o sconti di quantità)

- i costi totali della gestione scorte sono composti da 3 voci:

1) costo emissione ordini

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{numero ordini} = D/Q \\ \text{quantità ordinate } Q \\ \text{costo emissione di un ordine } S \end{array} \right.$$

$$\text{costo totale emissione ordini} = S \cdot D / Q$$

2) costo mantenimento prodotti in magazzino

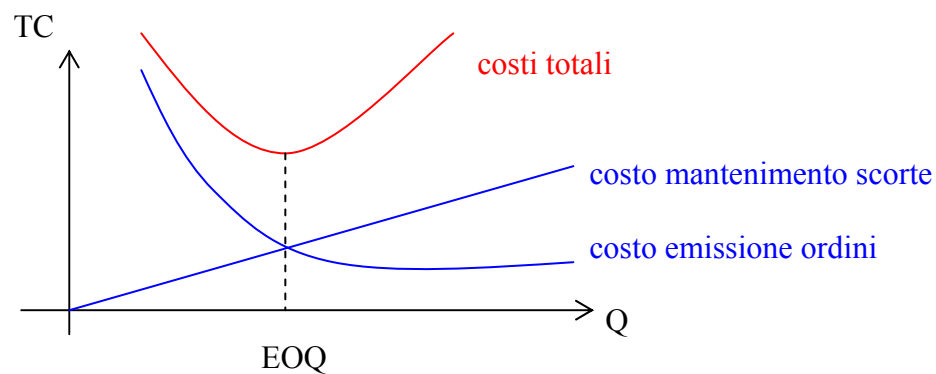
$$\left\{ \begin{array}{l} \text{tasso di mantenimento a scorta } I \\ \text{costo unitario del prodotto } C \\ \text{quantità media delle giacenze in magazzino } Q/2 \end{array} \right.$$

$$\text{costo mantenimento a scorta unitario} = I \cdot C$$

$$\text{costo mantenimento a scorta totale} = I \cdot C \cdot Q / 2$$

3) costo dei prodotti acquistati =  $D \cdot C$

$$\text{costo totale gestione scorte} = S \cdot D/Q + I \cdot C \cdot Q/2 + D \cdot C$$



per trovare il minimo pongo:

$$\frac{d(S \cdot D/Q + I \cdot C \cdot Q/2 + D \cdot C)}{dQ} = 0$$

$$\text{risolvendo} \quad -S \cdot D / Q^2 + I \cdot C / Q = 0$$

quindi:

$$Q = \sqrt{2 \cdot D \cdot S / I \cdot C}$$

lotto economico EOQ

in realtà EOQ più che un singolo punto è una zona in quanto c'è un intorno di punti in cui la curva è costante

• ES. 1

$$C = 4 \$$$

$$D_{\text{annuale}} = 5000$$

$$I = 0,5$$

$$S = 100 \$$$

$$EOQ = \sqrt{[2 \cdot 5000 \cdot 100 / (0,5 \cdot 4)]} = 707$$

$$TC = 100 \cdot 5000 / 707 + 0,5 \cdot 4 \cdot 707 / 2 + 5000 \cdot 4$$

$$= 707 + 707 + 2000 = 21414$$



è una coincidenza che siano uguali a Q  
mentre sono sempre uguali tra loro (punto in cui si incontrano i grafici)

• ES. 2

$$C = 6 \$$$

$$EOQ = 577$$

$$TC = 866,5 + 865,5 + 30000 = 31732$$



non sono identici perché ho arrotondato l'EOQ

• ES. 3      fornitore con sconti quantità

| Q           | prezzo unitario |
|-------------|-----------------|
| 0 - 99      | 4               |
| 110 - 499   | 3,80            |
| 500 - 999   | 3,60            |
| più di 1000 | 3,40            |

calcolo EOQ nelle varie fasce

|                       |   |
|-----------------------|---|
| $EOQ_{>1000} = 767$   | non va bene perché in questa fascia dovrei comprare più di 1000 pezzi |
| $EOQ_{500-900} = 745$ | va bene   |

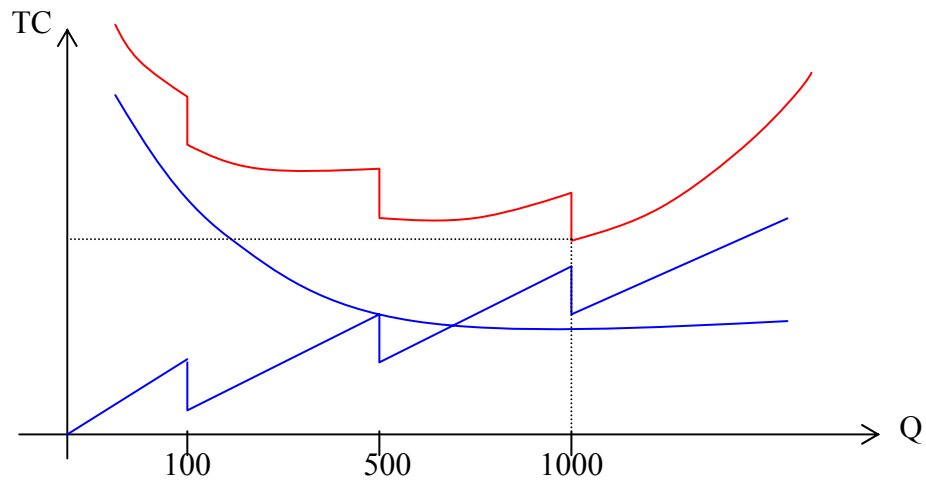
calcolo i costi totali di gestione scorte nelle diverse fasce

$$TC_{500-900} = 19342 \$$$

$$TC_{>1000} = 18350 \$$$

quindi 1000 è la quantità che minimizza i costi totali di gestione scorte

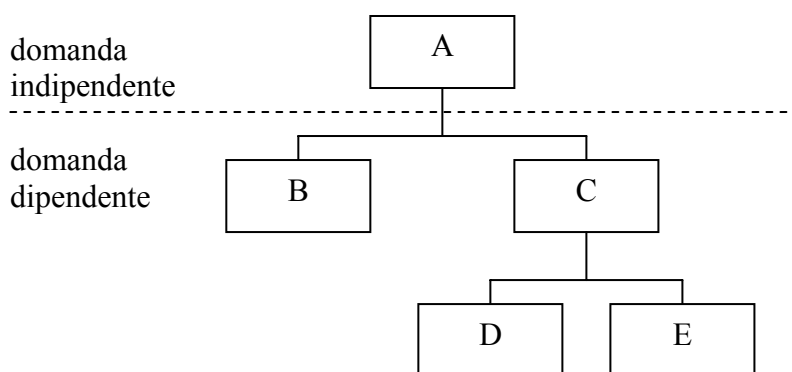
la causa è che il termine  $I \cdot C \cdot Q / 2$  non è lineare ma ha 3 punti di discontinuità



### Considerazioni sulla tecnica del punto di riordino

- metodo semplice
- devono essere verificate molte ipotesi
- utile per gli articoli che compro con continuità (non va bene per gli articoli che compro raramente perché non si riesce a stimare il consumo medio)
- difetto fondamentale: non tiene conto della distinta base

#### DISTINTA BASE



la tecnica del punto di riordino considera tutti gli articoli tra loro indipendenti (non divide domanda indipendente e dipendente)

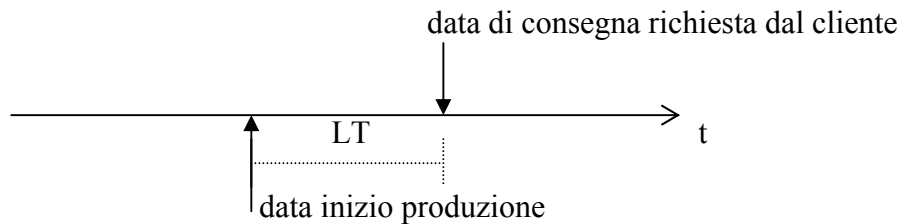
per ogni articolo viene fissato un punto di riordino → rischio di sovradimensionamento

per acquistare meno scorte è necessario avere maggiori informazioni sugli articoli (se gestisco poche informazioni su un articolo tendo ad acquistare più scorte a causa dell'incertezza)

**MRP** Material Requirement Planing (evoluzione ERP)

tecnica che tiene conto della distinta base

- algoritmo fondamentale:



si base sul concetto di pianificazione all'indietro, ossia preso il LT lo si posiziona vicino al tempo di consegna al cliente e si ricava l'istante di inizio produzione: l'idea di fondo è quella di produrre al più tardi rimanendo entro i termini di consegna

difficile da applicare:

- richiede molte informazioni
- è un caso particolare di elaborazione complessa: se si inseriscono dati anche lievemente sbagliati, nel risultato l'errore aumenta esponenzialmente
- è difficile tenere aggiornata la base di dati (manutenzione del dato)

condizioni per applicare l'MRP:

- 1) lavoro di preparazione all'interno dell'azienda affinché le persone inseriscano la manutenzione del dato nella loro routine di lavoro
- 2) focalizzarne l'uso solo sulle cose che sono più difficili da gestire (un sistema complicato va usato solo su problemi difficili da gestire)

- passi algoritmo MRP:

