

# IMPIANTI INDUSTRIALI

Andrea Chiarini

[andrea.chiarini@chiarini.it](mailto:andrea.chiarini@chiarini.it)

# PARTE 1

## DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

(Lezioni in parte tratte dal testo 'Impianti Industriali', A. Pareschi, Ed. Esculapio)



## PROGRAMMA DI MASSIMA

- DEFINIZIONE E CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI
- PROGETTAZIONE E SVILUPPO PRODOTTO/PROCESSO
- IMPIANTI DI PRODUZIONE E DI SERVIZIO E LORO GESTIONE



## COME DEFINIAMO UN IMPIANTO INDUSTRIALE (plant)?

- UN IMPIANTO INDUSTRIALE E' UN INSIEME DI MACCHINE (machine) APPARECCHIATURE (equipment) E SERVIZI (service)
- L'OBIETTIVO PRINCIPALE E' QUELLO DI TRASFORMARE DELLE MATERIE PRIME (raw material) O SEMILAVORATI (semifinished product) IN PRODOTTI FINITI (finished product)
- LA TRASFORMAZIONE CERCA DI DARE LUOGO A VALORE AGGIUNTO (value-added)



## COS'E' IL VALORE AGGIUNTO?

- VECCHIA CONCEZIONE ECONOMICO – INDUSTRIALE :
  - UN IMPIANTO, UNA MACCHINA, UN QUALSIASI PROCESSO/ ATTIVITA' INDUSTRIALE FORNISCE VALORE AGGIUNTO TRASFORMANDO MATERIA PRIMA IN SEMILAVORATO O PRODOTTO FINITO
  
- NUOVA CONCEZIONE ECONOMICO – INDUSTRIALE :
  - IL VALORE DEL SEMILAVORATO O PRODOTTO FINITO E' STABILITO DAL CLIENTE/MERCATO, PERTANTO NON BASTA DÌ PER SE' UNA TRASFORMAZIONE

