Università degli Studi di Roma "La Sapienza"

Facoltà di Ingegneria
Corso di laurea in Ingegneria Meccanica
Sedi di Latina

Dispensa didattica del Corso di

Impianti Industriali

Docente
Lorenzo Fedele

(con la collaborazione dell'Ing. Federico Guarnacci)

Anno Accademico 2008/2009

- Indice -

Capitolo 1. I SISTEMI PRODUTTIVI: CARATTERIZZAZIONE E TIPOLOGIA- 1 -

1.1. GENERALITA' SUGLI IMPIANTI INDUSTRIALI..... - 1 -
1.1.1. Introduzione .....- 1 -
1.1.2. Pianificazione degli impianti industriali.....- 6 -

1.2. INTRODUZIONE AI SISTEMI DI PRODUZIONE..... - 8 -
1.2.1. Introduzione .....- 8 -
1.2.2. Caratterizzazione del sistema produttivo.....- 9 -

1.3. LA PRODUZIONE ..... - 13 -
1.3.1. I rapporti prodotto-mercato e prodotto-processo. La produzione manifatturiera. .....- 13 -
1.3.2. Produttività e competitività sul mercato; le scelte di progettazione e le scelte di gestione delle strutture produttive .....- 15 -
1.3.3. Tipologia dei processi produttivi manifatturieri .....- 20 -
1.3.4. Decisioni strategiche e decisioni correnti nella programmazione.....- 28 -
1.3.5. Le fasi del processo di PCP.....- 30 -
1.3.6. La gestione dei flussi che attraversano il sistema produttivo.....- 31 -
1.3.7. I metodi che si riconducono allo stock control .....- 34 -
1.3.8. I metodi che si riconducono al flow control .....- 35 -

Capitolo 2. IL SISTEMA AZIENDA..... - 37 -

2.1. IL SISTEMA AZIENDA: CARATTERISTICHE E TIPOLOGIA..... - 37 -
2.1.1. Introduzione .....- 37 -
2.1.2. Le "aree di attività" di un'azienda .....- 38 -
2.1.3. Struttura delle aziende.....- 42 -
2.1.4. Imprese (di tipo produttivo) ed Enti.....- 51 -
2.1.5. La normativa sulle imprese .....- 51 -
2.1.6. Definizioni nel C.C.....- 51 -
2.1.7. Definizione di Imprenditore e di Impresa nel C.C. .....- 52 -
2.1.8. Imprese Commerciali.....- 55 -
2.1.9. L'Azienda .....- 55 -
2.1.10. La Ditta.....- 55 -
2.1.11. La Società .....- 56 -

2.2. L'ANALISI DI SETTORE: ASPETTI STRUTTURALI E DINANICI..... - 57 -
2.2.1. Mercato concorrenziale e mercato monopolistico. .....- 57 -
2.2.2. Il concetto di domanda.....- 59 -
2.2.3. Barriere all'entrata.....- 62 -
2.2.4. La differenziazione del prodotto.....- 63 -
2.2.5. La concentrazione.....- 64 -
2.2.6. Integrazione verticale e decentramento.....- 66 -
2.2.7. La diversificazione.....- 69 -

2.3. LA TEORIA DELL'IMPRESA..... - 72 -
2.3.1. Sapere pratico e sapere teorico nel management .....- 72 -
2.3.2. La teoria dell'impresa come meta-decisione .....- 74 -
2.3.3. Varietà e variabilità delle forme di impresa .....- 75 -

2.4. IL MARKETING..... - 81 -
2.4.1. Introduzione .....- 81 -
2.4.2. La definizione di mercato e gli operatori .....- 85 -
2.4.3. Il comportamento del consumatore.....- 87 -
2.4.4. Processo di acquisto dei beni.....- 88 -
2.4.5. La segmentazione .....- 89 -

2.4.6. Posizionamento del prodotto ..... - 90 -
2.4.7. Le politiche di marketing ..... - 92 -
2.4.8. La pianificazione ed il controllo ..... - 93 -

Capitolo 3. ELEMENTI SULLA CONTABILITA' GENERALE E SULLA CONTABILITA' INDUSTRIALE ..... - 95 -

3.1. INFORMAZIONI CONTABILI E DIREZIONE AZIENDALE ..... - 95 -
3.1.1. Introduzione ..... - 95 -
3.1.2. Contabilità Generale e Contabilità Direzionale ..... - 95 -
3.1.3. Contabilità Analitica e Direzione Aziendale ..... - 99 -

3.2. IL BILANCIO DI ESERCIZIO SECONDO LA "IV DIRETTIVA CEE" ..... - 105 -
3.2.1. Introduzione ..... - 105 -
3.2.2. Obiettivi e finalità del bilancio ..... - 106 -
3.2.3. Principi contabili per la redazione del bilancio ..... - 107 -
3.2.4. La Struttura del Bilancio ..... - 110 -

3.3. CLASSIFICAZIONE E ANDAMENTO DEI COSTI ..... - 115 -
3.3.1. Introduzione ..... - 115 -
3.3.2. La definizione di Costo ..... - 116 -
3.3.3. Classificazione dei costi ..... - 117 -
3.3.4. Obiettivo di costo per prodotto ..... - 120 -
3.3.5. Andamento dei costi ..... - 122 -

3.4. L'ANALISI COSTO-VOLUME-PROFITTO ..... - 125 -
3.4.1. Considerazioni preliminari ..... - 125 -
3.4.2. Ipotesi di base ..... - 126 -
3.4.3. Sviluppo dell'analisi -punto di equilibrio- ..... - 128 -
3.4.4. Analisi C-V-P per produzione multipla ..... - 131 -
3.4.5. Analisi al contorno del punto di equilibrio ..... - 132 -
3.4.6. Riclassificazione del Conto Economico ..... - 137 -
3.4.7. Conclusioni ..... - 139 -

Capitolo 4. L'ANALISI DI FATTIBILITA' DEI PROGETTI DI INVESTIMENTO INDUSTRIALE ..... - 141 -

4.1. LA PREVISIONE DELLA DOMANDA ..... - 141 -
4.1.1. Introduzione ..... - 141 -
4.1.2. Tipi di domanda ..... - 142 -
4.1.3. Orizzonte di previsione ..... - 142 -
4.1.4. Criteri di previsione della domanda ..... - 144 -

4.2. LO STUDIO DI FATTIBILITA' DEGLI INVESTIMENTI INDUSTRIALI .. - 150 -
4.2.1. Introduzione ..... - 150 -
4.2.2. Lo studio del prodotto ..... - 153 -
4.2.3. Lo studio del mercato ..... - 155 -
4.2.4. Studio ubicazionale ..... - 156 -
4.2.5. Studio del processo produttivo ..... - 157 -
4.2.6. Studio del Lay-Out ..... - 159 -
4.2.7. Studio dell'Investimento e della Redditività ..... - 159 -
4.2.8. Conclusioni ..... - 160 -

4.3. CRITERI E METODI PER L'ANALISI DEGLI INVESTIMENTI INDUSTRIALI - 161 -
4.3.1. Introduzione ..... - 161 -
4.3.2. Classificazione degli investimenti ..... - 162 -
4.3.3. Criteri e Metodi per valutare la bontà di un Investimento ..... - 165 -

Capitolo 5. ELEMENTI DI PROGETTAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI ..... - 170 -

5.1. PROGETTARE IN QUALITA' ..... - 170 -

5.2. CICLO DI VITA DI UN SISTEMA PRODUTTIVO ..... - 176 -
5.2.1. Il sistema produttivo ed il suo ambiente ..... - 176 -
5.2.2. Obiettivi e funzioni dei sistemi produttivi ..... - 177 -
5.2.3. Il ciclo di vita di un sistema produttivo ..... - 178 -

5.3. PROGETTAZIONE DEL PRODOTTO E SCELTA DEL PROCESSO ..... - 183 -
5.3.1. Raccolta e selezione delle idee ..... - 183 -
5.3.2. Progettazione del prodotto ..... - 184 -
5.3.3. Scelta del processo di fabbricazione ..... - 186 -

5.4. LA PRODUZIONE DISCONTINUA ..... - 190 -
5.4.1. Introduzione ..... - 190 -
5.4.2. Definizione di "lotto economico" ..... - 191 -
5.4.3. Produzione unica ..... - 192 -
5.4.4. Criterio del costo unitario minimo ..... - 193 -
5.4.5. Intervallo di fabbricazione ..... - 195 -
5.4.6. Osservazioni finali ..... - 196 -

5.5. CRITERI DI UBICAZIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI ..... - 196 -
5.5.1. Ubicazione, localizzazione e distribuzione geografica delle industrie ..... - 196 -
5.5.2. L'ubicazione delle industrie ..... - 197 -
5.5.3. Fattori ubicazionali ..... - 199 -
5.5.4. Scelta fra più alternative ..... - 203 -

5.6. PROGETTAZIONE E LAYOUT DEGLI IMPIANTI ..... - 203 -
5.6.1. I principali tipi di layout ..... - 203 -
5.6.2. Fasi di attuazione di un layout ..... - 208 -
5.6.3. Vantaggi di un buon layout ..... - 209 -
5.6.4. Analisi dettagliata dei layout per Processo e per Prodotto ..... - 210 -
5.6.5. Conclusione ..... - 221 -

Capitolo 6. GLI IMPIANTI DI SERVIZIO ..... - 222 -

6.1. SERVIZI GENERALI DEI SISTEMI DI PRODUZIONE ..... - 222 -
6.1.1. Introduzione ..... - 222 -
6.1.2. Servizi di Stabilimento e Tecnologie ..... - 224 -
6.1.3. Classificazione dei Servizi ..... - 224 -
6.1.4. Schema generale di un Servizio di Stabilimento ..... - 226 -
6.1.5. Attività di Progetto di un Generico Servizio di Stabilimento ..... - 226 -
6.1.6. Fattori di Scelta di un Servizio ..... - 229 -
6.1.7. Il Fattore Costo ..... - 230 -
6.1.8. Il fattore Efficienza ..... - 239 -
6.1.9. Analisi della Domanda dei Servizi ..... - 242 -
6.1.10. Componentistica di un Impianto di Servizi ..... - 243 -
6.1.11. Criteri per il Dimensionamento dell'Elemento Generatore ..... - 244 -
6.1.12. Criteri per il Dimensionamento dell'Elemento Accumulatore ..... - 246 -
6.1.13. Ottimizzazione dell'Accumulatore ..... - 248 -
6.1.14. Considerazioni finali ..... - 252 -

6.2. SERVIZIO TRASPORTI E LOGISTICA INDUSTRIALE ..... - 253 -
6.2.1. Introduzione ..... - 253 -
6.2.2. Caratteristiche dei Mezzi di Trasporto ..... - 255 -
6.2.3. Caratteristiche dei Materiali da Trasportare ..... - 256 -

6.3. SERVIZIO ACQUA POTABILE ED INDUSTRIALE ..... - 257 -
6.3.1. Introduzione ..... - 257 -
6.3.2. Consumi ..... - 258 -
6.3.3. Acqua Potabile ..... - 259 -
6.3.4. Caratteristiche dell'Acqua ..... - 260 -
6.3.5. La Progettazione della Rete Idraulica ..... - 261 -

6.4. SERVIZIO ACQUA ED OLIO AD ALTA PRESSIONE ..... - 262 -
6.4.1. Introduzione ..... - 262 -
6.4.2. Pregi e Difetti degli Impianti Idraulici di Potenza ..... - 263 -

6.4.3. Fluidi impiegati ..... - 264 -

6.5. SERVIZIO ARIA COMPRESSA ..... - 264 -
6.5.1. Introduzione ..... - 264 -
6.5.2. Cenni sulla Progettazione dei Sistemi Pneumatici ..... - 265 -

6.6. SERVIZIO DI SCARICO EFFLUENTI. RIFIUTI SOLIDI, LIQUIDI E GASSOSI - 266 -
6.6.1. Introduzione. Trattamento e Smaltimento delle Acque Reflue ..... - 266 -
6.6.2. Smaltimento dei Rifiuti Solidi ..... - 268 -
6.6.3. Trattamento delle Polluzioni ..... - 270 -

6.7. SERVIZIO ANTINCENDIO ..... - 270 -
6.7.1. Introduzione alla Problematica dell'Antincendio: Aspetti Normativi ..... - 270 -
6.7.2. Caratteristiche degli Incendi ..... - 273 -
6.7.3. Cenni sui Dispositivi Antincendio ..... - 275 -

Capitolo 7. ELEMENTI DI GESTIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI ..... - 277 -

7.1. LA GESTIONE DEI MATERIALI ..... - 277 -
7.1.1. Introduzione ..... - 277 -
7.1.2. Gestione dei materiali a "domanda dipendente". Criterio MRP ..... - 278 -
7.1.3. Determinazione dei fabbisogni ..... - 279 -
7.1.4. Criteri di ordinazione ..... - 281 -
7.1.5. Il concetto di MRP ..... - 282 -
7.1.6. Ciclo di produzione ..... - 282 -
7.1.7. Gestione dei materiali a "domanda indipendente" ..... - 284 -

7.2. IL JUST IN TIME ..... - 285 -
7.2.1. Introduzione ..... - 285 -
7.2.2. Il sistema produttivo giapponese ..... - 286 -
7.2.3. La filosofia del Just in Time ..... - 287 -
7.2.4. Il JIT nell'organizzazione della produzione ..... - 291 -
7.2.5. Il JIT negli acquisti ..... - 292 -
7.2.6. La Qualità Totale ..... - 294 -

7.3. QUALITA' TOTALE E TEORIA ORGANIZZATIVA: UN CAMMINO PARALLELO ..... - 297 -
7.3.1. Storia della qualità ..... - 297 -
7.3.2. Componenti fondamentali della "Qualità Totale" ..... - 299 -
7.3.3. Qualità totale e teoria organizzativa ..... - 300 -

- Bibliografia - ..... - 303 -

Capitolo 1. I SISTEMI PRODUTTIVI: CARATTERIZZAZIONE E TIPOLOGIA

1.1. GENERALITA' SUGLI IMPIANTI INDUSTRIALI

1.1.1. Introduzione

L' impianto industriale è un complesso di macchine, apparecchiature e servizi atti a permettere la trasformazione di materie prime o derivati in prodotti finiti. Esso si inserisce in un sistema produttivo complesso che si chiama *impresa* o *azienda*, rivolta in generale al perseguimento di obiettivi economici, ottenendo in uscita beni (merci o servizi) di maggior valore delle materie prime o merci in ingresso, in modo da produrre un utile, compensati tutti i costi di produzione.

Nell'impianto industriale si possono distinguere, oltre ad uno o più **impianti di produzione o tecnologici**, anche più **impianti complementari di servizio**, volti ciascuno al soddisfacimento di una determinata esigenza del processo produttivo.

Entrando più in dettaglio possiamo dire che:

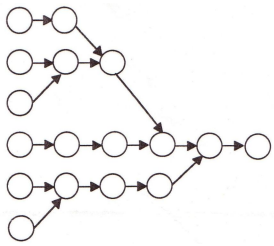
- **l'impianto tecnologico** è quell'insieme più o meno articolato di macchine, apparecchiature, dispositivi che consentono la trasformazione vera e propria delle materie prime in prodotto finito; si realizza così il "ciclo tecnologico".
- **gli impianti di servizio** sono complementari nel senso che consentono il funzionamento del suddetto impianto tecnologico; ciascuno degli impianti di servizio assolve al soddisfacimento di una determinata esigenza (impianto idraulico, impianto elettrico, impianto aria compressa, impianto vapore tecnologico ecc.).

D'altronde gli **impianti di produzione** sono classificabili (**fig. 1**) con riferimento a vari criteri di analisi:

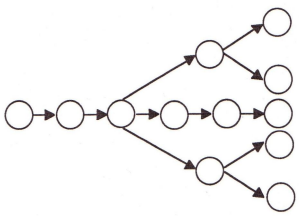
1. Con riferimento alla **natura** delle trasformazioni e del prodotto finito possiamo distinguere impianti meccanici, chimici, edili, elettrici, siderurgici, alimentari, ceramici, cementieri, etc…

2. Con riferimento alle **dimensioni** si distinguono impianti appartenenti alla "*grande, media e piccola industria*"; i parametri di valutazione delle dimensioni sono vari: numero di addetti, capitali investiti, capacità (o potenzialità) produttiva, ecc.
3. Con riferimento al **capitale** ed al **lavoro**, unitamente alla materia prima ed all'energia, si distinguono "*impianti ad alta intensità di capitale*" ed "*impianti con prevalente contenuto di lavoro*"; definendo il parametro R "composizione organica del capitale", come il rapporto fra il capitale fisso corrispondente al complesso dei mezzi di produzione) ed il capitale variabile (corrispondente alla forza lavoro), si ha che gli impianti ad alta intensità di capitale sono distinti da elevati valori di R, mentre gli impianti con prevalente contenuto di lavoro sono caratterizzati da bassi valori di R. I valori di R sono fortemente variabili da settore a settore. Si noti che la tendenza generale nella produzione capitalistica (e ciò poi accomuna ogni settore) è quella di portarsi verso valori di R sempre più elevati sostituendo lavoro vivo con nuove macchine.
4. Con riferimento al **diagramma tecnologico**, **o processo produttivo**, si distinguono processi produttivi "*monolinea*" in cui l'output di ogni operazione passa tutto attraverso l'operazione successiva (produzione di cemento, ghisa, ecc.),

processi "*sintetici o convergenti*", in cui le materie prime ed i componenti convergono da varie operazioni nella fase terminale del processo che è spesso di assemblaggio (elettrodomestici, automobili, elettronica, ecc.),



processi produttivi "*analitici o divergenti*", in cui da una o poche materie prime si ottengono molti prodotti diversificati (petrolchimica, mobili, farmaceutici, ecc.).



5. con riferimento alla **continuità del processo produttivo**, si distinguono impianti a "*ciclo continuo o flusso*" (altiforni, cementifici, raffinerie) e impianti a "*ciclo intermittente*" (produzione ripetitiva per lotti, produzione per cicli variabili su commessa a seconda delle esigenze del cliente).

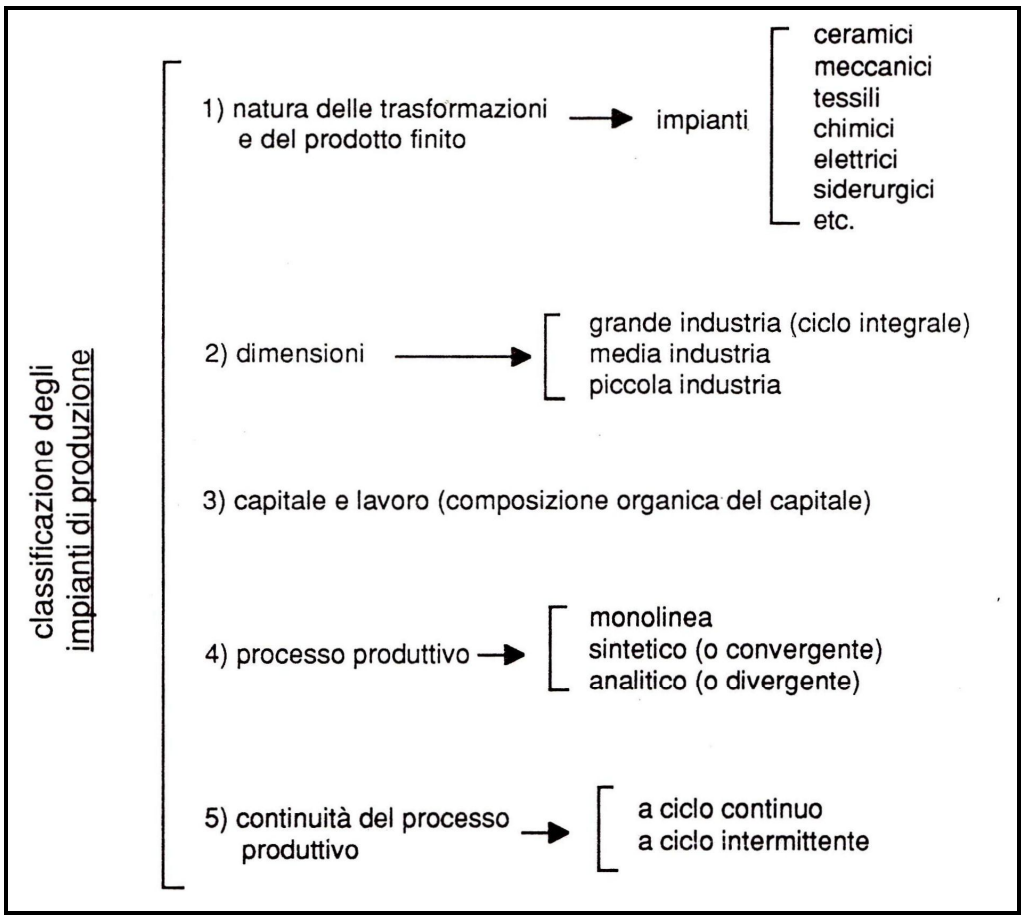


fig. 1 – Classificazione Impianti Tecnologici

Gli **impianti di servizio**, come detto, sono impianti **complementari**, inseriti negli impianti industriali, ma non direttamente partecipanti alla produzione, finalizzati ad uno dei seguenti scopi:

- Alimentazione di energia elettrica e/o termica agli impianti tecnologici;
- Alimentazione e scarico di materiali solidi e/o di fluidi vari;
- Realizzazione di condizioni ambientali idonee alla produzione o conservazione dei beni e ad assicurare il benessere fisiologico dei lavoratori;
- Realizzazione di condizioni di igiene e sicurezza sia all'interno dell'impianto, sia dell'ambiente esterno.

Possono essere classificati sotto tre diversi profili di analisi (**fig. 2**):

1. **entità servita**;
2. **tipo**;
3. **funzione svolta**.

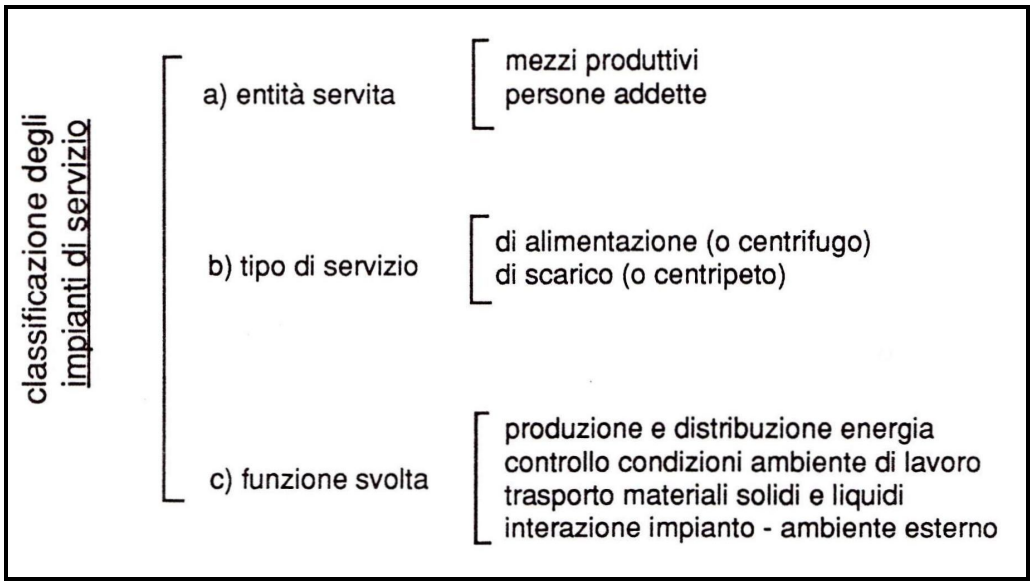


fig. 2 – Classificazione Impianti di Servizio

Da ultimo, le **produzioni industriali** possono essere classificate secondo (**fig. 3.a.b.c.d.e.**):

- La natura del prodotto (**fabbricazione per parti**, o **per processo**);
- Il volume di produzione (**unitaria**, **intermittente a lotti**, **continua**);
- Le caratteristiche del prodotto (**produzione a magazzino o su commessa**).

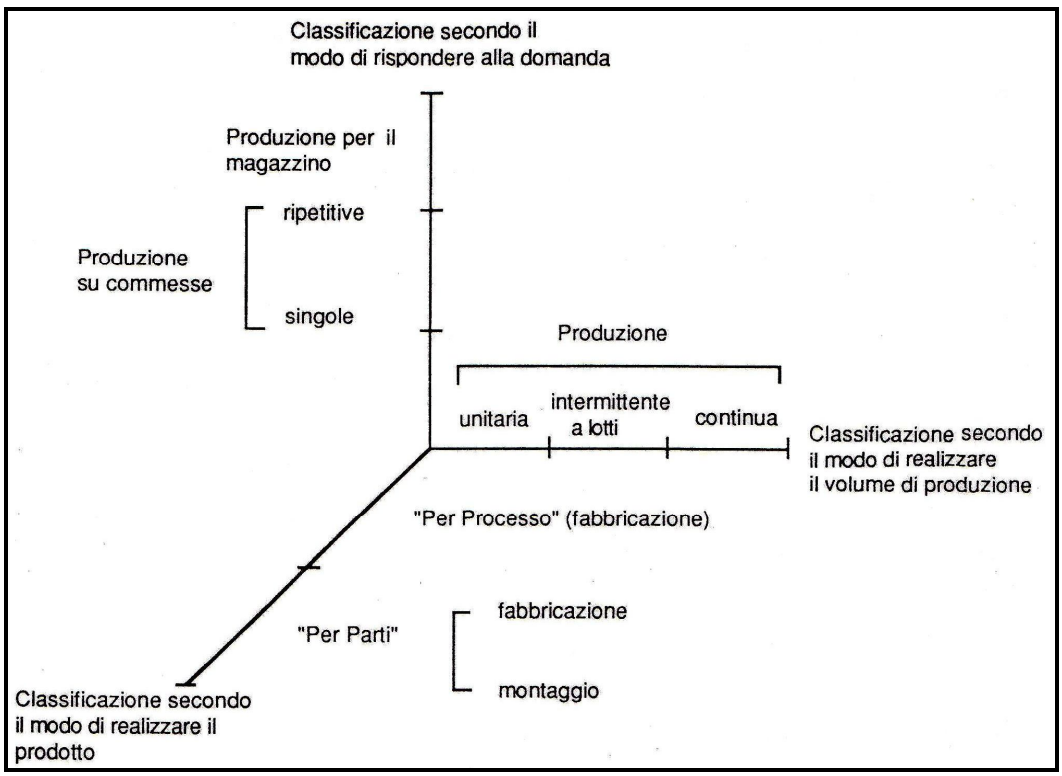


fig. 3.a – Classificazione Produzioni Industriali

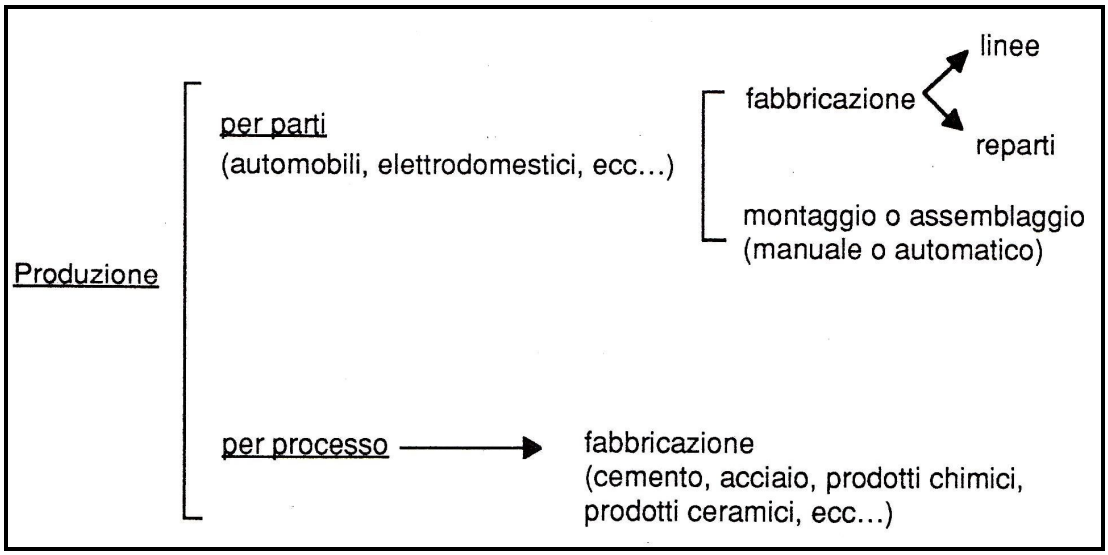


fig. 3.b – Classificazione Produzioni Industriali

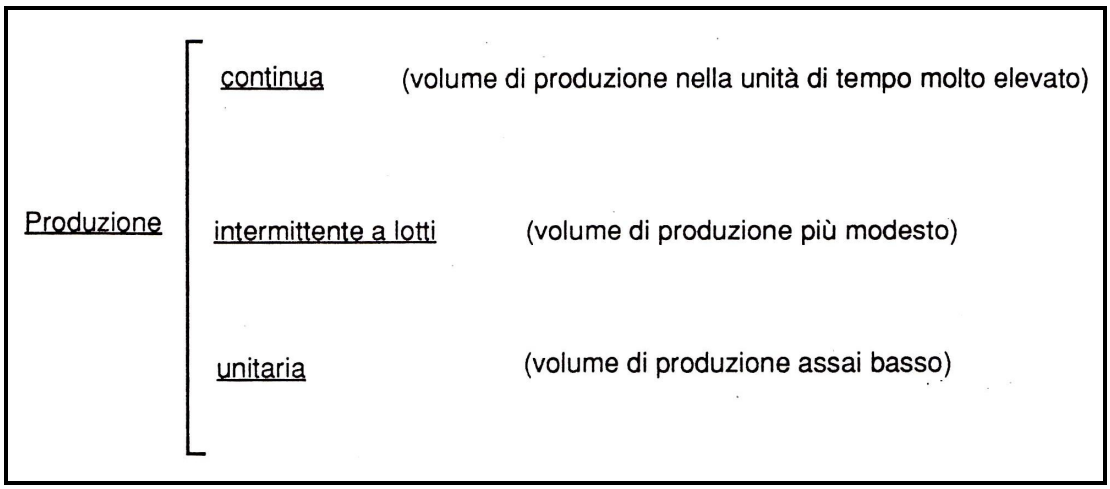


fig. 3.c – Classificazione Produzioni Industriali

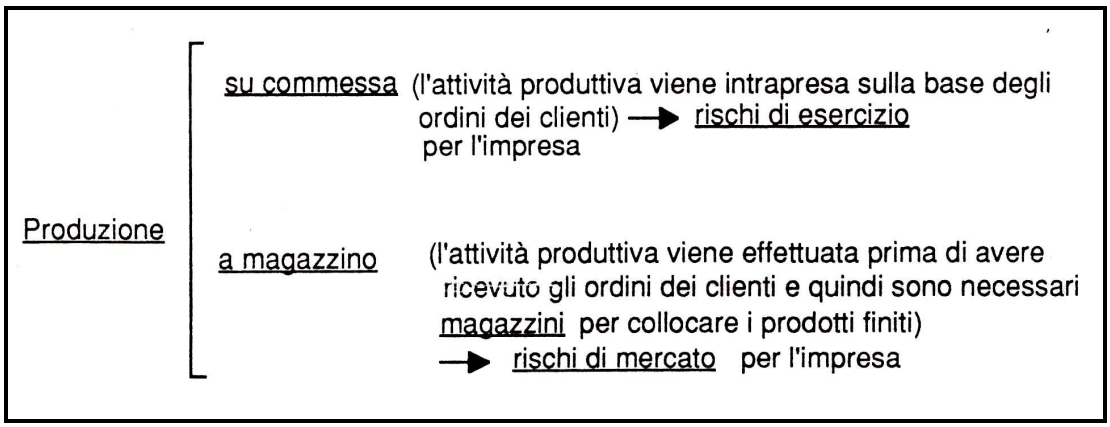


fig. 3.d – Classificazione Produzioni Industriali

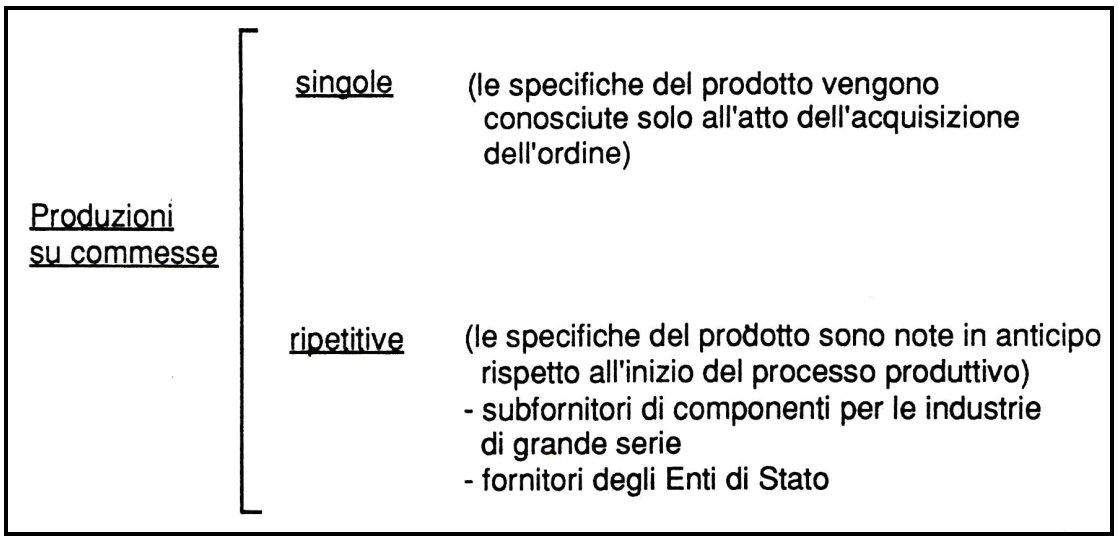


fig. 3.e – Classificazione Produzioni Industriali

1.1.2. Pianificazione degli impianti industriali

Si articola nelle seguenti parti (si veda la **fig. 4**):

1. STUDIO DI FATTIBILITA' di una nuova unità produttiva; si articola nelle seguenti fasi (si veda a tal merito la **fig. 5**):
   - scelta, tramite ricerche di mercato, e studio del prodotto P (product design);
   - scelta del ciclo produttivo C e definizione qualitativa del diagramma di lavorazione (process design);
   - definizione dei servizi S (o impianti ausiliari) necessari al funzionamento dell'impianto di produzione;
   - scelta della potenzialità produttiva Q ottimale sulla base del confronto costi preventivi di produzione/prezzi di vendita e valutazione della redditività economica dell'investimento impiantistico in esame.
2. PROGETTAZIONE COMPLETA DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI; noti i valori P, C, S, Q dallo studio di fattibilità ed avuta una risposta positiva sulla validità economica dell'iniziativa in questione, si passa alla progettazione ed alla realizzazione della nuova unità produttiva che si articola nelle seguenti fasi:
   - scelta dell'ubicazione;
   - studio della disposizione planimetrica dell'impianto (lay-out generale, si veda la **fig. 6**);
   - progetto del lay-out dettagliato;

- progettazione esecutiva.

3. REALIZZAZIONE DEL PROGETTO; comprende:
   - tempi e metodi di realizzazione dell'impianto;
   - sviluppo e controllo delle varie fasi di realizzazione.