- 1) esplosione della distinta base (calcolo fabbisogno lordo)  
 si parte dalla domanda indipendente e tramite i coefficienti di impiego si trova il fabbisogno di componenti (fabbisogno codice padre \* coeff di impiego del codice figlio)
- 2) nettificazione del fabbisogno lordo  
 calcolare quanti componenti (figli) devo acquistare in base a:
  - quanti ne ho in magazzino
  - quanti ne ho già ordinato e non sono ancora prenotati (disponibili alla data)

$$FN = FL - DIS_{MAG} - DISP_{DATA}$$

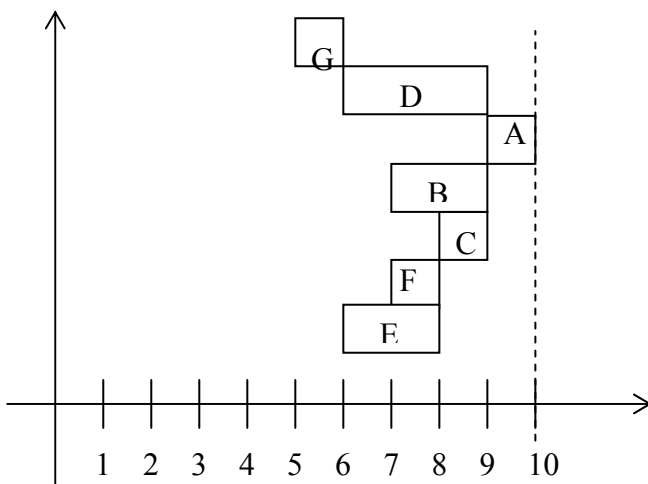
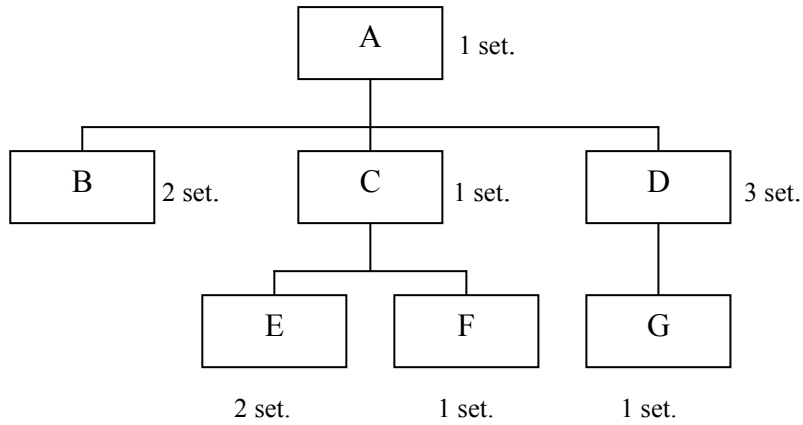
Fabbisogno netto = fabbisogno lordo - disponibilità a magazzino - disponibilità alla data

3) allocazione degli ordini nel tempo

decidere la data in cui iniziare la produzione:

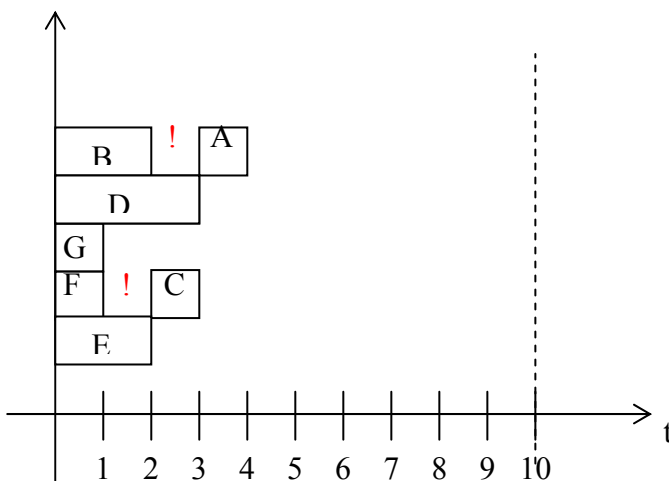
si basa sul meccanismo di programmazione all'indietro allo scopo di minimizzare le scorte in magazzino

ES.



**BACKWARD SCHEDULING**  
(schedulazione all'indietro)  
o programmazione al più tardi

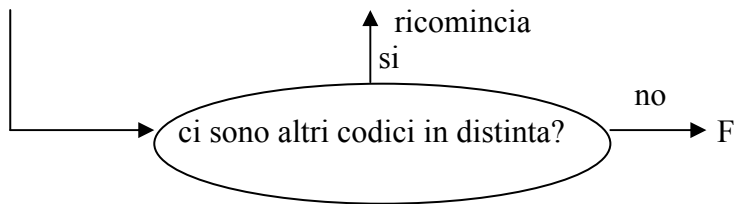
ES. programmazione in avanti



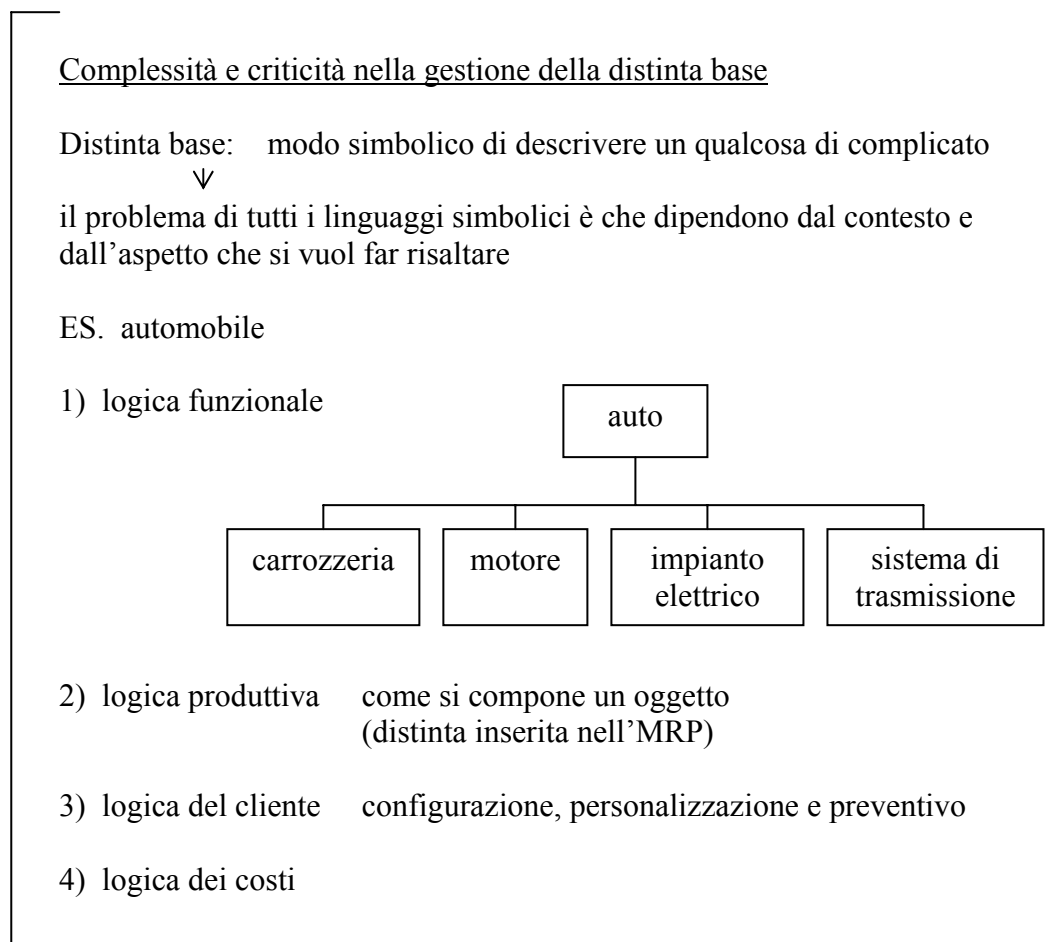
**FORWARD SCHEDULING**  
(schedulazione in avanti)  
o programmazione al più presto

la programmazione in avanti non è ottimale perchè richiamo i componenti molto prima che vengano effettivamente usati, tenendoli poi fermi in magazzino

l'MRP è un algoritmo ricorsivo che percorre tutta la distinta base dall'alto verso il basso

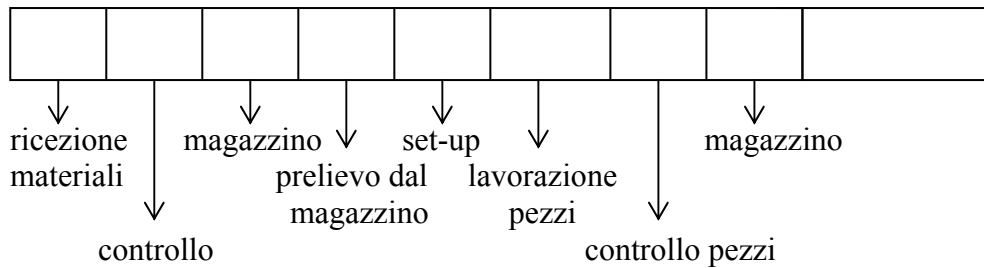


- all'interno di un'azienda la distinta base è fondamentale (condiziona tutto il processo produttivo)



- nell'algoritmo dell'MRP non è previsto un controllo di capacità (ragiona a capacità infinita)
  - a grandi linee ne ho già tenuto conto nella pianificazione aggregata e nel MPS
  - inoltre l'MPS tiene conto della capacità indirettamente anche attraverso il lead time

struttura di lead time produttivo:



nella maggior parte delle aziende produttive il LT è prevalentemente costituito da periodi di tempo durante i quali il prodotto resta fermo in attesa di essere lavorato

la maggior parte del LT è costituito da tempi di coda (implicitamente si tiene conto della capacità)

→ quindi l'MRP ragiona a capacità infinita ma nei suoi input (MPS e LT) è implicito il controllo di capacità

(attenzione: qualcuno chiama MRP quello che noi abbiamo chiamato CRP per noi l'MRP è un modo per fare la PFLS)

- bisogna comunque prevedere un controllo ulteriore di capacità (CRP): quando si va nel dettaglio le considerazioni medie, che vanno bene per una pianificazione ad ampio spettro, non sono sufficienti perché la realtà operativa è fatta da continui disturbi

mettendo assieme la variabilità della domanda con la variabilità della capacità nel breve (fatti contingenti), può accadere che:

1. anche su centri di lavoro non critici si verificano degli intasamenti
2. nonostante gli sforzi fatti per "spianare" a priori il carico di lavoro sui colli di bottiglia (pianificazione aggregata) anche su questi si possono verificare dei sovraccarichi

le considerazioni medie non salvaguardano dai disturbi contingenti

- 2 sistemi fondamentali per la gestione delle scorte:

- punto di riordino
- MRP

solo i prodotti costosi o complicati vanno gestiti con l'MRP  
articoli che costano poco o che consegnano con cadenza costante vanno gestiti con la tecnica del punto di riordino

i sistemi software che fanno l'MRP sono parametrizzabili anche per gestire prodotti con la tecnica del punto di riordino

## INDICE DI ROTAZIONE DELLE SCORTE

Il magazzino è un luogo di transito e il tempo di permanenza delle merci all'interno del magazzino è un indicatore di come sono gestite le scorte

$$\text{indice di rotazione delle scorte } T = \frac{\text{uscite in un periodo } t}{\text{giacenze}}$$

se T è basso ( $T \leq 3$ ) → il flusso produttivo non è scorrevole

se T è alto ( $T > 3$ ) → il flusso produttivo è scorrevole, i prodotti si fermano poco in magazzino

- l'indice T si può fare a quantità o a valore (costi)



$$T = \frac{\text{costo beni venduti in un periodo } t}{\text{valore medio giacenze nel periodo}}$$

- l'indice di rotazione delle scorte può essere applicato anche separatamente alle materie prime, ai semilavorati e ai prodotti finiti

$$T_{RM} = \frac{\text{costo acquisto materie prime in un periodo}}{\text{valore materie prime giacenti in magazzino}}$$

indice rotazione  
materie prime

$$T_{WIP} = \frac{\text{costo di produzione dei semilavorati}}{\text{valore semilavorati giacenti in magazzino}}$$

indice rotazione  
semilavorati  
(WIP = work in  
progress)

$$T_{FGI} = \frac{\text{costo aggiuntivo per mantenere a scorta i prodotti finiti}}{\text{valore prodotti finiti giacenti in magazzino}}$$

indice rotazione  
prodotti finiti  
(FGI = finish goods  
inventory)

- ES.

vendite annuali 1000 unità  
 costo di produzione unitario 30 \$  
 valore giacenza media annuale 6000 \$

$$T = 30 \cdot 1000 / 6000 = 5$$

valore giacenza media materie prime 1500 \$  
 valore giacenza media semilavorati 3000 \$  
 valore giacenza media prodotti finiti 1500 \$

costo acquisto materie prime 14000 \$  
 costo di produzione 12000 \$  
 costo addizionale per mantenere a scorta i prodotti finiti 4000 \$

$$T_{RM} = 14000 / 1500 = 9,3$$

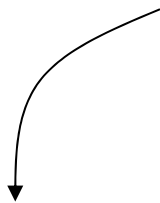
$$T_{WIP} = 12000 / 3000 = 4$$

$$T_{FGI} = 4000 / 1500 = 2,7$$

- supponiamo di avere 10 prodotti

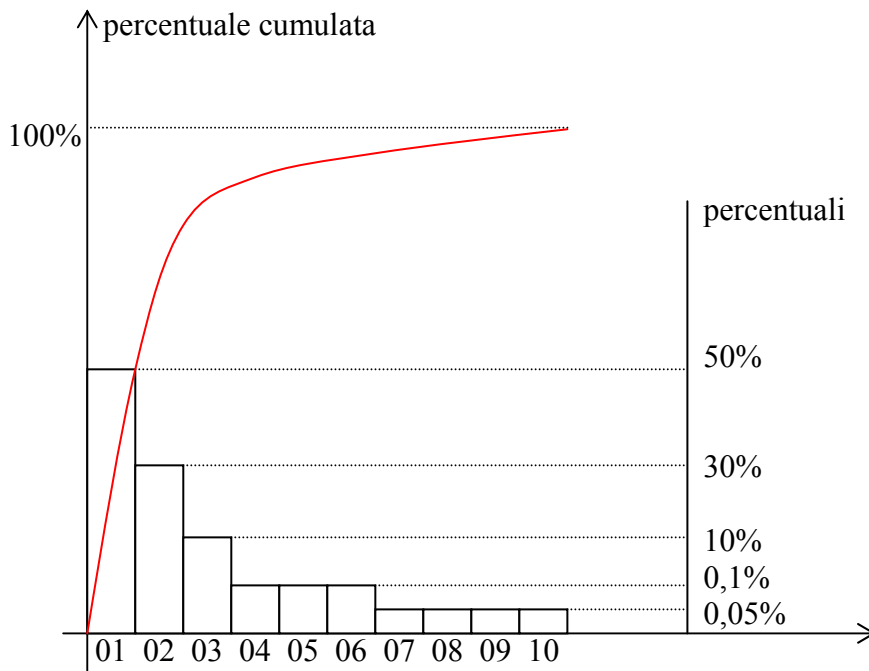
**LEGGE DELLE PRIORITA'** (o legge di Pareto):  
 la ricchezza è concentrata nelle mani di pochi

→ in qualsiasi attività esistono pochi elementi importanti e molti di scarsa rilevanza (bisogna rilevare quei pochi importanti)



ordiniamo le linee di prodotti per fatturato decrescente

| cod. prod. | valore fatturato |
|------------|------------------|
| 01         | 550              |
| 02         | 300              |
| 03         | 100              |
| 04         | 10               |
| 05         | 10               |
| 06         | 10               |
| 07         | 5                |
| 08         | 5                |
| 09         | 5                |
| 10         | 5                |
|            | <hr/>            |
|            | 1000             |



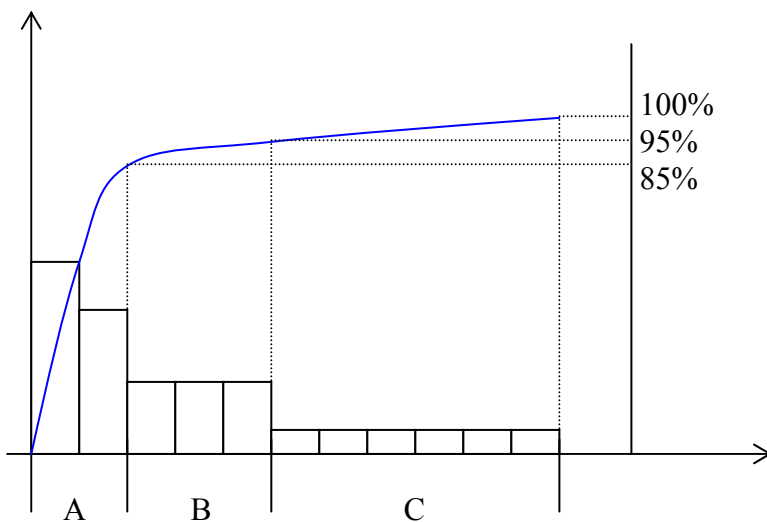
ANALISI ABC (variante dell'analisi di Pareto)

si individuano delle percentuali che permettono di dividere i prodotti in classi

- classe A: pochi prodotti che rappresentano gran parte del fatturato
- classe B: classe intermedia
- classe C: tanti prodotti che rappresentano poco fatturato

per determinare le classi si individuano delle percentuali soglia tra una classe ed un'altra

Es. 85% 95% 100%



si ordinano i prodotti per fatturato decrescente e si calcolano le percentuali di fatturato di ciascun prodotto; poi si calcola la percentuale cumulata: i prodotti sommati fino a che la percentuale cumulata non raggiunge la prima soglia costituiscono la classe A e così via

individuare le classi di prodotti si deve poi intervenire nella gestione del magazzino

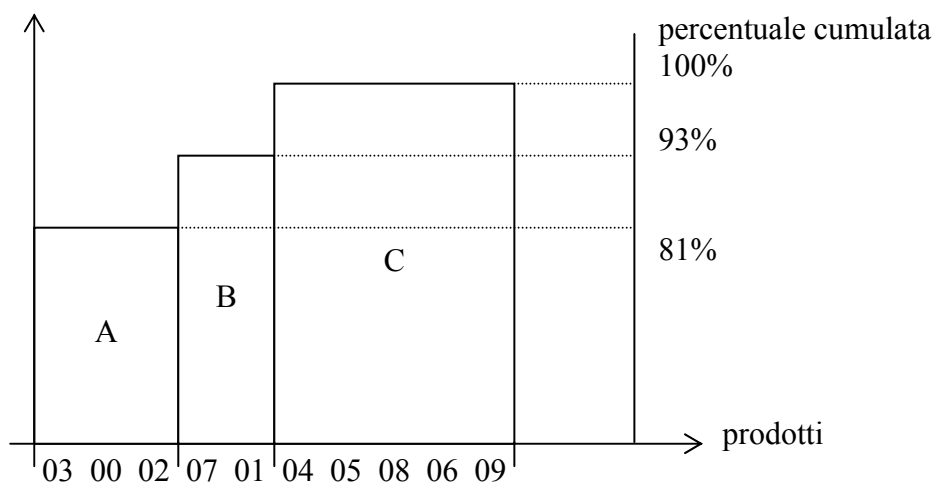
- normalmente si usa l'ANALISI ABC INCROCIATA  
mette assieme due analisi ABC una a fatturato e una a scorte

ES.

| Cod. prod. | fatturato | quantità scorte<br>in magazzino |
|------------|-----------|---------------------------------|
| K00        | 500       | 320                             |
| K01        | 110       | 20                              |
| K02        | 400       | 20                              |
| K03        | 2000      | 100                             |
| K04        | 75        | 30                              |
| K05        | 75        | 500                             |
| K06        | 50        | 15                              |
| K07        | 300       | 90                              |
| K08        | 60        | 25                              |
| K09        | 20        | 15                              |
|            | 3640      | 1135                            |

analisi per fatturato

| Cod. prod. | fatturato | percentuale | percentuale cumulata |            |
|------------|-----------|-------------|----------------------|------------|
| K03        | 2000      | 54,95       | 54,95                | } classe A |
| K00        | 550       | 15,11       | 70,05                |            |
| K02        | 400       | 10,99       | 81,04                |            |
| K07        | 300       | 8,24        | 89,29                | } classe B |
| K01        | 110       | 3,02        | 92,31                |            |
| K04        | 75        | 2,06        | 94,37                | } classe C |
| K05        | 75        | 2,06        | 96,43                |            |
| K08        | 60        | 1,65        | 98,08                |            |
| K06        | 50        | 1,37        | 99,45                |            |
| K09        | 20        | 0,55        | 100,00               |            |