## COS'E' IL VALORE AGGIUNTO?

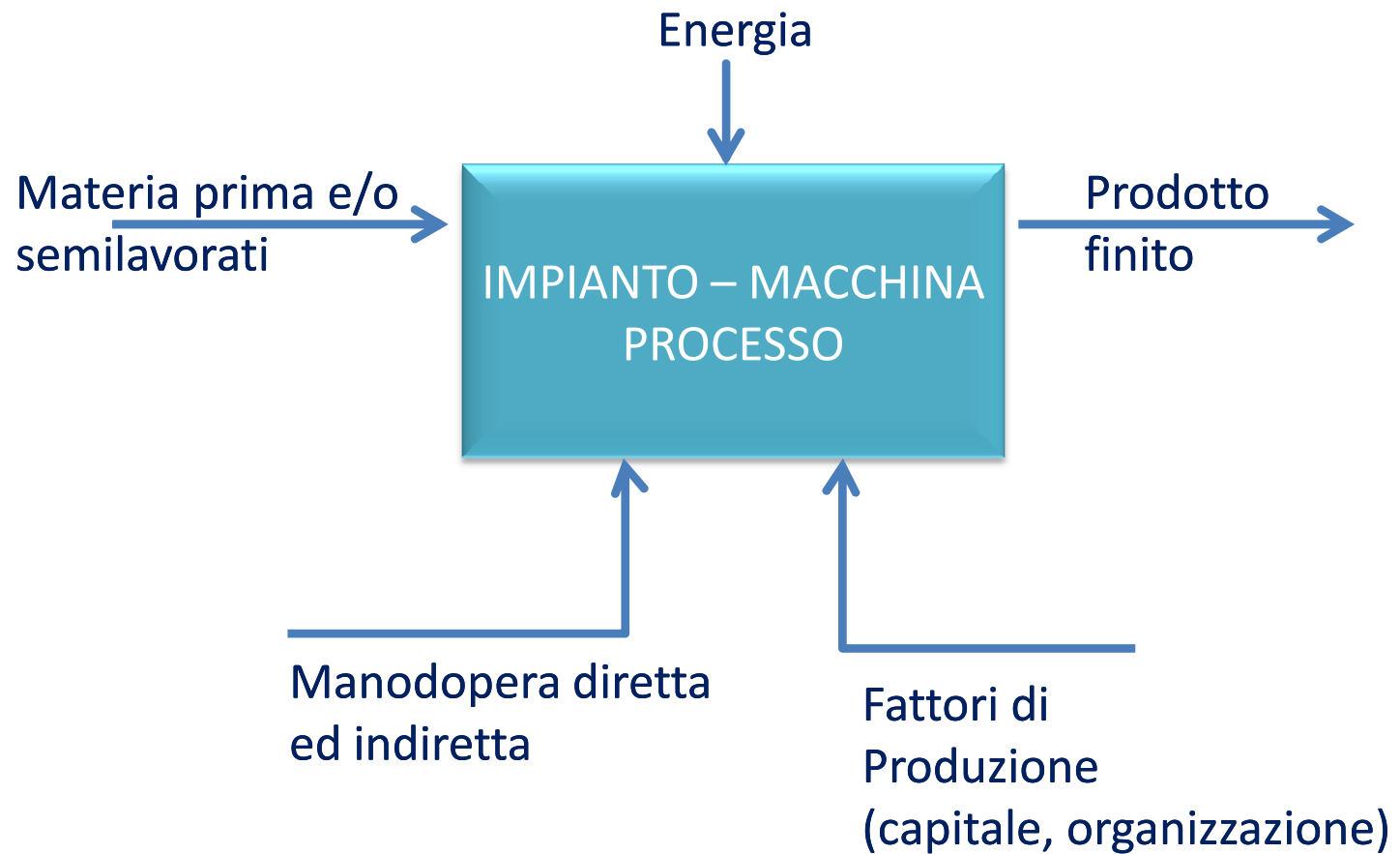
- VALORE AGGIUNTO E' CHIEDERSI:
- IL CLIENTE E' DISPOSTO A PAGARE PER CIO' CHE HO TRASFORMATO?
- QUALI ATTIVITA' DEL PROCESSO DI TRASFORMAZIONE SONO VERAMENTE RICONOSCIUTE COME VALORE AGGIUNTO DAL CLIENTE?



## VALORE AGGIUNTO UNITARIO (Value added per unit)

- = PREZZO DI VENDITA DEL PRODOTTO – COSTO DEL PRODOTTO
- Dove il prezzo di vendita è spesso deciso dal cliente/mercato !!
- Il costo deve essere minimizzato togliendo ogni attività **spreco**
  
- La riduzione degli sprechi introdurrà la cosiddetta LEAN PRODUCTION o **LEAN MANUFACTURING** di derivazione TOYOTA (Toyota production System – TPS)

## VALORE AGGIUNTO UNITARIO (Value added per unit)



## IMPIANTI DI PRODUZIONE E COMPLEMENTARI O DI SERVIZIO

- IMPIANTO DI PRODUZIONE, impianto che effettua la vera e propria trasformazione
- IMPIANTO DI SERVIZIO, impianto volti all'alimentazione dell'impianto di produzione e dei suoi servomezzi (impianto idraulico, elettrico, aria compressa, vapore, rete informatica, etc.)

## CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

### ● IN BASE ALLA TRASFORMAZIONE

- meccanici
- chimici
- tessili
- alimentari
- siderurgici
- etc.

### ● IN BASE ALLA DIMENSIONI DELL'AZIENDA

- grande industria (> 250 addetti)
- media industria (50 < addetti < 250)
- piccola industria (< 50 addetti)

## CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

### ● IN BASE AL MIX CAPITALE - LAVORO

- Impianti Labour intensive (es. piccolo trapano a colonna, etc.)
- Impianti Capital intensive (es. siderurgico, petrolchimico, etc.)