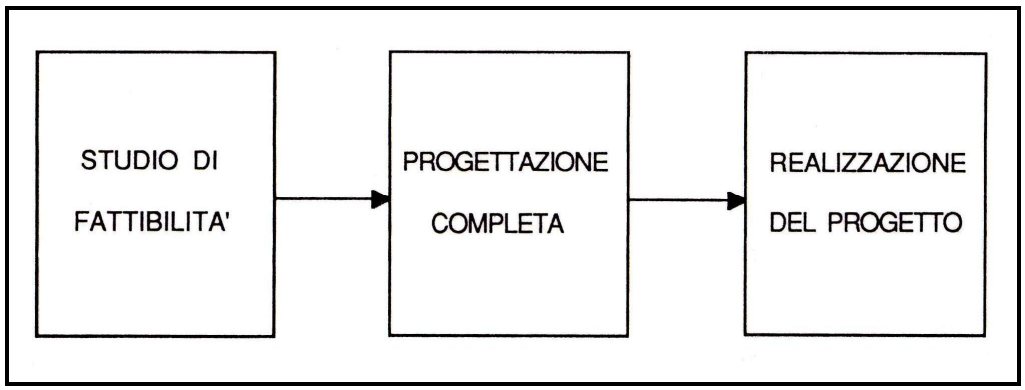


fig. 4 – Schema per la realizzazione di un Impianto di Produzione

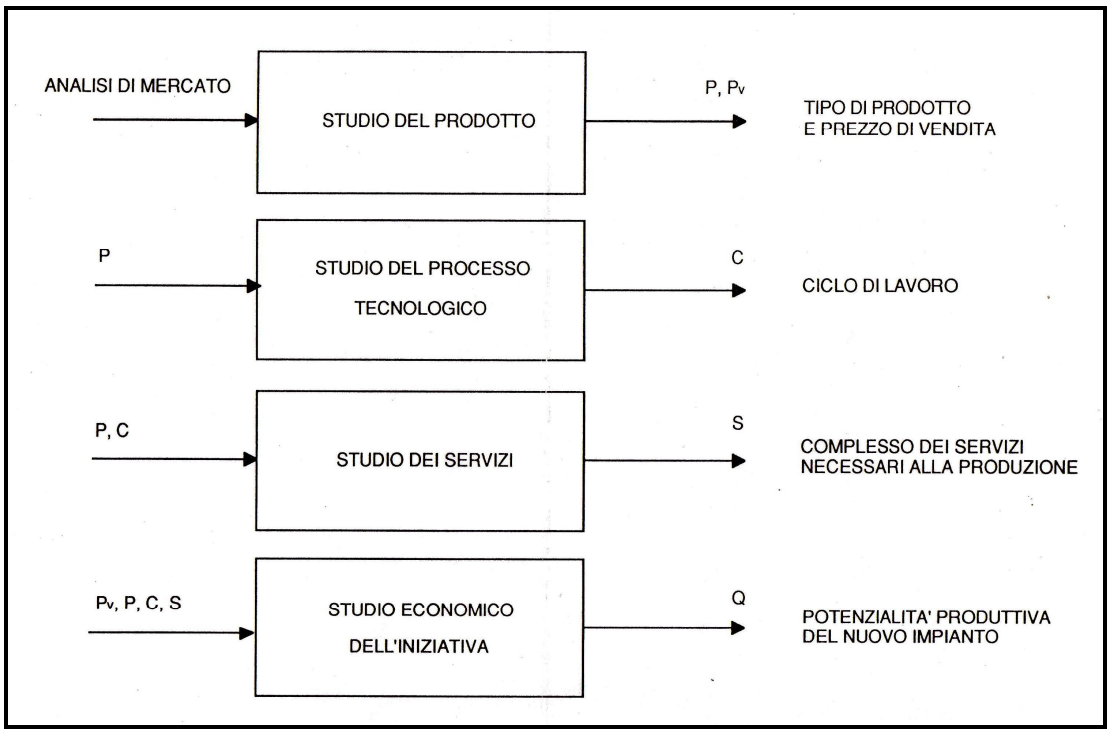


fig. 5 – Fasi successive dello Studio di Fattibilità

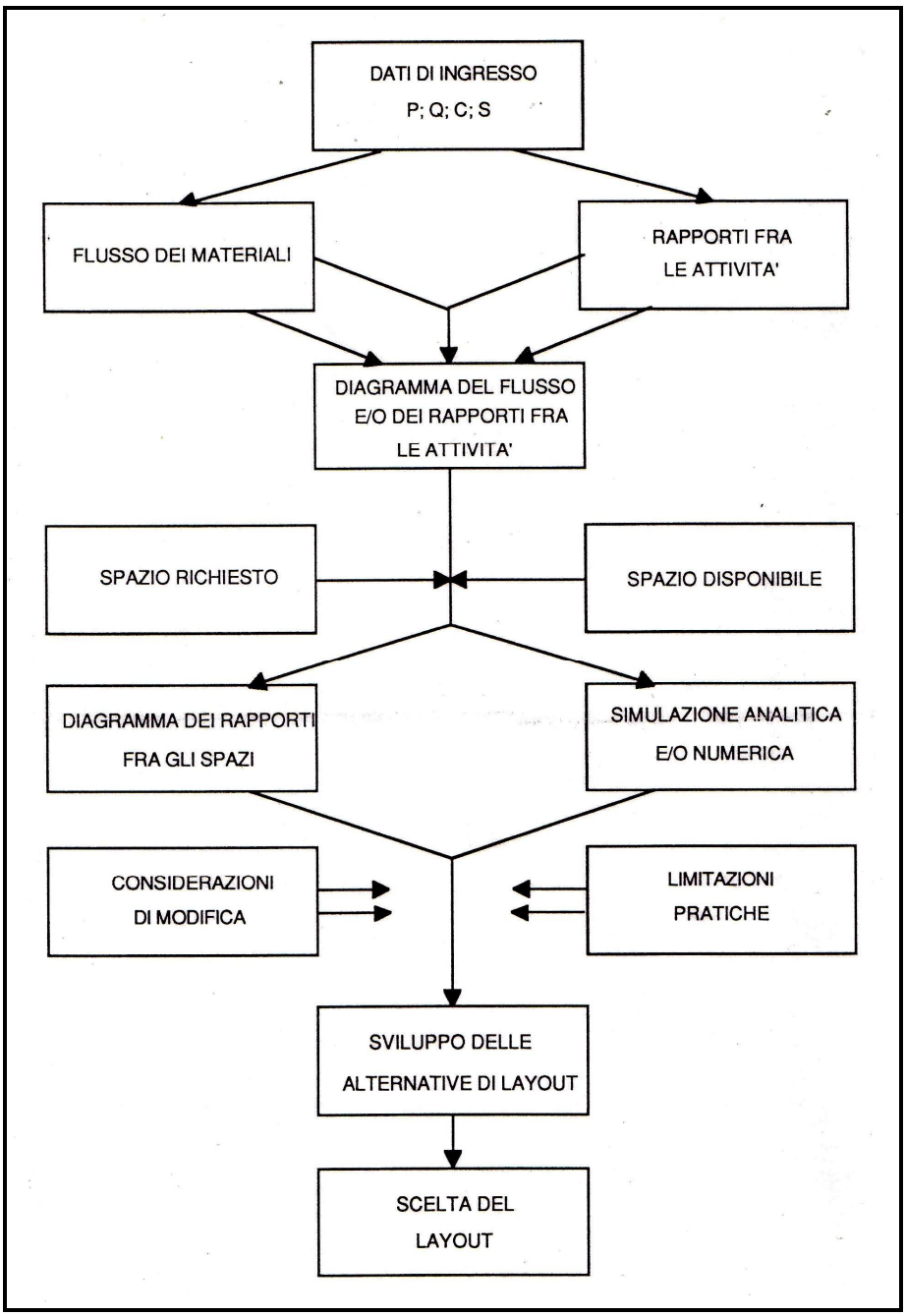


fig. 6 – Progetto Sistematico del Layout Generale di Impianto

1.2. INTRODUZIONE AI SISTEMI DI PRODUZIONE

1.2.1. Introduzione

Dunque cosa si intende con l'attributo "***processo produttivo***"? Abitualmente si associa al termine "**produttivo**" ogni azione atta ad incrementare l'utilità di un bene o di un servizio.

Così ad esempio, operazioni di trasporto, nello spazio e nel tempo, vanno classificate come azioni produttive. Così pure sono azioni produttive attività della più svariata natura quali ad esempio la diffusione di informazioni, la lettura di libri, la trasmissione di energia. Ogni attività umana, ad eccezione di quelle assolutamente distruttive quali guerre o genocidi, può essere considerata un'attività produttiva.

E con lo stesso criterio di analisi critica ci si può chiedere che valore abbia il termine "sistema".

Nell'accezione comune con il termine "**sistema**" viene indicato un qualsiasi insieme di elementi interagenti tra loro che operi per il conseguimento di un obiettivo comune. Vale la pena osservare che uno stesso insieme di elementi può essere un sistema o un singolo componente, a seconda del contesto in cui tale insieme viene a collocarsi. Così ad esempio, una macchina operatrice è classificata come un sistema in sede di progettazione del complessivo e delle parti componenti, mentre è considerata un semplice elemento in sede di lay-out dell'impianto. Inoltre è da sottolineare che una razionale conduzione aziendale non può prescindere dai legami che esistono tra l'impresa e l'ambiente esterno; in tal senso l'azienda deve essere considerata come un elemento di un macrosistema (politico, sociale, economico, produttivo, ecc.) al quale è legata da ben precise correlazioni logiche e funzionali.

1.2.2. Caratterizzazione del sistema produttivo

La caratterizzazione del sistema produttivo può effettuarsi in funzione dei tre parametri che seguono:

1. Tipo di produzione

- **Produzione su Commessa**: è quella attribuita alla fabbricazione di quei prodotti la cui lavorazione avviene esclusivamente a fronte di un ordine specifico, pertanto le quantità dell'articolo fabbricato possono variare di volta in volta in maniera anche rilevante.

  In virtù di ciò, risulta evidente che per articoli fabbricati con bassa frequenza, il ricorso a criteri di gestione degli ordini particolarmente complessi appare ingiustificato così come sarebbe inopportuno lo sviluppo di cicli di lavorazioni che richiedono l'uso di macchine e attrezzature speciali, mentre al crescere della frequenza di riordino di un articolo aumenta proporzionalmente la necessità di uno studio sempre più approfondito del problema. I vantaggi valutati in termini di economie di risorse impegnate e di

riduzione dei tempi di lavorazione eventualmente conseguite, assumono infatti rilevanza crescente all'aumentare della ripetitività di ciascuna commessa.

Nella realtà la produzione su commessa rivela assai raramente caratteristiche ripetitive; la maggior parte del prodotto viene fabbricata in esemplari unici e solo una piccola percentuale di essi viene nuovamente posta in lavorazione in successivi periodi di tempo. Tutto ciò fa intuire che la programmazione della produzione su commessa è quanto mai onerosa e complessa dovendo essa predisporre piani di lavoro e risorse produttive a fronte di una domanda incerta sia per natura sia per consistenza.

- **Produzione Discontinua**: qualora la fabbricazione di una molteplicità di articoli diversi chiami in causa le stesse risorse produttive, la marcia degli impianti sarà necessariamente di tipo discontinuo, ovvero batch.

  In tal caso la lavorazione di ciascun articolo viene eseguita esclusivamente durante prefissati intervalli di tempo al termine dei quali le risorse disponibili vengono destinate alla fabbricazione di prodotti similari. I problemi fondamentali che caratterizzano tale sistema appaiono, e ciò è intuibile, correlati alle scelte dell'entità del lotto di fabbricazione di ciascun prodotto, nonché della sequenza ottimale di lavorazione dell'insieme dei lotti.

  La produzione discontinua costituisce il tipo di produzione più comunemente impiegato in gran parte delle industrie manifatturiere ed in numerose industrie chimiche.

- **Produzione Continua**: è quella riservata alla produzione di un unico articolo con un impianto all'uopo specificatamente destinato. Risulta evidente che il ricorso a tale tipo di produzione è giustificato solo nel caso in cui la domanda del bene in oggetto sia sufficientemente elevata e costante nel tempo. Infatti mentre per una produzione su commessa o discontinua, la versatilità dei corrispondenti impianti vale a controbilanciare gli svantaggi derivanti da un coefficiente di utilizzazione necessariamente ridotto, la realizzazione di impianti destinati alla produzione continua di un ristretto numero di articoli si rivela conveniente solo qualora la domanda di questi assicuri un soddisfacente coefficiente di saturazione delle risorse.

  Contrariamente a quanto avviene nei due tipi di produzione in precedenza esaminati, nel caso attuale di produzione continua l'effettiva capacità produttiva del sistema dovrà quindi risultare il più possibile vicina all'effettivo fabbisogno del prodotto in esame.

  L'impiego di un criterio di produzione continuo consente di ottenere tutti quei vantaggi connessi con la ripetitività delle operazioni di produzione, nel senso che si potranno impiegare metodi, strumenti ed attrezzature di lavoro specificatamente studiati e

collaudati per la fabbricazione dell'articolo, nonché sistemici movimentazione e trasporto di grande efficacia.

I vantaggi ora menzionati appaiono ovviamente conseguiti a scapito della flessibilità operativa degli impianti. A tal proposito vanno però distinti impianti a produzione continua di massa (Mass Production) e a produzione continua a flusso (Flow Production); nei primi, sebbene l'impianto sia stato studiato e realizzato per la fabbricazione in serie di prodotti identici, le singole macchine che lo compongono non risultano progettate per la lavorazione di un unico prodotto, pertanto il sistema appare ancora dotato di una certa flessibilità operativa che lo rende utilizzabile anche per la fabbricazione di articoli con ciclo di lavoro diverso; nei secondi al contrario, il lay-out dello stabilimento nonché la maggior parte delle macchine e delle attrezzature impiegate, appaiono fissati in funzione della specifica produzione che si intende realizzare.

Conseguentemente una eventuale conversione degli impianti ad un tipo di produzione diversa si rivela quanto mai difficile ed onerosa;la diversificazione dei prodotti fabbricati richiederebbe infatti non solo la pressoché completa sostituzione di tutte le macchine ed attrezzature speciali fino a quel momento adottate, ma anche modifiche nei sistemi fissi di movimentazione così ingenti da alterare sostanzialmente il lay-out originale dell'intero complesso.

La gestione di sistemi produttivi di tipo continuo si rivela in genere di gran lunga più semplice di quella di sistemi di produzione di tipo discontinuo. Per gli impianti in questione l'ottimizzazione del processo produttivo richiede infatti un notevole impegno di studio in fase di programmazione iniziale del lavoro, mentre limita i compiti dei responsabili dell'esercizio al semplice reperimento delle materie prime necessarie ad alimentare l'impianto, nonché ad un periodico adeguamento delle cadenze produttive alle modifiche eventualmente intervenute nei singoli fabbisogni. In altri termini, mentre i sistemi di produzione discontinui richiedono un limitato impegno di studio in sede di preparazione dell'attività produttiva ed una notevole utilizzazione di risorse per la successiva fase di gestione, i sistemi produttivi continui necessitano di un'accurata ed approfondita analisi dei problemi prima che la produzione abbia inizio, per poi richiedere quasi esclusivamente interventi di semplice controllo nella fase di esercizio.

2. Tipo di industria

E'questo un altro elemento caratteristico di un sistema produttivo che ci dice quale è il settore in cui l'azienda esplica principalmente la sua attività.

Tale classificazione può avvenire con riferimento alla natura delle materie prime impiegate nel ciclo produttivo o alle caratteristiche del prodotto finito, ovvero alle operazioni di trasformazione eseguite. In quest'ultimo caso è opportuno effettuare un'ulteriore distinzione tra:

- **industrie di processo**: una materia prima unica viene sottoposta ad una serie di trasformazioni chimiche o fisiche al fine di ottenere una molteplicità di prodotti finiti diversi.
- **industrie di assemblaggio**: un insieme di elementi vengono composti per dar luogo ad un prodotto finito unico.

Tra tipo di industria e tipo di produzione adottato esiste una correlazione strettamente dipendente dal prodotto fabbricato e dal ciclo di lavoro utilizzato.

3. Dimensioni dell'impianto

Anche tale elemento riveste un'importanza fondamentale nella scelta delle procedure di gestione di un'azienda. E'intuitivo pensare che al crescere della dimensione si rende necessario il ricorso a procedure via via più complesse al fine di assicurare un efficace sviluppo di tutte le attività produttive.

Tra i tantissimi parametri suggeriti per valutare la dimensione dell'impianto si ritiene opportuno segnalare:

- il numero di addetti
- l'entità degli immobilizzi fissi
- il fatturato annuo.

Tra i problemi di maggiore rilevanza che insorgono al crescere della dimensione di un impianto è opportuno segnalare quello della centralizzazione o decentralizzazione delle decisioni;la conduzione di un'azienda di piccole-medie dimensioni non richiede la realizzazione di strutture organizzative particolarmente complesse, pertanto il relativo flusso di informazioni, sebbene articolato in una struttura generalmente piramidale, si rivela ancora in grado di assicurare ai responsabili delle decisioni un supporto di informazione abbastanza completo e tempestivo. Per contro al crescere della dimensione del sistema, il

numero di informazioni da acquisire e da valutare assume una tale rilevanza da rendere indispensabile il decentramento delle funzioni. Ciò offre il vantaggio di una più rapida risposta ai problemi che di volta in volta vengono a configurarsi nella vita aziendale, ma presenta l'inconveniente di dar luogo assai spesso a soluzioni settoriali. Dunque al fine di assicurare, in corrispondenza di ciascuna decisione, la necessaria visione d'assieme del problema, occorre quindi che le attività periferiche dell'azienda risultino tutte opportunamente correlate tra loro, nonché sottoposte ad un unico controllo centralizzato. In tal senso di importanza determinante si è rilevato l'impiego di strumenti automatici per l'elaborazione dei dati. Qualora inseriti in una razionale struttura organizzativa ed adeguatamente utilizzati, essi assicurano il necessario flusso informativo tra i diversi settori dell'azienda, nonché tra questi ultimi e gli organismi centrali di programmazione e di controllo.

1.3. LA PRODUZIONE

1.3.1. I rapporti prodotto-mercato e prodotto-processo. La produzione manifatturiera.

Ribadiamo ancora il concetto di base che il sistema produttivo di un'impresa industriale è costituito da una combinazione di risorse, per quota rilevante fisiche, di cui vengono mutati la natura e lo stato per ottenere come outputs sia beni fisicamente tangibili, e in tal caso si parla di produzioni industriali manifatturiere, sia servizi, e quindi si hanno produzioni industriali di servizi.

Avendo quindi dato un quadro del tutto generale di cosa è un impianto industriale e di come si caratterizzi un sistema produttivo è bene a questo punto analizzare più in dettaglio quali sono gli aspetti fondamentali della *produzione*, quindi parleremo di *progettazione, funzionamento e direzione* dei processi di trasformazione tipici dell'impresa industriale, ed in particolare di quella manifatturiera produttrice di beni. Si noti però che nelle aziende manifatturiere complesse si trovano, accanto a produzioni propriamente manifatturiere di trasformazione fisica, anche sub-sistemi in cui si svolgono attività di produzione di servizi, e nello stesso tempo, anche se in misura minore, nelle grandi imprese di servizi sono presenti sub-sistemi che svolgono produzioni tipicamente manifatturiere.

Tuttavia le modalità con cui avviene l'acquisizione degli input di fattori produttivi, la natura stessa dei fattori produttivi, le tecnologie e le tecniche con cui i fattori produttivi vengono

combinati tra loro ed impiegati per ottenere l'output, i caratteri con cui l'output si connette alla domanda rendono necessario e conveniente studiare i problemi di *progettazione, funzionamento e direzione* delle attività manifatturiere produttrici di beni separatamente da quelli degli altri sistemi produttivi.

Alla produzione manifatturiera, in tal senso, fanno capo i processi di produzione schematicamente indicati in **fig. 7** seguente:

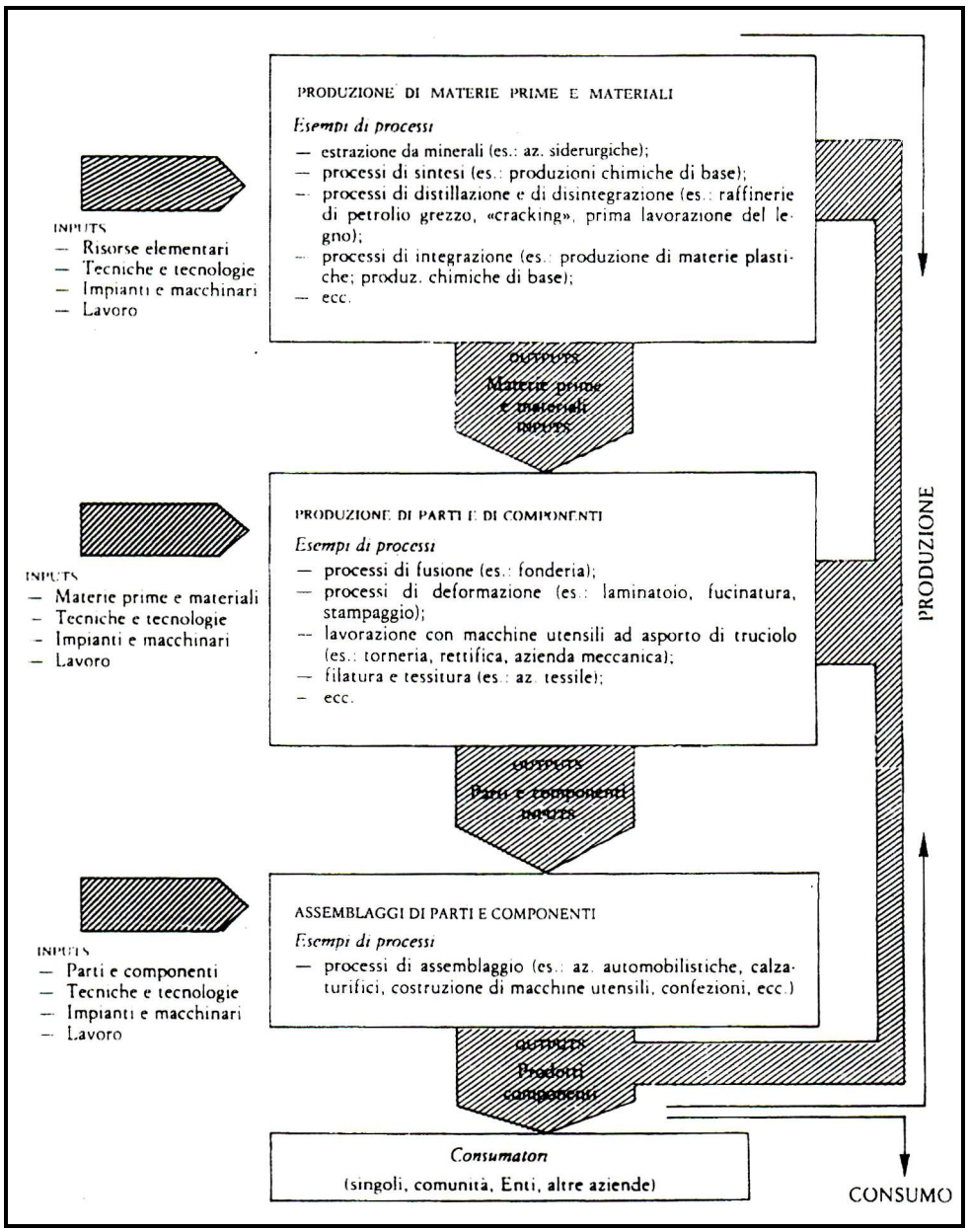


fig. 7 – Input Processi ed Output Manifatturieri

Fondamentalmente i processi produttivi manifatturieri si svolgono su tre livelli:

1. La produzione di materie prime e di materiali;

2. La produzione di parti e componenti;
3. L'assemblaggio, nel prodotto complesso, di materiali, parti e componenti.

All'interno di ciascun livello vi possono essere più stadi, cui corrispondono processi diversi. Le singole imprese possono svolgere:

- un solo processo tipico di uno stadio;
- più processi di stadi diversi appartenenti allo stesso livello;
- processi di stadi e livelli diversi.

Da ciò derivano sistemi produttivi aziendali a vari gradi di complessità:

- imprese monoprodotto e monoprocesso: decisioni sul grado di specializzazione;
- imprese pluriprodotto e monoprocesso: decisioni sul grado di differenziazione;
- impresa monoprodotto e pluriprocesso: decisioni sul grado di integrazione;
- impresa pluriprodotto e pluriprocesso: decisioni sul grado di diversificazione.

1.3.2. Produttività e competitività sul mercato; le scelte di progettazione e le scelte di gestione delle strutture produttive

La nozione di "produttività".

Fattore produttivo è qualsiasi risorsa, disponibile in quantità limitata, che viene utilizzata nel processo produttivo e in qualche misura modificata per ottenere il prodotto. Affinché nei confronti di una singola impresa, e quindi di un singolo processo, un elemento possa essere considerato appartenente alla categoria economica dei fattori produttivi, devono risultare soddisfatte almeno tre condizioni:

- essere utilizzabile in un processo;
- essere disponibile per l'impresa in quantità tali che qualsiasi impiego sia quantitativo che qualitativo ne modifichi apprezzabilmente la disponibilità totale;
- essere utilizzabile anche da altri processi produttivi per ottenere altri prodotti, in modo da assumere un valore.

Competitività sul mercato e scelte di progettazione e gestione delle strutture produttive.

Se per ottenere un prodotto determinato fosse disponibile una sola combinazione produttiva di fattori, non vi sarebbe un problema economico di scelta, ma solo un problema tecnico di realizzazione dell'unica combinazione così tecnicamente predeterminata. L'osservazione della realtà delle imprese, invece, evidenzia che un prodotto predeterminato può essere ottenuto da una serie molto numerosa (non infinita a causa dei limiti posti dalle tecniche e

tecnologie note) di combinazioni produttive differenti. Si pone così il problema della scelta economica della combinazione più conveniente e ciò si può valutare secondo i criteri seguenti:

- dato un costo complessivo da sostenere, si massimizza il valore del prodotto;
- dato il valore complessivo del prodotto, si minimizza il costo;
- massimizzato il valore del prodotto e minimizzato il costo, si renda massimo il divario tra valore e costo per quantità predeterminate di prodotto.

Schematicamente si possono indicare tre livelli cui riferire la scelta delle combinazioni; le combinazioni produttive possono infatti essere diverse perché:

1. sono diverse le *quantità dei fattori* impiegati, a parità di tecniche e tecnologie;
2. oltre alle quantità possono anche essere diverse le *tecniche, le modalità organizzative ed i tipi di fattori impiegati;*
3. oltre a tutto ciò possono essere diverse anche le *tecnologie* adottate.

Ribadiamo che in tutti i settori produttivi (e per tutti i prodotti) sono sempre numerose (anche se limitate dalle tecnologie note) le combinazioni possibili per ottenere un prodotto determinato.

Per produrre energia elettrica, per citare un esempio tra i tanti possibili, ci si può avvalere di numerose tecnologie diverse quali: termoelettrica, idroelettrica, elettronucleare, solare, geotermica, elettrochimica, ecc. , cui corrispondono altrettanti sistemi operativi del tutto diversi; ad esempio, la produzione termoelettrica a sua volta può avvalersi di almeno tre modi diversi di trasformazione dell'energia termica primaria in energia elettrica, cui corrispondono tipi di impianti e di organizzazione diversi (in altri termini, di tecniche diverse): centrali termoelettriche a carbone , ad olio combustibile, a gas naturale. Infine la centrale termoelettrica a carbone può essere fatta funzionare a regimi diversi; quindi: costante la tecnologia (termoelettrica) e la tecnica (la capacità produttiva e le caratteristiche dell'insieme caldaie, turbine, alternatori) possono essere variate le condizioni di funzionamento (a basso, medio e alto regime) facendo variare le quantità di due fattori, carbone e manodopera, fermo restando il terzo, l'impianto; oppure facendo variare il tipo e/o la quantità di un fattore, ad esempio da carbone a polverino di carbone.

Nell'ambito delle medesime tecnologie sono possibili combinazioni produttive diverse mutando le tecniche di produzione, e cioè i singoli impianti o macchinari e i sistemi organizzativi con cui essi vengono impiegati.

In definitiva nel continuum di combinazioni produttive disponibili per ottenere un prodotto predeterminato, è possibile individuare gruppi di combinazioni che:

a) impiegano sistemi operativi diversi, in cui sono radicalmente diversi i processi produttivi, i sistemi organizzativi ed i fattori impiegati;
b) nell'ambito dello stesso sistema operativo, adottano tecniche, macchine e sistemi organizzativi relativamente diversi, mentre sono sostanzialmente simili gli altri fattori produttivi impiegati;
c) nell'ambito della stessa tecnica e/o sistema organizzativo, impiegano quantità diverse degli altri fattori produttivi, che restano sostanzialmente nelle qualità e tipi.

Il passaggio da un gruppo all'altro di combinazioni, da un livello all'altro di esse concreta mutamenti anche profondi della combinazione produttiva, sebbene non sia sempre facile qualificare il tipo di mutamenti ed il tipo di livello conseguito, sia perché i vari livelli sfumano l'uno nell'altro, sia perché il mutamento, ad esempio al livello inferiore, del semplice rapporto quantitativo tra i fattori si accompagna spesso con mutamenti dei sistemi organizzativi e delle tecniche, e sempre più spesso con mutamenti di livello superiore, ad esempio nelle tecnologie, sia perché esistono discontinuità anche notevoli nelle quantità di fattori consumate passando da una combinazione ad un'altra, da un livello ad un altro.
Si conviene ormai comunemente di identificare come *cambiamento tecnologico* il passaggio da una tecnologia ad un'altra completamente diversa, in cui le combinazioni si diversificano per processi, tecniche e fattori (nei tipi e nelle quantità) radicalmente diversi.
Mentre si conviene definire *cambiamento tecnico* quello in cui le combinazioni produttive, all'interno della stessa tecnologia e dello stesso sistema operativo, risultano diverse per mutamenti nelle soluzioni organizzative dei fattori (nei flussi, nei lay-out, nella forza lavoro) o per variazioni nei tipi di macchine.
Infine sono definibili come semplici *variazioni dei programmi di produzione* quelle variazioni della combinazione produttiva ottenibili da rapporti diversi dei fattori produttivi, fermo restando il quadro tecnologico, tecnico ed organizzativo in cui avviene il processo.

È in questo quadro articolato e complesso che si colloca il campo di scelta della combinazione produttiva più conveniente. Tale campo di scelta può essere visto sia "staticamente", come l'insieme delle soluzioni messe a disposizione dalla situazione tecnologica e tecnica in quel preciso istante temporale, sia "dinamicamente", considerando l'evoluzione di una produzione o di un settore attraverso il progresso tecnologico, tecnico ed organizzativo stimolati dalla ricerca, dall'insorgere di nuove esigenze degli utilizzatori/consumatori, dalla competizione sul mercato. Ne derivano nuovi prodotti, nuovi processi produttivi, nuove tecniche, nuove forme organizzative, nuove procedure, nuove macchine ed attrezzature. Le combinazioni diverse che ne risultano consentono di aumentare la produttività dei fattori. E' dunque il progresso tecnologico ed organizzativo che assicura dinamicamente nel tempo l'avanzamento di una produzione, stimolando la ricerca e lo sviluppo di nuovi prodotti e processi e ponendo problemi di scelta tra le nuove combinazioni produttive possibili. Il perseguimento dell'obiettivo di accrescere la produttività e di produrre nuova ricchezza dipende da insiemi di situazioni esterne (ambientali,di mercato: al di fuori del controllo dell'impresa) ed interne (tecniche di produzione, metodi organizzativi, uso delle risorse: sotto il controllo dell'impresa). E' questo un problema che investe, ovviamente, l'intera impresa; ma esso presenta maggiore rilevanza per l'area di produzione nella quale la scelta della combinazione produttiva si concretizza principalmente in **investimenti**:

- **ad esborso anticipato**: le uscite di cassa per gli investimenti avvengono in un'unica soluzione e molto tempo prima del manifestarsi delle entrate di cassa relative alla produzione con essi avvenuta;
- **a lento ritmo di rigiro**: il recupero avviene gradualmente nel tempo attraverso le quote di ammortamento;
- **scarsamente reversibili**: nel senso che in genere è tecnicamente difficile od economicamente oneroso mutarne l'impiego rispetto ai prodotti e/o processi ai quali erano stati originariamente destinati.

Hanno questa natura, per così dire, economicamente rigida:

- sia gli investimenti di tipo "hardware", cioè gli impianti, i macchinari, le attrezzature, i mezzi di movimentazione, ecc.;
- sia gli investimenti di tipo "software", cioè gli investimenti in strutture organizzative, cicli di lavorazione, metodi di lavorazione, metodi e strumenti di programmazione, ecc..

E' da notare che più viene spinta la specializzazione delle strutture produttive, più aumenta la rigidità economica del sistema.

Si è visto in precedenza che la scelta della combinazione produttiva più conveniente può avvenire nell'ambito di tecnologie date (e quindi nell'ambito di una funzione di produzione nota e di un prodotto e di un processo predeterminati) oppure può avvenire considerando l'intera gamma delle soluzioni tecnologiche possibili, in cui la predisposizione dei processi è l'oggetto stesso della scelta. Sebbene vi sia ampia possibilità di sovrapposizione, è conveniente caratterizzare meglio i due gruppi di scelte:

a) scelte di medio-lungo periodo: quelle che considerano le varie alternative di tecnologia. Ciò sia per la rilevanza dei fattori da acquisire, sia per il tempo necessario alla loro acquisizione ed all'avviamento dei processi, sia, infine, per il periodo necessario a recuperare gli esborsi relativi ai fattori che si debbono acquisire per quantità elevate rispetto ai consumi che si hanno durante il processo. Si tratta in sostanza di scelte attinenti alla *progettazione* del sistema operativo;
b) scelte di breve periodo: quelle che ottimizzano, nell'ambito di tecnologie date e di impianti disponibili, l'utilizzazione dei singoli fattori e l'impiego delle capacità precostituite. Si tratta delle decisioni concernenti la programmazione ed il controllo del sistema produttivo, e cioè la sua *gestione*.

Entrambi questi gruppi di scelte comportano problemi di ottimizzazione parziale che si avvalgono di un insieme di rilevazioni, di indici e di analisi facenti capo ai sistemi informativi e contabili di cui dispongono le imprese (contabilità analitica, contabilità per le decisioni, contabilità generale, indici di rendimento, ecc.).

Non mancano modelli che, avvalendosi di algoritmi anche sofisticati e di potenti mezzi di elaborazione, riconducono ad una ottimizzazione globale l'insieme delle numerose variabili in relazione alle quali operare la scelta delle combinazioni produttive.

L'obiettivo è quello di migliorare la "produttività", cioè aumentare il rapporto tra valore del prodotto e costi sostenuti per ottenerlo, il che significa, per quel che riguarda l'area di produzione dotarsi di strutture (sia impiantistiche: l'*hardware* di produzione; sia organizzative: il *software* di produzione) in grado di conservare o migliorare la posizione competitiva dell'azienda sul mercato. Nell'area di produzione concorrono a tale miglioramento una serie numerosa di fattori che possono essere ricondotti ai seguenti tre grandi gruppi di **fattori di competitività sul mercato**:

1) **Riduzione dei costi dell'attività di trasformazione**. Nel rapporto di produttività è il fattore tradizionalmente considerato, che conduce ad un costante orientamento alla riduzione dei costi unitari medi.
2) **Flessibilità del sistema produttivo**. Si tratta di aumentare il valore di mercato dei prodotti, posizionandoli meglio di quelli concorrenti per mezzo della differenziazione e della capacità di introdurre rapidamente nuovi prodotti o varianti di prodotti.
3) **Elasticità del sistema produttivo**. Si tratta di aumentare il valore di mercato dei prodotti, per mezzo delle capacità di variare rapidamente, a struttura impiantistica esistente, il mix delle quantità prodotte per ciascuna linea, prodotto o variante di prodotto appartenente alla gamma, e di aumentare la velocità e l'affidabilità delle consegne. Il tutto senza aggravio dei costi.

In definitiva l'obiettivo delle scelte di progettazione e di gestione della struttura produttiva è quello di selezionare il fattore competitivo vincente nella situazione di mercato e della tecnologia attuale e prospettica, di individuarne le relazioni di incompatibilità con gli altri fattori e sottofattori e di ottimizzarlo subordinando ad esso le scelte relative ai fattori incompatibili, sia per il breve periodo, che per il medio-lungo periodo.

1.3.3. Tipologia dei processi produttivi manifatturieri

La progettazione dei processi, e quindi dei sistemi produttivi, è legata strettamente a tre elementi principali:

- Le caratteristiche della domanda;
- Gli aspetti economico-tecnici del prodotto;
- Le tecnologie impiegabili.

Fondamentale è, in primo luogo, la nota *distinzione tra modo artigianale e modo industriale di produzione*: due modi diversi di applicare il principio della specializzazione onde ottenere incrementi di produttività.