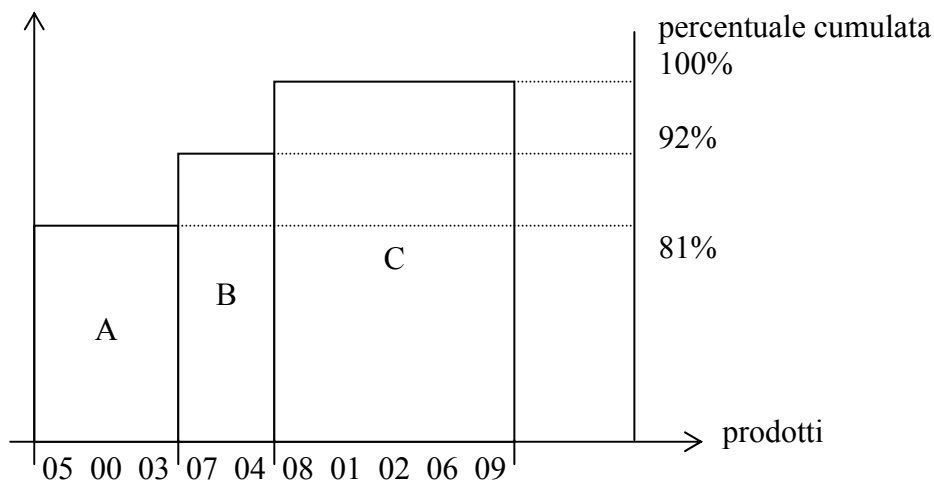


| CLASSE | perc. fatt. | perc. cumulata | n. articoli | perc. articoli |
|--------|-------------|----------------|-------------|----------------|
| A      | 81%         | 81%            | 3           | 30%            |
| B      | 11%         | 92%            | 2           | 20%            |
| C      | 8%          | 10%            | 5           | 50%            |

analisi per scorte

| Cod. prod. | scorte | percentuale | percentuale cumulata |            |
|------------|--------|-------------|----------------------|------------|
| K05        | 500    | 44,05       | 44,05                | } classe A |
| K00        | 320    | 28,19       | 72,25                |            |
| K03        | 100    | 8,81        | 81,06                |            |
| K07        | 90     | 7,93        | 88,99                | } classe B |
| K04        | 30     | 2,64        | 91,63                |            |
| K08        | 25     | 2,20        | 93,83                | } classe C |
| K01        | 20     | 1,76        | 95,59                |            |
| K02        | 20     | 1,76        | 97,36                |            |
| K06        | 15     | 1,32        | 98,68                |            |
| K09        | 15     | 1,32        | 100,00               |            |

| CLASSE | perc. scorte | perc. cumulata | n. articoli | perc. articoli |
|--------|--------------|----------------|-------------|----------------|
| A      | 81%          | 81%            | 3           | 30%            |
| B      | 11%          | 92%            | 2           | 20%            |
| C      | 8%           | 10%            | 5           | 50%            |



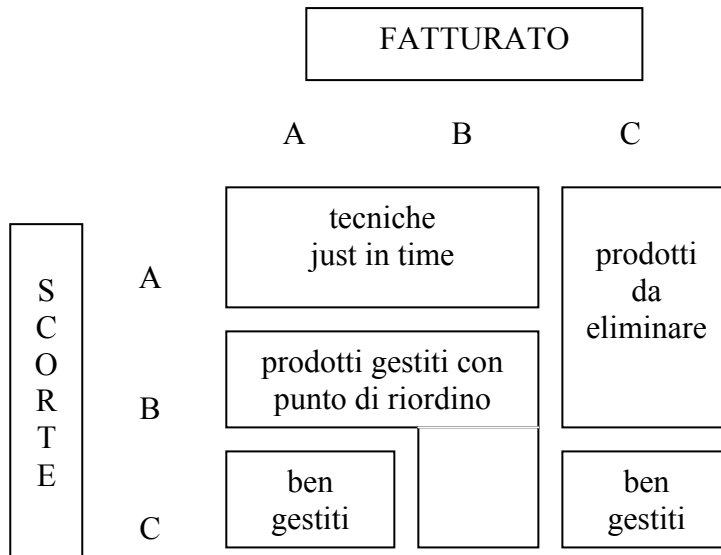
metto assieme i risultati delle due analisi in una matrice

|                            |   | FATTURATO  |     |                   |
|----------------------------|---|------------|-----|-------------------|
|                            |   | A          | B   | C                 |
| S<br>C<br>O<br>R<br>T<br>E | A | K03<br>K00 |     | K05               |
|                            | B |            | K07 |                   |
|                            | C | K02        | K01 | K06<br>K08<br>K09 |

- classe A fatt. A scorte: prodotti importanti e non ben gestiti (ne ho troppi in magazzino) bisogna ridurre le giacenze di questi prodotti
- classe A fatt. C scorte: prodotti importanti e ben gestiti (ne ho pochi in magazzino) siccome il prodotto è importante devo fare attenzione a non perdere vendite per mancanza di prodotti in magazzino (rotture di stock)
- classe C fatt. C scorte: prodotti poco importanti e ben gestiti
- classe C fatt. A scorte: prodotti la cui presenza è inutile e fastidiosa rendono poco e costano molto in termini di gestione scorte, devo cercare di eliminarli (caso particolare: prodotti nuovi che devo ancora lanciare: non sono un problema)

- le altre sono situazioni intermedie (posso decidere a quali situazioni accorparli)

- schema di riferimento analisi ABC incrociata



- ES. 1 industria elettronica

componenti usati all'anno 150000  
prezzo unitario componenti 3 \$  
costo processare un ordine 50 \$  
tasso annuale mantenimento scorte 20%  
lead time di approvvigionamento 5 gg

supponiamo consumo costante durante tutto l'anno

- a) quanti componenti alla volta conviene ordinare?

$$Q = \sqrt{[2 \cdot 150000 \cdot 50 / (0,2 \cdot 3)]} = 5000$$

- b) quanti ordini all'anno conviene effettuare?

$$\text{numero ordini} = 150000 / 5000 = 30$$

- c) qual'è il livello di riordino?

$$\text{ROP} = (150000 / 360) \cdot 5 = 2083$$

- d) qual è il valore medio delle giacenze?

$$\text{giacenza media} = 5000 / 2 = 2500$$

- supponiamo di volere un livello di servizio del 90%

|           |     |     |     |     |     |     |     |     |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| periodo   | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   |
| consumo   |     |     |     |     |     |     |     |     |
| effettivo | 350 | 470 | 312 | 425 | 210 | 450 | 520 | 611 |

- a) quale dovrebbe essere la scorta di sicurezza necessaria per garantire il livello di servizio richiesto?

$$\sigma = 117,55$$

$$z = 1,28$$

$$SS = z \cdot \sigma \cdot \sqrt{LT} = 336$$

- b) qual'è il valore medio delle giacenze?

$$\text{giacenze medie} = EOQ/2 + SS = 2836$$

• ES. 2

domanda di un prodotto x in un anno

| mese | domanda | mese | domanda |
|------|---------|------|---------|
| 1    | 5000    | 7    | 5850    |
| 2    | 4700    | 8    | 6000    |
| 3    | 6000    | 9    | 4200    |
| 4    | 4250    | 10   | 5000    |
| 5    | 4000    | 11   | 5400    |
| 6    | 6300    | 12   | 5500    |

- a) quale dovrebbe essere la scorta di sicurezza necessaria per garantire il livello di servizio del 90%?

- c) come variano le scorte di sicurezza in funzione dei seguenti livelli di servizio: 80%  
85% 90% 95% 98% 99%

$$\sigma = 781$$

| LS  | z    | SS   |
|-----|------|------|
| 80% | 0,84 | 656  |
| 85% | 1,04 | 812  |
| 90% | 1,28 | 1000 |
| 95% | 1,65 | 1289 |
| 98% | 2,05 | 1601 |
| 99% | 2,31 | 1804 |

# PRODUZIONE JUST IN TIME

la produzione just in time è il modo più efficiente di produrre se sono verificate una serie di ipotesi

questa tipologia di produzione avrà sempre più importanza nel futuro perché non è più possibile abbassare i costi della manodopera, rendere le aziende competitive agendo sulla leva del cambio e quindi l'unica via è ridurre gli sprechi.