Approssimando possiamo dire:

Labour intensive:  $C_{fi}/C_{vL} < 1$  (bassi valori)

Capital intensive:  $C_{fi}/C_{vL} > 1$  (alti valori)

Dove  $C_{fi}$  = Costo Fisso di Impianto,

$C_{vL}$  = Costo Variabile del Lavoro sull'impianto

## COSTI FISSI E VARIABILI

### ● COSTI FISSI

- Costi che non variano, nel breve, al variare delle quantità prodotte, es.
  - ✘ costo di acquisto dell'impianto o rata leasing
  - ✘ affitto capannone
  - ✘ assicurazioni varie sull'impianto
  - ✘ canone annuale di manutenzione
  - ✘ etc.

### ● COSTI VARIABILI

- Costi che variano in maniera direttamente proporzionale al variare delle quantità prodotte, es.
  - ✘ costo delle materie prime
  - ✘ costo manodopera di impianto

## CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

### ● IN BASE ALLA TIPOLOGIA DI PROCESSO PRODUTTIVO

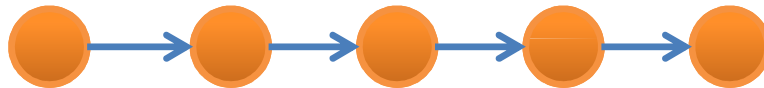
- Monolinea
- Convergente
- Divergente

### ● IN BASE ALLA CONTINUITA'

- a ciclo continuo
- a ciclo intermittente

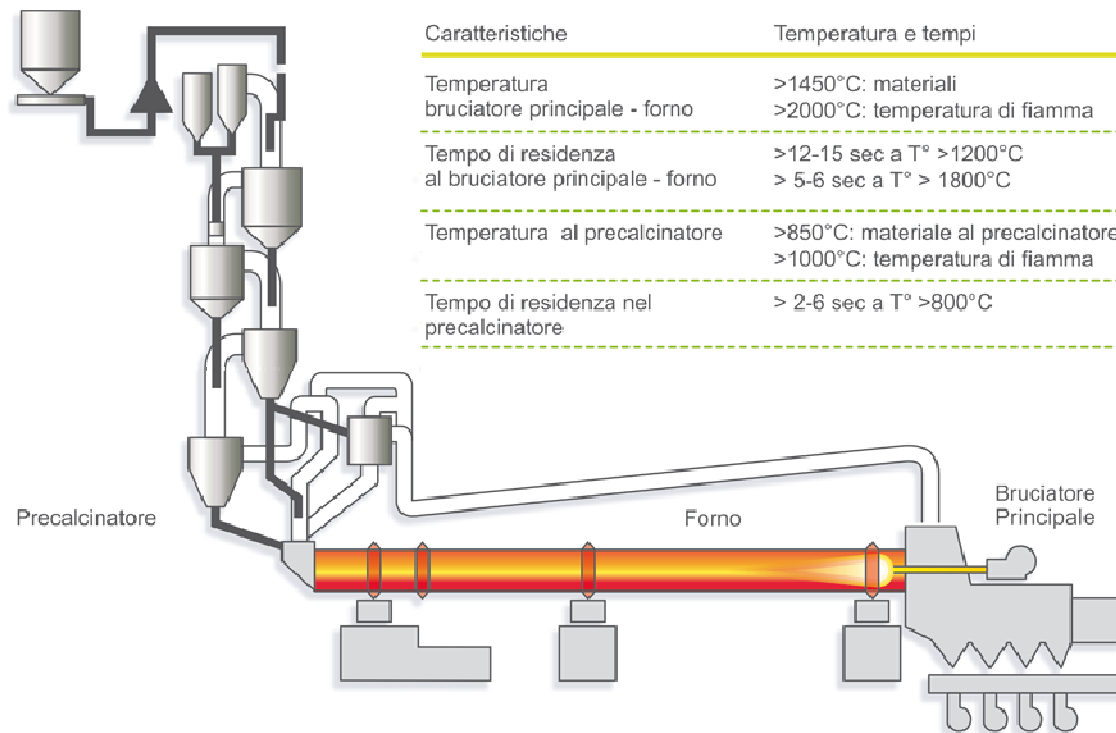
## CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

- **MONOLINEA:** l'output di ogni operazione passa attraverso l'operazione successiva (es. produzione fertilizzanti, cemento, ghisa, etc.)