La produzione di tipo artigianale comporta una specializzazione delle risorse, ed in particolare del lavoro, per mestieri; quella di tipo industriale, per fasi omogenee di lavorazione.

L'artigiano "tipico" lavora ad un prodotto complesso e svolge tutte le fasi di lavorazione inerenti il prodotto tipico del "mestiere" con pochi strumenti: ne risulta un prodotto "unico",

non ripetibile in modo perfettamente identico, in quanto le singole parti non sono standardizzate, ma costruite ed adattate per una unità specifica del prodotto. Ne consegue inoltre una specializzazione per mestiere, nel senso che l'artigiano svolge in modo specialistico tutte le operazioni necessarie ad ottenere quel prodotto. Il prodotto viene personalizzato in base alle esigenze specifiche dell'acquirente o addirittura costruito in base alle sue prescrizioni.
Caratteri fondamentali che descrivono tale modo di produrre sono:

a) Netta prevalenza del costo di manodopera nel costo di trasformazione;
b) Incidenza elevata del costo di materia prima sul costo totale;
c) Scarsa rilevanza del costo degli strumenti di produzione;
d) Flessibilità produttiva alle varianti richieste di mercato;
e) Variabilità dei costi al variare delle quantità prodotte.

Il modo industriale di produzione, invece, comporta, come già accennato, uno svolgimento dei processi per "fasi omogenee di lavorazione": il ciclo di produzione viene suddiviso in fasi, operazioni ed atti produttivi ben identificati, omogenei per gruppi, svolti in sequenza secondo il ciclo di lavorazione. Si ha così una organizzazione per fasi od operazioni omogenee. L'aumento del grado di specializzazione (quindi del conseguente livello di efficienza) avviene suddividendo ulteriormente le fasi e le operazioni che richiedono l'intervento di diverse specializzazioni e consente l'introduzione di attrezzature e macchine specializzate e l'impiego di manodopera addestrata all'esecuzione di operazioni specifiche. Con l'introduzione della macchina aumenta la precisione delle lavorazioni e quindi l'intercambiabilità e la standardizzazione delle parti componenti il prodotto. Ne consegue la possibilità di adottare processi con volumi produttivi molto elevati, e quindi ulteriori opportunità di specializzare fasi ed operazioni.

Le modificazioni generate dal progresso tecnico-organizzativo sui processi e sulle strutture produttive si colgono dunque osservando le fasi caratteristiche attraverso cui passa la società industriale nel corso della sua evoluzione: dall'utensile e dalle semplici macchine universali, in cui prevale l'autonomia dell'operatore, si passa all'introduzione delle macchine specializzate mono-scopo e alla disposizione a catena, che portano alla riduzione, fino quasi all'annullamento, dell'autonomia dell'operatore, e si arriva alla fase di meccanizzazione o automazione parziale o totale dei processi, in cui la parte sistematica del lavoro viene delegata esclusivamente alla macchina o al sistema, mentre l'operatore assume

un'attività di progettazione, guida e controllo, cioè caratteri dell'attività di direzione. In sostanza l'evoluzione del modo industriale di produrre avviene attraverso le modificazioni apportate dal progresso tecnico ed organizzativo ai processi produttivi, e per quel che riguarda il lavoro si osserva il continuo spostamento del punto di applicazione dall'esecuzione diretta di attività molto semplici, al comando di macchine prima (meccanizzazione) ed alla programmazione e controllo di sistemi operativi parziali più o meno sofisticati e complessi poi (automazione).

Dei tre gruppi di fattori di competitività sul mercato, menzionati precedentemente (**riduzione dei costi, flessibilità, elasticità**), viene privilegiato il gruppo di fattori "riduzione dei costi" dell'attività di trasformazione, subordinando alla sua ottimizzazione gli altri. Si agisce quindi sul denominatore del *rapporto di produttività*, comprimendo i costi; ma c'è da notare che si può incorrere in relazioni di incompatibilità con gli altri fattori di competitività, "flessibilità", "elasticità", che agiscono sul numeratore del *rapporto di produttività*. Nel modo industriale di produzione si riscontra quindi il progressivo irrigidimento dei processi rispetto alle crescenti variabilità qualitative della domanda, la sempre più scarsa elasticità dei costi alle variazioni quantitative della domanda, l'aumento del rischio delle imprese a causa dell'aumentata proporzione dei costi fissi anticipati delle immobilizzazioni rispetto ai costi variabili con esborso corrente e, infine, la scarsa rapidità dei processi produttivi nell'adeguarsi alla variabilità delle esigenze del mercato in termini di varianti qualitative e quantitative del prodotto.

Fondamentale è anche la *distinzione in tipologie dei sistemi produttivi industriali*: consente di analizzare e qualificare meglio le relazioni di compatibilità esistenti tra i tre gruppi di fattori competitivi sopra citati. Tra i tanti studi e approcci in merito a tale problematica, è ormai classico e ricordato sempre l'approccio Woodward [1965] che riprende e amplia la nota e basilare classificazione dei processi (su commessa, su modello, a flusso continuo), già studiata da altri autori.

La tipologia Woodward è stata costruita in base ai seguenti elementi:

- Differenziazione e numerosità dei prodotti appartenenti alla gamma;
- Grado di standardizzazione dei prodotti e dimensione dei flussi con cui vengono collocati sul mercato;
- Modalità con cui si manifesta la domanda: se su indicazione del cliente (su commessa), o per prodotti predisposti dall'azienda (per magazzino).

In relazione a questi elementi si possono indicare **quattro tipologie di sistemi produttivi**:

a) **su progetto (*job shop*)**; è caratterizzato dall'unicità del prodotto. Questo infatti ha caratteri specifici, determinati di volta in volta dal progetto che viene proposto dall'utilizzatore. Ciascun progetto è finalizzato all'ottenimento di una sola unità di prodotto, e di un numero molto limitato di unità identiche. Ne consegue una struttura produttiva specifica avente caratteri di transitorietà.

b) **su modello**; prevede numerosi prodotti anche diversi tra loro, che vengono ripetuti in piccola serie su "modelli" predisposti dal produttore, che vengono spesso adattati alle esigenze dell'utilizzatore. Ne deriva un sistema produttivo con caratteri di stabilità strettamente connessi alla flessibilità di impiego delle risorse (tecniche, di lavoro, organizzative e manageriali) rispetto ai mutamenti qualitativi e quantitativi della richiesta ed all'evoluzione della tecnologia propria e degli utilizzatori. La produzione non può che avvenire su commessa, adottando processi di tipo intermittente, mentre le risorse (lavoro, struttura tecnica) non possono che essere polivalenti per rispondere all'instabilità della richiesta con sufficienti riserve di capacità; ciò causa frequenti variazioni nel grado di utilizzo della capacità stessa.

c) **processo intermittente a grandi lotti**; i prodotti sono differenziati, ma le varianti vengono ottenute principalmente per mezzo della standardizzazione delle parti componenti, delegando così la variabilità delle strutture alla fase finale dell'assemblaggio e invece contenendo l'esigenza della flessibilità nelle fasi di lavorazione dei componenti. Questi possono così contare su sequenze di parti identiche (lotti) di grandi dimensioni, con risorse cosiddette "dedicate" per periodi abbastanza lunghi e in taluni casi anche a tempo determinato. In tale tipologia di sistema produttivo si consente dunque di specializzare le risorse che saranno meno polivalenti e flessibili rispetto alla tipologia su modello. La complementarietà tra flessibilità/elasticità da un lato e costi di produzione dall'altro trova in questa terza tipologia un'ampia gamma di soluzioni: un aumento di flessibilità per adeguarsi alle richieste degli utilizzatori comporta una riduzione della specializzazione delle risorse e una diminuzione della dimensione dei lotti: quindi una riduzione di efficienza del sistema operativo.

d) **processo continuo**; è tipico del prodotto unico, con scarse varianti, ottenuto in volumi elevati per periodi indeterminati di tempo da un insieme di risorse progettate e destinate stabilmente a quella produzione: o a causa dei vincoli tecnologici (produzione a flusso continuo tecnicamente obbligato), o per scelta (produzione in linea o a catena), quando

le dimensioni e la stabilità dei flussi di richiesta lo consentono. In questi sistemi prodotti e processi hanno un elevato grado di dipendenza reciproca: non vi è quasi flessibilità, non vi sono quasi scorte di semilavorati intermedi, le operazioni produttive si svolgono in modo continuo con una sequenza strettamente connessa al ciclo di lavorazione. Vi sono numerose opportunità di meccanizzazione e di automazione, quindi un alto rapporto capitale/lavoro.

Una schematizzazione utile di quanto detto è presentata nella **fig. 8** che segue;

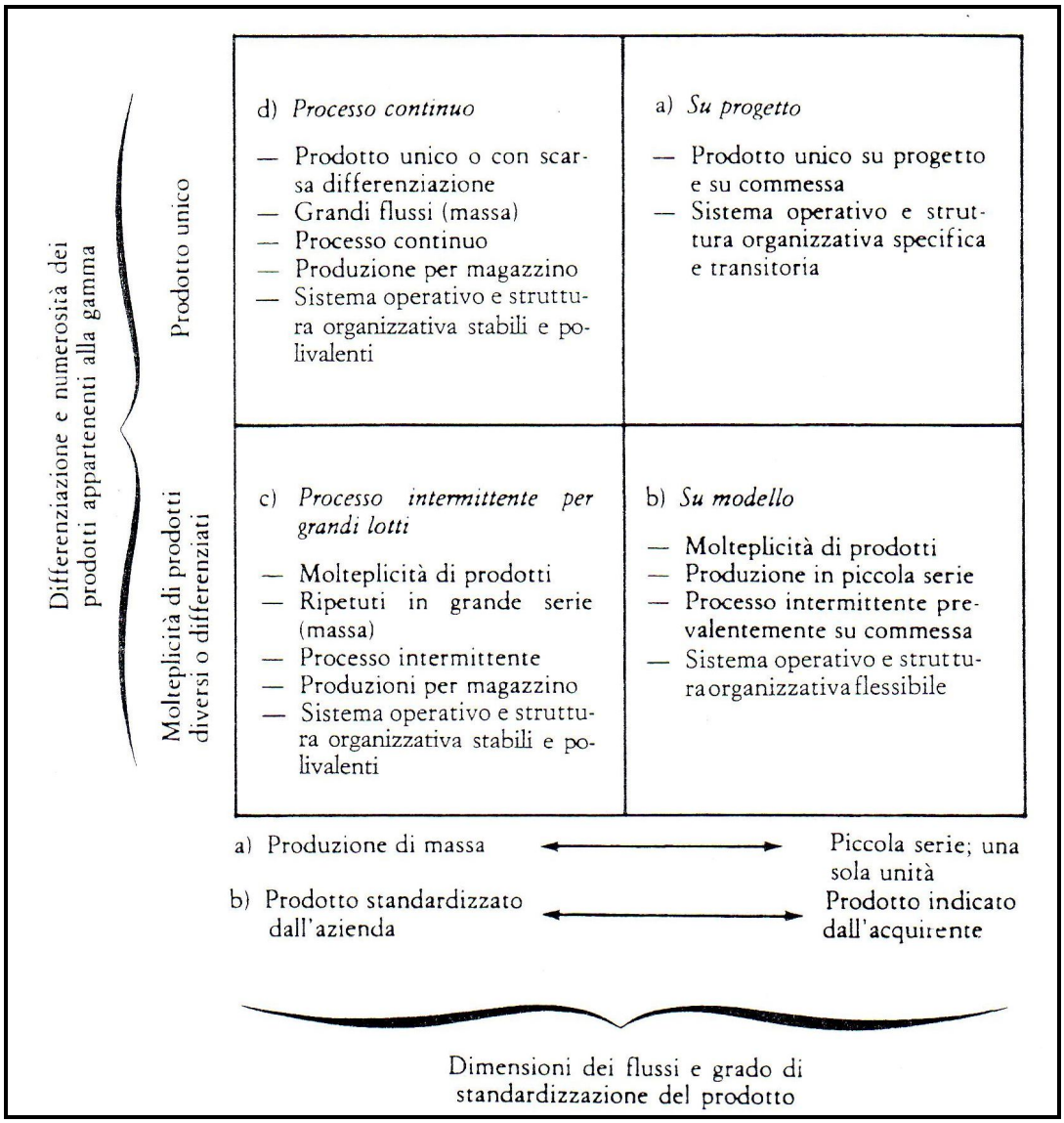


fig. 8 – Tipologia dei Sistemi di Produzione

In definitiva, la tipologia di Woodward consente di studiare i problemi di progettazione dei sistemi produttivi sotto il profilo della diversità di questi in relazione alla diversità di inputs, di tecnologie e di prodotti. Se si dispongono i processi "per progetto" e di "tipo continuo"

agli estremi della gamma di soluzioni possibili, tale classificazione consente anche di osservare la nota, stretta relazione esistente fra le quattro tipologie e tra le soluzioni intermedie che senza discontinuità sfumano ora nell'una, ora nell'altra tipologia, e il grado di ripetitività dei cicli, fasi, operazioni ed atti produttivi nel corso del processo di trasformazione.

Al crescere del "flusso di richiesta" (si veda a tal merito la **fig. 9** a seguire), crescono le opportunità di standardizzazione dei prodotti e quindi di specializzazione dei sistemi produttivi perché aumenta la ripetitività delle operazioni di trasformazione. Si passa così da sistemi poco ripetitivi a sistemi ripetitivi; in altri termini, dal modo artigianale al modo industriale di produzione, passaggio che appunto è il risultato dell'applicazione del progresso tecnologico alla produzione.

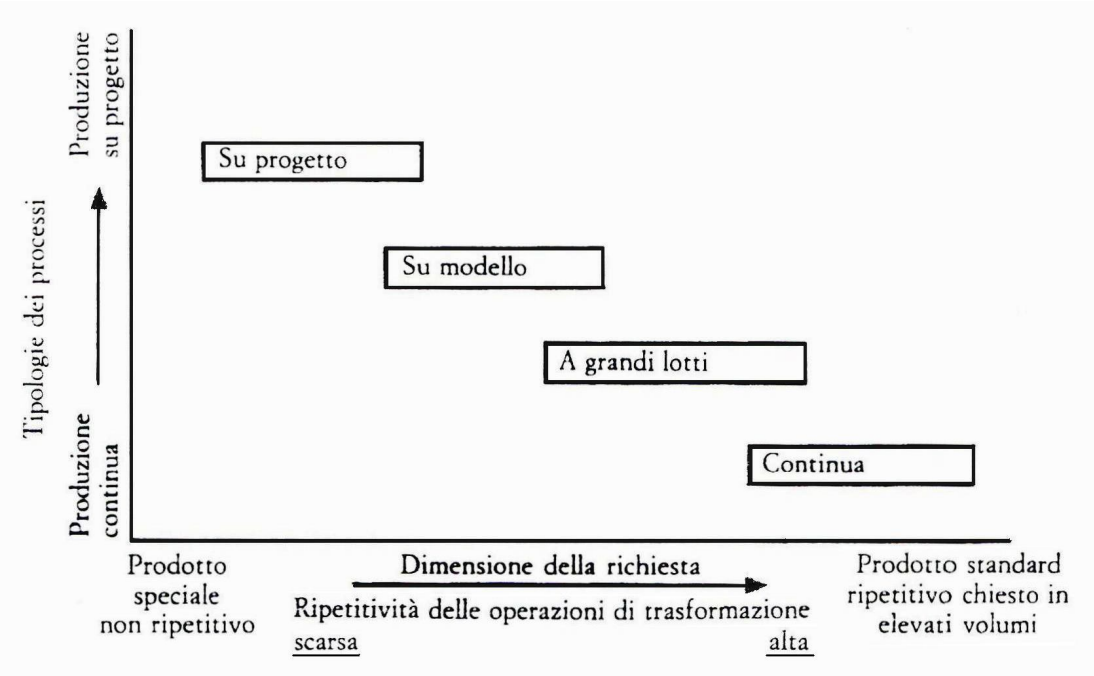


fig. 9 – Sistemi Produttivi e Ripetitività delle Operazioni di Trasformazione

La tipologia proposta dal Woodward non consente però di dare il dovuto peso al problema fondamentale nella progettazione dei sistemi produttivi, e cioè la complementarità esistente tra flessibilità ed efficienza delle strutture produttive. Nella logica tradizionale, l'alta flessibilità penalizza l'efficienza, l'alta efficienza penalizza la flessibilità. Un approccio che consente di analizzare questo aspetto è quello sistemico [Johnson, 1972]; un processo produttivo è costituito da un insieme di operazioni di trasformazione che si dispongono

nella sequenza ed hanno tra loro i flussi previsti dal ciclo di lavorazione. Esso quindi è rappresentabile con un reticolo in cui:

- I nodi rappresentano le attività di trasformazione fisica e/o stoccaggio;
- I segmenti che collegano i nodi rappresentano i flussi, con le rispettive priorità e dimensioni che legano tra loro le singole operazioni.

Nei "processi di tipo continuo" nei nodi si svolgono solo attività di trasformazione fisica e sono assenti gli stoccaggi: la regolazione del sistema avviene quindi attraverso la regolazione dei flussi di inputs e di outputs globali che collegano l'intero sistema con l'esterno, e dei flussi parziali tra ciascun nodo e gli altri cui è collegato all'interno. I singoli nodi hanno un elevato grado di specializzazione e di meccanizzazione ed è richiesto un equilibrio tra nodo e flusso e tra l'insieme dei nodi ad evitare sprechi di capacità. In sostanza le risorse esistenti nei nodi sono fortemente finalizzate ad una sola tecnologia, ad un solo atto produttivo, ad una sola operazione da svolgere a quel livello del ciclo e per quel tipo e quantità di prodotto: cioè sono completamente *dedicate*. Analogamente per la tecnologia con cui si svolgono i flussi di trasporto, si ha che i legami tra i nodi del processo continuo risultano determinati dalla tecnologia e dal prodotto, quindi risultano simultanei, esclusivi e continui e pertanto tipicamente rigidi e altamente finalizzati.
Al contrario all'altro estremo, "nei processi su progetto", i nodi possono svolgere una varietà, sia pur finita, di operazioni di trasformazione fisica e, contemporaneamente, di magazzinaggio. Il sistema può dunque essere regolato, in via prioritaria, attraverso il livello delle scorte e solo quando queste raggiungono livelli incompatibili, attraverso la dimensione dei flussi. I nodi possono essere altamente specializzati su un'unica funzione, ma possono anche consentire una varietà di lavorazioni per prodotti diversi. Analogamente per i flussi si adottano tecnologie e risorse che consentono flussi discontinui, variabili, indipendenti dal prodotto e dalle tecnologie.

In definitiva dall'approccio sistemico deriva una tipologia dei processi che mette meglio in rilievo il dilemma flessibilità/efficienza e consente di cogliere i punti strategici del sistema al fine di risolvere favorevolmente tale dilemma, collocando anche nel tempo le relative decisioni, e cioè se a livello di progettazione o a quello di gestione del sistema produttivo.

Grazie dunque all'approccio Woodward e all'approccio sistemico, si possono in definitiva distinguere e classificare:

a) "**Processi continui**" come *sistemi tendenzialmente rigidi* (scarsa o nulla flessibilità dei nodi e dei legami) e adattabili solo nel medio-lungo periodo con decisioni di progettazione;
b) "**Processi intermittenti a grandi lotti per magazzino**" come *sistemi poco flessibili* (i nodi presentano combinate le funzioni di trasformazione e di stoccaggio, con risorse non completamente specializzate; i legami sono fissi, simultanei ed esclusivi, parzialmente determinati dalla tecnologia);
c) "**Processi intermittenti a piccoli lotti su modello per magazzino**" come *sistemi ambigui, ma tendenzialmente flessibili*;
d) "**Processi intermittenti su modello per commessa e processi per progetto**" come *sistemi flessibili* (i nodi hanno funzioni complesse di trasformazione e di stoccaggio, con risorse tipicamente polivalenti; i legami sono variabili e determinati dalla natura dei flussi) adattabili nel breve periodo anche con le sole decisioni di gestione.

Nella realtà delle imprese esiste una grande varietà di processi produttivi le cui caratteristiche, come accennato in precedenza, sfumano l'una nell'altra passando lungo il continuum che va dall'estremo del processo su progetto all'altro estremo del processo continuo, allora è utile a questo punto operare un'analisi ed un confronto dei processi produttivi al fine di ottenere un quadro di riferimento per ciascuna tipologia di processo in cui inquadrare le scelte sia di progettazione che di gestione concernenti l'area produttiva e i suoi possibili contributi al vantaggio competitivo nei confronti del mercato cui si accennato all'inizio di questa trattazione.
Riassumiamo dunque i principali aspetti emersi dalle classificazioni Woodward e sistemica concernenti:

a) Il prodotto ottenuto; decresce l'interazione cliente/produttore nella definizione del prodotto nel senso che si passa da un prodotto speciale ad un prodotto standard definito dal produttore. Diminuisce l'ampiezza della gamma di prodotti e/o le varianti. I volumi per ciascun prodotto aumentano sino alla produzione di massa, del tutto ripetitiva. La capacità di introdurre nuovi modelli decresce fino a diventare difficile e molto costosa. Si passa da una produzione su commessa ad una produzione per magazzino su previsioni di domanda.
b) La struttura organizzativa; il ciclo di lavorazione, la programmazione della produzione ed il sistema informativo passano da molto semplici, instabili e transitori a stabili, predefiniti e complessi. La professionalità della manodopera e l'ampiezza delle

mansioni si restringono da una specializzazione per mestiere a quella di fase o addirittura di operazione. Contestualmente cresce la ripetitività, la componente sistematica e la standardizzazione del lavoro e diminuiscono sia il contenuto di lavoro per unità prodotta che la dipendenza del rendimento del lavoro dalle capacità e volontà dell'operatore.

c) La struttura impiantistica; è l'insieme delle caratteristiche più importanti e che maggiormente diversificano i processi sia sotto il profilo tecnico, che quello economico. Il grado di specializzazione dell'hardware, l'intensità di capitale, le dimensioni delle unità produttive, le economie di scala tecniche aumentano sino a diventare molto rilevanti. La struttura impiantistica passa da transitoria a stabile e rigida per lunghi periodi di tempo. La lunghezza e la complessità del ciclo di lavorazione aumentano, mentre si abbreviano i tempi necessari al prodotto per attraversare il sistema. Il numero ed i costi degli attrezzagli (set-up) diminuiscono fino ad annullarsi. Si rovescia il rapporto uomo-machina: rendimenti tecnici e ritmi di produzione dipendono sempre meno dall'operatore, sino a dipendere quasi esclusivamente dai ritmi delle macchine o da quelli imposti dai programmi nella produzione continua.
d) I materiali impiegati; nel passare dai processi del tipo su progetto a quelli continui aumentano l'importanza del rapporto con il fornitore, le opportunità tecniche ed economiche di integrazione verticale o collaterale, l'importanza degli aspetti tecnici (qualità, affidabilità, rapidità di consegna, continuità) delle forniture. Al contrario diminuisce l'entità dei semilavorati.
e) L'adattabilità rispetto ai mutamenti della tecnologia e della domanda; il grado di adattabilità decresce, fino quasi ad annullarsi nel processo continuo. Ciò va inteso nel senso che, definite le strutture organizzative ed impiantistiche in sede di progettazione dl sistema, ne risulta via via più difficile e costoso l'adattamento passando dai processi job shop a quelli continui.

1.3.4. Decisioni strategiche e decisioni correnti nella programmazione

Si sono individuati finora due ordini di scelte che le imprese debbono operare nell'area della produzione: da un lato le "scelte di progettazione del sistema produttivo"; dall'altro le "scelte di gestione del sistema stesso".

Ambedue queste serie di decisioni debbono essere ovviamente prese prima che si svolgano le lavorazioni, al fine di ottimizzare sia la costruzione della struttura produttiva, sia la gestione delle attività correnti che usano le strutture già precostituite.

Le scelte del primo tipo sono quelle che considerano le varie configurazioni di tecnologie e di sistemi produttivi utilizzabili. Sono tipicamente "scelte di progettazione" quelle che riguardano:

- la tipologia dei processi produttivi;
- il grado di integrazione/specializzazione dei processi produttivi;
- la dimensione ottima dell'impianto;
- la determinazione della capacità produttiva;
- le opzioni tra processo continuo ed intermittente e le conseguenti ottimizzazioni dei flussi di produzione.

Da queste derivano, ed a queste sono strettamente interrelati, altri gruppi di scelte: la progettazione del prodotto, lo studio dei cicli di lavorazione e dei tempi e dei metodi di lavoro, la struttura logistica, gli approvvigionamenti, la gestione delle scorte e così via. Questi gruppi di scelte hanno la caratteristica di riguardare opzioni che esplicano i loro effetti nel medio-lungo periodo, e che sono difficilmente reversibili nel breve termine.

Il secondo ordine di scelte, quelle di "gestione del sistema produttivo", sono invece scelte che si pongono l'obiettivo di ottimizzare l'utilizzo dei fattori produttivi acquisiti nell'ambito delle soluzioni tecniche e tecnologiche cui si è pervenuti nella fase di progettazione del sistema operativo. Si tratta, quindi, di decisioni di carattere tattico conseguenti e successive a quelle di progettazione del sistema produttivo. Esse riguardano le modalità di gestione di una struttura già esistente e si inseriscono in un orizzonte temporale di breve periodo perché hanno l'obiettivo di ottimizzare l'utilizzo di strutture già disponibili che non sono modificabili nella gestione corrente se non in misura del tutto marginale e/o con i rilevanti costi connessi alla rinuncia a recuperare in tutto od in parte gli investimenti effettuati in sede di costruzione del sistema.

È nell'ottica di questa bipartizione tra "scelte di progettazione" e "scelte di gestione" che va collocato il problema di definire l'attività che va sotto il nome di *programmazione e controllo della produzione* (PCP); può essere definita come l'insieme delle procedure, delle informazioni e degli strumenti che, nell'ambito di un sistema produttivo acquisito, vengono utilizzati per determinare cosa produrre, in quali quantità, secondo quali modalità ed entro quali tempi, con l'obiettivo di ottimizzare i flussi delle risorse in entrata, l'uso

delle capacità disponibili presso i vari centri di trasformazione ed i flussi in uscita del sistema produttivo.

1.3.5. Le fasi del processo di PCP

La struttura del PCP è presentata schematicamente nella **fig. 10** sottostante.

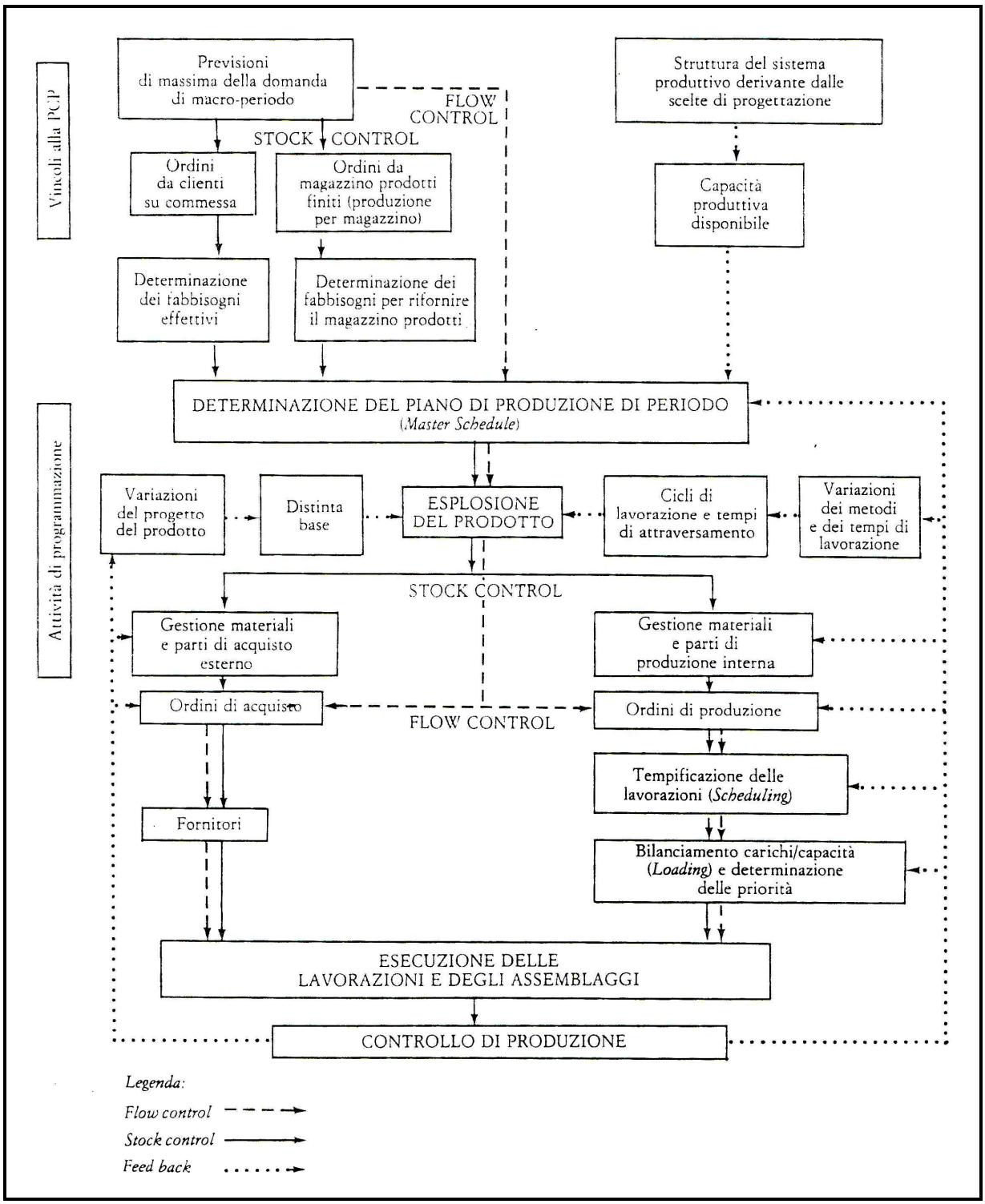


fig. 10 – Fasi del processo di PCP

L’attività di formulazione del “programma e controllo di produzione” consiste dunque in un insieme integrato di scelte che, avvalendosi di un processo iterativo, si ripete ciclicamente nel tempo. Dunque le fasi principali sono:

a) definizione del fabbisogno;
b) determinazione del piano di produzione del macro-periodo;
c) esplosione del prodotto;
d) tempificazione ed assegnazione delle priorità;
e) controllo.

1.3.6. La gestione dei flussi che attraversano il sistema produttivo

La PCP deve regolare l’andamento dei flussi di materiali, parti semilavorati, componenti, operando varie ottimizzazioni delle risorse in funzione della domanda, rispettando vincoli imposti, scelte di progettazione che hanno definito il sistema produttivo, rispondere alla domanda nei tempi richiesti (livella di servizio al cliente finale; lead time inferiore od uguale al tempo di consegna chiesto dal centro a valle), rispettare gli standard qualitativi (specifiche di prodotto finito; specifiche di semilavorati e materie prime), minimizzare la somma dei costi di mantenimento delle scorte e dei costi di conversione dei centri (lotto economico di produzione) o dei costi di emissione dei lotti di acquisto (lotto economico di acquisto), ottimizzare l'utilizzo della capacità produttiva nel breve-medio periodo.

In questo processo di ottimizzazioni, le scelte gestionali contenute nella PCP possano essere ricondotte a due logiche fondamentalmente diverse:

1. la “**logica della programmazione a spinta**” (*logica push*);
2. la “**logica della programmazione a trazione**” (*logica pull*).

Le due logiche si differenziano per il diverso punto di applicazione dell'azione di programmazione, e per il diverso anticipo (o precessione) con cui viene programmata e fatta eseguire una attività produttiva rispetto al momento in cui se ne verifica realmente il fabbisogno.

Con la “logica a spinta” (*push*) si adottano una serie di metodi gestionali fondati sulla “preventiva” determinazione dei fabbisogni di attività produttive, che si applica periodo per periodo a tutti i centri di lavorazione in cui è suddiviso il sistema. Il fabbisogno così fissato per ciascun centro viene quindi gestito all'interno di ogni fase del ciclo in base a dati di capacità disponibile e/o di giacenze non impegnate, in modo da ottimizzare l'unità produttiva in termini di bilanciamento nel tempo del rapporto carico macchina/capacità e di

bilanciamento tra oneri di giacenza/oneri di conversione. Sono quindi i livelli di scorta a monte ed a valle a determinare il ritmo di attività dell'unità produttiva. Questa esegue attività (ed accumula scorte) in modo perfettamente disgiunto dalle attività a monte ed a valle; e, quel che più importa, dai tempi e dalle qualità richiesti dai fabbisogni effettivi. Regolare l'attività dei «nodi» non in base ai flussi, ma in base ai livelli di giacenza significa bensì conseguire i vantaggi della relativa regolarità dell'attività produttiva; ma anche sopportare gli oneri derivanti dall'allontanamento nel tempo del momento dell'attività da quello del fabbisogno effettivo (scorte; difficoltà di accordarsi per tipologia e qualità di articolo con la richiesta effettiva; attività su dati del passato, e così via).

Rientra tipicamente in questa logica il criterio di emissione degli ordini *stock control*, in cui il fabbisogno determinato dalla domanda finale (o dal programma) si trasforma bensì immediatamente in un prelievo di magazzino (che funziona da ammortizzatore tra fabbisogno effettivo e attività del centro di lavorazione), ma solo successivamente, raggiunto il segnale di livello di riordino, in ordini esecutivi alla produzione. Ma vi rientrano anche metodi facenti capo al *flow control* (quali l'MRP) se la tempificazione dell'inizio e del termine delle lavorazioni obbedisce più alle esigenze dei singoli centri che non a quelle della domanda effettiva.

Nella “logica a trazione” (*pull*), invece, i centri vengono attivati in relazione a fabbisogni effettivi, ed a partire dalle lavorazioni finali. Da queste ultime, attraverso un procedimento a ritroso «tirato» dalla successione delle fasi verso le lavorazioni iniziali, viene a determinarsi una calibratura degli anticipi (precessioni) delle lavorazioni rispetto ai tempi in cui si verificano i fabbisogni effettivi.

Il criterio *flow control* (ed i metodi che vi fanno capo, quali il Material Requirement Planning (MRP), l'OPT od il Kanban) rispondono a questa logica. Nel *flow control* i centri vengono attivati direttamente dal fabbisogno effettivo calcolato in base alla richiesta finale effettiva od in base a previsioni attendibili della richiesta finale.

In questa logica particolare rilievo assume la predisposizione di una struttura produttiva sufficientemente versatile ed elastica per far fronte alla variabilità della domanda finale. Infatti la regolazione dei flussi definita direttamente in base alla richiesta comporta variabilità dell'attività. Ma anche assenza o minimizzazione di scorte.

Come detto, fondamentalmente i criteri con cui vengono gestiti i flussi all'interno del sistema produttivo sono:

a) il criterio dello *stock control* (detto anche: della gestione degli ordini a scorta, gestione a reintegro, metodo a riordino, o del look back), secondo il quale un ordine di produzione viene lanciato poiché la scorta di un prodotto o materiale, a seguito degli ordini di prelievo emessi dalle unità a valle, è diventata insufficiente rispetto alle esigenze di copertura dei fabbisogni che si avranno nel periodo futuro;
b) il criterio del *flow control* (o gestione degli ordini a fabbisogno, o metodo a programma, o del look ahead), secondo il quale un ordine di produzione viene lanciato perché si è manifestato un fabbisogno effettivo, o perché si prevede che in un prossimo futuro si manifesterà un fabbisogno effettivo.

Ovviamente ai due criteri corrispondono andamenti diversi delle giacenze; con lo *stock control* le giacenze oscillano tra un massimo, costituito dal lotto di produzione (si veda il successivo capitolo settimo sulla gestione dei materiali) e/o di acquisto, ed un minimo costituito dal livello di riordino oltre alla scorta di sicurezza. Con il *flow control*, invece, la giacenza è pari alla cosiddetta «scorta rotante», e cioè alla quantità esattamente richiesta dal programma o dal fabbisogno effettivo, ed è destinata ad esaurirsi tanto più rapidamente, quando più è tarato l'anticipo temporale della produzione rispetto al fabbisogno.

I due diversi criteri vengono ad inquadrarsi nelle ottiche del *guardare indietro (look back)* e del *guardare avanti (look ahead)*.