## Produzione just in time:

modalità di organizzazione per ottenere i componenti e i materiali necessari esattamente quando servono (né prima né dopo) ed esattamente nella quantità necessaria

- mira a produrre soltanto ciò che è stato ordinato, sincronizzandosi perfettamente sulla domanda:  
organizzarsi per far sì che niente venga prodotto se il cliente veramente non lo vuole (eliminare a monte tutti gli sprechi)

## evoluzione storica:

- fino agli anni '70  
*modello di Skinner* (per la competitività di un'azienda):  
un'azienda può puntare sull'innovazione, sull'efficienza, sulla velocità, sulla qualità, ossia concentrandosi sui suoi punti di forza
- dopo gli anni '70 ci fu la crisi petrolifera  
l'economia era in declino e c'era il bisogno di aumentare gli utili in una fase economica in cui i fatturati non aumentavano. L'unica soluzione era diminuire i costi ovvero migliorare la gestione delle proprie risorse.

da questa necessità i giapponesi della Toyota inventarono il just in time, ponendosi inizialmente la domanda su quali caratteristiche doveva avere un prodotto per essere comprato dal cliente.

furono individuate 4 caratteristiche fondamentali:

- 1) qualità → studio dei processi e riduzione della loro variabilità (eliminazione delle difettosità a monte, non una volta che il pezzo è prodotto)
- 2) puntualità → individuazione dei fattori (contingenti e strutturali) che possono determinare un ritardo della consegna:

- qualità
- area produttiva, errori di pianificazione  
(ritardo di un fornitore o di un CDL interno)
- gestione delle scorte  
(verifica costante delle scorte in magazzino)
- acquisti  
(scelta dei fornitori giusti)
- area commerciale, errori di previsione  
(tempi burocratici sufficientemente veloci)
- area tecnica, errori di progettazione

3) velocità → riduzione del lead time

4) costi → la riduzione dei costi è conseguenza dell'ottimizzazione dei tre punti precedenti e della costante limatura nel tempo dell'efficienza del sistema produttiva (evitando gli sprechi)

non si tagliano mai i costi in primis perché così non si agisce sulle cause bensì sugli effetti



il just in time non è una tecnica ma è un insieme di tecniche atte a ridurre la variabilità del processo per migliorare il fattore competitivo. Il focus non è più su un singolo aspetto ma è un miglioramento omnidirezionali.



il risultato senza metodo non vale niente, bisogna migliorare il metodo per essere competitivi  
(se il metodo è valido i risultati arrivano con costanza)



per migliorare le prestazioni del sistema bisogna ridurre l'incertezza del processo provocata dalla variabilità acquisendo maggiori informazioni

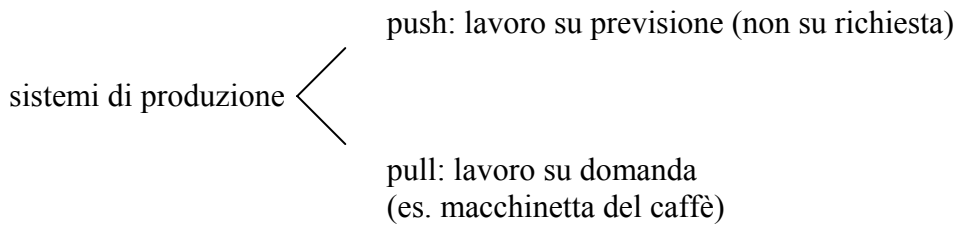


per migliorare una prestazione devo acquisire e gestire maggiori informazioni sul processo di cui voglio migliorare la prestazione  
(analisi dei dati)

è fondamentale che questa logica si propaghi anche ai livelli operativi

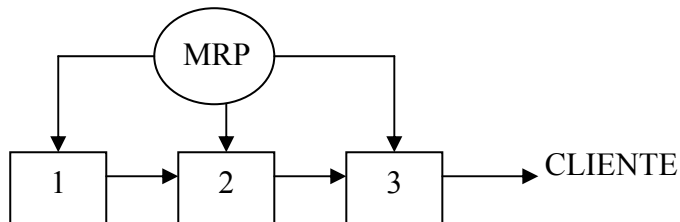
Il JUST IN TIME è un insieme di tecniche, tra cui:

### 1) RIDUZIONE DELLE SCORTE



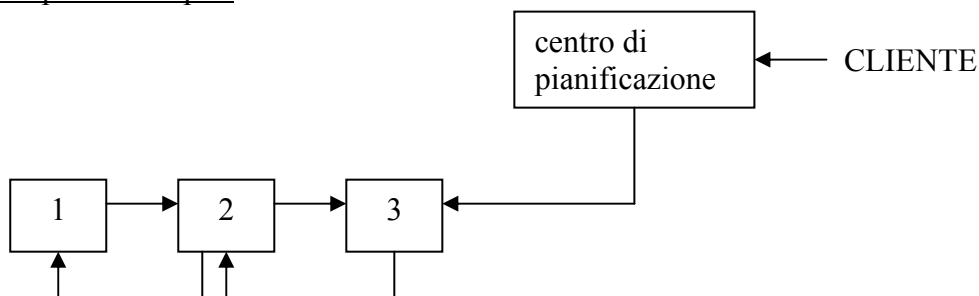
⇒ bisogna organizzare il nostro sistema produttivo affinché sia orientato il più possibile verso un sistema di produzione pull

#### sistema produttivo push



- sistemi:
- preordinati  
(decisione a priori su cosa fare)
  - poco adattivi
  - con controllo centralizzato e complesso

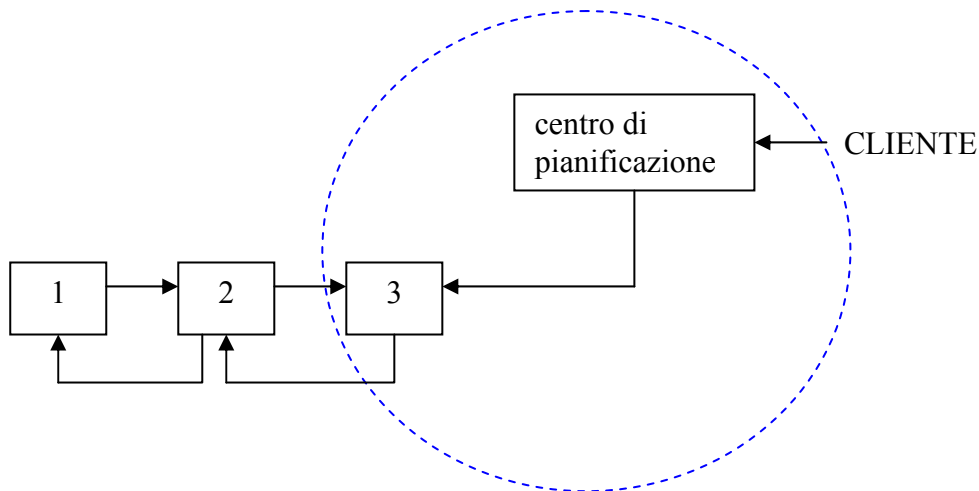
#### sistema produttivo pull



⇒ bisogna adattarsi velocemente alle richieste:

- sistemi di controllo più leggeri e distribuiti  
(spostare il controllo dai piani alti ai piani operativi)
- maggiore uso di operatori preparati

MRP non viene più usato per pianificare allo stesso livello tutto il sistema produttivo ma viene utilizzato solo la zona a stretto contatto con il cliente mentre il resto viene pianificato da altri sistemi



⇒ Il just in time si basa sulle persone e sul rispetto delle persone

## 2) RIDUZIONE DELLA DIMENSIONE DEI LOTTI

- riduzione dei tempi di set-up  
(ossia i tempi fissi necessari per preparare una macchina a produrre)
- i lotti vanno dimensionati perché generano scorte e rallentamenti



bisogna produrre il più possibile con il ritmo del cliente  
(lotti comparati con la dimensione della domanda del cliente)

## 3) LIVELLAMENTO DELLA PRODUZIONE

gestire i colli di bottiglia e rendere prevedibile il loro output al fine di livellare la produzione di tutta la fabbrica

## 4) FLESSIBILITA' DELLE RISORSE PRODUTTIVE

## 5) STANDARDIZZAZIONE DEL LAVORO

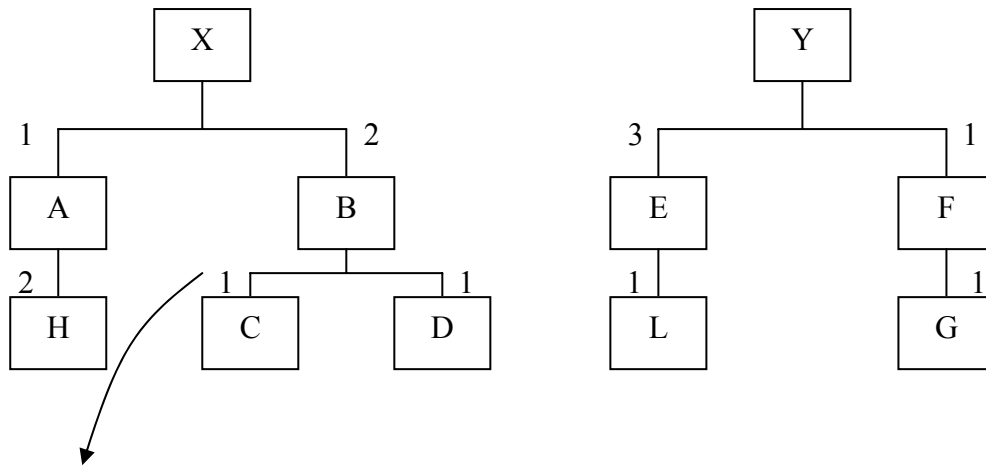
per fare un lavoro con la qualità desiderata, il più velocemente possibile e al minor costo possibile, l'unico modo è standardizzare il lavoro, ricercare il best practice e diffonderlo

## 6) QUALITA'

## 7) VALORIZZAZIONE DELLE PERSONE

## ESERCIZI

1)



coefficienti di impiego:

numero di unità di codice figlio che servono per fare un'unità di codice padre

### LEAD TIME

|   | Lotto da 1 a 5 pezzi | Lotto da 6 a 10 pezzi | Lotto da 11 a 20 pezzi |
|---|----------------------|-----------------------|------------------------|
| X | 1                    | 1                     | 2                      |
| A | 1                    | 1                     | 2                      |
| B | 1                    | 1                     | 2                      |
| C | 1                    | 1                     | 1                      |
| D | 1                    | 2                     | 2                      |
| H | 1                    | 1                     | 2                      |

### LEAD TIME

|   | Lotto da 1 a 5 pezzi | Lotto da 6 a 10 pezzi | Lotto da 11 a 20 pezzi |
|---|----------------------|-----------------------|------------------------|
| Y | 2                    | 3                     | 4                      |
| E | 1                    | 1                     | 1                      |
| F | 1                    | 2                     | 3                      |
| G | 2                    | 4                     | 6                      |
| L | 1                    | 1                     | 2                      |