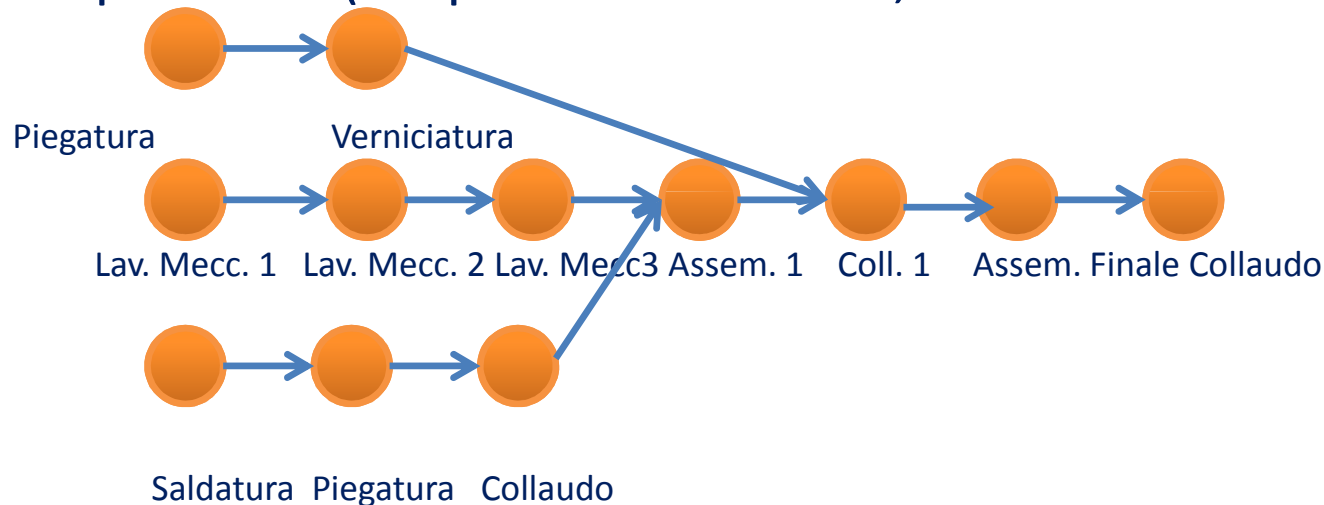
## MONOLINEA ES. Produzione cemento

Frantumazione m.p. – macinazione ed omogenizzazione – essiccamento -  
- miscelazione – precalcinatore – cottura in forno – deposito –  
- confezionamento



## CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

- **CONVERGENTI:** Le m.p. ed i semilavorati convergono da varie direzioni (es. reparti produttivi) verso la fase terminale del processo (es. produzione moto, elettrodomestici, macchine, etc.)





## CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

- **CONVERGENTI: JOB-SHOP**

Particolare tipologia di sistema produttivo, abbastanza presente nelle realtà industriali, è il cosiddetto Job-Shop