Con lo *stock control*, infatti, l'obiettivo degli ordini di produzione è quello di ricostituire una scorta che si sta esaurendo per effetto degli ordini di prelievo. Poiché non vi sono informazioni dirette sui fabbisogni effettivi, le tecniche di ricostituzione della giacenza non possono che essere fondate su algoritmi quali il lotto economico ed il livello di riordino che si avvalgono di elementi tratti dal passato. E in questo significato va inteso il termine *guardare indietro*.

Il *criterio del flow control*, invece, emette gli ordini di produzione per soddisfare i fabbisogni futuri derivanti da ordini già pervenuti (già in mano per i prodotti finiti; e quindi risalendo a monte, per tutti i semilavorati ed i materiali da questi dipendenti); oppure da previsioni di ordini (per prodotti finiti e, risalendo, per i semilavorati dipendenti). Queste previsioni, essendo l'orizzonte previsionale molto ravvicinato all'attività (il periodo di micro-programmazione si misura in giorni, settimane, mesi) presentano gradi elevati di attendibilità, e possono essere ricalibrate ciclicamente ad ogni periodo di programmazione. In questo senso si può parlare di ottica del *guardare avanti*.

Lo *stock control* è tipico della "produzione intermittente"; il *flow control*, di quella "continua". In teoria, però, quest'ultimo può essere applicato ad ambedue i processi. Solo difficoltà inerenti al sistema informativo ne ostacolano l'applicazione ai processi intermittenti. E infatti, dato l'intreccio di cicli, di tempi, e di quantità, solo un sofisticato e potente sistema informativo può consentire l'uso di questo metodo.

La superiorità del *flow control* rispetto allo *stock control* è evidente già dalla sintetica descrizione or ora fatta; i principali vantaggi possono essere così schematizzati:

- Il raccordo tra variazioni della richiesta e attività dei centri è tempestivo (non vi sono ritardi indotti dalia frapposizione degli stock), preciso (le quantità ordinate corrispondono a quelle richieste, e non ad un generico lotto economico), consente di ridurre l'obsolescenza degli articoli (il problema del cosiddetto «esaurimento delle scorte» per evitare l'obsolescenza non esiste, in quanto viene prodotta la quantità richiesta);
- si consente di unificare gli intervalli temporali tra una ordinazione e la successiva: non solo, ma anche il momento di ordinazione: ciò può avvenire, al limite, per tutti gli articoli. Si tratta, infatti, di un metodo di ordinazione uniciclo (stesso intervallo temporale per tutti i lanci) e unifase (stessa data di emissione per tutti i lanci). Lo *stock control*, al contrario è un metodo multiciclo e multifase; il che può rendere complessa la gestione, perché ogni articolo, al limite, può avere un proprio ritmo di riordino.

La superiorità operativa ora descritta ha concorso ad una larga diffusione del metodo, che trova oggi applicazione anche nelle produzioni intermittenti; la crescente convenienza e potenza dei sistemi automatici di elaborazione dei dati costituisce una spinta al superamento degli ostacoli alla sua adozione.

1.3.7. I metodi che si riconducono allo stock control

Se ne possono definire tre classi principali, in relazione al parametro scelto per segnalare l'insufficienza della scorta e la necessità di emettere l'ordine di produzione:

a) metodo del livello di riordino fondato sul tempo di riapprovvigionamento: è un metodo a quantità fissa e intervallo temporale variabile;
b) metodo fondato sulla scorta fisica (due recipienti): come il precedente è a quantità fissa ed intervallo variabile;

c) metodo del livello di riordino fondato sulla copertura totale; la copertura totale è data dalla somma delle scorte presenti e degli ordini emessi, ma non ancora pervenuti. Il riordino è fissato al livello della copertura totale; anche in questo caso si ordina una quantità fissa ad intervalli variabili.

1.3.8. I metodi che si riconducono al flow control

I principali metodi che si riconducono al criterio dei flow control sono:

a) il Material Requirement Planning (MRP);
b) l'Optimized Production Technology (OPT);
c) il Kanban.

Soffermiamo la nostra attenzione sul primo e sul terzo dei metodi anzidetti.

Il metodo MRP. Punto di partenza dell'MRP è il piano di produzione di macro-periodo, nel quale sono indicate 1e previsioni di massima della domanda di prodotti finiti del periodo stesso. Queste previsioni seno destinate a tramutarsi in ordini effettivi da clienti per prodotti standard (produzione per magazzino) od in ordini effettivi da clienti per prodotti speciali (produzione su commessa) col trascorrere del tempo e quindi (con un processo ciclico di revisione del Piano) con l'avvicinarsi dei vari orizzonti temporali cui le previsioni si riferiscono. Previsioni ed ordini pervenuti danno luogo rispettivamente ai fabbisogni previsti di prodotti finiti prima, ed in successione a quelli effettivi, al pervenire degli ordini stessi. Sulla base di questi fabbisogni viene effettuata l'esplosione del prodotto. Questa consente la determinazione dei fabbisogni (prima previsti, ed in seguito effettivi) di materiali e componenti, e di attività da richiedere ai centri di lavorazione. Abbinando tali fabbisogni con i tempi di consegna richiesti e con i lead time propri di ciascun centro, si definiscono la precessione e la tempificazione (inizio e termine) di ciascuna attività, e la programmazione di micro-periodo. Prodotti finiti e materiali necessari per realizzarli saranno quindi disponibili nelle qualità e quantità strettamente richieste, e nei tempi necessari per realizzarli.

Il metodo Kanban. Consiste nel «tirare» il flusso dei materiali e l'attività dei centri per mezzo dei cosiddetti Kanban (letteralmente «insegne»), che sono delle schede di piccolo formato in cui sono riportati gli estremi identificativi dell'articolo e delle operazioni da svolgere a monte ed a valle dello stadio di lavorazione al quale l'articolo si trova. Esistono due serie di documenti di questo tipo: i Kanban che autorizzano il prelievo da parte dei centri a valle; ed i Kanban che autorizzano la lavorazione per i reparti a monte. Il centro a valle preleva gli articoli da quello a monte perché autorizzato dal proprio Kanban prelievo,

“liberando” così per gli articoli prelevati, il connesso Kanban di lavorazione; questo documento, a sua volta, autorizza il centro a monte a produrre l'articolo stesso. Si instaura così, a partire dai reparti finali, una concatenazione di carattere per così dire “automatico” di autorizzazioni al prelievo e, solo se prelevati, alla lavorazione dei singoli articoli, stadio per stadio di lavorazione, dal prodotto finito, ai semilavorati, sino a giungere agli ordini per forniture esterne. A partire dunque dal fabbisogno di prodotto finito (sia esso derivante da ordini in mano, o previsioni), il metodo consente di attivare flussi ed attività connesse esattamente alle qualità e quantità richieste; ed appena in tempo (*just in time*) per il rapporto tempo di attraversamento/tempo di consegna proprio di ciascun centro di lavorazione.

Ad evidenza il metodo incorpora sia l'ottica della programmazione “a trazione”, che il criterio del “guardare avanti” tipico del *flow control*. Come, d'altra parte, accade nel caso dell'MRP; ma col Kanban ciò avviene per mezzo di un elementare strumento, quale la scheda di prelievo e quella di lavorazione, evitando l'impiego dei complessi e costosi strumenti di hardware e software a quello necessari; non solo, ma anche evitando i rischi insiti nella necessità di dover delegare ai responsabili dei centri parte delle decisioni di ottimizzazione.

Il metodo Kanban, per essere efficace ed efficiente nel gestire il sistema di produzione nell'ottica della programmazione a trazione e dei criteri flow control, esige un’alta flessibilità ed elasticità dei centri di lavorazione. A questo obiettivo sono orientate le cosiddette tecniche giapponesi di gestione della produzione; come del resto lo sono anche quelle in uso presso molte delle aziende occidentali. Ma di questo, si tratterà ampiamente più avanti nel seguente lavoro.

Capitolo 2. IL SISTEMA AZIENDA

2.1. IL SISTEMA AZIENDA: CARATTERISTICHE E TIPOLOGIA

2.1.1. Introduzione

L'attività aziendale è estremamente complessa e, frequentemente, si genera confusione con la relativa terminologia. Il *management*, ad esempio, è una attività fondamentale, dal momento che effettua scelte strategiche che influenzano tutti i settori aziendali. Cercheremo, nel seguito, di dare una classificazione standard delle diverse aree di attività di una azienda, riferendoci in particolare al caso del settore manifatturiero.

In generale, esistono tre grandi aree di attività: GESTIONE, ORGANIZZAZIONE AZIENDALE, RILEVAZIONE.

1. GESTIONE

Macroclasse delle attività di *produzione* e *consumo* (negoziazione, incassi e pagamenti); viene ulteriormente suddivisa in sottoclassi:

GESTIONE CARATTERISTICA: attività definita in relazione al *tipo di azienda*. Al suo interno si distinguono tre grandi aree:

- **Logistica** → Acquisti, Magazzini, Trasporti
- **Funzione tecnica** → Ricerca e sviluppo, Produzione fisica, Manutenzione (ordinaria e straordinaria)
- **Funzione commerciale** → Marketing, Vendite, Distribuzione

GESTIONE PATRIMONIALE: attività relativa agli i*nvestimenti patrimoniali*. Produce un reddito che viene aggiunto a quello dovuto alla Gestione caratteristica, utilizzando, se ve ne sono, mezzi monetari in eccesso.

GESTIONE FINANZIARIA: attività relativa agli *investimenti finanziari*. E' l'insieme delle operazioni attraverso cui una impresa gestisce i finanziamenti, sia quelli relativi ai clienti (gestione caratteristica), che quelli relativi ad eventuali titoli (gestione patrimoniale).Vengono anche gestiti eventuali prestiti che l'azienda richiede alle banche per pagare, ad esempio, i fornitori in caso di mancanza di liquidità.

GESTIONE TRIBUTARIA: attività relativa ai *tributi fiscali*. Insieme delle attività attraverso le quali si valutano le tasse da pagare e si gestiscono i contenziosi.

2. ORGANIZZAZIONE AZIENDALE

Raggruppa tre classi di funzioni che sono:

- Funzione del personale (ricerca, inserimento, formazione, retribuzione, carriera);
- Sindacale (gestione dei rapporti con i sindacati);
- Progettazione strutture organizzative (suddivisione e coordinamento del lavoro fra le persone).

3. RILEVAZIONE

Raccoglie, elabora e provvede a divulgare le informazioni acquisite a tutti i settori interessati quali: Amministrazione, Controllo di gestione, Sistemi informativi.

2.1.2. Le "aree di attività" di un'azienda

Acquisti

E' il settore responsabile di tutti gli acquisti e delle relative modalità di pagamento.

Contenuti

- Raccogliere informazioni sui fornitori (supporto informativo), e sceglierli;
- definire le condizioni contrattuali (prezzi, modalità di pagamento, tempi di consegna, tipo di accordo, qualità, cioè il tipo di merce);
- emettere gli ordini, che vengono poi controllati (analisi delle scadenze, sollecita se un fornitore è in ritardo);
- proporre, eventualmente, nuovi fornitori.

Obiettivi

- Minimizzare i costi (si intenda il valore delle materie prime acquisite);
- garantire l'ottimale livello di qualità dei prodotti acquistati in relazione alle esigenze di produzione;
- assicurare la disponibilità delle materie prime in relazione al ritmo di produzione;

- garantire bassi livelli di scorte di magazzino, dal momento che queste ultime immobilizzano capitale, e rischiano di divenire obsolete;

Magazzini

Luoghi adibiti a stivare materiali, sotto forma di scorte o giacenze, quali: materie prime, semilavorati, prodotti finiti, imballaggi.

Contenuti

- Controllare e registrare i movimenti in entrata ed in uscita delle merci;
- verificare periodicamente le giacenze al fine di assicurarne uno stato di conservazione ottimale;
- organizzare i movimenti in entrata ed in uscita dell'intero flusso di materiale;
- controllare la qualità delle merci in entrata ed in uscita.

Obiettivi

- Accrescere la reperibilità e la disponibilità;
- assicurare una contabilità aggiornata;
- garantire un basso livello delle scorte, segnalando l'innalzarsi del livello di scorte;
- gestire razionalmente gli spazi.

Trasporti

Contenuti

- Gestire il trasporto dei materiali in uscita ed in entrata;
- gestire la movimentazione dei materiali all'interno all'azienda.

Obiettivi

- Garantire la consegna dei prodotti e/o l'acquisizione di materie prime in tempi estremamente ridotti.

Ricerca e Sviluppo

Contenuti

- Controllare costantemente i prodotti della concorrenza;
- ideare nuovi prodotti;
- supervisionare, realizzare e collaudare l'eventuale prototipo di un prodotto;
- migliorare il livello di qualità dei prodotti aziendali;
- studiare i processi produttivi;

- effettuare l'ingegnerizzazione di un eventuale processo innovativo;
- progettare versioni particolari dei prodotti aziendali.

Obiettivi

- Condurre uno studio di fattibilità;
- effettuare un'analisi dei costi;
- studiare l'innovatività, la competitività, la relativa funzionalità e la sicurezza del prodotto.

Produzione fisica (trasformazione tecnica)

Contenuti

- Eseguire lavorazioni (possono essere anche svolte all'esterno);
- programmare la produzione: stabilire tempi, modalità e sequenze di lavorazione;
- verificare eventuali scostamenti rispetto alle direttive impartite;
- migliorare gli standards di produzione;
- elaborare i programmi di produzione.

Obiettivi

- Minimizzare i costi di produzione;
- definire i tempi di produzione;
- curare la qualità del processo e del prodotto;
- garantire la massima flessibilità, ovvero la capacità di un'azienda nel variare quantità e tipo di prodotto.

Marketing

Contenuti

- Raccogliere informazioni relative alle esigenze di mercato ed alle tendenze; si ragiona, dunque, su clienti attuali e potenziali mediante indagini di mercato che richiedono diverse attività, quali: campionatura, intervista al campione, elaborazione dati, comunicazione dell'immagine attraverso la pubblicità relativa al prodotto ed all'intera azienda;
- promuovere, dopo averne valutato la convenienza: sconti, regali, concorsi, raccolta punti, "prendi 3 paghi 2";
- valutare la convenienza di eventuali sponsorizzazioni.

Obiettivi

- Massimizzare le vendite;
- incrementare il numero di clienti, nonché la notorietà del prodotto e dell'azienda.

Vendite

Contenuti

- Acquisire gli ordini;
- definire le condizioni contrattuali;
- organizzare e gestire la rete di distribuzione (interna, agenti indipendenti, etc.);
- rafforzare le relazioni con clienti, visitatori e supportarli nelle loro esigenze;
- organizzare e gestire l'assistenza clienti, pre e post vendita;
- raccogliere preziose informazioni relative all'andamento delle vendite (ad es. in base all'area geografica), ed ai problemi del cliente, in funzione dei quali occorre regolare le attività di produzione e di ricerca.

Obiettivi

- Massimizzare le vendite;
- definire la qualità delle relazioni con i clienti;
- stabilire la politica di vendita.

Ogni funzione può avere più obiettivi anche antitetici: si rende quindi necessario definire una scala di priorità. È possibile che obiettivi di funzioni diverse entrino in conflitto, dal momento che ogni funzione persegue i propri obiettivi.

È utile allo scopo porre a confronto la Produzione ed i relativi obiettivi con le altre funzioni. Il "Direttore di Produzione", in genere, "*desidererebbe*" avere prodotti standardizzati, tutti uguali. "Marketing" e "Vendite", invece, hanno esigenze funzionali assolutamente antitetiche. Altro "*desiderio*" del "Direttore di produzione" è quello di poter attuare una programmazione con largo anticipo e senza varianti dell'ultima ora. Questa tendenza contrasta con quelle del "settore vendite" che può trovarsi nella condizione di dover soddisfare, improvvisamente, le esigenze di un cliente importante. Altro "*desiderio*" della "Produzione" è la perfetta conoscenza dei processi produttivi acquisibile solo dopo lunghi periodi immutata produttività. In questo caso, gli obiettivi sono in contrasto con i settore "Ricerca e Sviluppo" e "Marketing". Il "*desiderio*" di conservare le stesse materie prime nel tempo contrasta con il "settore acquisti" che ha come obiettivo quello di mettere in concorrenza tra loro i fornitori; inoltre, l'avere ottime materie prime contrasta con le

direttive del “settore acquisti” che ha come obiettivo principale il risparmiare. Il “*desiderio*” di avere materie prime sempre disponibili contrasta con gli obiettivi di “Magazzino” di contenere le scorte.

Come è possibile coordinare le funzioni? Il concetto che sta alla base è quello della ***integrazione***, ovvero integrazione tra funzioni che, per quanto visto, non è automatica e deve essere realizzata senza sacrificare nulla.

2.1.3. Struttura delle aziende

Attività di un’azienda

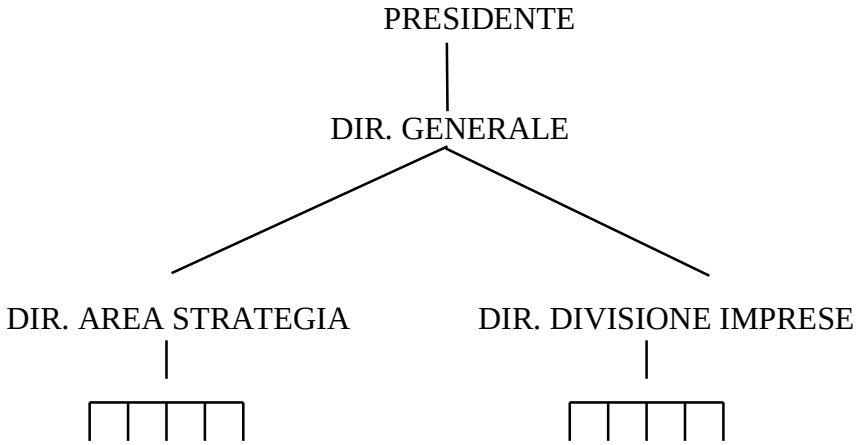
Un’azienda è classificabile in relazione a:

- ciò che produce,
- alle attività svolte, ovvero alle “combinazioni economiche”.

E’ quindi possibile classificare un’azienda in relazione a cinque parametri: le “combinazioni economiche” che determinano completamente le attività di un’azienda sono:

1. L’ASSETTO ISTITUZIONALE e di GOVERNO: descrive le finalità e le modalità di gestione relative ad un’azienda.
2. L’ORGANISMO PERSONALE: è rappresentato dai lavoratori dell’azienda.
3. L’ASSETTO ORGANIZZATIVO: è diviso in due sottoclassi:

a) *STRUTTURA ORGANIZZATIVA*:



b) *MECCANISMI OPERATIVI*: in questa ulteriore sottoclasse si possono individuare 3 famiglie:
   - sistemi gestione personale (selezione, formazione, carriera ...);
   - sistemi di programmazione e controllo (obiettivi);
   - sistemi informativi (sistemi di raccolta, circolazione ed elaborazione dei dati nell'Azienda);

4. L'ASSETTO TECNICO: descrive la configurazione fisico-tecnica dell'azienda (edifici, arredo, tecnologia impiegata).
5. IL PATRIMONIO: rappresenta l'insieme delle Attività (ELEMENTI ATTIVI DEL PATRIMONIO, ad esempio: denaro in cassa, merci in magazzino, crediti, impianti di proprietà, fabbricati di proprietà, mobili, arredi, titoli) e delle Fonti di Finanziamento dell'azienda (vengono annoverate tra le PASSIVITÀ). Per acquisire il patrimonio è necessario, nella maggioranza dei casi, ottenere FINANZIAMENTI A TITOLO DI PRESTITO (debiti verso le Banche), dilazionare i pagamenti ai fornitori (altra forma di finanziamento) ed infine il CAPITALE PROPRIO (messo a disposizione dai Soci).

Esistono poi voci che non compaiono, ma sono comunque rilevanti e precisamente: il *know how*, la reputazione, la notorietà, la fiducia dei clienti: elementi invisibili ma importantissimi e di cui è spesso impossibile fornire una stima del valore.

Occorre però precisare alcuni punti essenziali relativi a concetti e termini aziendali:

- Le Aziende operano in un certo ambiente. E' possibile distinguere l'Ambiente competitivo dall'Ambiente socio-costituzionale. Il primo è costituito da clienti,

concorrenti, fornitori etc. Il secondo è formato da azionisti, banche, sindacati, Pubblica Amministrazione, collettività.

- E' necessario che ci sia sempre un equilibrio fra le risorse (input) ricevute dall'ambiente e quelle (output) cedute allo stesso. Il valore degli output deve sempre superare il valore degli input.

Osservazioni

I RICAVI determinano il valore degli output. Ricavi maggiori dei costi in un periodo (di solito un anno) determinano un *RISULTATO REDDITUALE POSITIVO*, un *UTILE*, diversamente si ha un *RISULTATO REDDITUALE NEGATIVO* o una *PERDITA*.

Gli STAKEHOLDERS rappresentano i portatori di interesse ovvero la collettività, i clienti, le banche e tutte le persone che hanno interesse ad che l'azienda abbia andamento positivo.

Gli STAKEHOLDERS CRITICI sono, invece, quei soggetti per i quali è stata costituita l'Azienda: sono menzionati nell'Assetto istituzionale e di governo dell'azienda stessa.

Lo *STIPENDIO* è la remunerazione di chi svolge attività direttive (Dirigenti, Quadri, Impiegati), mentre il *SALARIO* è la retribuzione degli operai.

L'ARTICOLAZIONE di un'azienda rappresenta tutte le OPERAZIONI elementari da essa svolte, aggregate in PROCESSI o insiemi di operazioni di stessa specie di uno stesso oggetto. I processi vengono aggregati in due modi:

1. *FUNZIONI*, insiemi di processi di una stessa specie;
2. *COMBINAZIONI PARZIALI*, insieme di classi di processi di uno stesso oggetto. Si possono individuare più combinazioni parziali affinché siano gestite con modalità diverse.

   Anche le "combinazioni Parziali" possono essere considerate a diversi livelli (ad es. BENETTON produce maglieria in lana, maglieria in cotone e capispalla, per ciascuno dei quali viene definita una combinazione parziale. Viene allora considerata la macro-combinazione parziale Abbigliamento). La Combinazione Parziale individua sia costi che ricavi e quindi un Risultato Reddituale, per questo è importante considerare le diverse combinazioni parziali di un'azienda perché è così possibile arrivare a determinare le CAUSE di un determinato Risultato Aziendale.

   Le ultime esperienze manageriali modificano il concetto di "Processo" così come è stato precedentemente descritto: modernamente per *PROCESSO* si intende una sequenza di attività di stessa specie o di specie diversa che portano ad un preciso risultato fisico e/o reddituale. Questo diverso modo di intendere il Processo sta acquistando sempre maggiore importanza, poiché elimina la suddivisione in Funzioni: all'azienda interessa vendere un servizio/prodotto, con un determinato Processo, ad un certo cliente, in un preciso momento (la Consegna è, ad esempio, un Processo inteso in questo senso; anche la definizione di Strategia, la determinazione dell'offerta merceologica, la quantificazione e formazione degli

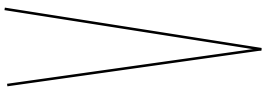
assortimenti, l'Alimentazione del punto di Vendita, la Cattura e la gestione del cliente sono esempi di Processi, intesi in senso moderno e tagliano trasversalmente le diversi Funzioni di un'azienda).

Caratteri distintivi di un'azienda

Vediamo i caratteri distintivi, in base ai quali individuiamo più classi d'azienda e determiniamone i problemi comuni. I *caratteri distintivi delle combinazioni economiche* sono tre: **unitarietà/estensione/dinamicità**.

Nell' UNITARIETÀ è definita l'*interdipendenza* che permette di individuare aziende che lavorano "su commessa" o "su programma". Nel primo caso si lavora in base a "previsioni": esiste quindi "complementarietà" delle condizioni di Produzione e si hanno "Combinazioni Economiche":

- ad alta intensità di lavoro
- ad alta intensità di capitali



sono complementari

- ad alta meccanizzazione/automazione (basso livello di intervento dell'uomo; ciò rende, però, la Produzione particolarmente rigida).

Esiste poi il fenomeno della *CONGIUNZIONE* cioè: *Produzioni Congiunte*; un esempio tipico è quello della raffinazione del petrolio, da cui si ottengono prodotti che è comunque necessario piazzare. Gli scarti di lavorazione sono un esempio di Congiunzione. Al contrario possono verificarsi anche fenomeni di DISGIUNZIONE.

Nell'ESTENSIONE vengono rilevati:

- DIMENSIONE: aziende relativamente piccole e/o aziende relativamente grandi. La distinzione si fa in termini relativi o assoluti: è possibile riferirsi al numero di dipendenti, al fatturato o ai volumi di merce. Il *valore aggiunto*, ovvero la differenza fra "fatturato" e "valore delle merci e dei servizi acquistati all'esterno", è un ulteriore parametro utile al fine di considerare la dimensione di un'azienda; così anche il *capitale investito* può essere un parametro di riferimento.
- ESTENSIONE ORIZZONTALE: le aziende tendono a diversificarsi, ad esempio, per ridurre i rischi, per catturare i clienti con una gamma completa di prodotti o per sfruttare un marchio con diversi prodotti. Determina uno standard di elevata qualità del prodotto.

- ESTENSIONE VERTICALE: le aziende sono integrate verticalmente quando controllano il processo dalle materie prime alla vendita in negozi propri. Anche in questo caso si rileva un'elevata qualità del prodotto.
- ESTENSIONE SPAZIALE: aziende divise e/o non divise. Nel primo caso possono nascere problemi di Comunicazione. Determina un ampliamento della quantità di beni prodotti.
- ESTENSIONE INTERAZIENDALE: connesse in gruppo e/o autonome; la tendenza moderna è la prima. Si ha altresì un ampliamento delle quantità dei beni prodotti.

Determinare il **valore di un'azienda** è estremamente difficile. Grandi dimensioni comportano alcuni vantaggi (Economia di Scala), come ad esempio il Potere Contrattuale: è possibile acquistare a prezzi più bassi ed è anche possibile automatizzare e quindi ridurre il costo unitario. Il discorso della Economia di scala è complesso: si tenga comunque presente che grandi dimensioni risultano favorevoli nel caso di forti produzioni, dal momento che in questo caso è anche possibile automatizzare il processo e ridurre i costi.

La DINAMICITÀ è il parametro che determina relazioni, tempi, e ritmi relativi alle Combinazioni Economiche. Quest'ultime possono essere così raggruppate:

- ***Produzioni cicliche* o *uniformi nel tempo***. Esistono aziende cicliche per la natura del prodotto o della domanda; in tal caso si può produrre con continuità e creare scorte, oppure produrre al momento della domanda. (produzioni agricole in genere ed il turismo sono classici esempi di attività cicliche).
- ***Produzioni per unità* o *per processo continuo***. Due classici esempi sono rappresentati dalle aziende che operano nell'ambito delle costruzioni navali o della raffinazione petrolifera. Un sistema intermedio tra i due è quello della *produzione per lotti*. Diviene importante la scelta della dimensione del lotto: più è grande e più aumenta il rischio di accumulare scorte poi non vendute, più è piccolo e più aumentano i costi necessari per attrezzare il processo. Molte aziende manifatturiere ricorrono alla produzione per lotti. Dalla produzione per lotti si passa alla produzione in serie (ad es. industria automobilistica).
- ***Produzioni per cicli brevi o per cicli lunghi***
- ***Combinazioni economiche rigide o flessibili***. Una forte automatizzazione del processo determina una maggiore rigidità del sistema. Tale rigidità determina seri problemi nel momento in cui si renda necessario effettuare una qualsiasi variazione

relativa al processo produttivo. Nell'ambito dei processi produttivi fortemente automatizzati si tende, comunque, a scegliere macchine estremamente flessibili, capaci di lavorare diversi prodotti.

Nell'ambito di un processo produttivo si fa una distinzione tra:

- COSTI VARIABILI, relativi ad uno specifico ciclo produttivo;
- COSTI FISSI, comunque presenti indipendentemente dalla quantità di beni prodotti. In linea generale, a costi fissi elevati corrisponde una forte rigidità del sistema produttivo.

Ufficio del personale

Si occupa della gestione del personale e delle risorse umane. In ambito aziendale l'investimento, perché di questo si tratta, in ambito di risorse umane, ha acquisito, in particolare negli ultimi anni, un'importanza sempre crescente. Per ogni tipo di azienda, grande o piccola, è di vitale importanza effettuare una giusta scelta tra coloro che manifestano la loro disponibilità ad essere assunti. Al candidato viene normalmente richiesto non solo di avere le capacità di ricoprire il ruolo per il quale viene assunto ma, ad esempio, anche quella di farlo nel minor tempo possibile, di essere flessibile, e, inoltre, di avere l'attitudine a lavorare in gruppo. Una scelta sbagliata ha costi estremamente elevati, per questo oltre al curriculum viene esaminata la personalità, il carattere, di ogni candidato. Per farlo si ricorre a personale specializzato in grado di valutare accuratamente le capacità di ciascun candidato.

Assetto istituzionale e di governo delle imprese

È un tema molto dibattuto, su cui si discute molto, talvolta in modo contrastante.

I problemi di fondo sono:

1. perchè esiste l'impresa?
2. per chi esiste?
3. Quali sono i suoi fini?

L'impresa esiste per rispondere a dei bisogni. Il fine è di produrre beni e servizi, consentendo la realizzazione dei protagonisti dell'impresa.

Un' azienda deve:

- durare nel tempo;

- svilupparsi;
- produrre remunerazione per i soggetti critici, per i quali l'impresa è realizzata (Stakeholders critici), ovvero: dividendi, salari e stipendi, pagamenti ai fornitori e alle Banche;
- soddisfare i bisogni dei clienti meglio della concorrenza;
- rispettare la legge (più che una finalità è un comportamento);

Emergono 3 finalità principali:

- OBIETTIVI REDDITUALI: rappresentano il fine unico di esistenza di ogni azienda; va anche detto che gli obiettivi reddituali non si raggiungono se non vengono raggiunti gli obiettivi competitivi.
- OBIETTIVI COMPETITIVI: ovvero soddisfare le esigenze dei clienti. Questi obiettivi non sono reddituali.
- OBIETTIVI SOCIO-ISTITUZIONALI: obiettivi che si sono aggiunti a partire degli anni '70 alle due classiche categorie appena citate.

L'impresa si sviluppa secondo le direttive di chi la GOVERNA (GOVERNARE = compiere le scelte di fondo), in funzione della collettività, ma soprattutto degli INVESTITORI; tramite le AZIONI si partecipa al rischio: il CAPITALE DI RISCHIO, infatti, è quello corrispondente alle azioni; se l'azienda va bene, agli azionisti viene pagato il dividendo. All'azionista appartiene anche il CAPITAL GAIN o PLUS-VALENZA, ulteriore introito dell'azienda dovuto, ad esempio, alla compravendita di azioni in borsa. L'UTILE, ovvero il "Risultato Reddituale Positivo" (differenza fra RICAVI e COSTI), se c'è, viene spartito fra gli azionisti tramite il DIVIDENDO, che quindi risulta essere variabile. Si noti che il "Consiglio d'Amministrazione" può decidere di non pagare i dividendi al fine di re-investirli. Le OBBLIGAZIONI sono invece debiti contratti a vario termine restituiti con cedole semestrali, con tasso fisso o variabile.

Dunque l'Azienda esiste, fondamentalmente, per chi partecipa al rischio in misura maggiore ovvero: AZIONISTI e LAVORATORI (bisogna distinguere fra AZIONISTI DI MAGGIORANZA, che investono gran parte dei loro soldi nell'80% dell'azienda, e PICCOLI AZIONISTI, che investono pochi soldi in una piccola percentuale di azienda).

Quando un'impresa va in FALLIMENTO, se ne LIQUIDA il PATRIMONIO e si pagano i CREDITORI con una certa priorità: in tal caso gli Azionisti perdono tutto.

L'*IMPRENDITORE* è colui che inventa l'attività economica; in generale, è ben altra cosa rispetto a chi governa ed amministra l'azienda. In molti casi, poi, l'imprenditore è anche

AZIONISTA, DIRETTORE GENERALE, e, soprattutto nell'ambito di una piccola azienda, può ricoprire più ruoli.
Ci sono poi aziende che non hanno un unico imprenditore, ma tanti azionisti (ad es. IBM). All'interno di tali aziende si possono poi avere realtà imprenditoriali interne, originatesi in varie parti dell'azienda.

Decisioni di governo

- INVESTIMENTI PRINCIPALI
- DESTINAZIONE UTILI
- DECISIONI STRATEGICHE ovvero: tipo di prodotti/nuovi prodotti, tipo di struttura, tecnologie, struttura organizzativa, quale mercato/nuovi mercati, quali accordi/alleanze.
- FORMA GIURIDICA, ovvero *ristrutturazione*. Ogni azienda ha un proprio Statuto, nel quale una delle prime informazioni è proprio la Forma Giuridica.
- RELAZIONI SOCIO-POLITICHE
- DECISIONI SUI VALORI: si determina il tipo di impresa.
- NOMINE: gli Amministratori Delegati nominano il Direttore Generale, il quale sceglie i *Top managers*.
- DIMENSIONE CAPITALE PROPRIO DI DEBITO
- AUMENTO o RIDUZIONE CAPITALE e APERTURA DEL CAPITALE ALL'ESTERNO
- COSTITUZIONE DI AGGREGATI AZIENDALI (GRUPPI, FUSIONI, ACQUISTI, CESSIONI)
- APPROVAZIONE DEL BILANCIO è un obbligo di legge annuale e consta di diversi elementi: *stato patrimoniale, conto economico, relazione degli amministratori (agli azionisti), relazione dei sindaci*.
- VERIFICA DEI TOP MANAGERS: il Direttore Generale risponde all'Amministratore Delegato o a un Consiglio di Amministrazione sull'operato del management dell'azienda.
- CERTIFICAZIONE DEL BILANCIO: si decide se ricorrere ad una *Società di Revisione*, la cui attività è regolamentata per legge. Questa verifica materialmente i BILANCI; se ci sono scorrettezze (ad esempio FALSI IN BILANCIO) non certifica l'azienda in questione. Un Bilancio certificato, composto da un maggior

numero di prospetti rispetto a quelli richiesti per legge, è un contributo all'immagine dell'azienda.

Le Strutture che effettuano AZIONI DI GOVERNO sono:

1. CONSIGLIO D'AMMINISTRAZIONE, il cui operato è fissato per legge. Esso formula decisioni di governo, approva le decisioni di altri organi, verifica gli adempimenti di legge.
2. ASSEMBLEA degli AZIONISTI: è l'organo preposto a sovrintendere il C.d.A., il cui operato è disciplinato per legge. Esso approva il Bilancio, le eventuali Fusioni e, in assemblee straordinarie, prende decisioni di particolare importanza; verifica inoltre gli adempimenti di legge ed effettua le nomine.
3. COLLEGIO SINDACALE o DEI SINDACI. I Sindaci verificano che gli Amministratori rispettino le disposizioni legislative. Nel Bilancio redige la "Relazione dei Sindaci".
4. AMMINISTRATORE DELEGATO. Viene nominato dal Consiglio di Amministrazione, e costituisce il vertice dell'azienda. Non deve essere sempre presente in azienda, ma deve presenziare i Consigli di Amministrazione. Può nominare un *DIRETTORE GENERALE*, il quale deve essere sempre presente in Azienda.

Management

Il numero di Consigli di Amministrazione annuali fissati per legge (uno o due), rappresenta una pura formalità. Il PRESIDENTE (Organo di Governo) sovrintende il Consiglio di Amministrazione. A volte le figure coincidono (Presidente/Amministratore Delegato/Direttore Generale). All'interno del Consiglio di Amministrazione possono essere presenti dei COMITATI di AMMINISTRAZIONE. Il PRESIDENTE viene nominato dal Consiglio di Amministrazione ed ha numerosi compiti, decisi anche con deleghe; accade abbastanza spesso che la carica di PRESIDENTE sia esclusivamente onorifica.

I Consiglieri di un C.d.A. di una azienda possono essere:

- Consiglieri esterni: azionisti non dipendenti o non azionisti con note capacità.
- Consiglieri interni: dipendenti, in quanto ricoprono altre cariche all'interno dell'azienda.