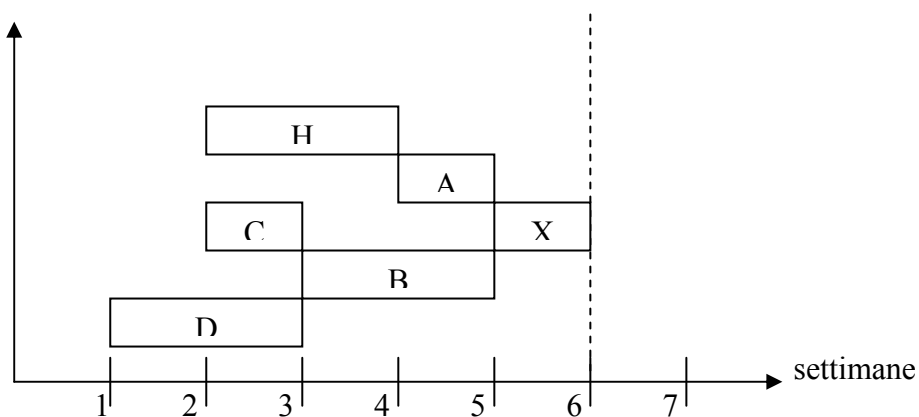
Il cliente chiede 10 unità del prodotto X e 5 unità del prodotto Y per l'inizio della settimana 7

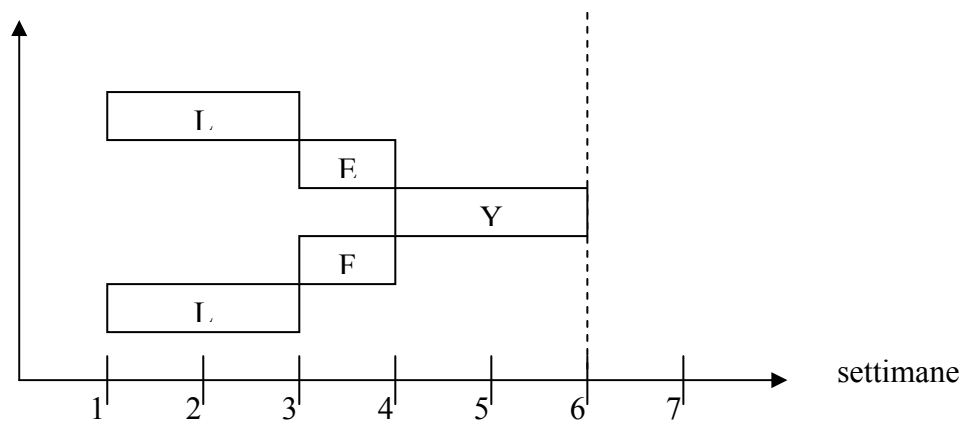
- esplosione della distinta base

| CODICE | QUANTITA' | LEAD TIME (settimane) |
|--------|-----------|-----------------------|
| X      | 10        | 1                     |
| A      | 10        | 1                     |
| B      | 20        | 2                     |
| C      | 20        | 1                     |
| D      | 20        | 2                     |
| H      | 20        | 2                     |

| CODICE | QUANTITA' | LEAD TIME (settimane) |
|--------|-----------|-----------------------|
| Y      | 5         | 2                     |
| E      | 15        | 1                     |
| F      | 5         | 1                     |
| G      | 5         | 2                     |
| L      | 15        | 2                     |

- diagramma di Grant





il LEAD TIME per produrre 10 unità di X è di 5 settimane

il LEAD TIME per produrre 5 unità di Y è di 5 settimane

|   | TEMPO DI LAVORAZIONE<br>minuti | RISORSA |
|---|--------------------------------|---------|
| X | 30                             | R1      |
| A | 45                             | R2      |
| B | 120                            | R2      |
| C | 30                             | R3      |
| D | 60                             | R2      |
| H | acquistato dall'esterno        | -       |

|   | TEMPO DI LAVORAZIONE<br>minuti | RISORSA |
|---|--------------------------------|---------|
| Y | 20                             | R1      |
| E | 90                             | R2      |
| F | 120                            | R2      |
| G | acquistato dall'esterno        | -       |
| L | acquistato dall'esterno        | -       |

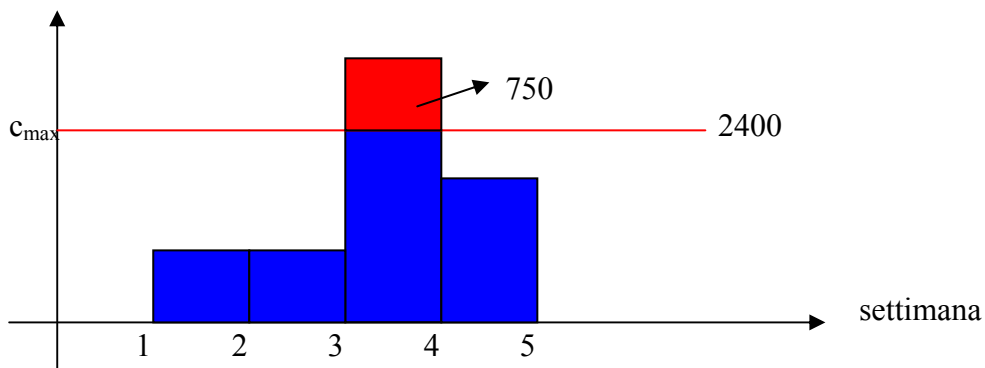


Ogni risorsa è disponibile per 8 ore al giorno per 5 giorni alla settimana, ossia 2400 minuti alla settimana

- calcolare il fabbisogno settimanale di capacità della risorsa R2

|        | SETTIMANA |      |      |       |       |   |
|--------|-----------|------|------|-------|-------|---|
| CODICE | 1         | 2    | 3    | 4     | 5     | 6 |
| A      | -         | -    | -    | -     | 450m  | - |
| B      | -         | -    | -    | 1200m | 1200m | - |
| D      | -         | 600m | 600m | -     | -     | - |
| E      | -         | -    | -    | 1350m | -     | - |
| F      | -         | -    | -    | 600m  | -     | - |
| TOT    | -         | 600m | 600m | 3150m | 1650m | - |

Fabbisogno di capacità



2) per un componente è dato il seguente ciclo di lavoro:

| SEQUENZA |              | Tempo di set up<br>(min) | Tempo di lavorazione<br>(min) | CDL |
|----------|--------------|--------------------------|-------------------------------|-----|
| 1        | TAGLIO       | 15                       | 2                             | 115 |
| 2        | FORATURA     | 30                       | 1                             | 026 |
| 3        | PIEGATURA    | 20                       | 1,5                           | 026 |
| 4        | SALDATURA    | 25                       | 3                             | 115 |
| 5        | ASSEMBLAGGIO | –                        | 5                             | 115 |

le ore disponibili alla settimana di un centro di lavoro sono:

| CDL | ORE |
|-----|-----|
| 115 | 80  |
| 026 | 40  |

l'MRP ha prodotto la seguente programmazione:

| SETTIMANA | 1   | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   | 7   | 8   | 9   | 10  | 11  |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| QUANTITA' | 200 | 400 | 300 | 100 | 300 | 400 | 200 | 200 | 400 | 300 | 200 |

Calcolare il carico settimanale dei centri di lavoro in ore e rappresentarlo graficamente evidenziando eventuali sovraccarichi

Applico la seguente formula ad ogni settimana:

$$\frac{t_{\text{setup}}(\text{min}) + t_{\text{lavorazione}}(\text{min}) \times \text{quantità}}{60}$$

| SETTIMANA | 1   | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7   | 8   | 9    | 10   | 11  |
|-----------|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|------|------|-----|
| CDL 115   | 34  | 63,3 | 50,7 | 17,3 | 50,7 | 63,3 | 34  | 34  | 67,3 | 50,7 | 34  |
| CDL 026   | 9,2 | 17,5 | 13,3 | 5    | 13,3 | 17,5 | 9,2 | 9,2 | 17,5 | 13,3 | 9,2 |

└─ non ci sono sovraccarichi

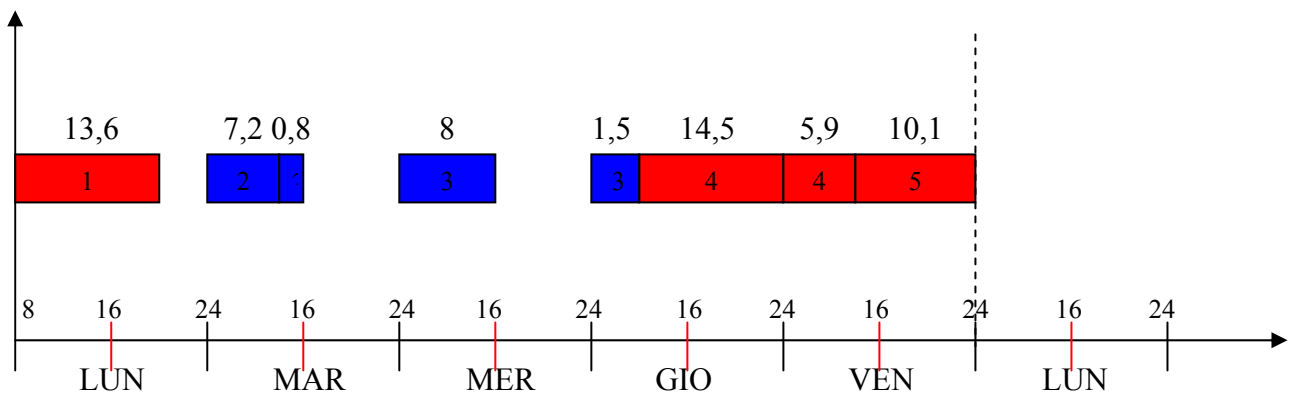
- consideriamo la seconda settimana in cui bisogna produrre 400 pezzi

- Hp:
- il CDL 115 lavora dalle 8 alle 24 senza interruzioni
  - il CDL 026 lavora dalle 8 alle 16 senza interruzioni
  - il tempo di trasporto da un reparto all'altro è nullo
  - il lotto di movimentazione tra una fase e l'altra è uguale al lotto di produzione (prima di iniziare una fase tutti i pezzi devono aver finito la fase precedente)

tracciare il diagramma di Gantt della sequenza delle operazioni da svolgere sui due CDL al fine di determinare:

- se è possibile produrre il lotto di 400 pezzi entro la settimana 2
- se occorrono ore in più e quante sono
- in quale giorno avverrà la consegna

| SEQUENZA |              | CDL | tempo (ore) per ciascuna fase x 400 unità |
|----------|--------------|-----|---|
| 1        | TAGLIO       | 115 | 13,6                                      |
| 2        | FORATURA     | 026 | 7,2                                       |
| 3        | PIEGATURA    | 026 | 10,3                                      |
| 4        | SALDATURA    | 115 | 20,4                                      |
| 5        | ASSEMBLAGGIO | 115 | 33,3                                      |



■ Centro 115

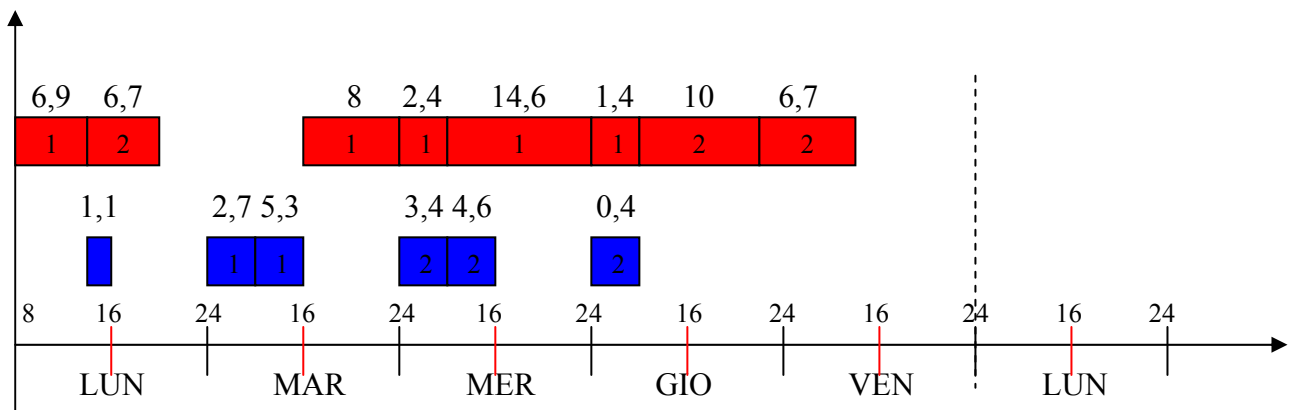
■ Centro 026

mancono 23,2 ore per finire l'assemblaggio, la consegna sarebbe di martedì

⇒ il problema è dovuto alla sequenza imposta  
bisogna parzializzare il lotto in parti più piccole

⇒ suddividiamo il lotto in 2 parti da 200 pezzi

| SEQUENZA       | CDL | tempo (ore)<br>primi 200 pz | tempo (ore)<br>secondi 200 pz |
|----------------|-----|-----------------------------|-------------------------------|
| 1 TAGLIO       | 115 | 6,9                         | 6,7                           |
| 2 FORATURA     | 026 | 3,8                         | 3,4                           |
| 3 PIEGATURA    | 026 | 5,3                         | 5                             |
| 4 SALDATURA    | 115 | 10,4                        | 10                            |
| 5 ASSEMBLAGGIO | 115 | 16,7                        | 16,7                          |



■ Centro 115

■ Centro 026

### 3) CALCOLO DEL COSTO UNITARIO DI PRODOTTO E INFLUENZA DEL SET UP

costo MOD = 25 €/h

tempo per produrre 1 unità di prodotto = 1250 centesimi di minuto

tempo di set up = 9000 centesimi di minuto

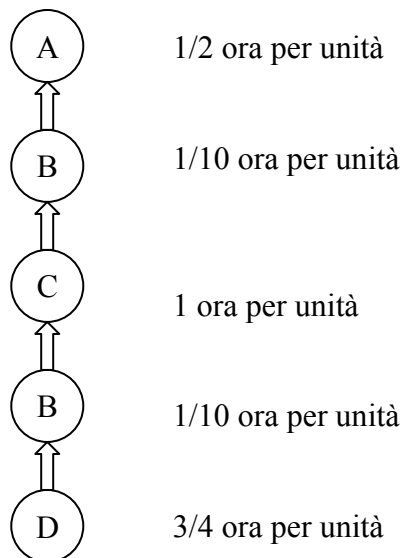
calcolare il costo unitario di un pezzo

$$\frac{(9000 + 1250) \times 25}{100 \times 60} = 42,70 \text{ €}$$

costo di un lotto di 10 pezzi

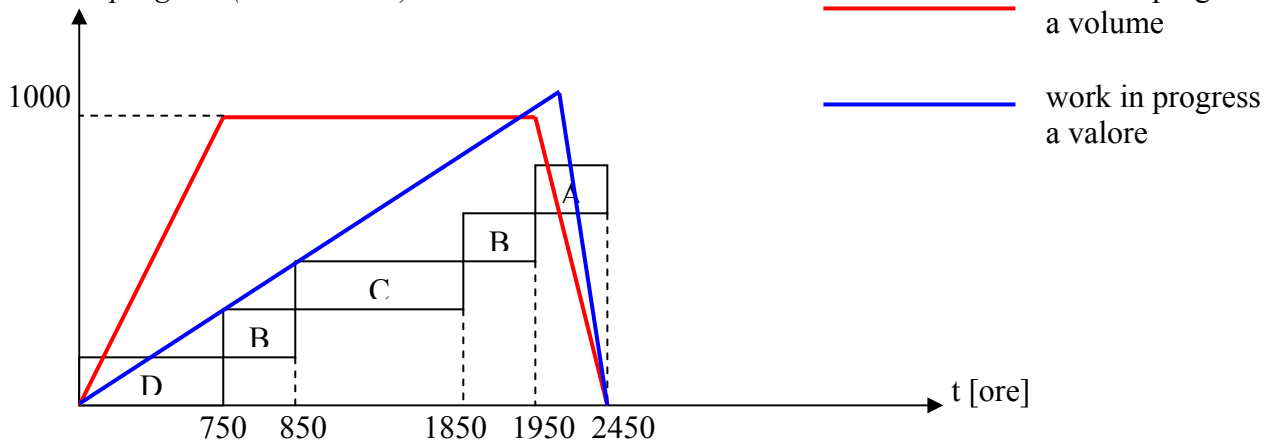
$$\frac{(9000 + 10 \times 1250) \times 25}{100 \times 60 \times 10} = 8,96 \text{ €}$$

### 4) consideriamo il seguente schema di produzione

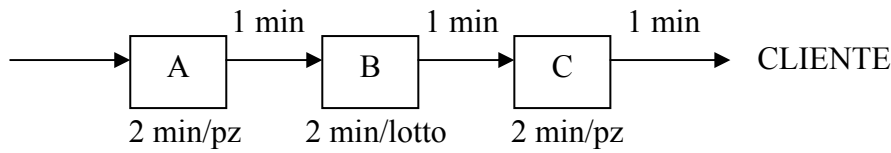


consideriamo un lotto di 100 pezzi

work in progress (semilavorati)



5) fasi di un sistema produttivo



calcolare il tempo di attraversamento complessivo considerando un lotto di 6 pezzi

$$t_{TOT} = 2 \times 6 + 6 + 2 + 1 + 2 \times 6 + 6 = 39 \text{ min}$$

$$t_{pezzo} = 2 + 5 \times 2 + 1 + 2 + 1 + 1 + 2 + 2 \times 5 = 29 \text{ min}$$

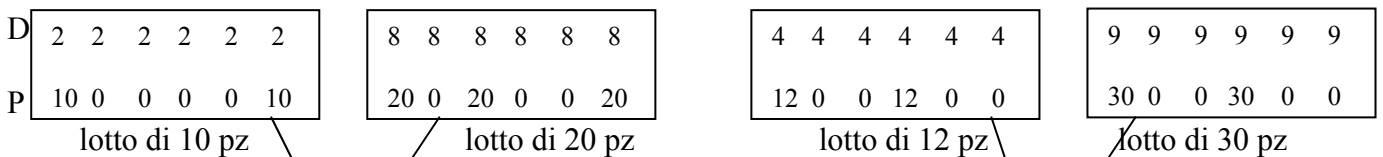
tempo lavorazione del pezzo = 6

tempo movimentazione del pezzo = 3

tempo in sosta del pezzo = 20 (tempo senza valore aggiunto)

6) MOTIVI DELL'INVENZIONE DELL'MRP

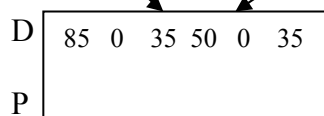
prodotti finiti



componenti



materia prima



Le politiche di lotto generano irregolarità nella domanda dei livelli inferiori, amplificata dal fatto che il lotto per ciascun componente sono calcolati indipendentemente uno dall'altro

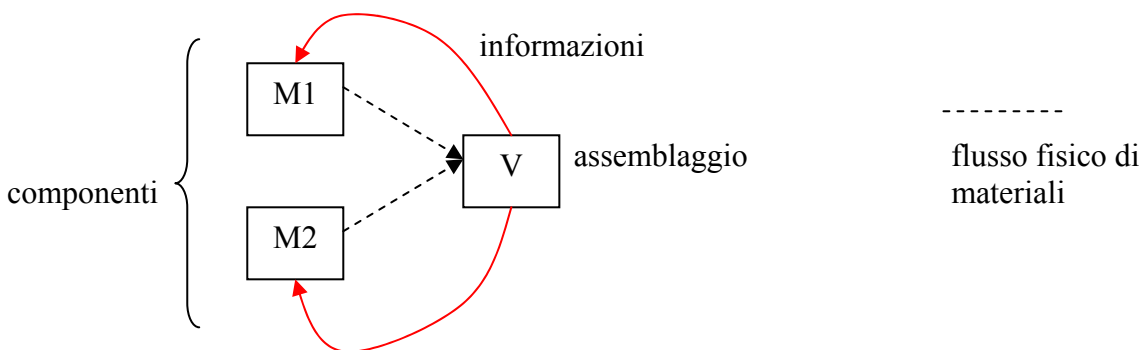


- ottimo motivo per produrre lotti piccoli (comparati alla domanda del cliente)
- MRP è nato per cercare di ridurre l'irregolarità della domanda dovuta alla scelta dei lotti economici di un componente indipendentemente dai suoi rapporti con gli altri prodotti componenti