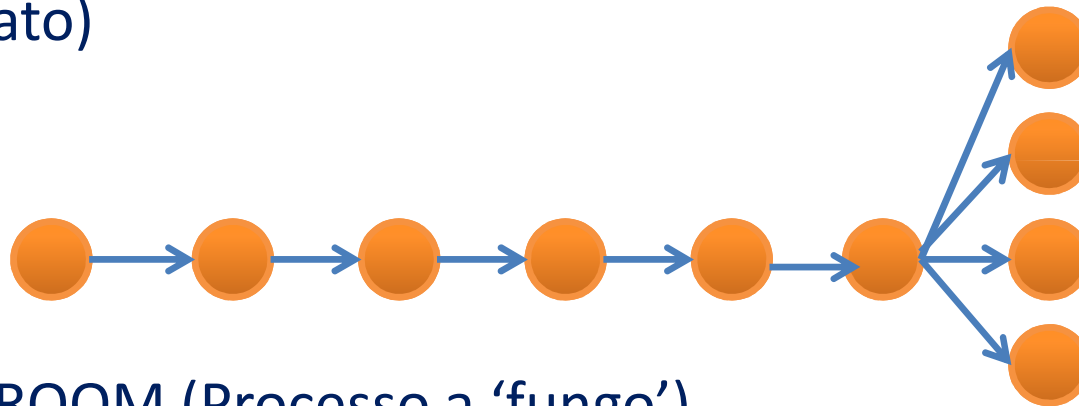
- **JOB-SHOP**

Lay-out produttivo generalmente organizzato per reparti, all'interno dei quali si trovano centri di lavoro per un specifico processo (es. reparto saldature, reparto lavorazioni CNC, reparto lavorazioni di rettifica, etc.) Ogni prodotto uscente da un reparto costituisce un semilavorato - componente che convoglia verso la fase terminale

## CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

### ● ANALITICI

Da stesse m.p. o semilavorati si ottengono prodotti finali diversificati (es. produzione di farmaci con differenziazione finale a seconda del formato)



### ● MUSHROOM (Processo a 'fungo')

In Giappone la standardizzazione spinta dei prodotti, specialmente elettronici, ha portato all'utilizzo di processi a 'fungo' nei quali a seconda del prodotto si ha differenziazione soltanto nelle ultime fasi nelle quali si cambia la parte in vista del prodotto e/o funzionalità



## CLASSIFICAZIONE DEGLI IMPIANTI

- IN BASE ALLA CONTINUITA' DEL PROCESSO PRODUTTIVO

- A ciclo/processo continuo (raffineria, altoforno, etc.)
- A ciclo intermittente

- CICLO INTERMITTENTE



Attenzione! Il processo continuo viene citato anche come processo a 'flusso', differenziandolo in questo modo ulteriormente dal processo intermittente. Nella realtà produttiva anche il ciclo intermittente dovrebbe essere il più possibile 'a flusso' tirato dagli ordini. In questo modo si evitano molti degli sprechi che vedremo nella **LEAN MANUFACTURING**



## IMPIANTI DI SERVIZIO

- Sono impianti complementari, collegati/inseriti agli impianti di produzione e con una loro logica di progettazione e sviluppo. Si classificano a seconda della funzione svolta e tipo di servizio
- Tipo di funzione svolta:
  - servizi di produzione e distribuzione dell'energia (elettrica, termica, pneumatica, etc.)
  - controllo delle condizioni ambientali di lavoro (riscaldamento, condizionamento, illuminazione, antincendio)
  - rete dati
  - servizi di trasporto di materiali solidi e fluidi
  - servizi ambientali (trattamenti effluenti, trattamento acque, vapori, fumi, etc.)

## IMPIANTI DI SERVIZIO

- Gli impianti di servizio saranno trattati genericamente in questo corso.  
Si rimanda ad altri corsi specifici quali ad esempio **FISICA TECNICA**

## PROGETTAZIONE E SVILUPPO DEL PRODOTTO E DEL PROCESSO

Analisi di  
Fattibilità e  
pianificazione

Progettazione e sviluppo del  
prodotto

Progettazione e sviluppo del processo

Validazione del  
prodotto e del  
processo

Produzione

Feedback

## ANALISI DI FATTIBILITA' E PIANIFICAZIONE

- VALUTAZIONE DI ACQUISTO DI UN NUOVO IMPIANTO OD UTILIZZO DEGLI ESISTENTI:
  - ricerca di mercato e analisi della 'voce del cliente'
  - individuazione dei volumi di vendita
  - valutazione del ciclo produttivo e del flusso preliminare di processo
  - valutazione degli impianti di servizio necessari
  - valutazione delle potenzialità produttive dell'impianto e della redditività dell'investimento
  - pianificazione (es. diagramma Gantt) preliminare delle fasi del progetto