2.1.4. Imprese (di tipo produttivo) ed Enti

Definiamo:

- *HOLDING*: società capogruppo, finanziaria o di altro genere. Gli investimenti sono sparpagliati sulla rete: i soldi vengono investiti in laboratori, in negozi, etc.
- *IMPRESA CONTROLLATA*: per controllare un impresa è necessario possedere una quota che ne consenta il controllo in modo assoluto o relativo ≥50%.
- *FACTORYING*: cessione di un credito, oppure prestito garantito dal fatto di essere creditore nei confronti di terzi. Si tratta di un *contratto di credito*. Qualora poi, il creditore non paghi il problema resta del contraente.

2.1.5. La normativa sulle imprese

La normativa relativa alle diverse tipologie di imprese ha carattere territoriale, poiché gli Stati Nazionali impartiscono le proprie regole e mal sopportano ingerenze di altri Stati. La prima norma emanata da uno Stato in materia economica si trova nel **Codice Civile** (C.C. 1942). Con l'ingrandirsi e l'articolarsi delle "Imprese multinazionali" (cioè con sedi in più Stati), è stato necessario ricorrere ad accordi Internazionali. Anche per soddisfare queste esigenze, nasce nel 1957 la Comunità Europea (C.E.E.) (il "regolamento antitrust", ad esempio, è una normativa a livello europeo che intende bloccare attività economiche concorrenziali illecite). La C.E.E. emana anche "direttive", cioè regole vincolanti nei confronti degli Stati membri, i quali devono emanare ciascuno una Legge coerente con la Direttiva. Il **Codice Civile** regola i rapporti fra privati, fra Enti Pubblici e privati.

All'interno del nostro Codice le "attività economiche" vengono descritte a partire dall' art. 2082. L'art. 2082 definisce il soggetto che può svolgere attività economiche e definisce l'IMPRENDITORE: "colui che si occupa di produzione di merci adatte allo scambio, cioè, l'Esercizio di un'attività economica organizzata professionale atta alla produzione ed allo scambio di beni e servizi".

2.1.6. Definizioni nel C.C.

- *ATTIVITÀ ECONOMICA*: è un concetto diverso dal mero godimento di beni. L'attività economica può però implicare il godimento di beni (ad esempio l'agricoltore che conserva per sé una piccola parte di quel che produce). L'Attività economica, secondo il C.C., deve essere ispirata a criteri di economicità, cioè deve avere come fine il "profitto".

- *ATTIVITÀ ECONOMICA ORGANIZZATA*: l'imprenditore deve realizzare la necessaria struttura rappresentata dal Capitale (espressamente dedicato), nel caso di un'attività individuale, oppure il Capitale ed il Lavoro, nel caso in cui non sia solo.
- *ATTIVITÀ ECONOMICA PROFESSIONALE*: lo svolgimento dell'attività non deve essere di tipo occasionale. Si ha una definizione di *Imprenditore* nel "Diritto Commerciale" (parte del C.C.) ed un'altra, diversa, nel "Diritto Tributario" (parte del C.C.). Le attività di tipo periodico (balneari, sport invernali) hanno carattere professionale.
- *PRODUZIONE E SCAMBIO DI BENI E SERVIZI*: si produce un bene appetibile, adatto allo scambio.
- *L'ATTIVITÀ ILLECITA*: viene definita per tutelare le persone. (Il commercio di droga secondo il C.C. lascia spazio alla definizione di imprenditore ma questa è un'attività illecita).

2.1.7. Definizione di Imprenditore e di Impresa nel C.C.

Il C.C. esclude per principio la definizione di imprenditore per la categoria dei LIBERI PROFESSIONISTI.

Il C.C.. prevede diverse categorie di imprenditori, con obblighi differenti:

1. L'IMPRENDITORE AGRICOLO (art. 2135): colui che si occupa della coltivazione del fondo, la silvicoltura, l'allevamento del bestiame e le attività connesse.
2. IMPRENDITORE COMMERCIALE (art. 2195): colui che svolge le seguenti attività:
   - Attività industriale finalizzata alla produzione ed allo scambio di beni e servizi, è una definizione molto ampia, ma ci possiamo attenere al suo significato intuitivo;
   - Attività intermediaria nella circolazione dei beni;
   - Attività di trasporto via terra, acqua e aria;
   - Attività di tipo bancario, assicurativo.

Osservazioni:

l'IMPRENDITORE AGRICOLO non è un imprenditore commerciale, benché oggi, rispetto al 1942, siano stati effettuati radicali cambiamenti. La "Giurisprudenza" definisce come

agricole solo le attività strettamente connesse alla coltivazione di un fondo. Le attività connesse sono tutte relative alle prime: coltivazione del fondo, silvicoltura, sfruttamento dei boschi, allevamento del bestiame. Qualora le attività dell'Imprenditore agricolo siano dotate di struttura, organizzazione e complessità notevoli si deve parlare di Imprenditore commerciale.

Secondo l'art. 2185 gli IMPRENDITORI COMMERCIALI hanno l'obbligo di iscrizione presso il REGISTRO DELLE IMPRESE, tenere i LIBRI CONTABILI, DISCIPLINA DEL FALLIMENTO (procedura di tipo concorsuale per la liquidazione di un'attività che costantemente non va bene; il fine è la tutela di tutti i creditori del fallito, pur con delle priorità).

Il C.C. prevede all'art. 2083 che il *Piccolo Imprenditore* svolga le attività dell'Imprenditore Commerciale, ma con limiti dimensionali molto ristretti. L'art. 2083 stabilisce diverse classi quali: "piccoli commercianti", "coltivatore diretto del fondo", "attività professionale organizzata con il proprio lavoro e prevalentemente con i componenti della propria famiglia".

Un *Piccolo Imprenditore* non deve iscriversi al Registro, né compilare i Libri Contabili e non è soggetto alle norme del fallimento.

Sono Piccoli Imprenditori gli *ARTIGIANI*. L'Impresa Artigiana è regolamentata prevalentemente da Leggi Speciali successive al C.C.: è fondamentale che l'ARTIGIANO svolga il proprio ruolo nell'IMPRESA e, inoltre, viene definito un numero massimo di dipendenti, in funzione del tipo di Impresa artigiana.

L'*IMPRESA FAMILIARE* (art. 230 bis) è realizzata con la collaborazione del CONIUGE dell'Imprenditore, i PARENTI entro il 3° grado e gli AFFINI (trattasi di parenti del CONIUGE) del 3° grado.

L'IMPRESA FAMILIARE può essere di proprietà di un PICCOLO IMPRENDITORE, oppure un IMPRESA ARTIGIANA: si tratta di due categorie differenti. L'IMPRESA FAMILIARE è comunque un Impresa INDIVIDUALE; ad ogni modo, nel caso di GESTIONE STRAORDINARIA (trasformazioni, ingrandimenti, vendita, cambiamento dell'oggetto) le decisioni devono essere prese a maggioranza.

Esistono beni che non rispondono o non possono rispondere a criteri di economicità, ad esempio, i BENI PUBBLICI nei quali l'obiettivo è anche e soprattutto quello del Bene Sociale. Gli economisti degli anni '30 (Keynes, ad esempio), hanno cominciato a sostenere che lo Stato doveva estendere le proprie attività a diversi campi. In questo caso si parla di IMPRESA PUBBLICA che si regolamenta come le altre Imprese. Anche l'Impresa Pubblica, comunque, può riportare dei profitti.

Dunque riassumendo:

<table>
<tr><td rowspan="5">C.C.</td><td rowspan="2">TIPO DI IMPRESA</td><td>IMPRESA AGRICOLA</td></tr>
<tr><td>IMPRESA COMMERCIALE</td></tr>
<tr><td rowspan="2">DIMENSIONE IMPRESA</td><td>PICCOLO IMPRENDITORE</td></tr>
<tr><td>IMPRESA MEDIO-GRANDE</td></tr>
<tr><td rowspan="3">NATURA SOGGETTO</td><td>INDIVIDUALE</td></tr>
<tr><td>COLLETTIVA</td></tr>
<tr><td>PUBBLICO</td></tr>
</table>

Osservazioni:

l'Impresa può esser costituita da maggiorenni non interdetti (per motivi psichici, o per esser stati condannati a più di 5 anni); esistono altre eccezioni: notai, avvocati, ad esempio non possono costituire un'impresa: i notai perché si possono autocertificare, gli avvocati perché hanno diritto al segreto. Il minore può svolgere attività di impresa solo se autorizzato dal giudice: in genere, egli può ereditare un'Impresa che deve condurre con un tutore. Gli Enti Pubblici che svolgono attività prevalentemente commerciale devono iscriversi al registro. Le Società Semplici non hanno obbligo di iscrizione: non sono, infatti, Imprese Commerciali. L'iscrizione non ha natura *costitutiva* ma *dichiarativa*, ovvero l'Impresa non viene determinata dall'iscrizione.

2.1.8. Imprese Commerciali

È richiesta, come detto, la stesura delle "Scritture Contabili"; l'imprenditore può, qualora lo desideri, ricorrere ad ulteriori scritture, ovvero:

- LIBROGIORNALE: è un documento ove sono registrati cronologicamente gli atti di gestione dell'impresa;
- LIBRO INVENTARI: raccoglie le precedenti informazioni non in modo cronologico bensì sistematico, per argomenti. Inoltre "certifica" la "situazione patrimoniale" dell'impresa.
- COPIE DELLE CORRISPONDENZE COMMERCIALI

Alla chiusura dell'esercizio (in genere 1 anno, ma non necessariamente il 31/12) viene richiesta la REDAZIONE DEL BILANCIO DELL'IMPRENDITORE costituito da 2 documenti:

1. Lo *STATO PATRIMONIALE*: contiene le informazioni che consentono all'Impresa di sopravvivere (ATTIVITÀ: Immobiliari, Crediti; PASSIVITÀ: Debiti).
2. Il *CONTO ECONOMICO*: descrive tutte le attività dell'Impresa che hanno contribuito alla formazione di un UTILE DI ESERCIZIO o di una PERDITA (Acquisto merci, Vendite).

2.1.9. L'Azienda

Di *AZIENDA* si parla all'art. 2555 del C.C.: viene definita come "complesso di beni organizzati dall'imprenditore per lo svolgimento dell'attività di impresa". L'Azienda, dunque, non è la Società ma il complesso di beni. L'organizzazione dei beni, ovvero la loro destinazione funzionale, è estremamente importante.

2.1.10. La Ditta

È il termine usato dall'Imprenditore commerciale per lo svolgimento della sua attività (se le svolge da solo). Nel caso di una Società si parla di *ragione sociale*.

2.1.11. La Società

Il nuovo C.C. prevede 8 tipi di SOCIETÀ:

DI PERSONE	• **semplice** • **in nome collettivo** • **in accomandita semplice**	
DI CAPITALI	• **società per azioni** • **in accomandita per azioni** • **a responsabilità limitata** • **società cooperative** • **a scopi mutualistici**	non svolgono azioni commerciali perché non sono rivolte all'esterno, ma al bene dei loro componenti

Nelle "Società di Persone" i soci rispondono illimitatamente (ovvero rispondono sia con i beni della Società che con quelli posseduti a titolo personale), solidamente e personalmente delle azioni societarie. Le Società di Persone possono essere costituite anche solo verbalmente, salvo la natura dei beni conferiti (art. 2251): se essi sono solo denaro (non immobili) non c'è bisogno di nulla di scritto.

Nelle "Società di Capitali" i soci rispondono limitatamente con i PATRIMONIO SOCIALE; tutti i soci possono essere chiamati, in qualunque momento, a rispondere con il loro patrimonio; il Creditore, con un'AZIONE DI REGRESSO, può chiedere il pagamento dei debiti. Nella Società di Capitali esiste una diversificazione tra *PERSONA FISICA* e *PERSONA GIURIDICA*, cosa che non accade nella Società di Persone; questa distinzione incide sul concetto di responsabilità. Secondo la Legge, il nome di una Società di Persone deve contenere il cognome di almeno uno dei soci, mentre ciò non avviene per le Società di Capitali.

L'art. 2247 del C.C. definisce una Società come CONTRATTO fra due o più persone che conferiscono beni o servizi a scopo lucrativo e per la divisione degli utili.

- *CONTRATTO*: accordo fra due parti a scopo patrimoniale.

- *CONFERIMENTO*: prestazione cui si obbligano le parti del Contratto Sociale; nelle Società di Capitali le persone non possono conferire il loro lavoro, nelle Società di Persone sì.
- *PRESTATORE D'OPERA*: il conferimento serve ad avere il capitale iniziale necessario. Ad una Società di Capitali si conferiscono soprattutto *beni* (*non servizi*), e *beni immateriali* (ad esempio un marchio o un brevetto). Non è un dipendente ma un socio, quindi non ha salario ma ripartizione di utile; se per calamità naturale perde l'idoneità a prestare l'opera
- *PATRIMONIO SOCIALE*: insieme di rapporti giuridici attivi e passivi facenti capo alle società: Crediti, Debiti, Brevetti.
- *CAPITALE SOCIALE*: espressione numerica del valore dei conferimenti effettuati dai soci. E' un valore in denaro che deve essere versato all'atto della costituzione della società: esiste un valore minimo per legge.

Quindi il Capitale Sociale è un valore storico, fisso nel tempo e riferito alla situazione iniziale, il quale può essere modificato modificando il Contratto Sociale. Al contrario, il Patrimonio Netto (Sociale) varia nel tempo in relazione all'andamento dell'attività. Se la Società va male risponde prima col CAPITALE SOCIALE, successivamente con il PATRIMONIO SOCIALE; nelle Società di Persone si arriva anche a dover rispondere con il Capitale personale.

2.2. L'ANALISI DI SETTORE: ASPETTI STRUTTURALI E DINANICI

2.2.1. Mercato concorrenziale e mercato monopolistico.

Due componenti essenziali dei mercati moderni sono la "dinamicità" della trasformazione in atto e la "disomogeneità" presente nella struttura interna dei settori, che tende, in genere, a dilatarsi al crescere della internazionalizzazione dei mercati che mette a confronto condizioni tecnologiche, economiche, sociali, sensibilmente diverse. I primi modelli complessivi di analisi delle forme di mercato sono stati costruiti attraverso un procedimento analitico che ha fatto astrazione da queste importanti caratterizzazioni. Ci riferiamo ai modelli di:

- concorrenza perfetta;
- monopolio.

Il modello della "concorrenza perfetta" si costruisce su una serie di condizioni e ipotesi tramite le quali si deduce l'esatto funzionamento del mercato nel suo complesso. Alla base si ha che ogni operatore agisce secondo una regola di razionalità economica, rappresentata dalla massimizzazione del profitto di impresa per il produttore, e dalla massimizzazione dell'utilità soggettiva derivante dall'uso dei beni per il consumatore. Le principali ipotesi del modello concorrenziale sono:

a) ogni categoria di beni prodotta dalle imprese ha caratteristiche omogenee, nel senso che tutte le imprese appartenenti allo stesso settore industriale producono prodotti assolutamente identici quindi non c'è motivo per un acquirente di preferire la merce di un produttore a quella di un altro;
b) acquirenti e venditori sono così numerosi che, da un lato, si esclude la possibilità di attuare politiche collusive, dall'altro, ogni operatore si presenta sul mercato con una quantità di offerta o di acquisto limitata rispetto al totale della merce scambiata e tutto ciò fa si che nessuno è in grado di influenzare il prezzo di mercato attraverso variazioni della propria quantità offerta o domandata. Il prezzo in definitiva è unico per tutti gli operatori presenti sul mercato ed essi non possono fare nulla per modificarlo (atomismo del mercato);
c) tutti gli operatori hanno una perfetta conoscenza delle leggi di trasformazione tecnologica necessarie alla produzione, dei rapporti di sostituibilità fra i bisogni dei consumatori, del prezzo e della quantità scambiata nel mercato (trasparenza dei mercati e limitabilità delle tecnologie);
d) ogni operatore può trasformarsi in produttore qualora ciò gli appaia conveniente. Ogni produttore esce dal mercato qualora consegua una perdita (libertà di uscita e di entrata dal mercato e mobilità dei fattori di produzione).

Come è noto, l'equilibrio del mercato si realizza in corrispondenza di una eguaglianza fra domanda e offerta, all'interno della quale ciascun produttore consegue un incasso marginale (dato dal prezzo) identico al costo marginale di produzione; le circostanze che portano a tale risultato sono la costanza del prezzo, la crescita del ricavo totale del produttore direttamente proporzionale alla quantità venduta, l'uguaglianza fra costo marginale e prezzo.

Strutturato su ipotesi antitetiche si ha invece il modello del "mercato monopolistico", la cui essenza è definita da una condizione sostanziale: l'intera offerta è soddisfatta da un unico produttore e ciò rende automatica l'omogeneità del prodotto, mentre permane un completo frazionamento della domanda. Come è noto l'equilibrio di questo mercato si raggiunge quando costo marginale e ricavo marginale del produttore si eguagliano, per effetto di due circostanze:

1. al crescere della quantità venduta il ricavo totale cresce o diminuisce a seconda che l'aumento della quantità domandata sia più o meno che proporzionale alla riduzione del prezzo, cioè a seconda che la domanda sia elastica o anelastica;
2. il ricavo marginale non è uguale al prezzo, ma inferiore, in quanto l'incremento della quantità venduta si realizza attraverso una riduzione di prezzo che si ripercuote sulla totalità della merce negoziata.

Risulta chiaro che né l'una né l'altra di queste due configurazioni di mercato può essere assunta come adeguata rappresentazione di un mercato reale. Esse rappresentano dei casi limite a cui fare riferimento. D'altronde la teoria microeconomica, riconoscendo la grande varietà di situazioni di mercato, si trova di fronte ad un grosso dilemma: orientarsi verso modelli più realistici, ma purtroppo di minor potenzialità generalizzante, oppure ricercare un elevato livello di generalizzabilità delle teorie al costo di ricorrere a modelli assai semplificati rispetto alla realtà storica dei mercati. E' in quest'ottica difficile che i modelli ora richiamati vanno a fondare un sistema di riferimento, una base da dove partire nell'analisi dei mercati.

2.2.2. Il concetto di domanda.

Cosa è la "domanda"? Banalmente si può dire che la domanda altro non è che la quantità di merce che gli acquirenti appartenenti ad un certo ambito geografico desiderano e sono in grado di comprare ad un determinato prezzo e in un determinato periodo. Eppure dietro questo concetto tanto intuitivo si celano problematiche molto complesse, difficili da affrontare e da risolvere. Iniziamo dal concetto di "merce"; ha un significato univoco solo se il bene, di cui si desidera analizzare la domanda si presenta altamente omogeneo e nettamente distinto da tutti gli altri beni, ma se siamo in presenza di un bene che assume caratteristiche di differenziazione, in quanto i singoli produttori ne realizzano versioni più o meno diverse, anche se largamente sostituibili, allora la definizione di merce può dare adito a dubbi e a problemi metodologici non trascurabili; se ad esempio si fa riferimento

agli strumenti per la riproduzione del suono (giradischi, lettori mp3, registratori, ecc.) si nota subito che i modelli di lettori sul mercato appartengono a numerose categorie differenziate per prezzo e per prestazioni. Problemi analoghi sorgono qualora si cerchi di dare un significato rigoroso ai termini che abbiamo usato per definire la "domanda", quali, ambito geografico, prezzo, periodo di tempo. Tutto ciò a conferma della complessità della definizione richiesta. Il tentativo di pervenire a delle modalità di definizione della domanda in termini operativi, quindi utilizzabili ai fini di una determinazione empirica di specifici mercati, è evoluto attraverso una articolazione-distinzione in classi dei prodotti, allo scopo di raggiungere, attraverso una serie di approssimazioni successive, una più precisa descrizione ed interpretazione dei comportamenti degli acquirenti nei diversi mercati.
Una prima classica distinzione riguarda le due fondamentali categorie di beni:

1. beni destinati al consumo;
2. beni destinati alla produzione.

1. La caratteristica principale del bene destinato al consumo deriva dal fatto di essere il frutto di una scelta soggettiva, influenzata largamente da fattori esterni alla personalità del consumatore, a cominciare dal suo reddito disponibile, e dalle caratteristiche sociali e culturali presenti nell'ambiente in cui vive, ed è innegabile che tutte queste forme di influenza esterna vengono combinate, filtrate e sintetizzate dai singoli consumatori attraverso una graduatoria di preferenze personali. Un modo per cercare di tener conto della "componente emotiva" nel comportamento d'acquisto si basa su una distinzione dei beni destinati al consumo in funzione dello "sforzo d'acquisto"; si è dunque soliti distinguere:

a) **convenience goods**: beni di largo consumo che si caratterizzano per una modesta differenziazione di qualità e prezzo da parte dell'offerta, di basso valore unitario, di distribuzione e di acquisto assai frequente. Questa categoria rappresenta tipicamente beni acquistati "ad impulso", in quanto non richiedono particolari valutazioni e confronti di convenienza e quindi un modestissimo sforzo d'acquisto;
b) **shopping goods**: beni aventi una caratterizzazione ben più marcata sia per la maggior entità della spesa, sia per la minor frequenza d'acquisto. In genere coinvolgono il consumatore in processo di confronto e selezione attento, basato sulle caratteristiche peculiari (qualità, prezzo, stile, ecc.) dei prodotti offerti da ciascuna marca;

c) **specialty goods**: in tal caso si tratta di beni che si presentano altamente differenziati da marca a marca, e a cui il consumatore intende dedicare il massimo di attenzione nella scelta. In genere, ma non necessariamente, essi sono rappresentati da beni aventi un alto costo unitario, sono solitamente durevoli e strettamente associati alla personalità del consumatore e all'immagine che egli intende dare di sé.

La natura del bene considerato fornisce importanti elementi di valutazione in merito alle modalità di comportamento dei consumatori:

- reattività della domanda alle variazioni di prezzo;
- grado di influenzabilità dei consumi per effetto di trasformazioni socio-economiche;
- possibilità dell'offerta di influenzare la domanda.

Tutte queste considerazioni costituiscono la base di partenza per l'analisi del comportamento del consumatore e per la previsione della domanda.

2. Anche lo studio dei beni destinati alla produzione presuppone un processo di classificazione che porti a delle sottoclassi più omogenee e compatte.

- Un aspetto che è implicito nella natura di beni industriali deriva dal fatto che la loro domanda si manifesta solamente in funzione della produzione di altri beni o servizi. In altri termini esiste una domanda di beni destinati alla produzione solo se esiste una domanda di beni di consumo la cui produzione ne richieda l'impiego in modo diretto o mediato. La variabilità della domanda di beni per la produzione è quindi derivata attraverso una catena più o meno lunga di passaggi dalla domanda "iniziale" di un ventaglio di beni di consumo.
- Strettamente legato all'aspetto derivato appare anche la natura eterogenea della domanda di beni di produzione, in quanto essa non è solitamente formata da una categoria omogenea di acquirenti (imprese). In altri termini l'acquisto non è fatto da imprese tutte appartenenti allo stesso settore, ma da aziende che svolgono produzioni anche molto diverse; ad esempio, un cuscinetto a sfere può essere acquistato da aziende che producono lavatrici, automobili, macchine utensili, ecc.
- Esiste poi una natura concentrata della domanda di beni per la produzione in quanto la clientela effettiva e potenziale è normalmente costituita da un numero ridotto di acquirenti. Il singolo acquirente industriale negozia quantità consistenti di prodotto o singoli prodotti di elevato valore unitario, ed è quindi in grado di far valere una propria capacità di condizionamento dell'offerta.

Questa breve digressione sui beni destinati alla produzione, fa intuire quanto sia complessa la stesura razionale di una classificazione opportuna di tali beni; esistono numerose tipologie di prodotti. La classificazione più usuale è quella che distingue fra:

a) *Beni di consumo industriale* detti anche "a fecondità semplice" quali ad esempio: materie prime, semilavorati, componenti, ecc. ;
b) *Beni strumentali* ovvero "a fecondità ripetuta" quali: macchinari, impianti, brevetti, ecc.

2.2.3. Barriere all'entrata

Dopo aver introdotto, sia pur brevemente, le problematiche e le caratterizzazioni sui tipi di mercato e sul concetto di domanda, possiamo a ragione entrare in merito "all'analisi operativa del settore". Consideriamo le imprese operanti da tempo in uno specifico settore. Esse realizzano un complesso processo di investimento di risorse finanziarie in attività tecnologiche, produttive, commerciali, ed organizzative, al fine di migliorare la rispettiva capacità concorrenziale e mantenere un elevato livello di redditività. Nel caso che tale sforzo sia coronato da successo e il complesso delle imprese operanti nel settore godano di una buona situazione economico-finanziaria, si realizzano le premesse necessarie all'inserimento di nuovi produttori intenzionati ad imitare le imprese già operanti nel settore. Questo inserimento è subordinato ad un calcolo di convenienza in cui i potenziali nuovi entranti valutano l'ammontare dell'investimento richiesto, i costi di esercizio ed i probabili ricavi che si presume possano derivare dall'operazione. In generale si verificherà che i prezzi unitari di vendita del prodotto dovranno essere allineati su quelli praticati dalle imprese per così dire "anziane", mentre i costi potranno risultare sensibilmente più elevati. Tanto maggiori sono i *costi addizionali*, tanto è meno probabile che i potenziali nuovi entranti si sentano incentivati ad effettuare l'inserimento. Si introduce quindi il concetto di "*barriere all'entrata*". E' intuitivo che questo argomento riveste un ruolo di grossa attualità. Quanto più alte sono le barriere all'entrata, tanto maggiore è il divario fra costi e ricavi che le imprese "anziane" possono imporre alla domanda. In sostanza esiste:

- un "rapporto concorrenziale interno al settore" che è dato dalla sostituibilità del prodotto offerto dai vari produttori
- ed una "concorrenzialità tra settori" che è tanto minore quanto più alte sono le barriere all'entrata.

Le barriere all'entrata hanno una natura complessa (finanziari, tecnologica, commerciale, organizzativa, ecc.) e poiché le imprese "anziane" occupano o possono occupare posizioni differenziate, non esiste un unico livello di barriere, bensì una pluralità di barriere all'entrata per ciascun potenziale entrante, in funzione delle risorse che questi è in grado di mobilitare e a seconda degli obiettivi competitivi che intende assumere.

2.2.4. La differenziazione del prodotto

A questo punto l'analisi si sposta all'interno del settore per farsi ancora più puntuale, andando a considerare il contenuto e le modalità con cui si caratterizzano le parziali disomogeneità presenti nella struttura settoriale. Una delle disomogeneità più significative è data dall'esistenza di "differenze nei prodotti". I prodotti concorrenti pur soddisfacendo allo stesso genere di bisogno, pur essendo realizzati con tecnologie affini, pur essendo commercializzati secondo modalità analoghe, possono conservare elementi caratteristici propri che orientano i consumatori secondo particolari criteri di preferenza. E naturalmente le opportunità di *differenziazione* su cui possono avvalersi le imprese concorrenti crescono vertiginosamente all'aumentare della complessità del prodotto (lavatrici, televisori, mobilio, abbigliamento, ecc.). Il concetto di *differenziazione* riguarda pertanto l'analisi delle "differenze": **prezzo, qualità, prestazioni, immagine**.

La "differenziazione" tiene conto del fatto che l'insieme dei consumatori, in una stessa categoria di prodotti, esprime preferenze molto personalizzate in merito agli attributi del prodotto ritenuti più idonei a soddisfare le rispettive esigenze, proprio in ragione della "componente emotiva" nel comportamento d'acquisto del consumatore di cui abbiamo parlato prima. Dal punto di vista generale, se assumiamo che:

N: caratteristiche distintive di un prodotto, allora ⇘

N: dimensioni dello spazio in cui ciascun offerente può posizionare la propria produzione

Nella realtà le preferenze dei consumatori, pur mostrando una elevata variabilità, finiscono per concentrarsi su particolari "porzioni" di tale spazio n-dimensionale, ed è quindi possibile che si giunga ad una elevata saturazione, che vuol dire "situazione altamente

concorrenziale" di settore. Però se tale saturazione non si verifica la concorrenza che si sviluppa nel settore è di tipo *"non price"* nel senso che la concorrenza più che basarsi sulle differenze di prezzo si sviluppa attraverso la creazione di prodotti con diverse caratterizzazioni. Naturalmente la *"non price competition"* non va intesa come una situazione in cui le differenze di prezzo non hanno importanza, ma un particolare stadio concorrenziale in cui il prezzo non è che uno degli elementi, una delle n-dimensioni caratterizzanti il prodotto.

2.2.5. La concentrazione

Nella realtà si osserva che in molti mercati operano un numero assai ridotto di imprese offerenti (o acquirenti), e anche in quelli in cui il numero delle imprese è considerevole alcune occupano una particolare posizione, in quanto soddisfano quote rilevanti del prodotto complessivamente scambiato; ciò comporta un punto di forza per tali imprese perché consente loro di esercitare una influenza sul mercato, da utilizzare a proprio favore. Pertanto la comprensione della "dinamica del settore" passa anche attraverso la comprensione del diverso grado di influenza di cui dispongono le imprese nei confronti della domanda e, inevitabilmente, come effetto di ritorno, sull'offerta. Tradizionalmente questo "potere di mercato" viene evidenziato tramite il concetto di *concentrazione*; un settore è tanto più "concentrato" quanto maggiore è il potere di mercato esercitabile dalle imprese che vi operano. In quest'ottica la *concorrenza perfetta* costituisce lo stato di concentrazione nulla, in quanto la quota di mercato di ogni singola impresa è paritetica a quella delle altre concorrenti (niente "potere di mercato"), mentre il *monopolio* rappresenta il polo opposto in cui la concentrazione è massima dal momento che un solo produttore controlla la totalità dell'offerta.

Il grado di concentrazione è funzione di vari aspetti: tecnologici, distributivi, finanziari, pubblicitari, ecc.

Tra i vari indici elaborati, con l'obiettivo di generare un metodo di misurazione del grado di concentrazione di un settore, si cita il più semplice e il più usato: *il rapporto di concentrazione* anche detto "concentration ratio". Esso si basa sulla sommatoria del valore percentuale delle vendite delle *n* imprese più grandi. Quindi ad esempio:

- *n*=5
-*rapporto di concentrazione*=80% → Tipica situazione di elevata concentrazione! (monopolio)

-*n*=5
-*rapporto di concentrazione*=1% → Tipica situazione marcatamente concorrenziale!

I vantaggi di un indice di questo genere derivano dalla sua evidente semplicità e interpretabilità. Inoltre il calcolo, oltre ad essere quanto mai rapido, richiede un numero assai limitato di informazioni e cioè:

- ammontare globale delle vendite del settore,
- singole quote di mercato delle prime *n* imprese in ordine di dimensione del fatturato.

Il calcolo sistematico dell'indice di concentrazione consente di effettuare un confronto sia del potere di condizionamento detenuto da imprese operanti in settori diversi, sia di quello manifestato dalle stesse imprese in momenti diversi; si ha cioè una "misura dinamica" della concentrazione.

Il rapporto di concentrazione può essere applicato non solo alle quote di mercato finora dette, ma a numerose altre unità di misura (o risorse strategiche del settore), come ad esempio, valore aggiunto, numero di addetti, fatturato, ecc. Riportiamo qui di seguito un grafico (**fig. 1**), solo qualitativo, che ci dia un'idea di quale sia l'andamento del *rapporto di concentrazione* R_c, con riferimento alla " percentuale delle quote di mercato" Q_i in ordinata, e in relazione alle *n* imprese, disposte in ordine crescente per grandezza e importanza, in ascissa; ricordiamo che in tal caso risulta: $R_c = \sum Q_i$

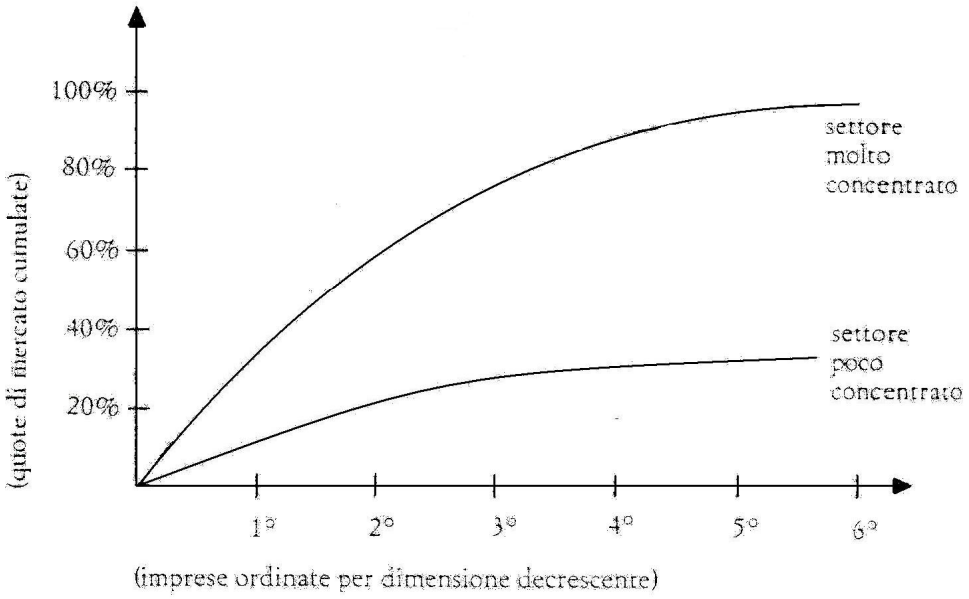


fig. 1 – Indice di Concentrazione Rc

Per finire, possiamo dire che la "concentrazione" può essere determinata dall'esigenza di sfruttare al massimo le economie di scala presenti nella produzione del settore; in una certa fase della dinamica di trasformazione del settore, avere la disponibilità di una quota rilevante di valore aggiunto (quindi azienda molto integrata verticalmente) può essere per un'impresa, strategicamente importante.

2.2.6. Integrazione verticale e decentramento

Con il termine *"filiera tecnologica-produttiva"* si intende l'insieme di lavorazioni che devono essere effettuate in cascata per passare da un certo ventaglio di materiali grezzi ad un prodotto finito. Da un punto di vista puramente teorico possiamo dire che le migliaia di operazioni incorporate nella filiera del prodotto potrebbero essere svolte sia da una sola azienda che parte dai materiali grezzi ed esegue tutte le lavorazioni fino a giungere al confezionamento finale del prodotto ("integrazione verticale massima"), sia da tante imprese diverse collegate in cascata ("grado massimo di specializzazione, totale decentramento"): ciascuna riceve un prodotto semilavorato (tranne chiaramente la prima), aggiunge una semplice operazione e vende il semilavorato ad un azienda successiva e così via fino al completamento finale del prodotto. E' chiaro che all'aumentare della domanda cresce la convenienza nel realizzare un "processo di specializzazione" dei compiti ovvero di suddivisione (nel senso verticale) delle operazioni della filiera fra tanti operatori diversi. In altri termini, data una certa filiera di operazioni, la produttività delle lavorazioni è molto

maggiore se i produttori si organizzano in modo che ciascuno di essi svolga ripetutamente la stessa operazione, anziché ciascun produttore cambi continuamente il genere di operazioni da svolgere lavorando sempre allo stesso bene. Ogni impresa si trova quindi collocata all'interno di una *filiera* (o di più filiere) nella quale può svolgere un numero più o meno elevato di operazioni in cascata. Quanto più è lunga la serie di operazioni realizzate e tanto maggiore sarà il "grado di integrazione verticale" dell'impresa.

E' lecito dunque chiedersi se, tra le molteplici soluzioni che vanno da una organizzazione produttiva massimamente integrata a quella massimamente specializzata, esista una qualche configurazione in grado di realizzare una miglior efficienza produttiva nella filiera. Il costituirsi di questo raggruppamento delle operazioni corrisponde alla suddivisione della filiera in tanti "settori" in cascata. Un settore è quindi delimitato:

- **sia in senso orizzontale**: dal diverso grado di sostituibilità dei prodotti,
- **sia in senso verticale**: dalla diversa natura dei processi produttivi realizzati.

Ovviamente questa ripartizione ottimale del "grado di integrazione verticale" è influenzata da un numero rilevante di fenomeni:

1. La natura tecnicamente obbligata di certi processi tecnologici;
2. L'assetto continuo o intermittente della organizzazione del lavoro;
3. Il grado di variabilità della domanda nel tempo;
4. I criteri di imposizione fiscale, che possono colpire prevalentemente lo scambio o la produzione di valore aggiunto.