## KANBAN E LIVELLAMENTO DELLA PRODUZIONE

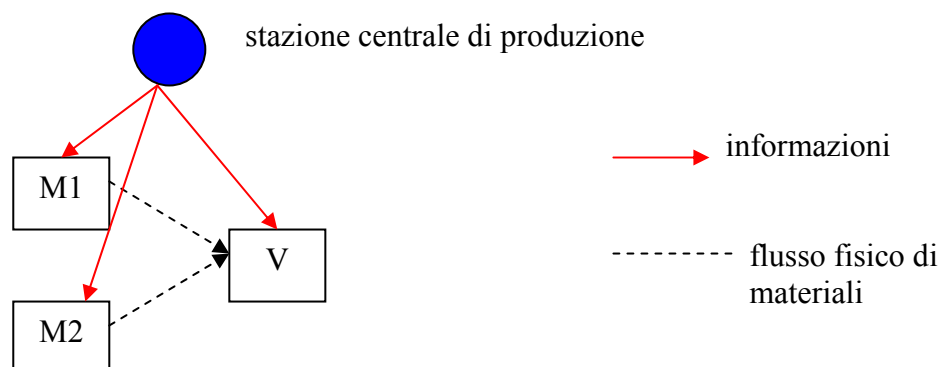
### Sistema di produzione PULL

in un sistema PULL l'informazione viaggia in direzione opposta ai materiali



- le stazioni a monte producono solo quando V glielo chiede (quindi V deve avere un suo piano di produzione)
- sistema maggiormente adattivo perché risponde più velocemente ad eventuali variazioni

### Sistema di produzione PUSH



- esiste un piano di produzione per M1, M2 e V:

M1 e M2 non aspettano le richieste di V per produrre ma producono secondo dei piani che sono stati sviluppati a livello centrale (ufficio programmazione) in maniera tale da rendere fattibile il piano di assemblaggio di V (appuntamenti predeterminati)

- le condizioni per utilizzare una logica di PULL, che è sicuramente + adattiva di una logica PUSH, sono:
  - stabilizzare il più possibile la domanda, intervenendo nella variabilità interna (riducendo la dimensione dei lotti)
  - la qualità deve essere fuori discussione, elevatissima
  - la produzione deve essere standardizzata e ottimizzata, senza fasi che non producano valore aggiunto (cioè perdite di tempo)

#### KANBAN (etichetta)

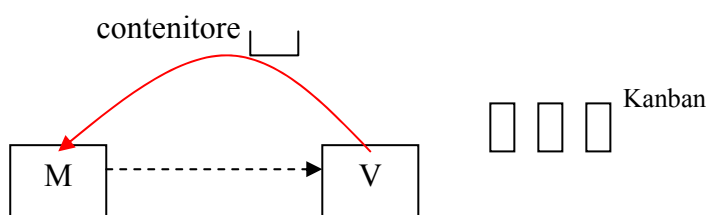
=

meccanismo fisico che consente il passaggio dell'informazione dalla stazione a valle alla stazione a monte (ordine di produzione)



meccanismo limitatore di coda:

la stazione a valle ha la possibilità di inviare un certo numero predefinito di Kanban, ossia di ordini, che chiedono una quantità standard (lotto)



Lo scambio fisico di materiali avviene attraverso dei contenitori che contengono una quantità pari a 1 kanban



V manda a M un contenitore vuoto e 1 kanban (informazione) e M inizia a produrre riempiendo il contenitore (scambio fisico)

⇒ Si crea in questo modo un anello e la quantità che gira è definita dal numero di kanban (definito da chi fa il piano di assemblaggio)

⇒ per aumentare il ritmo di produzione basta assegnare maggiori contenitori e kanban a V

## ESERCIZIO

### SCHEDULAZIONE MIXED MODELLING

Un'azienda produce 3 prodotti A, B, C

domanda mensile di A = 1920 unità

domanda mensile di B = 1200 unità

domanda mensile di C = 960 unità

in un mese supponiamo ci siano 20 giorni lavorativi, ciascuno con 8 ore di lavoro

- determinare una possibile sequenza di livellamento della produzione

|   | q.tà giornaliera | tempo TAKT |
|---|------------------|------------|
| A | 96               | 5          |
| B | 60               | 8          |
| C | 48               | 10         |
|   |                  | <hr/>      |
|   |                  | MCM 40     |

$$\text{tempo TAKT} = \frac{\text{minuti al giorno}}{\text{q.tà prodotto}}$$



rappresenta un clock: ritmo al quale si dovrebbe produrre un pezzo

A, B, C vanno prodotti sulla medesima linea

$480/40 = 12$  cicli  $\longrightarrow$  numero di cicli di una sequenza che servono per saturare la domanda giornaliera

in 12 cicli riesco a produrre: - 8 unità di A  
- 5 unità di B  
- 4 unità di C

$\Rightarrow$  metodo per determinare su una linea produttiva unica una sequenza di prodotti secondo un mix produttivo  
(su questo concetto si basano le linee produttive just in time)

## GESTIONE CONTRIBUTI ESTERNI (FORNITORI)

La produzione è molto cambiata: una volta le aziende erano integrate verticalmente (facevano dentro gran parte della produzione) mentre negli ultimi anni hanno iniziato a delegare all'esterno parte del sistema produttivo.

*CAUSE DI QUESTO CAMBIAMENTO:* con l'evoluzione tecnologica degli ultimi anni è difficile avere il controllo di tutte le tecnologie necessarie per fare un prodotto complesso.

Tenere tutto il processo produttivo all'interno dell'azienda significa caricarsi di costi fissi, in un contesto in cui la domanda è molto variabile, diventa importante per l'azienda variabilizzare i costi.

Per questi motivi gestione della produzione diventa sempre più una gestione dei fornitori (ufficio acquisti). Il compito dell'UFFICIO ACQUISTI è sempre stato quello di spuntare buoni prezzi: in questo contesto invece si possono spuntare buoni prezzi solo su prodotti facilmente reperibili, mentre nei confronti di fornitori ai quali si richiedono processi produttivi fondamentali bisogna approcciarsi in modo diverso.

### Strumenti da utilizzare sul portafoglio fornitori

#### MATRICE DI KRALIJC

|                     |                           |                                       |              |
|---------------------|---------------------------|---------------------------------------|--------------|
|                     |                           | <i>Importanza</i>                     |              |
|                     |                           |                                       | <i>alta</i>  |
|                     | <b>PREZZO<br/>(2)</b>     | <b>STRATEGIA<br/>(4)</b>              |              |
|                     |                           |                                       | <i>bassa</i> |
| <i>Reperibilità</i> | <i>alta</i>               |                                       | <i>bassa</i> |
|                     | <b>NO PROBLEM<br/>(1)</b> | <b>COLLI DI<br/>BOTTIGLIA<br/>(3)</b> |              |

Prodotti facilmente reperibili e poco importanti: non vale neanche la pena di far guerra per abbassare i prezzi.

Prodotti facilmente reperibili e molto importanti: gestire i fornitori mettendoli in competizione tra loro sui prezzi.

Prodotti poco reperibili e poco importanti: pur essendo poco importanti rischiano di fermare la produzione (problemi di flusso produttivo): saggia politica di scorte e contatti frequenti con i fornitori.

Prodotti difficilmente reperibili e molto importanti: sviluppare delle partnership, bisogna sviluppare una visione strategica condivisa del business nel lungo periodo (co-progettazione, integrazione logistica e produttiva, condivisione delle informazioni, trasparenza informativa, ecc....)

### Out-sourcing

L'OUT SOURCING è il duale della produzione tramite terzi nella produzione, ma nel campo dei servizi.

Le aziende oltre a parti del ciclo produttivo danno a terzi la gestione di alcuni servizi, tipicamente servizi logistici e informativi.

Se si affida un servizio complesso all'esterno bisogna avere in azienda una persona molto competente in quel campo che si sappia interfacciare con il fornitore (non si può abbandonare il fornitore a se stesso, bisogna cooperare per quanto riguarda la parte di intelligence).

Nei contratti di Out-sourcing viene specificato il livello di servizi garantito (SLA, Service Level Agreement).

## **SISTEMI INFORMATICI PER LA PRODUZIONE**

Inizialmente i sistemi informatici a supporto della produzione erano divisi in tanti software che non dialogavano tra loro (software amministrazione e controllo, MRP, software magazzino). Dagli anni '90 invece sono stati immessi nel mercato nuovi software che svolgevano tutte queste funzioni.

- SAP
  - JDEDWARDS
  - BAAN
  - DIAPASON
- } **E.R.P.** (Enterprise Resource Planning)

Software che vanno bene per le aziende grandi, in quanto sono sbilanciati sul versante del controllo.

Tutti questi sistemi non hanno funzionato:

- Chi li vendeva non era preparato
- Le aziende stesse non erano disposte a cambiare

I software sono rigidi e miopi, quando si compra un software bisogna essere predisposti a cambiare il proprio modo di lavorare, inoltre questi grandi software sono standard e non sono personalizzabili, ma solo configurabili.

Uno strumento software complesso non si compra per automatizzare o velocizzare il proprio modo di lavorare, ma per standardizzare il lavoro all'interno dell'azienda.

Inoltre l'ERP non serve per fare simulazioni e prendere decisioni, perché è troppo dispersivo.

Intorno all'ERP sono nati altri prodotti complementari:

- DATAWARE HOUSE
- APPLICAZIO WEB

I DATAWARE HOUSE servono per estrapolare dati dall'ERP e farne elaborazioni e simulazioni, le applicazioni WEB servono per rendere visibili i dati ai fornitori.

Ci sono poi dei software specifici:

- SCHEDULATORI
- SOFTWARE PER PROGETTAZIONE