## PROGETTAZIONE E SVILUPPO DEL PRODOTTO

- LA PROGETTAZIONE DEL PRODOTTO INFLUENZA ENORMEMENTE LE SCELTE IMPANTISTICHE E DI PROCESSO PRODUTTIVO, NELLA FASE DI PROGETTO/SVILUPPO PRODOTTO OCCORRE:
  - definire le caratteristiche di qualità ed affidabilità del prodotto
  - emettere la documentazione tipica di progetto prodotto (es. disegni, distinte, specifiche tecniche, calcoli, etc.) di processo
  - verificare e riesaminare i risultati della progettazione
  - analizzare i rischi introdotti dal prodotto (D-FMEA)
  - riesaminare il progetto in termini di DfX (Design For Manufacturing, For Assembly, For Manutenability, etc.)
  - costruire e testare un eventuale prototipo



## PROGETTAZIONE E SVILUPPO DEL PROCESSO

- PROGETTAZIONE DEL PRODOTTO E DEL PROCESSO DOVREBBE IL PIU' POSSIBILE ESSERE PARALLELE (Cuncurrent Engineering), LA PROGETTAZIONE DEL PROCESSO COMPRENDE:
  - definire il ciclo di lavoro, i diagrammi tecnologici e di flusso dei materiali
  - scelta della tipologia di macchine, attrezzature e strumentazione
  - diagramma delle attività di servizio
  - analizzare i rischi introdotti dal processo (P-FMEA)
  - scelta del layout ottimale
  - emissione di un piano di controllo
  - emissione/modifica di procedure ed istruzioni (es. ISO 9001)

## VALIDAZIONE DEL PRODOTTO E DEL PROCESSO

- PRIMA DI LANCIARE LA PRODUZIONE VERA E PROPRIA OCCORRE VALIDARE LE PROGETTAZIONI PRODOTTO/PROCESSO, IN PARTICOLARE:
  - validare i risultati ottenuti dalle due progettazioni
  - effettuare prove su campioni e/o preserie (es. Process Capability, Ramp-up, etc.)



## ANALISI DI FATTIBILITA' E PIANIFICAZIONE

- RICERCHE DI MERCATO E 'VOCE DEL CLIENTE' (VOC- VOICE OF THE CUSTOMER):
  - questa particolare fase serve per analizzare la tipologia di domanda e fare previsioni sulle quantità vendibili
  - le ricerche di mercato sono affidate solitamente ad esperti di marketing
  - con le recenti crisi economiche finanziarie operare tramite modelli statistici previsionali è diventato sempre più difficile → mercato sempre meno prevedibile
  - a maggior ragione, piuttosto che focalizzarsi troppo sulla ricerca di volumi ideali di produzione, occorre focalizzarsi sulla capacità di **rispondere velocemente** ai mutamenti della domanda

## ANALISI DI FATTIBILITA' E PIANIFICAZIONE

### ● IL MERCATO:

- è l'insieme dei venditori (competitors) e dei potenziali acquirenti
- la definizione del mercato di un prodotto è sempre un'operazione arbitraria soggetta a rischi
- RISCHI ASSUNTI DALL'IMPRESA
  - ✘ i rischi nascono poiché non è possibile negoziare contemporaneamente la vendita del prodotto e l'acquisto di tutti i fattori occorrenti per produrlo



## RISCHI ASSUNTI DALL'IMPRESA

### ● RISCHI DI MERCATO:

- si eseguono investimenti per l'acquisto di determinati fattori di produzione o addirittura l'impianto e si produce il prodotto/i **senza averlo ancora venduto**

### ● RISCHI DI ESERCIZIO:

- si vende un prodotto con un ordine in mano e non c'è certezza sui prezzi di acquisto dei fattori di produzione occorrenti

## RISCHI ASSUNTI DALL'IMPRESA

- MAKE TO STOCK: produzione per il magazzino, spesso citata come:
- **PRODUZIONE PUSH** ( a 'spinta' verso il magazzino)
  
- MAKE TO ORDER: produzione su commessa o 'tirata' dagli ordini, spesso citata come:
- **PRODUZIONE PULL** (tirata dagli ordini)





## QUALE DEI DUE SISTEMI PRODUTTIVI E' DA PREFERIRE?

- Decisamente la produzione PULL !