In termini generali il calcolo di convenienza imprenditoriale in tema di integrazione verticale consiste nell'analizzare la variabilità dei costi di produzione al variare del grado di raggruppamento verticale delle attività sotto un'unica organizzazione economica, sia in senso ascendente (aggiunta di operazioni della filiera che stanno a monte rispetto a quella considerata), sia in senso discendente. Passando in rassegna i fattori che operano pro o contro politiche di integrazione verticale è opportuno distinguere:

- quelli che sono dipendenti dal processo di specializzazione/integrazione,
- da quelli che sono solamente associati al processo di integrazione.

La convenienza specifica ad aumentare il grado di integrazione verticale si produce allorché la natura dei processi produttivi è tale che, attraverso la loro stretta connessione, si totalizzino dei costi inferiori a quelli derivanti da una produzione separata. Questa

situazione, in funzione della quale un processo di integrazione porta ad un *risparmio reale di risorse*, ha generalmente due matrici:

1. Tecnologica: la convenienza a realizzare una variazione del grado di integrazione discende dall'introduzione di nuovi macchinari o processi produttivi. All'inizio del processo di industrializzazione la sostituzione del lavoro manuale con il lavoro svolto da macchine si traduce in una forte spinta alla specializzazione, in quanto il macchinario svolgeva funzioni singole e molto semplificate; ma al crescere della padronanza tecnologica dei processi può crescere anche il numero delle operazioni svolte da una stessa macchina. La messa a punto di macchinari e impianti con funzioni complesse costituisce pertanto uno dei fattori primari di integrazione verticale delle imprese.
2. Organizzativa: un'azienda integrata verticalmente è in grado di pianificare meglio le variazioni che si manifestano all'inizio della filiera (ad esempio, la disponibilità di nuovi materiali) o alla fine (ad esempio, variazione quantitativa e qualitativa della domanda). Tuttavia a questa caratteristica tecnicamente favorevole a soluzione integrate, si contrappone la maggior difficoltà che si incontra nel migliorare continuamente la produttività delle singole operazioni (una produzione che si rifornisca per un certo materiale componente da una sezione della stessa impresa può beneficiare esclusivamente dei vantaggi innovativi prodotti dalla sezione stessa, mentre un'impresa che si rifornisca dello stesso componente, sul mercato può beneficiare di tutto lo spettro delle innovazioni che il gioco concorrenziale induce sull'intera offerta, spostando gli acquisti di volta in volta presso il fornitore più innovativo).

L'effettivo grado di integrazione verticale che tende a imporsi sul mercato dipende quindi da un delicato bilanciamento di fattori aventi valenze contrastanti. In sostanza un processo di integrazione verticale si caratterizza tendenzialmente per una sostituzione di costi variabili (costi da *input*) con costi fissi (impianti e dipendenti).

Esiste invece una *convenienza solamente associata* all'integrazione o al decentramento quando essa non è dettata dalla ricerca di economie reali, ma il desiderio di difendersi da (o di imporre) posizioni monopolistiche. Tra i fattori che operano in modo "associato" al variare del grado di integrazione verticale, vanno considerati quegli aspetti di natura istituzionale concernenti l'utilizzo del fattore lavoro. Come è noto, in generale, il potere contrattuale dei lavoratori cresce in modo proporzionale alla dimensione delle aziende in cui sono occupati; ciò introduce una serie di limitazioni e di rigidità nella gestione della forza lavoro che si traduce in un aggravio di costi. In questo senso uno stesso ammontare

di produzione comporta costi diversi a seconda che venga realizzato in tante piccole aziende "specializzate" anziché in una singola azienda "integrata".

2.2.7. La diversificazione

Un'impresa attua un processo di diversificazione allorché dilata la propria gamma di prodotti. Il concetto di diversificazione presenta un aspetto di analogia con la differenziazione nel senso che una stessa operazione aziendale può sostanziare simultaneamente un fatto di differenziazione e di diversificazione, che tuttavia rimangono due fenomeni distinti, in quanto è diversa l'ottica concettuale che ne sta alla base.

1. In tema di "diversificazione" il punto di riferimento è dato dalla singola impresa ed il processo in questione sta a sottolineare come essa stia ampliando il proprio campo di azione inserendosi in nuovi settori. Naturalmente tale inserimento può essere:
   - di entità assai modesta se si aggiungono uno o più prodotti da collocare in nuovi segmenti di un mercato in cui già si opera,
   - oppure molto rilevante quando gli elementi di contatto del nuovo prodotto rispetto ai precedenti sono scarsi o addirittura nulli.
2. In tema di "differenziazione" invece il punto di riferimento è dato dal sistema della concorrenza in quanto l'analisi in merito a tale argomento si interroga sul grado di sostituibilità che caratterizza i prodotti presenti sul mercato.

Pertanto in virtù di tali considerazioni possiamo dire che quando un'impresa inizia la produzione di un prodotto precedentemente assente nella sua gamma compie comunque una "diversificazione", e poi, a seconda delle caratteristiche del prodotto in questione, ciò potrà anche introdurre una variazione del "grado di differenziazione" esistente in un mercato.

- Se si tratta di un prodotto assolutamente nuovo, mai commercializzato prima da nessuna impresa, si ha la formazione di un nuovo settore/mercato e non si produce un effetto di differenziazione;
- Se il prodotto è nuovo per l'azienda, ma si inserisce in un mercato preesistente, la diversificazione realizzata è inferiore a quella prodottasi nel caso precedente e si avrà certamente una variazione della differenziazione presente nel mercato;
- Se il prodotto inserito costituisce solamente una nuova variante di una produzione preesistente ci si trova di fronte ad una diversificazione modestissima, che comunque

produce una modificazione nel grado di differenziazione. In questo caso il nuovo prodotto non solo esercita una concorrenza aggiuntiva nei confronti delle altre imprese, ma può riverberare effetti competitivi anche sulla restante linea di prodotti della stessa impresa;

- Se infine un'impresa entra in un mercato che le è nuovo con un prodotto assolutamente uguale a quelli già offerti dalle altre imprese siamo di fronte a un caso di diversificazione senza alcuna forma di differenziazione.

Si noti che un processo di diversificazione può comportare anche un fenomeno di "integrazione verticale" nel caso in cui il nuovo prodotto venga in parte riutilizzato dalla stessa impresa come prodotto componente e in parte lanciato sul mercato. Ma, anche in questo caso, è importante tenere distinte le valenze diverse (*diversificazione, differenziazione, integrazione*) insite in un unico evento economico.

Come qualsiasi altra strategia aziendale, una politica di diversificazione è guidata dall'obiettivo di mantenere e migliorare la profittabilità dell'impresa nel lungo periodo, e proprio per questa ragione ogni iniziativa di diversificazione, pur rappresentando un business avente caratteristiche sue proprie, va comunque analizzata all'interno della più generale dinamica economica e finanziaria dell'impresa di cui è parte. In genere, quanto più esistono elementi di omogeneità tra le precedenti produzioni e quella che viene ad aggiungersi, tanto maggiori sono le opportunità di utilizzo delle risorse tecnologiche, organizzative e commerciali di cui dispone l'impresa. Da questo punto di vista il processo di diversificazione a "macchia d'olio" presenta indubbi vantaggi, in quanto consente un progressivo allargamento delle aree di intervento di una impresa attraverso una politica di attento dosaggio degli investimenti, che riduce considerevolmente i rischi del confronto concorrenziale. Tuttavia questo genere di sviluppo presenta rischi derivanti da "congiunzione di domanda"; si è già visto che se un'impresa opera su operazioni in cascata (azienda integrata verticalmente) un ristagno della domanda finale si ripercuote su ogni lavorazione a monte; ebbene: un effetto analogo, anche se meno accentuato, può prodursi anche per i mercati contigui, nei quali la domanda si esercita spesso in modo complementare. In altre parole, una crisi di domanda ad esempio nel settore delle calzature, si accompagna sovente ad una riduzione delle vendite nel campo della pelletteria e viceversa. In taluni casi pertanto, le aziende reputano opportuno operare per "diversificazioni molto ampie", cercando, attraverso un frazionamento dei rischi, di porsi al riparo da crisi di tipo generalizzato. Si parla in questi casi di un *portafoglio prodotti* e di *diversificazione conglomerale*.

Il motivo che sta alla base di un processo di diversificazione consiste nel fatto che la gestione di impresa è in grado di generare risorse che non è conveniente reinvestire nel settore originario. Queste risorse possono essere:

- Specifiche: incorporate in particolari know-how tecnologici, commerciali, organizzativi;
- Generiche: rappresentate da disponibilità finanziarie (essenzialmente profitti).

Più in dettaglio possiamo dire che le "risorse specifiche" derivano da un processo di apprendimento realizzato dall'impresa nel tempo; per capire meglio, prendiamo ad esempio il caso in cui l'azienda produce un prodotto che richiede un elevato numero di saldature, allora lo sforzo di migliorare la qualità delle saldature e di ridurre i tempi e i costi di questo genere di operazioni può portare, attraverso prove ed errori, allo sviluppo di macchine o tecniche di saldatura nuove ed efficienti. Questo risultato rappresenta un valore non solo per l'impresa, ma anche per il mercato. L'impresa ha dunque interesse a capitalizzare questa risorsa, creata internamente, il cui costo è già stato caricato sul prezzo di vendita del prodotto originario. Ritornando all'esempio fatto, il know-how da vendere (e quindi la diversificazione possibile) potrebbe essere costituito dalla produzione di una nuova macchina saldatrice. Nel caso della disponibilità di "risorse generiche" (profitti), esse per loro natura possono essere investite in qualunque genere di attività economica. La soluzione più semplice è rappresentata dal re-investimento dei profitti nello stesso settore in cui essi sono stati generati; d'altronde il fatto stesso che il settore generi profitti giustifica tale soluzione. Tuttavia alcune circostanze consigliano una strategia di diversificazione.

Un re-investimento dei profitti nel settore originario può essere di tipo:

a) *Estensivo*: orientato a dilatare la potenzialità produttiva. E' giustificato attuarlo solo se esistono buone prospettive di accrescere la quota di mercato dell'impresa di un ammontare analogo alla maggior potenzialità che si verrebbe ad acquisire.
b) *Intensivo*: diretto a consentire una maggior produttività senza aumento di potenzialità. Non soffre di limitazioni da parte della domanda, ed è anzi una delle cause più importanti di miglioramento della penetrazione nel mercato dell'impresa, ma può prodursi solo in presenza di una innovazione. In questo caso una quota dei profitti realizzati dall'impresa è generalmente investita in attività di ricerca e sviluppo proprio allo scopo di produrre innovazioni capaci di favorire incrementi di produttività.

Qualora non sia soddisfatta almeno una di queste due condizioni, in re-investimento dei profitti avrebbe l'effetto di andare ad erodere proprio le vantaggiose condizioni

economiche di partenza. Diventa quindi opportuno dirottare le risorse disponibili verso settori alternativi.

2.3. LA TEORIA DELL'IMPRESA

2.3.1. Sapere pratico e sapere teorico nel management

Una trattazione di "economia e management" dell'impresa industriale deve necessariamente far ricorso ad una riflessione sul sempre più difficile rapporto che, nell'attività di management, si è venuto a costituire tra la *teoria* dell'impresa e la *pratica* manageriale. Le discipline teoriche che si occupano di economie di impresa sono più di una: economia politica, economia industriale, economia aziendale, managerial economics, studi di strategia.

Il fatto fondamentale di base è che c'è una differenza essenziale tra l'impresa (*astratta*) della teoria e l'impresa (*concreta*) del management impegnato in un problema decisionale. Nella maggior parte dei casi, tra la teoria e la pratica decisionale resta un gap difficilmente colmabile a priori, e questo aumenta proporzionalmente con l'avanzare dei tempi, con la conseguenza che i problemi nuovi legati al capitalismo industriale non possono trovare una dimensione negli impianti teorici tradizionali. Di qui la tentazione e la tendenza di fare a meno della teoria e di affidarsi, nelle decisioni, a forme di intuizione e di eclettismo manageriale, capaci di aderire ai cambiamenti a alle opportunità emergenti nella realtà, senza essere filtrate da convinzioni teoriche preconcette.

La tesi che sarà sviluppata in questa trattazione parte da tre assunti fondamentali:

1. la teoria e la pratica manageriale non sono separabili, perché la rielaborazione dell'esperienza pratica in forma astratta (teorica) svolge una funzione essenziale nell'*apprendimento* e nella *sperimentazione* pratica della capacità manageriale; per essere concretamente utile e servire alla sperimentazione pratica, devono però cambiare la natura della teoria e il suo contenuto, rispetto alla concezione tradizionale;
2. la teoria dell'impresa quindi, in una realtà industriale che evolve verso gradi crescenti di complessità, non può proporsi l'obiettivo di dare una rappresentazione *deterministica* dell'impresa, ma deve entrare a far parte di un circuito di sperimentazione in cui resta comunque uno spazio alla *discrezionalità* interpretativa e innovativa di chi sperimenta il sapere teorico nelle decisioni pratiche;

3. per assolvere a questa funzione, la teoria dell'impresa deve essere *storicizzata*, nel senso che le categorie astratte della teoria possono avvicinarsi meglio al concreto se sono qualificate e precisate dalla definizione del *contesto storico* in cui si pongono i singoli problemi di management.

La "teoria" costituisce una *fonte di conoscenza* di base necessaria, su questioni e comportamenti di cui non si ha esperienza diretta. Essa rende possibile oltrepassare la situazione esistente e *simulare* la risposta che ci si deve attendere dal sistema di impresa, dai concorrenti, e dall'ambiente esterno. La "teoria" è dunque qualcosa di imprescindibile. D'altro canto, la società e l'economia industriale attuale sono caratterizzate da una vertiginosa crescita di *complessità*, ossia di *varietà e variabilità*. Più precisamente, riferendoci a concetti della "Teoria dei sistemi", per *complessità* si intende il "grado di *varianza*" esprimibile da un fenomeno, ossia il numero dei casi possibili che si presentino *distinti*; la *varianza* di un fenomeno ha due dimensioni che convergono insieme nel concetto di *complessità*, e sono:

1. dimensione "sincronica" (*varietà*): si riferisce alla "differenziazione"(effettiva o potenziale) dei casi possibili che possono presentarsi in uno stesso momento;
2. dimensione "diacronica" (*variabilità*): si riferisce invece alla possibilità che un fenomeno presenti varianti successive nel tempo.

Dunque l'impresa si trova ad agire in un ambiente in cui cresce il "*grado di differenziazione*" dei fenomeni e in cui essa stessa si differenzia; il punto nodale allora è questo: il "grado di varietà" che è padroneggiabile attraverso la "teoria" è fortemente inferiore al "*grado di varietà*" presente nella realtà. Tale problematica è poi ulteriormente amplificata dal "*grado di variabilità*" delle situazioni nel tempo. In sintesi, possiamo dire che le risorse teoriche di cui si dispone per comprendere e distinguere la complessità industriale sono insufficienti a razionalizzare compiutamente la pratica del management, e tale insufficienza cresce con la crescita della complessità industriale. E' qui che interviene allora l'abilità e l'esperienza pratica del "manager-persona" e del "management-organizzazione": ogni operatore di un processo decisionale impara nella sua pratica a governare un "doppio livello di sapere": quello astratto della "teoria" e quello "concreto" relativo al caso specifico. Ma quello che si vuole ancora sottolineare, è che la "bravura" del manager nel gestire situazioni "concrete" è nulla se il manager non conosce la "teoria", che comunque da sola non riesce a spiegare la complessità della realtà attuale; "teoria" e "concretezza" si completano l'un l'altra, sono gli ingredienti necessari per affrontare il mercato ed i suoi processi. C'è da dire infine che il "sapere concreto" dei decisori e delle

organizzazioni *aggiunge qualcosa*, più o meno rilevante, al sapere "astratto della teoria"; è nascosta qui l'evoluzione temporale, il "*grado di variabilità*" della "teoria", che ha comunque un processo evolutivo molto più lento rispetto alla realtà "concreta".

2.3.2. La teoria dell'impresa come meta-decisione

In un mondo in cui prevalessero comportamenti ripetitivi e movimenti semplici la "teoria" avrebbe il compito di dare rappresentazioni le più *precise* ed *esaustive* possibili di un fenomeno reale. Quando invece ci si trova di fronte in condizioni di elevata complessità, come appunto accade nel contesto pratico delle decisioni manageriali, la teoria non può pretendere di esaurire la varietà e la variabilità del possibile, bensì è notevolmente utile nell'ottica di *ridurre la complessità* eliminando le relazioni e le variabili che si possono ritenere non significative e poco influenti rispetto ad un problema. Il compito della teoria è dunque, nella nostra trattazione, quello di offrire una *pre-riduzione della complessità* rispetto al momento della decisione vera e propria. Nel momento in cui la teoria offre una rappresentazione della realtà che distingue certi oggetti da altri e stabilisce certe relazioni tra loro, realizza una *selezione preventiva della varietà e della variabilità*; avviene quindi una riduzione della *varianza* del possibile, e la "varianza residua", anche quando resta abbastanza ampia da lasciare un margine di indeterminazione effettivo alla decisione operativa, assume però dimensioni tali da poter essere *padroneggiata*:

- o attraverso il ricorso all'intuizione,
- oppure, all'opposto, attraverso l'impiego di un calcolo di convenienza di tipo matematico.

Si tratta di due procedimenti "semplici" che avrebbero potuto esercitarsi difficilmente su una realtà non trattata preventivamente da un filtro teorico di interpretazione. Si può dire ancor di più: un problema di decisione manageriale in condizioni di elevata complessità non può, di regola, essere risolto efficacemente se non decomponendolo in due sotto-problemi:

1. primo step: si decide, in via preliminare, quale sia la "teoria più efficace" da adottare per pre-ridurre la complessità, ossia per definire il campo delle alternative destinate ad essere esplorate e scelte in sede operativa;
2. secondo step: si assumono, al momento debito, le decisioni operative che specificano i comportamenti da tenere nel campo dei gradi di libertà rimasti aperti nel primo step.

In tal senso la selezione di una certa teoria come riduttrice della complessità costituisce quella che si può chiamare una *meta-decisione*, ossia una decisione di secondo livello rispetto alle decisioni operative. In altri termini "si decide come decidere": il processo decisionale giunge, attraverso l'elaborazione dei dati permessa dalle conoscenze teoriche, non alla decisione finale, ma ad una trasformazione del problema che struttura il successivo iter delle decisioni operative. E' quindi sottointeso che poi nel momento della decisione operativa effettiva possono essere utilizzate informazioni addizionali (sul caso concreto) che non erano contenute nella teoria. E' in questo senso che la teoria muta e rimane essenziale nel processo decisionale. Per assolvere a questo processo di *meta-decisione* la teoria impiegabile deve avere una peculiare natura: deve riuscire a inquadrare la varietà e la variabilità di situazioni che l'impresa si trova a fronteggiare, dandone una lettura che sia il più possibile aderente alla *specificità del momento storico e alla peculiarità dell' impresa*; in altri termini, potremmo dire che la teoria deve poter "fotografare" situazioni dinamiche, rendendole fruibili nei processi decisionali. A questo fine, le categorie astratte con cui la teoria dell'impresa è costruita, devono essere coniugate con la storia in due sensi:

1. in senso diacronico (interpretazione evolutiva): collocando le categorie astratte della teoria all'interno del "processo evolutivo" che ha generato il presente storico, e cioè relativizzandole alle fasi storiche attraversate nel tempo dalla tecnologia, dal capitalismo industriale, e, a livello micro, dalla singola impresa;
2. in senso sincronico (interpretazione contestuale): considerando le categorie astratte della teoria all'interno dello specifico contesto in cui la singola impresa si trova ad operare, ossia considerando la qualità dell'ambiente nazionale, del contesto competitivo, del sistema culturale in cui l'impresa è immersa.

Si ha dunque ora una "visione" diversa della "teoria", cioè la teoria assume un "compito diverso" da quello assolto dalla teoria di impresa all'interno del pensiero economico tradizionale, secondo gli schemi propri dell'economia politica da un lato, e dell'economia aziendale dall'altro.

2.3.3. Varietà e variabilità delle forme di impresa

Concorrenza e equifinalità tra diverse forme di impresa

Una buona parte dei fenomeni innovativi che si sono manifestati nell'impresa sono avvenuti senza che gli studiosi dell'impresa, da una parte, e managers operativi, dall'altra,

li avessero previsti con anticipo. Oltretutto non si è trattato di fenomeni di poco conto; si pensi ad esempio alla ritrovata vitalità e modernità delle "piccole imprese", o alla riscoperta della "nazionalità d'impresa", alla nuova rilevanza del tessuto culturale e relazionale offerto dall'ambiente, alla destabilizzazione di molti mercati oligopolistici una volta rigidamente controllati. Tutti questi fenomeni si sono presentati nella realtà industriale sorprendendo i teorici e gli operatori. Essi hanno reso evidente un insieme di mutamenti che ci impone di rileggere oggi con altri occhi la storia dell'industrializzazione, ponendo al centro dello sviluppo la crescita della varietà delle forme di impresa come il fattore chiave dell'innovazione e della crescita di produttività espresse dai diversi sistemi industriali; l'impresa industriale costituisce ormai il "motore" dello sviluppo proprio per la sua capacità di generare una *elevata e crescente complessità* delle forme tecnologiche e organizzative con cui si avvantaggia nella competizione economica. La *varietà e variabilità* osservabili nei comportamenti e nelle strutture di impresa non sono banalmente il frutto di "scostamenti casuali" dalla teoria, ma costituiscono invece l'effetto cumulativo e stratificato dell'attività di innovazione attraverso cui ciascuna impresa cerca di produrre valore e di acquisire un profitto differenziale nella competizione tra imprese. E' qui il cuore stesso della funzione imprenditoriale nel capitalismo moderno e potremmo dire che l'unica forma di impresa che risulta a priori perdente è quella che non abbia capacità di evolversi, sperimentando forme nuove.

Ogni sistema industriale moderno è ormai caratterizzato da una *differenziazione* elevata e crescente delle forme di impresa che convivono al suo interno e che trovano ragioni diverse, ma parallele, di sviluppo; la piccola impresa coesiste con la grande multinazionale, l'impresa governata dall'imprenditore-persona opera sullo stesso mercato della corporation diretta da managers professionisti; e sullo stesso mercato si trovano ancora altre varianti di impresa, caratterizzate da forme diverse di imprenditorialità, come l'impresa cooperativa, auto-gestita dal lavoro, l'impresa a partecipazione statale, governata da managers dallo Stato; le differenze sono notevoli anche in termini di cultura e ambiente che caratterizza le imprese di diversa estrazione nazionale: così ad esempio le imprese americane si confrontano con imprese europee e giapponesi che hanno forme organizzative, valori, rapporti esterni profondamente diversi.

Il valore della capacità evolutiva dei sistemi industriali lo si può comprendere a fondo facendo ricorso ad un principio generale della "Teoria dei sistemi complessi", ossia alla proprietà della cosiddetta "*equifinalità*": un sistema comunque complesso è in grado,

attraverso opportune correzioni nella propria morfogenesi, di raggiungere uno stesso risultato seguendo percorsi evolutivi e sperimentando percorsi differenti.

Il principio dell'equifinalità dei "sistemi complessi" è ricavato dalle scienze biologiche, in contrapposizione al concetto di equilibrio proprio dalle scienze fisiche (meccanicistiche). Esiste un aspetto del tutto caratteristico dell'ordine dinamico dei processi organicisti, e 1o possiamo indicare parlando di equifinalità. I processi che si verificano in strutture di tipo meccanico seguono una direzione prefissata. Lo stato finale sarà quindi diverso se si modificano le condizioni iniziali oppure lo stesso corso del processo. Al contrario, nei processi organicisti, a partire da condizioni iniziali differenti e seguendo strade diverse si può sempre raggiungere lo stesso stato finale, lo stesso "obiettivo". Un'impresa, ad esempio, può arrivare a realizzare prestazioni competitive sul mercato con i propri concorrenti (obiettivo equifinale di tutte 1e imprese che sono soggette a un vincolo concorrenziale) non seguendo un modello unico (l'*one best way*, magari già messo a punto da altri), ma in molti modi possibili, secondo percorsi sperimentali che non possono essere calcolati e ottimizzati a priori: si comincerà ad agire in una direzione e poi si correggeranno via via tali effetti indesiderati, fino a portare il sistema su un percorso evolutivo capace di dare la prestazione voluta. Ciascuna impresa si caratterizza in effetti per un patrimonio di costi affondati (sunk costs), ossia di investimenti in strutture e in sapere che sono stati sostenuti nei tempo e metabolizzati, per così dire, nel processo di sviluppo dell'organizzazione. Il ruolo di tali costi nell'evoluzione di impresa è cruciale: essi danno infatti alla singola impresa possibilità peculiari di evoluzione, ad esempio perché forniscono risorse o un know how non accessibili ad altri.

In questo processo, la prestazione competitiva (equifinale) risulta misurabile in valore per tutte le imprese e, sotto questo profilo, essa può essere considerata omogenea per imprese diverse. Ma, a parità di prestazione competitiva in valore, almeno due caratteristiche della prestazione equifinale distinguono *qualitativamente* la prestazione di ciascuna impresa da quella delle altre:

- La prima caratteristica è l'*individualità* che ogni sistema complesso mantiene nel rispondere a stimoli esterni (ogni impresa resta diversa da ogni altra, se si guarda al processo attraverso cui essa realizza la prestazione competitiva).
- La seconda caratteristica è quella dell'*irreversibilità* del percorso storico attraverso cui ciascun sistema si trasforma (ogni percorso è una successione di tappe ciascuna delle quali parte dal livello di complessità già raggiunto ed esplora configurazioni ulteriori).

Mentre in un *sistema semplice* vige il "principio della causalità in senso stretto", ossia ogni causa si associa ad un effetto dato, quando si ha a che fare con *sistemi complessi* questo non è più vero. Se ad esempio appare sul mercato una nuova tecnologia, in un

sistema semplice esiste la possibilità di calcolare il modo ottimale di impiegarla: appena il primo innovatore di successo "scoprirà" quel modo e ciò si manifesterà in un profitto differenziale rispetto agli altri, questi ultimi procederanno non più sperimentando ma per imitazione. Alla fine tutte le imprese avranno utilizzato la tecnologia nello stesso modo, secondo la regola dell' "*one best way*". Il cambiamento della tecnologia potenziale (causa), si è così tradotta alla lunga in un preciso effetto, ossia in una particolare tecnica adottata dalle imprese. Invece, quando si ha a che fare con sistemi *complessi*, questa relazione deterministica di casualità è sostituita dal "*principio di equifinalità*": lo stato finale è dato (la prestazione competitiva da raggiungere), ma la catena causale per arrivarci non è univoca, né predeterminata. Nell'esempio fatto, le imprese utilizzeranno le potenzialità della nuova tecnologia in modo da ottenere prestazioni competitive equivalenti (altrimenti dovrebbero uscire dal mercato), ma attraverso soluzioni organizzative e strategiche che possono essere anche molto differenti e che resteranno differenti anche nel lungo periodo, proprio perché per un sistema complesso non è possibile un adattamento banalmente imitativo: essendo le basi di partenza fondamentalmente diverse, anche le loro capacità di evoluzione efficace lungo i diversi percorsi possibili sono differenti.

Matrice delle forme di impresa: soggetti e sistemi

Ma come si può teorizzare la diversità delle forme di impresa? Costruiamo a tal proposito la "matrice delle forme di impresa", ossia uno schema classificatorio che permetta di identificare e ordinare la miriade di forme concretamente osservabili nell'evoluzione storica reale delle imprese industriali e permettere di simulare problemi strategici di "morfogenesi", ossia di trasformazione progettata dei sistemi, passando da una forma all'altra. Per costruire la matrice delle forme di impresa vengono usate due chiavi teoriche, che permettono di mappare la *varietà-variabilità* delle forme osservabili storicamente:

1. relazione soggetto-sistema: si possono classificare le diverse forme per quanto attiene al "potere decisionale" e al "tipo di razionalità" in esse prevalente;
2. relazione impresa-ambiente: l'impresa viene collocata nel suo "ambiente competitivo" e, più in generale, nel suo specifico "contesto socio-culturale".

Con queste due variabili è possibile ricavare la **matrice delle forme** rappresentata in **fig. 2**:

	IMPRESA	AMBIENTE
SOGGETTO	potere imprenditoriale	concorrenti fornitori clienti finanziatori centri di ricerca servizi all'industria Stato Enti locali *consumerism* cultura nazionale
SISTEMA	struttura organizzativa	

fig. 2 – Matrice delle Forme di Impresa

Ma come si procede all'identificazione di una forma? Si tratta di adottare un processo a due tappe:

I. Va identificato lo *stato* di ciascuna delle tre variabili-chiave:
   - la "soggettività-potere",
   - il "sistema-organizzazione",
   - "l'ambiente" nel suo aspetto di concorrenza (ambiente competitivo) e di società generale (ambiente socio-culturale);

II. Occorre capire le relazioni tra queste tre variabili, ossia le situazioni in cui un certo stato del potere soggettivo, ad esempio, influisce sul sistema e sull'ambiente.

Mentre il primo punto di vista fornisce, per così dire, una "fotografia statica dell'impresa", identificando chi comanda, quali siano i modelli organizzativi adottati e le relazioni con l'ambiente, il secondo punto di vista permette invece di mettere in evidenza le cause evolutive che hanno prodotto nel tempo lo stato attuale e di proiettarle "dinamicamente in avanti nel tempo": in questo secondo caso si adotta un punto di vista *evolutivo*, che storicizza la forma assunta attualmente da un'impresa e la considera come un'entità costruibile, modificabile attraverso l'interazione tra soggetti, sistemi e ambiente.

Ma la matrice in questione non è solo importante per finalità di analisi teorica, bensì ha anche una validità pratica: essa infatti è la descrizione astratta del "laboratorio" dove nascono le cosiddette *"formule imprenditoriali"* (proprie di ogni impresa), che traducono la dizione "*business idea*", che sta a intendere quell'insieme di fattori distintivi dai quali l'impresa trae la sua "differenza competitiva" e dunque il suo profitto nella competizione innovativa. Quando un'impresa sviluppa una concreta formula imprenditoriale, essa mette

a punto soluzioni innovative che attengono alla formazione del soggetto (ossia del potere interno), alla organizzazione del sistema e alla rete delle relazioni con l'ambiente esterno. Sono proprio queste soluzioni innovative che, se hanno successo, inducono altre imprese ad incamminarsi sulla stessa strada, dando luogo così ad una pluralità di formule che, dal punto di vista della matrice delle forme, possono essere considerate dello stesso tipo. La generalizzazione dell'innovazione propria di una *formula* può così dar luogo all'emersione di una *nuova forma di impresa*.

Forme di impresa e *formule imprenditoriali*, rispetto alla matrice "soggetti-sistemi-ambiente" sono dunque rispettivamente *l'astratto e il concreto* di quel processo di "differenziazione" e di "evoluzione" delle imprese che costituisce appunto, come è stato detto, l'oggetto precipuo di una *Teoria dell'impresa costruita per le discipline manageriali*. Le imprese sviluppano insomma nuove "formule imprenditoriali" di propria iniziativa, mentre la selezione competitiva delle formule alimenta la creazione di nuove "forme", ossia di nuove famiglie di formule imprenditoriali.

> Si suole intendere con la dizione di "ambiente competitivo" come quello definito dall'insieme delle altre imprese con cui la prima può avere relazioni o di confronto concorrenziale o di inter-azione cooperativa.
>
> Si intende invece con la dizione di "ambiente socio-culturale" quello con cui l'impresa si confronta quando si va al di là delle relazioni competitive e cooperative con altre imprese; in tale ambiente sono racchiusi tutti i fenomeni che riguardano *la cultura* (valori, tradizioni, senso di appartenenza sociale ad una comunità), *le organizzazioni della società civile* (il sistema bancario, il sindacato, le organizzazioni dei consumatori, la stampa, ecc.), *le istituzioni* (lo Stato, gli Enti Locali), *il sistema di norme giuridiche* (fisco, incentivazione pubblica all'industria). Si noti, in merito a questi ultimi aspetti, che si è avuta con il passare degli anni una progressiva "de-regulation", ossia l'attenuazione dei vincoli normativi posti dalla legislazione e dalla Pubblica Amministrazione alla discrezionalità degli operatori privati (invertendo il processo di crescente intervento pubblico che si era sviluppato dal dopoguerra fino a tutti gli anni settanta).

2.4. IL MARKETING

2.4.1. Introduzione

Nell'impresa vi è da sempre la consapevolezza del valore strategico del rapporto con il mercato nei cui confronti le principali scelte decisionali hanno assunto nel tempo diversi orientamenti; si veda in tal senso la **tab. 1** sottostante: al variare dell'orientamento dell'impresa nel rapporto con il mercato di sbocco si è assunto come invariato l'obiettivo finale dell'azione dell'impresa, il *profitto*, ciò per sottolineare come gli orientamenti che caratterizzano i quattro diversi approcci al mercato vanno ritenuti, di fatto, in gran parte indipendenti dalle problematiche connesse con la scelta degli obiettivi.

Orientamento	Attenzione riposta su	Punto di partenza	Strumenti
Alla produzione	Disponibilità del prodotto a basso prezzo	Prodotto	Tecnologia
Al prodotto	Qualità del prodotto	Prodotto	Tecnologia
Alla vendita	Capacità di pressione sul mercato	Prodotto	Vendita e comunicazione
Al mercato	Bisogni	Bisogni	Marketing mix

tab. 1 – Orientamenti dell'impresa nel rapporto con il Mercato

- Il primo orientamento che storicamente le imprese hanno assunto è quello denominato alla "Produzione". L'ipotesi di base è che il mercato, caratterizzato dalla scarsità di beni e di reddito disponibile da parte dei consumatori desideri una maggiore disponibilità dei beni stessi a prezzi più bassi possibili; definito quindi un "prodotto utile per il consumatore/utilizzatore" il compito principale dell'impresa industriale consiste nel realizzare il proprio obiettivo finale promuovendo, mediante l'evoluzione tecnologica, maggiori volumi di produzione a prezzi decrescenti.
- Il secondo orientamento (al "Prodotto") costituisce una importante variante del primo e trova maggiori consensi in situazioni socio-economiche e tecnologiche relativamente evolute; il criterio guida di cui si avvale il consumatore nella scelta del prodotto è dato dalla ricerca della migliore qualità.
- Nel terzo orientamento, alla "Vendita", l'enfasi negli strumenti adottati passa dalla "funzione produzione" alla "funzione commerciale"; nella situazione di eccesso di offerta sulla domanda, l'ipotesi per così dire di lavoro, è che il consumatore sia indotto

ad acquistare il prodotto dall'azione di stimolo esercitata dall'organizzazione di vendita e dalle attività pubblicitarie e promozionali dell'impresa. Si parla cioè di "capacità di pressione dell'impresa sui consumatori".

- Il quarto orientamento è quello al "Mercato", ossia di "Marketing". Il fatto innovativo di questo approccio risiede nell'attenzione posta sui bisogni del consumatore e/o utilizzatore, bisogni che, essendo variamente espressi, determinano differenti segmenti di mercato, caratterizzati da gruppi relativamente omogenei di consumatori, in funzione dei quali l'impresa definisce la propria offerta, così da soddisfare la clientela in modo più efficace ed efficiente dei concorrenti.

E' da specificare che il prodotto è la variabile cardine a disposizione dell'impresa e gli altri tre strumenti, prezzo, distribuzione, comunicazione, assieme ai quali si articola il "*marketing mix*", rappresentano scelte necessarie per realizzare il soddisfacimento dei bisogni dei consumatori/utilizzatori.

All'adozione da parte delle imprese "dell'orientamento al mercato" viene fatto risalire il concetto di marketing. Va tuttavia precisato che i due concetti non sono sinonimi e non vanno confusi. Per poter affermare che un'impresa adotta un "approccio di marketing" (*marketing oriented*), si deve verificare se oltre ad adottare un "orientamento al consumatore" svolge attività o funzioni di marketing. All' "orientamento al mercato" deve seguire una valida programmazione delle attività di marketing, in modo che l'impresa possa efficacemente gestire il rapporto con il mercato. Non si deve dimenticare che l'impresa adotta l'approccio di marketing per *conoscere le esigenze del consumatore*, ma anche *per agire su di esso*; per poter parlare di impresa "marketing oriented" entrambe queste attività devono essere compresenti nella sua azione.