Gestiti opportunamente i rischi di esercizio, evitando tutti gli sprechi dovuti alla pessima gestione d'esercizio (vedremo la Lean Manufacturing) siamo maggiormente coperti

- IL RISCHIO (O SPRECO) PRINCIPALE DELLA PRODUZIONE PUSH è la creazione di scorte di prodotto finito (inventory or stock) invendute

## LO SPRECO (O RISCHIO) SCORTE

- Le aziende oggi possono fallire causa magazzini 
- COSTI LEGATI ALLE SCORTE:
  - sottrazione di capitale circolante all'azienda (working capital)
  - occupazione di spazio
  - aumento dei costi di movimentazione e trasporto
  - possibilità di obsolescenza prodotti
  - possibilità di furti/danneggiamenti
- Le scorte non servono a nulla  Nascondono soltanto problemi produttivi o di mercato che non riusciamo a risolvere

## RISCHI DI MERCATO E DI ESERCIZIO

- Indicando con:
  - D la domanda di mercato di un certo prodotto
  - V il volume delle vendite aziendali
  - $F_i$  i fenomeni di mercato
  - $I_k$  le iniziative aziendali per vendere il prodotto
  
- si possono definire le funzioni:
  - $D = f(F_i, I_k)$
  - $V = \Phi(F_i, I_k)$
  - funzioni molto difficili da definire
  
- Per tutelarsi dal rischio:
  - $V \leq D$  (meglio se uguale)

## PREVISIONI DELLA DOMANDA DI MERCATO

- Considerando le  $I_k$  costanti, si può, **con le dovute attenzioni**, analizzare la funzione  $D = f(F_i)$  detta Funzione di Domanda di mercato
- Previsioni della domanda a lungo termine (dai 5 ai 10 anni ed oltre)



Costruzione nuovi stabilimenti ed impianti

- Previsioni a medio termine (1 – pochi anni)



Nuovi prodotti da realizzare con impianti esistenti o modificati

- Previsioni a breve termine (mese, settimana, giorno)



Programmazione e controllo produzione ad impianti funzionanti

## METODI PER L'ANALISI DELLA DOMANDA DI MERCATO

- Indagini campionarie (survey)
- Correlazioni
- Estrapolazioni

MATERIA NON PERTINENTE AL NOSTRO CORSO

## CENNI SULLE INDAGINI CAMPIONARIE

- Identificazione dell'Universo o Popolazione del mercato
- formazione del campione e valutazione dei rischi statistici correlati al campionamento
  - campionamento quando non è possibile raggiungere tutto l'universo/l'intera popolazione non è nota, etc.
  - campionamento probabilistico (es. random) e non
  - calcolo del livello di confidenza statistico del campione (errore)
- creazione di un questionario con voce 'misurabili' (es. scala di Likert)
- validazione statistica dei risultati (es. test di chi-quadro, utilizzabile perç con campionamento di tipo statistico)

## ANALISI DELLA VOCE DEL CLIENTE (VOC – VOICE OF THE CUSTOMER)

- Tramite le analisi precedenti es. survey riusciamo a capire cosa è importante per il cliente. A questo punto dobbiamo trasformare i 'cosa' in 'come', ovvero con quali processi/impianti/macchine dobbiamo operare
- Uno strumento che si può utilizzare è il QFD (Quality Function Deployment) noto anche come 'house of quality'
- I requisiti (cosa) o attese cliente sono trasformati in requisiti tecnici (come)

## ANALISI DELLA VOCE DEL CLIENTE (VOC – VOICE OF THE CUSTOMER)

- Enunciato di base (non deve essere generico):  
*'quali sono i requisiti cliente più importanti per la famiglia/prodotto XYZ'*
- Il QFD è portato avanti non soltanto dai progettisti, bensì da un team interfunzionale (es. Marketing, Progettazione, Ingegnerizzazione Qualità, Produzione, Acquisti), eventualmente coinvolgendo anche il cliente o fornitori

## ANALISI DELLA VOCE DEL CLIENTE (VOC – VOICE OF THE CUSTOMER)

- KANO ha definito i requisiti del clienti come ‘spoken’ (espressi) ed ‘unspoken’ (inespressi)
- Requisiti espressi contrattualmente (es. caratteristiche tecniche)
- Requisiti non espressi contrattualmente ma impliciti (es. caratteristiche di sicurezza del prodotto)
- Requisiti non espressi e non attesi (es. innovazione prodotto)