L'evoluzione, cioè il passaggio da un orientamento ad un altro, va visto come un continuum nel quale ad un estremo c'è "l'orientamento alla produzione o alla vendita" e all'altro, "l'orientamento al mercato".

Possiamo così definire il marketing come un insieme di attività economiche realizzate allo scopo di soddisfare esigenze di consumo attraverso lo scambio di beni e sevizi. Per meglio comprendere il concetto di marketing e come esso condizioni in modo significativo l'operato dell'impresa, si consideri lo schema seguente (**fig. 3)** dove viene sintetizzato un ideale processo decisionale impresa/mercato, definito "processo di marketing";

fig. 3 – Il processo di Marketing

In tale processo, fissati da parte dell'alta direzione gli obiettivi generali dell'impresa, la fase successiva consiste nello studio dei bisogni per identificare la "clientela obiettivo"; il marketing, in quanto funzione aziendale provvede poi, assieme alla ricerca e allo sviluppo, a progettare i prodotti. Fondamentale è, in questa fase, il ruolo svolto dalla tecnologia alla quale viene richiesta sempre di più flessibilità ed economicità così da soddisfare le numerose istanze dei consumatori ed imprese di cui il marketing si fa portavoce: prodotti affidabili, di qualità elevata, con ridotte esigenze di manutenzione. La dinamica integrazione tra marketing e tecnologia costituisce l'unica garanzia di mantenimento nel tempo di un valido approccio impresa/mercato e, quindi, di vantaggi competitivi nei confronti della concorrenza. Il processo di marketing si interrompe nella quinta fase, di Produzione, per riprendere nella sesta, di Vendita. Si noti che in un'impresa che adotta un *approccio di marketing* la "fase di Vendita" ha la funzione di comunicazione e consegna dei prodotti ai clienti-obiettivo, per soddisfare i bisogni in funzione dei quali si è progettato il prodotto e l'intera azione di vendita; invece in un'impresa che adotti l'*orientamento alle vendite*, come detto all'inizio, la "fase di Vendita" ha invece come obiettivo quello di cercare acquirenti per un dato prodotto, inducendoli ad acquistare mediante l'uso degli strumenti di comunicazione e di distribuzione-vendita. Completa il processo di marketing una essenziale verifica della congruenza delle diverse fasi con quella iniziale dei bisogni e con quella più generale degli obiettivi.

Il marketing prima di essere una funzione gestionale è quindi un'ottica particolare che viene assunta dall'intera impresa e che permette di analizzare nelle sue principali componenti il rapporto impresa/mercato. E potremmo dire ancor di più: secondo alcuni studiosi il marketing è un concetto generale nel senso che l'approccio al marketing tipico di alcune imprese dovrebbe essere proprio anche di istituzioni diverse quali scuole,

ospedali, partiti politici, confessioni religiose, enti pubblici, perché anche in queste circostanze si verifica uno scambio tra persone-utilizzatori-enti.

La problematica fondamentale nel concetto di marketing, è quella che viene definita la **responsabilità o la dimensione sociale del marketing**:

1. una prima considerazione riguarda il passaggio dalla logica di soddisfazione di un bisogno individuale a quella di soddisfazione di un bisogno collettivo, perché nulla assicura che la soddisfazione particolare dei consumatori corrisponda ad un bisogno collettivo;
2. così, la questione della responsabilità sociale si traduce, in sostanza, nell'esame del rapporto tra benessere individuale e benessere collettivo ed in particolare sulla veridicità per quanto attiene alla comunicazione pubblicitaria, nella sicurezza e nella performance dei prodotti;
3. un terzo carattere riguarda i criteri mediante i quali la società prevede il risarcimento dei danni al consumatore per il difettoso uso del prodotto o perché non è in grado di fornire le prestazioni promesse.

Però è indubbio che l'adozione diffusa dell'approccio di marketing arreca benefici:

- ai consumatori, in quanto permette loro di allargare la scelta nella soddisfazione dei bisogni, di ottenere beni e servizi più idonei a soddisfare le loro esigenze,
- alle imprese, in quanto permette di produrre commettendo meno errori, sapendo che cosa produrre, per chi produrre e quanto produrre,
- al sistema economico-sociale, in quanto, promuovendo un dinamico adattamento tra consumi e prodotti, riduce il rischio di distruggere ricchezza impedendo la produzione di beni o servizi non vendibili, cioè senza mercato,
- infine, permette di sostenere lo sviluppo economico stimolando le imprese a cogliere nuove opportunità che si presentano nei mercati nazionali ed internazionali.

Affinché tutto ciò si realizzi è necessario però che il sistema consumi/produzione sia in grado di garantire il raggiungimento degli obiettivi sociali insiti nel concetto di "qualità della vita"; tenga cioè conto dell'impatto che l'attività di marketing produce sulla disponibilità dei beni, sull'ambiente naturale e sociale, impatto che può essere correttamente controllato e promosso con opportune azioni legislative, favorendo l'informazione del consumatore, aiutandolo a scegliere fra i prodotti e i servizi offerti sulla base di parametri e valori controllati e verificati. In tal caso si parla di "corretto uso del marketing".

Le principali attività di marketing che l'impresa deve svolgere possono essere così sintetizzate:

- individuare i mercati e/o i gruppi di clienti che rientrano nella definizione del business aziendale;
- accertare le esigenze attuali o potenziali di questi gruppi di clienti;
- nel caso di differenti modalità di espressione delle esigenze, individuare gruppi diversi di esigenze da soddisfare (segmentazione);
- scegliere, all'interno dei gruppi individuati, i desideri, le esigenze che potranno essere soddisfatte dall'impresa con maggiore successo nei confronti dell'offerta dei concorrenti;
- determinare, in coerenza con la strategia generale dell'impresa, l'offerta - marketing mix - (prodotto, prezzo, distribuzione, comunicazione) mediante la quale l'impresa si propone di soddisfare le esigenze della clientela-obiettivo;
- inserire tali decisioni strategiche in un piano di marketing che evidenzi su base annuale o pluriennale gli obiettivi e le principali linee di azione che l'impresa intende seguire nel perseguimento della propria azione di mercato;
- dare esecuzione al piano;
- controllare e monitorare i risultati e, se necessario, modificare politiche e obiettivi.

A queste funzioni di carattere prevalentemente strategico e che ricadono sotto la diretta responsabilità della direzione marketing, devono essere aggiunte altre decisioni e, perciò, funzioni di carattere più operativo che competono ai diversi responsabili dei servizi marketing, (ad es., servizio vendite, servizio pubblicità e promozione, ecc.).

2.4.2. La definizione di mercato e gli operatori

Il processo di marketing inizia con la conoscenza del mercato o dei mercati in cui l'impresa opera. Esso è definito, ricordiamolo, come l'insieme degli acquirenti attuali o potenziali e dei venditori di un dato servizio/prodotto. Affinché si possa verificare l'incontro tra domanda e offerta è necessario:

- dare una definizione geografica del mercato: si determini cioè l'ambito territoriale entro il quale si intende approfondire la conoscenza della domanda e dell'offerta;
- specificare il prodotto o la classe di prodotti cui si fa riferimento.

All'interno di questa definizione di mercato si propone successivamente un'analisi di segmentazione volta a individuare gruppi di consumatori con analoghe esigenze e

produttori che rispondono in modo relativamente omogeneo a tali esigenze, mediante prodotti giudicati sostituibili dagli stessi consumatori e, di conseguenza, diversi segmenti di mercato.

In un'ottica di marketing questa definizione di mercato (domanda-offerta) non è sufficientemente esaustiva; è infatti necessario considerare oltre agli "utilizzatori/consumatori" e "imprese di produzione", anche tutti gli altri "operatori di mercato" che possono influenzare i consumi e, di conseguenza, le vendite del prodotto o servizio considerato: *gli intermediari commerciali e gli influenzatori*, cioè coloro che prescrivono, stimolano, consigliano una data scelta da parte del consumatore/utilizzatore (si veda in merito a ciò la **fig. 4**);

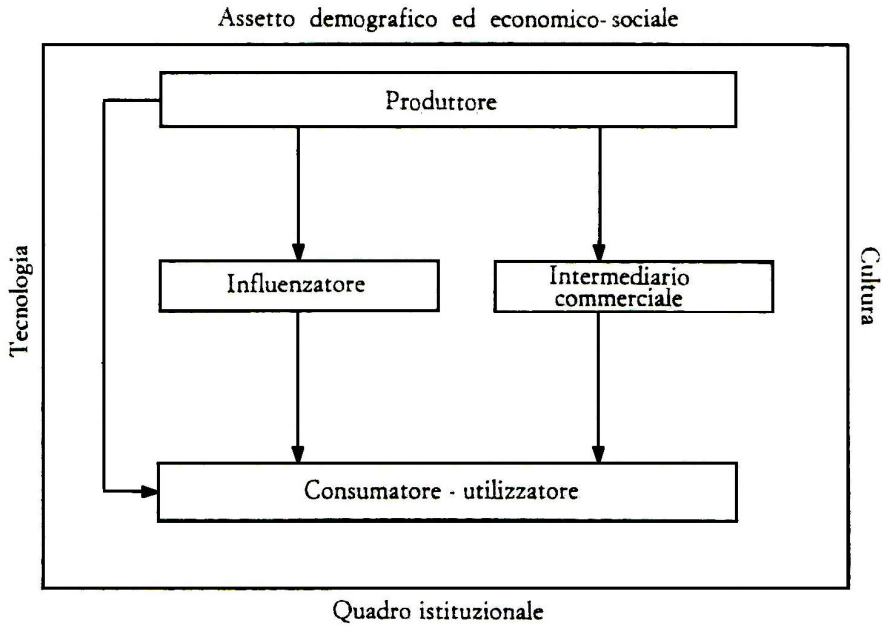


fig. 4 – Ambiente e Operatori di un Mercato

Gli "operatori del mercato" sono a loro volta influenzati nell'agire dall'ambiente, cioè:

- dall'assetto demografico ed economico-sociale (struttura della popolazione, distribuzione del reddito, ecc.);
- dalla cultura (atteggiamenti e valori che una popolazione esprime);
- dal quadro istituzionale (leggi e regolamentazioni della vendita dei prodotti e intervento pubblico nell'economia);
- dalla tecnologia (sia di prodotto che di processo).

In definitiva, per conoscere il mercato nell'ottica del marketing, si deve perciò, in primo luogo, conoscere l'ambiente ed i suoi prevedibili sviluppi, quindi, in secondo luogo,

approfondire il tipo di mercato cui ci si riferisce (ad esempio di consumo, dei beni destinati alla produzione, dei servizi, dei rivenditori), e in terzo luogo, si dovranno esaminare i singoli operatori del mercato nel loro reciproco interagire. L'analisi si concluderà con la stima del volume dei consumi.

2.4.3. Il comportamento del consumatore

Le determinanti del comportamento del consumatore sono molteplici, di difficile interpretazione e classificazione. Sicuramente alla base della scelta di un prodotto da parte di un consumatore ci sono fattori demografici (sesso, età), economici e di localizzazione geografica, ma poi ci sono tutta una serie di variabili psico-sociologiche, nel senso che, il consumatore agisce anche in funzione di motivazioni emotive non razionali. La lettura che il marketing ci dà in merito a tale problematica, è che il comportamento di consumo viene ad essere interpretato in una visione complessa, in un continuum reciprocamente intersecante e interagente di due realtà antitetiche: razionalità e irrazionalità-emotività. Il comportamento del consumatore è per il marketing frutto di una molteplicità di bisogni, di moventi e di elementi razionali ed emotivi.

Nella **fig. 5** seguente, comunque altamente semplificato, viene descritto il comportamento d'acquisto del consumatore come un modello "stimolo-risposta";

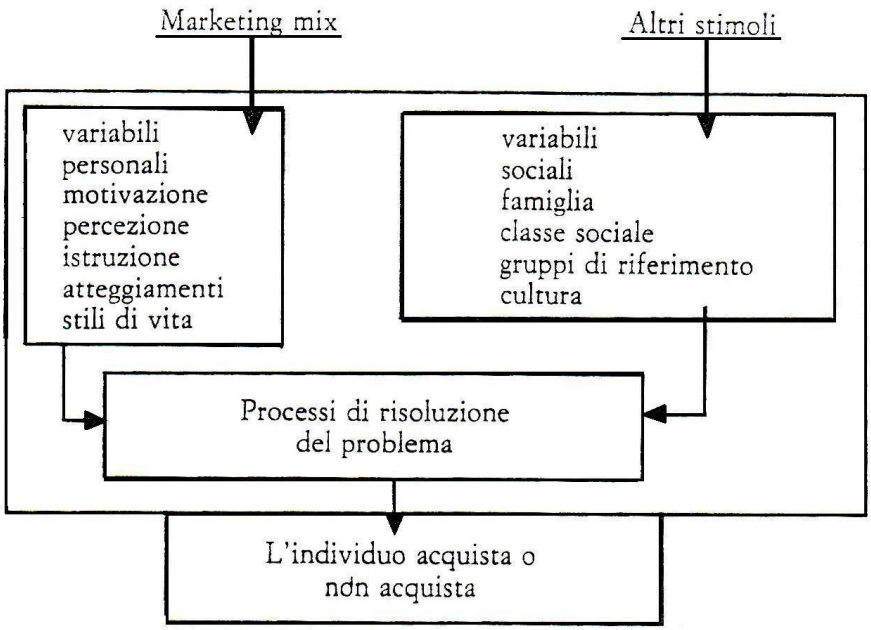


fig. 5 – Schema di comportamento dell'acquirente

Il consumatore si trova esposto a numerosi stimoli:

- marketing mix: da parte dell'impresa e dei concorrenti;
- altri stimoli: da parte dell'ambiente, che il consumatore filtra e che lo raggiungono attraverso l'azione svolta da variabili personali (bisogni, desideri, motivazioni, percezioni, grado di istruzione, ecc.) e da variabili sociali (famiglia, classe sociale, cultura, ecc.).

Sulla base di questi stimoli si realizza un processo di risoluzione del problema di acquisto o meno di un determinato prodotto (bene o servizio).

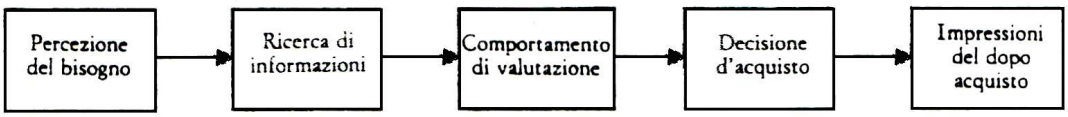
Tutto ciò ci fa capire come il marketing dia una chiave di lettura del comportamento d'acquisto del consumatore molto più complessa e articolata rispetto a quella razionale dell'approccio neo-classico.

2.4.4. Processo di acquisto dei beni

Per effettuare un acquisto un consumatore deve prendere in considerazione un complesso di decisioni relative a:

- classe di prodotto (genere di prodotto);
- attributi che il prodotto deve possedere;
- marca;
- venditore;
- tempo d'acquisto;
- modo di pagamento.

L'impresa è chiaramente interessata, in un ottica di marketing, a conoscere come verranno prese queste decisioni. Per approfondire l'analisi e valutare i possibili interventi da realizzare mediante l'uso degli strumenti del marketing mix si scompone il processo di acquisto in diversi stadi:



1. **percezione del bisogno**: un bisogno può essere "latente"; per l'impresa sorge il problema di farlo emergere;
2. **ricerca di informazioni**: grado di urgenza con cui viene avvertito il bisogno e importanza d'acquisto per il consumatore;

3. **comportamento di valutazione**: l'azienda ipotizza il prodotto "ideale" e lo prende come riferimento;
4. **decisione d'acquisto**: le pulsioni di acquisto devono superare le resistenze del non acquisto, e perché ciò avvenga il consumatore deve essere incentivato da comunicazioni su informazioni sul prodotto, sui benefici che il prodotto offre, ecc. Chiaramente l'impegno che si deve infondere in questa fase è tanto maggiore per l'impresa quanto maggiore è l'importanza del prodotto e l'onere di acquisto;
5. **impressioni del dopo acquisto**: questa azione va a completare la precedente.

2.4.5. La segmentazione

Facciamo un esempio banale ed estremo: si pensi ad un mercato dicotomizzato in cui la metà dei consumatori esprime il bisogno di un liquore a bassa gradazione alcolica, 10-15 gradi, e l'altra metà a forte gradazione alcolica, 40-45 gradi; l'impresa fornisca come risposta un prodotto "medio" con gradazione alcolica di 25-30 gradi. In tale ipotesi l'impresa andrebbe a scontentare l'intero mercato risultando il prodotto troppo alcolico per la prima metà dei consumatori, e troppo poco alcolico per la seconda metà: il prodotto non avrebbe mercato. Fra i due estremi citati esiste inoltre una situazione intermedia di mercato sostanzialmente eterogeneo, composto da gruppi di consumatori che presentano bisogni e comportamenti d'acquisto differenti.

I gruppi di consumatori sono definiti *segmenti del mercato* e si dice *segmentazione* quel processo mediante il quale si suddivide il mercato in un numero limitato di segmenti, sufficientemente omogenei come motivazioni, comportamenti al loro interno, e sufficientemente eterogenei fra di loro, così da consentire la enucleazione di differenti marketing mix; nella circostanza descritta nell'esempio, si presentano all'impresa due principali opportunità:

1. scegliere un unico segmento in funzione del quale creare un unico marketing mix; situazione di "*marketing concentrato*";
2. scegliere più segmenti per ciascuno dei quali proporre differenti marketing mix; in tal caso si parla di "*marketing differenziato*".

Il marketing opera la "segmentazione" in quanto ottiene così vantaggi facilmente intuibili:

- si possono con maggiore chiarezza delineare e raffrontare opportunità di mercato,
- sviluppare i prodotti e gli altri strumenti commerciali in modo più aderente alle esigenze del consumatore.

2.4.6. Posizionamento del prodotto

Per l'impresa il momento cruciale dell'approccio al mercato consiste nell'individuare il prodotto più idoneo a cogliere le esigenze espresse da un gruppo omogeneo di consumatori (segmento). Si cerca di capire come nella mente del consumatore avviene il passaggio dal "bisogno" al "prodotto":

1. benefit segmentation (benefici attesi): il consumatore avverte le caratteristiche del bisogno, ciascuna presente con una data intensità, secondo una propria gerarchia di importanza, e le trasforma in benefici attesi dal prodotto;
2. attributi percepiti: il prodotto viene scomposto nella mente del consumatore in un insieme di attributi che egli riconosce presenti nel prodotto e che rappresentano le caratteristiche e le prestazioni che quel prodotto è in grado, secondo la sua percezione, di fornire nell'uso.

Il prodotto che si ottiene sulla base di valutazioni soggettive dei prodotti esistenti, definito appunto dagli attributi e dai benefici ritenuti ottimali dal consumatore, rappresenta il Prodotto Ideale di Riferimento; di conseguenza quanto più una marca si avvicina al Prodotto Ideale, tanto più sarà favorevole l'atteggiamento del consumatore o del gruppo di consumatori verso quel prodotto. Tale processo sinteticamente descritto viene definito "posizionamento del prodotto", volendo appunto sottolineare lo "spazio" che quel prodotto o marca occupa in un dato mercato nella mente del consumatore nei confronti degli spazi occupati dagli altri prodotti che così percepiti da un definito segmento.

La costruzione della "mappa di posizionamento", ossia l'espressione finale ed effettiva del posizionamento del prodotto, può riguardare sia prodotti esistenti, quindi si fa una verifica dell'attuale posizionamento, sia prodotti nuovi, e quindi si ricerca un efficace posizionamento del nuovo prodotto. Sovrapponendo ai valori della mappa di percezione (prodotti esistenti) quelli relativi alle preferenze espresse sulla base degli stessi attributi rilevanti dei quali, secondo quel gruppo di consumatori, dovrebbe essere dotato il prodotto ideale, è possibile verificare in che misura l'attuale offerta avvicina l'ideale di prodotto, cioè la combinazione di attributi a cui effettivamente aspirano i consumatori, e che non è detto si sia concretizzata in prodotti attualmente disponibili sul mercato. Le tecniche di ricerche di marketing utilizzate per il posizionamento si fondano su indagini campionarie che appunto consentono di individuare gli attributi rilevanti percepiti dai consumatori. Facciamo un esempio abbastanza semplice, ma esplicativo di quello che stiamo dicendo; analizziamo il posizionamento di un trapano sul mercato (**fig. 6**):

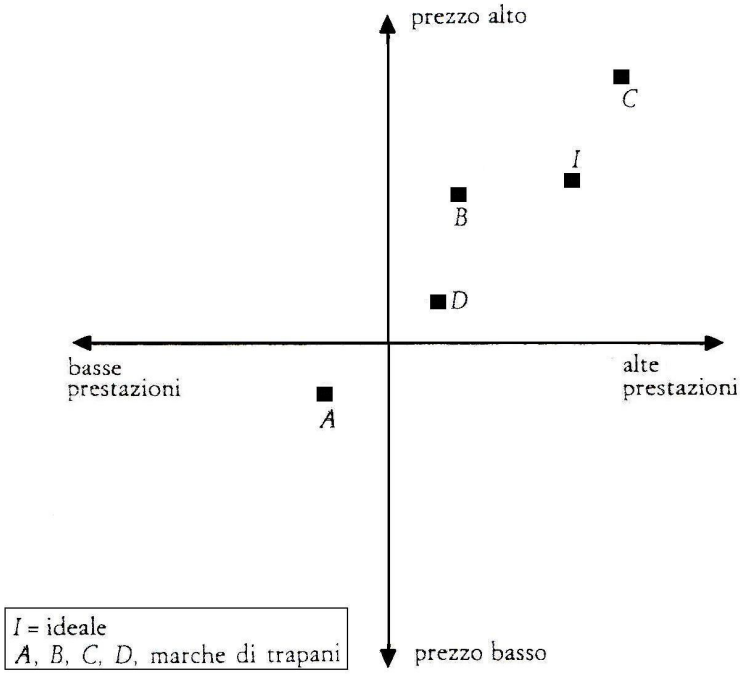


fig. 6 –Esempio di posizionamento di un trapano

il gruppo di consumatori ipotizzato ha espresso, come proprio ideale di prodotto, un trapano con prestazioni (n° di giri, potenza, percussione) abbastanza elevate e prezzi conseguentemente alti. Rispetto a tale ideale I, le marche A e D hanno prestazioni troppo basse anche a fronte di prezzi coerenti, B ha un prezzo troppo elevato rispetto al livello di prestazioni e C infine ha prestazioni non richieste, cioè troppo elevate, e di conseguenza prezzo troppo alto fuori dalle richieste dell'ideale. Conosciuto il posizionamento, ciascuna marca potrà modificare il proprio marketing mix per avvicinarsi all'ideale o scegliere altri segmenti-obiettivo per i quali l'immagine di prodotto risulti più vicina all'ideale espresso dai consumatori.

E' palese dunque la stretta dipendenza tra "segmentazione" e "posizionamento".

Inoltre è necessario, in quest'ottica di marketing, che il prodotto non risulti né troppo in contraddizione rispetto agli attributi/attese rilevanti della struttura mentale di riferimento del gruppo di consumatori-obiettivo, né troppo conforme, cioè senza alcun elemento di novità; in altri termini, per favorire l'acquisto è possibile conferire una "certa personalità" al prodotto che corrisponda alle attese non ancora soddisfatte o solo parzialmente soddisfatte.

2.4.7. Le politiche di marketing

Le strategie e l'azione di mercato dell'impresa si concretano in una serie di decisioni, alcune tipicamente operative (ad esempio, assunzione venditori, predisposizione listino prezzi, ecc.), altre di ordine e validità più generali e dalle quali si originano le decisioni operative denominate "politiche di marketing"; queste vengono raggruppate attorno ai quattro strumenti ("leve") di cui l'impresa si avvale per ottenere una risposta favorevole dal mercato-obiettivo:

1. prodotto;
2. prezzo;
3. distribuzione;
4. comunicazione.

Le "decisioni" relative ai quattro strumenti di marketing sono numerose e strettamente correlate tra loro; si riporta una loro sintetica elencazione nella **tab. 2** riportata qui di seguito:

Prodotto/servizio	Prezzo	Distribuzione	Comunicazione
Caratteristiche intrinseche (funzionali e di presentazione esterna) stile marca confezione garanzia servizi pre e post vendita linee di prodotti	Prezzo base Sconti Condizioni di pagamento Condizioni di consegna Sistemi di prezzi Relazioni fra prezzi	Canali di distrib. Copertura distrib. Localizzazione punti di vendita Logistica (distrib. fisica)	Pubblicità Promozione vendite Vendita personale Publicity Relazioni pubbliche (P.R.)

tab. 2 – Gli strumenti del Marketing Mix

Non si può, ad esempio, ipotizzare una politica di prodotto di elevate prestazioni se non in relazione ad una politica di marca, ad un adeguato sforzo di comunicazione per far conoscere il prodotto e la marca, ad una scelta distributiva che sia in grado di trattare e di valorizzare correttamente il prodotto, infine, ad un prezzo giudicato ragionevole dalla clientela-obiettivo sulla base del confronto dell'offerta dell'impresa con quelli della concorrenza.

Le decisioni suddette prese nel loro insieme vengono definite "decisioni di marketing mix".

2.4.8. La pianificazione ed il controllo

La "politica globale di marketing", cioè quello che abbiamo definito "marketing mix", non va considerata come sommatoria delle singole politiche ora presentate; è proprio la sua definizione che deve precedere quella delle singole politiche, fornendo loro il necessario contesto a cui fare riferimento nell'elaborazione. E' questa una fase delicata del processo di marketing che può concludersi solo quando si raggiunge un compromesso accettabile tra obiettivi generali del piano di marketing e obiettivi parziali dei piani relativi ai singoli strumenti. La verifica di coerenza dovrà avvenire sulla base delle scelte cruciali di marketing:

- scelta della clientela-obiettivo (segmentazione);
- posizionamento del prodotto;
- individuazione delle strategie guida, cioè le strategie portanti attorno alle quali si deve articolare l'azione di marketing dell'impresa.

Per giudicare la "validità" della politica globale di marketing, oltre ai criteri di rispondenza agli obiettivi generali dell'impresa, si utilizzano alcuni criteri propri delle scelte di marketing:

1. principio di coerenza: impone che ciascun componente del marketing mix risulti coerente con tutti gli altri;
2. principio di adattamento: esprime un concetto proprio di ciascuna strategia che dovrebbe potersi armonicamente adattare, sia all'impresa che la deve realizzare, sia al mercato;
3. principio di superiorità parziale: richiede, affinché la strategia sia accettabile, che offra un vantaggio, in qualsiasi aspetto di marketing, al prodotto dell'impresa nei confronti di quelli dei concorrenti;
4. principio di sicurezza: una strategia di marketing dovrebbe rispondere ad un criterio di sicurezza, cioè di possibilità di conseguimento di risultati accettabili anche in caso di realizzazione parziale delle ipotesi sulle quali si fonda.

I caratteri dell'azione di marketing delineati (decisioni, loro integrazione progettuale ed operativa, scelte temporali) portano dunque alla "naturale" esigenza di "pianificazione" dell'attività stessa. Un altro importante motivo che spinge l'impresa a formulare un "piano di marketing" formalizzato consiste nella necessità di far conoscere a tutti gli interessati i compiti che li attendono, di fissare criteri e obiettivi parziali mediante i quali effettuare successivamente "controlli sistematici".

La “pianificazione di marketing” varia ovviamente da impresa a impresa a seconda del grado di evoluzione, delle dimensioni, della tipologia; nelle imprese dove è completamente sviluppata essa si articola su più piani:

- piano globale di marketing,
- piano di prodotto,
- piano di vendita,
- piano pubblicitario, promozionale.

Accanto a questi piani di carattere annuale o pluriennale, coesistono, e da essi traggono origine e coordinamento, piani relativi a specifiche attività di marketing quali ad esempio: piano di incentivazione dei venditori, piano di modificazione del sistema logistico, piano di merchandising, ecc..

Schematicamente, qualunque sia il piano che si considera, esso generalmente si articola in quattro fasi:

1. analisi della situazione esistente,
2. definizione degli obiettivi da raggiungere,
3. specificazione delle attività previste,
4. individuazione dei metodi e degli strumenti di controllo.

Il “controllo” è dunque il logico completamento dell’attività di pianificazione, la verifica cioè che l’attività si sta svolgendo secondo le previsioni formulate e che quindi si stanno conseguendo gli obiettivi fissati, oppure, laddove gli scostamenti tra piano e realizzazione superano determinati livelli critici di accettabilità (inferiori e superiori), la predisposizione di interventi correttivi o addirittura la revisione degli obiettivi e quindi dello stesso piano di marketing.

Capitolo 3. ELEMENTI SULLA CONTABILITA' GENERALE E SULLA CONTABILITA' INDUSTRIALE

3.1. INFORMAZIONI CONTABILI E DIREZIONE AZIENDALE

3.1.1. Introduzione

Si vuole ora fare un accenno a come le informazioni contabili possano essere vantaggiosamente utilizzate per la pianificazione ed il controllo di tutte le attività produttive di un'azienda.

Porremo in evidenza le fondamentali differenze esistenti tra "Contabilità Generale" e "Contabilità Industriale", ponendo attenzione particolare ai criteri di rilevazione e di elaborazione dei dati inerenti ad una procedura contabile di tipo Industriale, in quanto l'impostazione e la supervisione di tali temi viene generalmente affidata ad ingegneri, sia pure con estrazione culturale di tipo economico-gestionale, mentre non dedicheremo stessa attenzione alle metodologie di acquisizione e di elaborazione dei dati impiegati in Contabilità Generale, necessitando, questi argomenti, di particolari competenze economiche-contabili che rendono la trattazione di specifico interesse per operatori con estrazione culturale di tipo esclusivamente economico-ragionieristico, e che quindi esulano dall'obiettivo del presente lavoro.

3.1.2. Contabilità Generale e Contabilità Direzionale

Qualunque sia l'azienda (industriale, commerciale, di servizi, ecc.) presa in considerazione, le rilevazioni contabili trovano impiego per due tipi di contabilità:

1. **CONTABILITA' GENERALE** (Financial Accounting): intesa a fornire informazioni economico-finanziarie sulle attività dell'azienda all'*esterno* dell'azienda stessa: essa si estrinseca attraverso le scritture del "**Bilancio dell'impresa**";
2. **CONTABILITA' DIREZIONALE** (Managerial Accounting): detta anche "**Contabilità Industriale**" o "**Contabilità Aziendale**" ovvero "**Contabilità Analitica**", ha una finalità essenzialmente *interna* nel senso che è intesa a fornire ai responsabili della conduzione aziendale informazioni atte a facilitare le scelte di esercizio operate da questi ultimi.

La differenza fondamentale esistente tra i due tipi di contabilità menzionati consiste dunque solo nella diversa destinazione finale dei dati elaborati, mentre l'origine delle informazioni è generalmente sempre la stessa.

Una procedura di "**CONTABILITA' INDUSTRIALE**" si articola in tre fasi fondamentali:

a) ***PIANIFICAZIONE***: vengono stabiliti gli obiettivi da raggiungere; in funzione di questi vengono preventivati i verosimili fabbisogni di risorse economiche e finanziarie; quindi vengono definite le procedure di rilevazione e di controllo da utilizzarsi in sede di esercizio, nonché vengono fissati i parametri ed i valori quantitativi di questi cui è opportuno far riferimento in sede di confronto tra preventivi e consuntivi;
b) ***RILEVAZIONE***: si procede alla rilevazione dei dati di interesse, secondo le procedure in precedenza stabilite;
c) ***CONTROLLO***: si effettua il confronto dei dati economici fissati da preventivo con i dati di esercizio rilevati a consuntivo; da tale confronto si traggono utili indicazioni circa la natura e l'entità di eventuali interventi correttivi da operare sulle attività produttive dell'azienda.

Alla luce delle considerazioni ora espresse, si evince immediatamente che una procedura sulla Contabilità Direzionale deve essere contraddistinta dall'impiego di una documentazione estremamente semplice, contenente solo le informazioni necessarie, da consultarsi e da comprendersi tempestivamente, e che sia rapidamente diffondibile a tutti i livelli aziendali.

Per contro le scritture di "**CONTABILITA' GENERALE**", come già accennato, sono rivolte essenzialmente ad utenti esterni all'azienda, quali ad esempio azionisti, soci, istituti di credito e soprattutto il fisco. Il fabbisogno informativo di un insieme così ampio e diversificato di utenti appare evidentemente assai differente sia per quantità sia per contenuto. In tal senso si è ritenuto necessario che un'azienda sviluppi la sua contabilità esterna in maniera standard comprensibile a tutti gli utenti.

In definitiva, appare dunque lecito affermare che mentre la procedura di "**CONTABILITA' GENERALE**" risulta pressoché identica qualunque sia l'azienda presa in considerazione, la procedura di "**CONTABILITA' INDUSTRIALE**" appare in genere differente a seconda dell'azienda cui essa si riferisce.

C'è da dire che le scritture ed i prospetti di **Contabilità Generale**, sebbene appunto rivolti a fornire informazioni economiche e finanziarie ad utenti esterni all'azienda, risultano tuttavia di grande interesse anche per i responsabili interni della conduzione aziendale, in quanto sono indispensabili per una corretta valutazione dei risultati globali di esercizio e della situazione finanziaria dell'impresa e nello stesso tempo i dati di "**Contabilità Industriale**" costituiscono una "**integrazione**" di quelli desumibili dalla "**Contabilità Generale**". In altri termini, i prospetti di "Contabilità Generale" possono essere utilizzati dal "vertice aziendale" (ad esempio il Consiglio di Amministrazione) per valutare l'efficienza dimostrata dalle funzioni operative (ad esempio la Direzione Generale) nella conduzione dell'azienda; così ad esempio un'analisi dei "risultati storici" di esercizio rilevati dalla "Contabilità Generale" riportati nella **tab. 1** seguente, riferiti ad una ipotetica azienda, rivela un soddisfacente andamento delle attività economiche aziendali negli ultimi due anni;

DATI STORICI DI ESERCIZIO
(dalla Contabilità Generale)

	ESERCIZIO PRECEDENTE	ESERCIZIO CORRENTE	VARIAZIONE
RICAVI per vendite	30000 Euro	35000 Euro	+ 16%
COSTI			
Costo del prodotto venduto	18000 Euro	21000 Euro	
Spese Generali	6000 Euro	6500 Euro	
Oneri finanziari	2000 Euro	2200 Euro	
Imposte	1600 Euro	2100 Euro	
TOTALE	27600 Euro	31800 Euro	+ 15%
UTILE NETTO	2400 Euro	3200 Euro	+ 33%

- tab. 1 -

Infatti i Ricavi per vendite sono aumentati (+16%), così come gli Utili netti (+33%).

I dati provenienti dalla "**Contabilità Generale**" sono però "**dati storici**", nel senso che si riferiscono al passato e non danno alcune informazioni sulle future prospettive economiche dell'azienda. D'altronde però un'analisi dei risultati "storici" rilevati dalla "Contabilità

Generale" è indispensabile per una oculata direzione dell'impresa; tuttavia altrettanto indispensabile risulta una "**previsione sul futuro andamento economico"** dell'azienda e giacché, come appena detto, tale previsione non è riportata assolutamente nei prospetti di "Contabilità Generale", occorre dunque integrare questi ultimi con informazioni e prospetti elaborati attraverso l'altro tipo di procedura contabile e cioè appunto la "**Contabilità Industriale**".