## ANALISI DELLA VOCE DEL CLIENTE (VOC – VOICE OF THE CUSTOMER)

- Una volta definiti i 'cosa' (requisiti) questi vengono pesati
- Il team si chiede: *come ci vede il cliente?* E i nostri concorrenti?
- Il team poi si chiede: *cosa è più importante per il cliente?*
- Una volta definiti i cosa e la loro importanza, il tema enuclea i come, mettendoli in relazione con i cosa
- All'incrocio cosa – come, si cerca di valutare con una scala da 0 a 5  
Il grado di relazione (0 nessuna relazione, 5 forte correlazione)

## BENCHMARK CON LA CONCORRENZA

COSA		VALUTAZIONE MEDIA CLIENTI	VALUTAZIONE MEDIA CONCORRENZA				I.R.
			A	B	C	D	
1	Maggior durata rispetto allo standard T	3	3	④	3	2	5
2	No perdita olio	2	3	⑤	4	3	4
3	Verniciatura integra	4	④	④	3	④	2
4	Consegna con assenza di ruggine	4	1	3	1	④	4
5	Consegne entro max 30 gg. dall'ordine	2	4	⑤	4	3	2
6	Consegna in pallet del cliente	2	2	③	1	1	1

### VALUTAZIONE DI COMPETITIVITÀ SUL CLIENTE

A = Concorrente Alfa; B = Concorrente Beta;  
C = Concorrente Gamma; D = Concorrente Delta.

## ESEMPIO DI MATRICE COSA - COME

### QFD – MATRICE DI RELAZIONE

<i>Quali sono i requisiti importanti del nuovo rullo T1204 ?</i>		COME									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
COSA		Più durezza rispetto alla famiglia T	Riduzione gioco assiale	Cambio di acciaieria	Maggior capacità in rettifica	Progetto nuovo anello di tenuta	Cambio fornitore di anelli	Sostituzione impianto di verniciatura	Cambio fondo di verniciatura	Rotazione più veloce scorta	Attesa pallet in pre-delivery
I.R.											
1	Maggior durata rispetto allo standard T	5	3	5	3	3	1	0	0	0	0
2	No perdita olio	4	5	1	3	5	0	0	0	0	0
3	Verniciatura integra	2	0	3	0	0	0	5	0	0	0
4	Consegna con assenza di ruggine	4	0	3	0	0	0	5	5	3	1
5	Consegne entro max 30 gg. dall'ordine	2	0	1	0	0	0	0	0	5	5
6	Consegna in pallet del cliente	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5
<b>PUNTEGGIO ASSOLUTO</b>		37	35	49	27	35	5	30	20	22	19
<b>PUNTEGGIO RELATIVO</b>		2	3	1	6	4	10	5	8	7	9

Soluzioni di processo      Soluzioni progettuali di prodotto      Soluzione impiantistica      Soluzioni organizzative

## BENCHMARK TECNICO CON LA CONCORRENZA

### MATRICE DEI TARGET/OBIETTIVI E VALUTAZIONE TECNICA COMPETITIVA

COME	Più durezza rispetto alla famiglia T	Riduzione gioco assiale	Cambio di acciaieria	Maggior capacità in rettifica	Progetto nuovo anello di tenuta	Cambio fornitore di anelli	Sostituzione impianto verniciatura	Cambio fondo di verniciatura	Rotazione più veloce scorta	Attesa pallet in pre-delivery	
OBIETTIVO/TARGET	↑	⊙	⊙	↑		⊙	⊙		↓	↑	
VALUTAZIONE TECNICA	Noi	2	3	2	2		3	1		2	3
	Best in class	4	4	5	?		3	?		?	?
QUANTO	> 5%	0,02 mm	Vendor Rating = 90	Cpk > 1		Vendor Rating = 80	Differenze spessori < 5 microns		< 15 gg.	> 10 gg.	



## QFD - THE HOUSE OF QUALITY