In tal senso i dati "storici" di Contabilità Generale devono essere integrati con quelli della **tab. 2** seguente ricavati mediante il ricorso ad una procedura di Contabilità Analitica (ci riferiamo sempre alla ipotetica azienda di esempio introdotta prima);

CONFRONTO DATI STORICI E PREVISIONALI
(dalla Contabilità Industriale)

	ESERCIZIO CORRENTE			ESERCIZIO PROSSIMO
	PREVENTIVO	CONSUNTIVO	VARIAZIONE	
RICAVI per vendite	36000 Euro	35000 Euro	- 2,8%	38000 Euro
COSTI				
Costo del prodotto venduto	21500 Euro	21000 Euro		22500 Euro
Spese Generali	6500 Euro	6500 Euro		6500 Euro
Oneri finanziari	2100 Euro	2200 Euro		2000 Euro
Imposte	2500 Euro	2100 Euro		2800 Euro
TOTALE	32600 Euro	31800 Euro		33800 Euro
UTILE NETTO	3400 Euro	3200 Euro	- 18%	4200 Euro

- tab. 2 -

Dunque un'analisi comparativa di entrambi i prospetti (**Contabilità Generale: valori consuntivi; Contabilità Industriale: valori previsionali**) fornisce un insieme integrato e completo di informazioni atto a coprire sia l'orizzonte storico, sia l'orizzonte previsionale dell'azienda. Da un esame di detti prospetti si evince immediatamente che seppure il risultato economico dell'esercizio corrente è sensibilmente migliore di quello dell'esercizio precedente, i dati a consuntivo si sono rilevati inferiori di quelli a preventivo; infatti i Ricavi sono risultati inferiori del 2,8% rispetto al previsto, mentre i Costi sono risultati pressoché identici, sicché l'Utile Netto a consuntivo è risultato inferiore del 18% rispetto a quello preventivo.

Tale utilissima analisi comparativa tra "valori previsionali" e "valori consuntivi" è possibile solo attraverso lo sviluppo di una "**Contabilità Industriale**" da affiancarsi a quello della "**Contabilità Generale**" obbligatoria per legge.
Si noti infine che nell'ultima colonna della **tab. 2** riportata come esempio, sono presenti i valori economici previsionali inerenti al prossimo esercizio ricavati in base alla procedura di Contabilità Industriale, utilizzata nell'ipotetica azienda cui ci si sta riferendo. Tali dati potranno essere utilizzati innanzitutto per determinare i fabbisogni economici e finanziari dell'azienda nel prossimo esercizio, e poi potranno essere successivamente utilizzati quali termini di paragone per la valutazione dei risultati a consuntivo effettivamente conseguiti.

3.1.3. Contabilità Analitica e Direzione Aziendale

Come già detto in precedenza la "**Contabilità Aziendale**" viene sviluppata per fornire alla "Direzione" un valido supporto di informazioni in sede decisionale. Per meglio comprendere il ruolo della "**Contabilità Industriale**" all'interno dell'azienda, occorre innanzitutto formulare alcune osservazioni sulle caratteristiche operative di un sistema produttivo e sulla natura della funzione direzionale.
Un'azienda è costituita da un insieme organizzativo di individui che impiegano un ammontare limitato di risorse produttive al fine di raggiungere obiettivi comuni, che si concretizzano nella produzione di beni, ovvero nella fornitura di servizi; all'uopo vengono utilizzate risorse diverse quali materie prime, manodopera, conoscenze tecniche, capitali, ecc. Le risorse produttive rappresentano quindi i mezzi con cui l'azienda esplica le proprie attività. Facendo ricorso ad un'analogia termodinamica, potremmo dire che, come un motore assorbe energia per produrre lavoro, così un'azienda assorbe risorse per produrre beni.
L'acquisizione di una risorsa produttiva ha un costo, pertanto il possesso di una risorsa (ad esempio la materia prima) comporta la rinuncia ad un'altra risorsa (ad esempio finanziaria); in virtù di ciò, ogni sistema produttivo deve porsi l'obiettivo di economizzare tali risorse o quanto meno di utilizzare al meglio quelle disponibili. In altri termini, ogni azienda correttamente gestita è quella che si prefigge il conseguimento del massimo utile di esercizio possibile che si traduce in una duplice azione intesa a massimizzare i ricavi ed a minimizzare i costi, e solo in tale caso si hanno favorevoli prospettive di sviluppo futuro, in quanto solo avendo soddisfacenti utili di gestione consente all'azienda di disporre delle risorse finanziarie indispensabili per effettuare nuovi investimenti di produzione e di produttività.

Per la "pianificazione" ed il "controllo" delle attività economiche si è soliti avvalersi di procedure basate sullo sviluppo di un *budget* di esercizio: non è altro che il piano di attività dell'azienda espresso in termini economici o finanziari. Ogni budget può essere a sua volta il risultato di più budgets sviluppati a livelli inferiori; ciascun settore funzionale (produzione, manutenzione, amministrazione, vendite, ecc.) in cui l'azienda è suddivisa, è chiamato a formulare un proprio budget di attività; i budgets relativi ai singoli settori, confluiscono in un unico budget economico generale dell'azienda.

I responsabili della **Contabilità Industriale** contribuiscono allo sviluppo dei budgets, fornendo ai responsabili delle diverse aree i dati di loro specifico interesse per la formulazione dei "*budgets di settore*"; ai primi inoltre spetta il compito di unificare e coordinare le informazioni riportate nei singoli budgets e di sviluppare il "*Budget Generale*" per il prossimo esercizio; quest'ultimo, denominato anche "*Master Budget*", viene utilizzato dalla direzione per "pianificare le attività e le risorse prevedibilmente impegnate nel corso del successivo anno.

Con il termine **Direzione** (**Management**) si è soliti far riferimento:

- sia all'insieme di persone responsabili della conduzione dell'azienda,
- sia alla funzione di conduzione di quest'ultima.

Il processo direzionale può essere definito come "lo sviluppo dell'insieme di attività coordinate" intese a fissare gli obiettivi di primario interesse e ad indirizzare le risorse produttive dell'azienda per il conseguimento di tali obiettivi. Ovviamente la funzione direzionale e la "Contabilità Direzionale" risultano strettamente correlate tra loro. La direzione di un sistema produttivo necessita infatti di un gran numero di informazioni: la maggior parte di tali informazioni in campo economico possono essere ottenute solo mediante lo sviluppo di una Contabilità Industriale.

Il processo direzionale si articola essenzialmente in quattro fasi:

1. ***definizione degli obiettivi***: i responsabili della conduzione aziendale fissano gli obiettivi che realisticamente possono essere conseguiti con le risorse a disposizione;
2. ***pianificazione (Planning) delle attività e delle risorse***: vengono sviluppati i piani delle attività da svolgere e sono calcolati i corrispondenti fabbisogni di risorse produttive;
3. ***organizzazione e gestione delle risorse e delle attività***: acquisizione delle risorse necessarie e loro organizzazione in maniera congruente con le attività da svolgere e con gli obiettivi da perseguire; quindi la direzione provvede ad impartire gli ordini di

lavoro ai responsabili dei diversi settori, che a loro volta avranno cura di ripartire le disposizioni ricevute tra i propri subordinati;

4. ***controllo dei risultati***: viene operato un controllo delle attività svolte e dei risultati conseguiti, ponendo questi ultimi a confronto con i risultati preventivati.

E' da notare che tutte le quattro fasi sono di fondamentale importanza, tuttavia è nella fase di ***pianificazione*** ed in quella di ***controllo*** che il fabbisogno di informazioni contabili risulta particolarmente elevato. Concentriamo quindi in particolare la nostra attenzione su questi due aspetti.

La ***pianificazione*** e il ***controllo*** di un sistema produttivo possono essere riferiti ad un "orizzonte temporale a medio-breve termine" (**Planning Operativo**) o ad un "orizzonte temporale a lungo termine" (**Planning Strategico**).

Planning Operativo e Controllo

Concentrano la loro attenzione sulle attività quotidianamente svolte dall'azienda, quali gli acquisti, la produzione, le vendite, l'amministrazione, ecc.. Il planning operativo viene sviluppato dai responsabili delle funzioni aziendali di livello inferiore, sulla base delle indicazioni strategiche ad essi fornite dalla direzione generale. In questa sede vengono stabiliti gli obiettivi da raggiungere a breve termine quali ad esempio i prodotti da fabbricare e da vendere nel trimestre entrante, le quantità di materie prime da acquistare, ecc. All'uopo si rendono necessarie una serie di informazioni economiche (prezzi di vendita, costi di trasformazione, costi delle materie prime, ecc.) reperibili dalle scritture di **Contabilità Generale**, ma soprattutto da quelle di **Contabilità Industriale**. Il perseguimento di un obiettivo, induce a sviluppare un piano di attività, che è costituito dalla descrizione dei tempi, dei modi e dei mezzi che si ritengono necessari per il raggiungimento degli obiettivi prestabiliti. A tal fine vengono generalmente sviluppati più piani alternativi tra i quali la Direzione sceglie quello ritenuto più conveniente nella situazione contingente. Le informazioni provenienti dalle procedure di Contabilità risultano assai utili alla Direzione in sede di decisione tra "piani alternativi diversi"; si supponga ad esempio che un'ipotetica azienda manifatturiera abbia conseguito i risultati di esercizio indicati nella **tab. 3** seguente:

CONFRONTO DEI RISULTATI DI ESERCIZIO			
	PREVENTIVO	CONSUNTIVO	VARIAZIONE
RICAVI per vendita	10000 Euro	10700 Euro	+ 7%
UTILE NETTO	8000 Euro	9000 Euro	+ 12,5%

- tab. 3 -

Da un esame di tale prospetto si evince che i Ricavi realizzati sono risultati superiori del 7% rispetto a quelli preventivati con una contemporanea riduzione dei costi che ha consentito di conseguire un Utile Netto superiore al 12% rispetto a quello stimato. Alla luce di tali favorevoli risultati la Direzione Aziendale prevede che nel prossimo esercizio i Ricavi per vendita e gli Utili, possano ancora aumentare. Per assicurare all'azienda tale ulteriore sviluppo occorre però acquisire altre risorse produttive. I responsabili del planning hanno individuato due strategie alternative per l'acquisizione di tali risorse addizionali:

I. La prima (Piano A) prevede l'assunzione di 15 operai per incrementare la capacità produttiva dell'azienda e di 20 addetti alle vendite per rinforzare il settore commerciale;
II. Il piano alternativo B, prevede il ricorso a risorse esterne sia per quanto attiene alle vendite, sia per quanto attiene alla produzione. In particolare esso prevede la costituzione di una rete di agenti esterni di vendita, nonché il ricorso ad altre aziende per sopperire alla necessità di maggiori volumi di produzione.

I due piani alternativi potranno essere correttamente confrontati e valutati dalla direzione generale solo se a quest'ultima verranno anche forniti dati economici relativi ai due progetti. Supponendo che in base allo sviluppo delle due contabilità si possono formulare le previsioni di Costi e di Ricavi indicate in **tab. 4** a seguire, la Direzione Generale potrà esprimere la sua scelta in condizioni senz'altro più agevoli.

CONFRONTO TRA SOLUZIONI ALTERNATIVE		
	PIANO A	**PIANO B**
RISORSE ADDIZIONALI RICHIESTE		
- operai	N. 15, costo 3500 Euro	-
- personale di vendita	N. 20, costo 4500 Euro	-
- reti di agenti	-	costo 3000 Euro
- lavorazioni esterni	-	costo 6000 Euro
RISULTATI PREVISTI		
- Incremento dei ricavi	8000 Euro (+7,5%)	10000 Euro (+9,3%)
- Incremento dei costi	7500 Euro	9000 Euro
- Incremento degli utili	500 Euro (+5,5%)	1000 Euro(+11,1%)

- tab. 4 -

Da un esame di tali previsioni si evince che l'adozione del Piano A comporta un incremento degli Utili del 5,5% e dei Ricavi dei 7,5%: per contro l'adozione del piano B comporta un incremento dell'11,1% degli Utili e del 9,3% dei Ricavi.

Tali notizie di carattere economico andranno ad integrare quelle di tipo tecnico-organizzativo inerenti alla scelta tra le due strategie alternative: la prima prevede l'impiego di risorse interne acquisite direttamente dall'azienda (Piano A), la seconda prevede il ricorso a risorse commerciali e produttive reperite all'esterno (Piano B).

In mancanza delle specifiche informazioni economiche ora citate, la decisione della Direzione Generale verrebbe presa in condizioni difficili, poiché non potrebbe essere portato in conto l'aspetto economico della scelta operata. L'esempio, intenzionalmente semplice e banale, vuole mettere in evidenza l'importanza che le "informazioni contabili" hanno per la "Direzione Aziendale". Quest'ultima opera le sue scelte trasformando innanzitutto i piani fisici relativi a ciascun progetto in budget di progetto. L'insieme dei vari budgets inerenti a nuovi progetti, ovvero ad attività in corso, confluisce nel Master Budget. La Direzione *analizza* e *corregge* il Master Budget sottopostole: il prospetto definitivo viene disaggregato così da consentire lo sviluppo dei singoli budget definitivi di settore o di progetto. Questi ultimi costituiscono il riferimento cui dovranno attenersi i responsabili di settore o di progetto nell'espletamento delle attività operative di loro specifica competenza.

La *funzione di controllo operativo* è essenzialmente intesa a verificare che le attività svolte risultino congruenti con i piani formulati. Qualora ciò non si verifichi, la situazione anomala deve essere tempestivamente segnalata ai responsabili competenti così da poter attuare un'opportuna azione correttiva. Anche nella *fase di controllo* delle attività svolte le informazioni contabili rivestono una grande importanza in quanto il confronto tra i dati economici rilevati da un consuntivo e quelli previsti nel budget, fornisce indicazioni molto utili in sede di valutazione dei risultati conseguiti. Basterà in tal senso osservare che il raggiungimento di un prefissato obiettivo, non può essere pienamente apprezzato senza tenere opportunamente conto del costo effettivamente sostenuto per il conseguimento dell'obiettivo in questione.

Planning Strategico

In tale ambito vengono effettuate le scelte che riguardano tutta la futura attività dell'azienda. Occorre stabilire se il mercato in cui si opera sia conveniente, se le risorse disponibili sono quelle giuste, se la collocazione degli stabilimenti è esatta, se la capacità produttiva degli impianti è adeguata, se il mixing produttivo è congruente con la domanda di mercato, ecc. Vengono rivisti ed aggiornati inoltre gli obiettivi in precedenza stabiliti. Ovviamente le scelte operate in fase di Planning Strategico vanno a fondare la base di riferimento per le scelte effettuate in fase di Planning Operativo; così ad esempio la scelta strategica di introdurre un nuovo prodotto nel catalogo dell'azienda dovrà essere ben valutata in sede di sviluppo del Planning Operativo, in quanto la decisione in questione potrà verosimilmente indurre un incremento dei ricavi, ma porta con se naturalmente una variazione dei costi (per esempio materie prime, manodopera, quote di ammortamento, ecc.).

Alla luce di tutto quanto detto finora, si potrebbe cadere nell'errore di attribuire alla Contabilità Aziendale un'importanza maggiore di quella che in realtà essa riveste. Ovviamente lo sviluppo di una efficiente procedura contabile risulta di grande utilità per una razionale direzione dell'azienda, ma è bene sottolineare che non tutti i problemi aziendali richiedono necessariamente il ricorso ad informazioni di natura contabile per la loro soluzione; ad esempio le decisioni di costruire nuovi stabilimenti, di acquistare altre aziende, di sviluppare ricerche in un determinato settore, ecc., devono tener conto di informazioni di altro tipo quali informazioni di marketing, di economia nazionale, di politica, di livello tecnologico posseduto dal Paese, ecc. Quel che si vuole dire, è che esiste

un limite di impiego dei dati contabili; qualora tale limite venga correttamente individuato e portato in conto, l'impiego delle informazioni provenienti dalla Contabilità Generale e dalla Contabilità Industriale risulterà estremamente vantaggioso in tutte le varie fasi in cui si articola il processo di direzione di un'azienda.

3.2. IL BILANCIO DI ESERCIZIO SECONDO LA "IV DIRETTIVA CEE"

3.2.1. Introduzione

Il nuovo art. 2423 del Codice Civile dispone che gli amministratori delle imprese devono redigere il "***bilancio d'esercizio***" costituito da:

- **Stato patrimoniale** (indica in maniera sintetica l'entità patrimoniale dell'azienda alla data della chiusura dell'esercizio). Esso raccoglie voci contabili inerenti:
  - **Attività**
  - **Passività**
  - **Patrimonio netto**
- **Conto economico** (ha la funzione di calcolare ed indicare il risultato economico, positivo o negativo, connesso con l'esercizio dell'azienda). Esso raccoglie voci contabili inerenti:
  - **Ricavi**
  - **Costi**
  - **Giacenze di magazzino**
- **Nota integrativa;**

contro la vecchia dicitura di tale articolo (risalente al 1942) che disponeva che i documenti dovessero essere due:

- **il Bilancio di esercizio (Stato patrimoniale),**
- **Conto profitti e perdite.**

La nuova normativa entra in vigore per il "bilancio d'esercizio" dal secondo esercizio successivo a quello in corso al 17 aprile 1991 (quindi i primi amministratori interessati

sono quelli per cui l'esercizio ha avuto inizio il 01.05.1992). Tutto ciò per quel che riguarda la "normativa civile".

Per quanto riguarda la "normativa fiscale", invece, a fronte del TUIR del 22.12.1986 n. 917 che avvicinava significativamente la "normativa fiscale" a quella "civile" in materia di reddito d'impresa, il DL del 09.04.1991 n. 127 allineando la disciplina civile allo standard europeo ha di fatto allontanato di nuovo le due discipline.

Occorre rilevare in via generale che solo il bilancio redatto in base alle disposizioni civili è quello che risponde alle finalità stabilite dall'art. 2423 del Codice Civile. Infatti l'obiettivo di chi redige il bilancio deve essere quello di fornire con chiarezza al lettore dello stesso (*Principio della Neutralità*) la "rappresentazione veritiera e corretta della situazione patrimoniale e finanziaria e del risultato economico dell'esercizio". Pertanto la scelta di criteri diversi da quelli previsti dalla normativa civile porterà ad un risultato (Bilancio) non corretto.

Nonostante ciò nella pratica, le regole fiscali sono state prevalentemente adottate in luogo di quelle civili. Ciò è sostanzialmente frutto di un compromesso tra chi non vuole rinunciare a rilevare in modo corretto e veritiero il risultato economico dell'esercizio e chi non vuole rinunciare a rilevare i costi civilmente non riconosciuti, ma fiscalmente deducibili dal reddito d'impresa per beneficiare della riduzione o della sospensione del gravame tributario dell'esercizio.

3.2.2. Obiettivi e finalità del bilancio

L'articolo 2423 - comma secondo - del C.C. prevede che il bilancio deve essere redatto con chiarezza e deve rappresentare in modo veritiero e corretto la situazione patrimoniale e finanziaria ed il risultato economico dell'esercizio.

Si può affermare che il comportamento di chi redige il bilancio deve essere sempre volto a raggiungere gli obiettivi di cui sopra con lo scopo che ogni lettore dello stesso sia in grado di acquisire la conoscenza di tutti gli aspetti sopra riportati che corrispondono al cosiddetto "quadro fedele" dell'impresa o società considerata.

Trasponendo le disposizioni su l'informazione del bilancio della IV Direttiva potremmo indicare il seguente schema di riferimento:

1) ***Stato patrimoniale***. La fotografia a quel momento di chi ha finanziato l'azienda (passivo e patrimonio netto) e come sono impiegati detti finanziamenti (attivo).
2) ***Conto economico***. La storia di quanto si è ricavato e speso (consumato) nel periodo interessato.

3) ***La nota integrativa***. Lo strumento operativo per mettere a fuoco la fotografia e far comprendere la storia.
4) ***La relazione sulla gestione***. Chiarito il passato, tenuto conto del presente, si stima il futuro.

Il bilancio rimane un documento fortemente tecnico. Le innovazioni hanno migliorato il linguaggio e l'informativa. Comunque la legge di per sé non può fornire né chiarezza né verità. Inoltre le nuove disposizioni sul bilancio non sono già adesso il meglio che la dottrina suggerisce. `

Ai fini fiscali, la finalità del bilancio d'esercizio è quella prevista dall'art. 52 del TUIR.

Il Bilancio, ma più in particolare il Conto Economico, costituisce la base di partenza per la determinazione del reddito d'impresa imponibile ai fini della tassazione.

3.2.3. Principi contabili per la redazione del bilancio

L'art. 2423 bis del Codice Civile stabilisce i "principi di redazione del bilancio" che divengono così "norma di legge" a differenza di prima, in quanto nella vecchia normativa erano solo norme comportamentali di riferimento.

Il Principio della Prudenza

Ai fini civilistici il principio della prudenza si estrinseca essenzialmente nella regola secondo la quale:

- devono essere iscritti in bilancio solo gli utili realizzati alla data di chiusura dell'esercizio;
- devono essere iscritti tutti i rischi prevedibili ed eventuali perdite dell'esercizio o di esercizi precedenti, anche se conosciuti dopo la data di chiusura dello stesso;
- si deve tener conto dei deprezzamenti sia che l'esercizio si chiuda con una perdita che con un utile.

Occorre comunque evitare gli eccessi di prudenza che darebbero origine a riserve occulte, danneggiando l'interesse dei soci e la correttezza del bilancio stesso.

Ai fini fiscali l'art. 75 del TUIR prevede che i ricavi, le spese e gli altri componenti positivi e negativi concorrono a formare il reddito d'impresa nell'esercizio di competenza a condizione che ne sia certa l'esistenza e ne sia determinabile in modo obiettivo l'ammontare.

E' dunque chiaro che, mentre per i “ricavi” vi è un sostanziale accordo (si parla di realizzati da una parte e certi e determinabili dall'altra), così non si può dire per i “costi” per i quali si parla di *certi e prevedibili* da una parte e *certi e determinabili* dall'altra. In tale discordanza ricadono ad esempio tutti quei costi legati a contenziosi dovuti a controversie con fornitori, clienti, agenti, ecc. Tali costi sono ammissibili a fini civilistici ma non deducibili fiscalmente.

Questi disallineamenti, insieme ad altri (quali alcuni limiti massimi di deducibilità imposti ai fini fiscali dal TUIR) hanno portato alla consuetudine di redigere due bilanci.

- uno vero e corretto (quello conforme al Codice Civile),
- l'altro ottenuto apportando le variazioni necessarie per arrivare al reddito d'impresa imponibile.

Il principio della competenza

Il principio della competenza consiste nel rilevare l'effetto delle operazioni attribuendolo all'esercizio a cui tali eventi si riferiscono per competenza economica e non all'esercizio di manifestazione numeraria.

Tale principio si concretizza in maniera sostanzialmente simile nel bilancio redatto a fini civili ed in quello redatto a fini fiscali. Ad esempio i ricavi per cessioni e prestazioni di servizi sono in entrambi i casi rilevati come segue:

- Beni immobili, alla stipula dell'atto di cessione;
- Beni mobili, alla data di consegna e spedizione;
- Prestazioni di servizi, alla data di ultimazione dei servizi;
- Opere forniture e servizi di durata ultrannuale, in base all'avanzamento dei lavori.

Quello che resta ancora disallineato è la correlazione dei costi ai ricavi (la contrapposizione ai ricavi dell'esercizio di tutti e solo i costi relativi) ed i costi conosciuti dopo la chiusura dell'esercizio, entrambi previsti nel C.C. ma non nella normativa tributaria.

Il principio dell'omogeneità

L'art. 2423 bis del Codice Civile prevede che gli elementi eterogenei ricompresi nelle singole voci del bilancio devono essere valutati separatamente.

Questo principio ispirato all'obiettivo della chiarezza consiste nell'esporre in bilancio le voci omogenee tali da poter essere comparate nel tempo, di esercizio in esercizio e nello spazio, fra imprese dello stesso settore.

Non esistendo norme fiscali esplicite in merito il principio della omogeneità appena espresso è valido integralmente anche ai fini fiscali.

Il principio della continuità di applicazione dei criteri di valutazione

L'art. 2423 bis del Codice Civile dispone che i criteri di valutazione non possono essere modificati da un esercizio all'altro. Tale rigidità ai fini civili è necessaria per la corretta determinazione del risultato economico dell'esercizio.

Per esempio, la politica degli ammortamenti deve essere realizzata attraverso la sistematica riduzione del costo d'acquisizione in relazione alla residua possibilità di utilizzazione del bene materiale o immateriale; la valutazione delle rimanenze deve essere effettuata con costanza in base alla configurazione di costi effettivamente sostenuti prescelta (Lifo, Fifo, Costo medio ponderato, ecc.); i crediti devono essere esposti in base al loro valore di presunto realizzo; ecc.

Ai fini fiscali, invece, la legislazione sulla continuità di applicazione dei criteri di valutazione segue la strada liberistica. Ad esempio, nella valutazione delle rimanenze finali si può cambiare criterio di anno in anno, gli ammortamenti si possono fare di anno in anno accelerati, decelerati, ordinari, anticipati, ecc.

Il principio della continuità aziendale

Il bilancio d'esercizio redatto in base ai principi contabili e ai principi di valutazione sopra esposti presuppone l'impresa in normale funzionamento tanto che il bilancio è anche definito "bilancio di funzionamento" o bilancio ordinario.

Detti principi non possono essere adottati quando l'impresa si trova in situazioni particolari quali la cessione, la liquidazione o il fallimento. In questi casi nelle valutazioni dovrà tenersi conto di detti eventi straordinari sia in positivo che in negativo.

I diversi obiettivi perseguiti dalla normativa fiscale portano a non distinguere i diversi criteri di valutazione dell'impresa in normale funzionamento da quelli adottati in casi particolari quali la cessione e la liquidazione.

Il costo come criterio base delle valutazioni di bilancio

Per l'art. 2426 del Codice Civile il costo d'acquisto o di produzione costituisce il criterio base delle valutazioni di bilancio dell'impresa in normale funzionamento.

Tale criterio in paesi come l'Italia che ha inflazione costante e rilevante porta non poche distorsioni al cosiddetto "quadro fedele" soprattutto alla situazione patrimoniale ed al risultato economico.

Tali distorsioni sono spesso bilanciate da riserve occulte che si ritrovano in varie voci quali le immobilizzazioni, il magazzino, le partecipazioni, ecc.

Per la normativa fiscale il criterio del costo è inteso esclusivamente nell'ottica della deducibilità quale componente negativa del reddito di impresa. Le disposizione del TUIR dettano le regole per la deducibilità nei vari esercizi di competenza fiscale.

Il principio della significatività

Le stime delle voci di bilancio devono essere fatte in base al principio della prudenza, dove si intende per prudenza la corretta applicazione dei principi di valutazione, per imprudenza la soprastima dell'attivo e sottostima del passivo, e superprudenza la sottostima dell'attivo e sovrastima del passivo.

Pertanto l'applicazione ragionevole dei principi di valutazione nell'ottica di fornire il quadro fedele è il comportamento corretto da tenere. Si può affermare che si è ancora in stime corrette quando queste non si discostano in maniera rilevante dal loro valore di funzionamento.

3.2.4. La Struttura del Bilancio

Il Bilancio trae origine dalle scritture di "Contabilità Generale" di cui si è ampiamente parlato all'inizio di questo capitolo.

Lo stato patrimoniale

L'art. 2424 del Codice Civile stabilisce lo schema di riferimento del contenuto dello stato patrimoniale. Tale schema risulta rigido e non modificabile nella sua struttura fondamentale (i gruppi, indicati con lettera alfabetica maiuscola, ed i sottogruppi, indicati con numero romano) ma adattabile nelle sue sotto-strutture (le voci di bilancio, indicate con numero arabo, e le sotto voci di bilancio, indicate con lettera alfabetica minuscola). Esso prevede che accanto a ciascuna voce siano riportati sia i dati dell'esercizio appena terminato che di quello precedente, secondo il seguente schema:

STATO PATRIMONIALE (art. 9 - IV direttiva)

ATTIVO

		Anno precedente	Anno corrente
A.	Crediti verso soci	XXX	XXX
B.	Immobilizzazioni		
	I Immobilizzazioni immateriali	XX	XX
	II Immobilizzazioni materiali	XX	XX
	III Immobilizzazioni finanziarie	XX	XX
		XXX	XXX
C.	Attivo circolante		
	I Rimanenza	XX	XX
	II Crediti	XX	XX
	III Attività finanziarie	XX	XX
	IV Disponibilità liquide	XX	XX
		XXX	XXX
D.	Ratei e risconti	XXX	XXX

PASSIVO

		Anno precedente	Anno corrente
A.	Patrimonio netto		
	I Capitale	XX	XX
	II Riserva da sovrapprezzo azioni	XX	XX
	III Riserva di rivalutazione	XX	XX
	IV Riserva legale	XX	XX
	V Riserva per azioni proprie	XX	XX
	VI Riserva statutaria	XX	XX
	VII Altre riserve	XX	XX
	VIII Utili (perdite) portati a nuovo	XX	XX
	IX Utile (perdita) dell'esercizio	XX	XX
		XXX	XXX
B.	Accantonamenti per rischi e oneri	XXX	XXX
C.	Trattamento di fine rapporto	XXX	XXX
D.	Debiti	XXX	XXX
E.	Ratei e risconti	XXX	XXX

Il conto economico

L'art. 2425 del Codice Civile stabilisce che il conto economico deve essere redatto in conformità allo schema di seguito riportato. Anche tale schema risulta rigido e non modificabile nella sua struttura fondamentale (i gruppi, indicati con lettera alfabetica maiuscola) ma adattabile nelle sue sotto-strutture (le voci di bilancio, indicate con numero arabo, e le sotto voci di bilancio, indicate con lettera alfabetica minuscola).

Esso prevede che accanto a ciascuna voce siano riportati sia i dati dell'esercizio appena terminato che di quello precedente, secondo il seguente schema:

CONTO ECONOMICO (art. 23 - IV direttiva)

	Anno precedente	Anno corrente
A. Valori della produzione		
1. Ricavi delle vendite	XX	XX
2. Variazioni delle rimanenze di semilavorati e prodotti finiti	XX	XX
3. Variazione dei lavori in corso	XX	XX
4. Incrementi di immobilizzazioni	XX	XX
5. Altri ricavi e proventi	XX	XX
Totale valore della produzione	XXX	XXX
B. Costi della produzione		
6. Per materie prime, suss., ecc.	(XX)	(XX)
7. Per servizi	(XX)	(XX)
8. Per godimento di beni di terzi	(XX)	(XX)
9. Per il personale	(XX)	(XX)
10. Ammortamento e svalutazioni	(XX)	(XX)
11. Variazione materie pr., sus.,ecc.	(XX)	(XX)
12. Accantonamenti per rischi	(XX)	(XX)
13. Altri accantonamenti	(XX)	(XX)
14. Oneri diversi di gestione	(XX)	(XX)
Totale costi della produzione	(XXX)	(XXX)
Differenza tra valore e costi della prod.	XXX	XXX
C. Proventi e oneri finanziari		
15. Proventi da partecipazioni	XX	XX
16. Altri proventi finanziari	XX	XX
17. Interessi e altri oneri finanziari	XX	XX
Totale proventi e oneri finanziari	XXX	XXX
D. Rettifiche di valore di attività finanziaria		
18. Rivalutazioni	XX	XX
19. Svalutazione	XX	XX
Totale delle rettifiche	XXX	XXX
E. Proventi e oneri straordinari		

20. Proventi	XX	XX
21. Oneri straordinari	(XX)	(XX)
Totale delle partite straordinarie	XXX	XXX
Risultato prima delle imposte	XXX	XXX
22. Imposte sul reddito dell'esercizio	(XX)	(XX)
23. Risultato dell'esercizio	XX	XX
24. Rettifiche di valore da norme trib.	XX	XX
25. Accantonamenti da norme trib.	(XX)	(XX)
26. UTILE (PERDITA) DELL'ESERCIZIO	XXX	XXX

La nota integrativa

L'art. 2427 del Codice Civile prevede il contenuto minimo, oltre a quanto stabilito da altre disposizioni, del terzo documento costituente il "complesso del bilancio" e cioè della nota integrativa:

1. Criteri applicati nella valutazione delle voci di bilancio,
2. Movimentazione delle immobilizzazioni,
3. Composizione dei costi pluriennali,
4. Variazione della altre voci dell'attivo e del passivo,
5. Elenco delle partecipazioni,
6. Debiti e crediti ultraquinquennali,
7. Composizione ratei, risconti, altri fondi e riserve
8. L'ammontare degli oneri finanziari capitalizzati nell'esercizio nell'attivo dello stato patrimoniale,
9. Gli impegni, i rischi e i conti d'ordine,
10. La ripartizione dei ricavi,
11. L'ammontare dei proventi da partecipazioni diversi dai ricavi,
12. Suddivisione interessi passivi e altri oneri finanziari,
13. Composizione proventi e oneri straordinari,
14. Composizione delle rettifiche e accantonamenti operati in applicazione di norme tributarie,
15. Numero medio dei dipendenti,
16. L'ammontare dei compensi agli amministratori e ai sindaci,

17. Numero e valore nominale azioni emesse,
18. Azioni di godimento obbligazioni convertibili e titoli simili emessi.

IL BILANCIO IN FORMA ABBREVIATA

L'art. 2435 bis del C.C. prevede anche una "forma abbreviata" cioè più sintetica del bilancio per le imprese di dimensioni minori.

La forma abbreviata comporta semplificazioni nello stato patrimoniale e nella nota integrativa. .

Nello stato patrimoniale le voci e le sotto-voci sono eliminabili (rimangono tuttavia immodificabili i gruppi ed i sotto-gruppi).

Nella nota integrativa rimangono obbligatorie le sole voci: 1, 4, 5, 7, 8, 10, 11, 16, 18.

La relazione di bilancio

L'art. 2429 del Codice Civile dispone che il bilancio deve essere corredato da una relazione degli amministratori:

a) sulla situazione della società,
b) sull'andamento della gestione.

Nella parte sull'andamento della gestione devono essere fornite informazioni sull'andamento della gestione nel suo complesso e sull'andamento gestionale dei vari settori in cui ha operato direttamente o indirettamente con imprese controllate o collegate.

La relazione sull'andamento della gestione in particolare deve trattare per ogni settore di attività dei ricavi, dei costi e degli investimenti.

3.3. CLASSIFICAZIONE E ANDAMENTO DEI COSTI

3.3.1. Introduzione

Abbiamo già detto che un'azienda, per conseguire gli obiettivi desiderati, esplica una serie di attività ognuna delle quali richiede l'impiego di una prestabilita quantità di risorse; ogni risorsa ha un costo, pertanto nella definizione degli obiettivi e nello sviluppo dei programmi di attività aziendale si deve necessariamente disporre di un valido supporto di informazione sui dati di costo. Avremo cura quindi, avendo già trattato a suo tempo del sistema informativo contabile e sull'utilizzo dei dati di costo per la gestione economica di

un'azienda, di analizzare la natura ed il comportamento dei costi fornendone una classificazione in funzione dei diversi tipi di contabilità elaborate.

3.3.2. La definizione di Costo

La maggior parte degli economisti concorda nel definire *costo* "il sacrificio economico che l'azienda sopporta per lo svolgimento di un'attività, ovvero per l'acquisizione di un determinato bene o di uno specifico servizio". Tale definizione è nettamente diversa da quella attribuita alla *spesa* in sede di Contabilità Generale; questa infatti "vede il costo" come "l'uscita di denaro connessa con l'acquisizione di un bene o di un servizio". In quest'ottica si ha che tale definizione è strettamente connessa con il concetto di "flusso monetario".

Per chiarire meglio la differenza tra *costo e spesa* si consideri l'attività produttiva di un'azienda manifatturiera che trasforma una determinata materia prima in un prodotto finito:

- all'atto del prelievo dal magazzino e dell'utilizzo della materia prima nel ciclo produttivo, l'azienda sostiene un "*costo*";
- all'atto del pagamento al fornitore dell'importo inerente alle materie prime utilizzate, l'azienda sostiene una "*spesa*".

In tal senso si ha che:

- ***costo***: consumo di una risorsa a fini produttivi; parametro derivato di significato strettamente contabile.
- ***spesa***: erogazione monetaria; si tratta proprio di una uscita di denaro.

Ai fini dell'impostazione e dello sviluppo della Contabilità Industriale, la distinzione fra i due termini non è necessariamente così netta, come è invece nella Contabilità Generale (questa si estrinseca nella compilazione del "Bilancio di Esercizio" di cui abbiamo parlato nel capitolo precedente); infatti nell'elaborazione della Contabilità Analitica non si fa riferimento in genere al fatto che una risorsa sia stata pagata o meno, bensì solo al fatto che sia stata o meno utilizzata. In altri termini si trascura l'intervallo di tempo eventualmente trascorso tra l'istante di acquisizione o di consumo di una risorsa e l'istante in cui tale risorsa viene pagata al fornitore. In base a ciò, la definizione di *costo* nella Contabilità Industriale coincide con quella di "spesa sostenuta dall'azienda per l'acquisizione di una

risorsa produttiva". Dunque un costo viene considerato sostenuto non appena insorge l'obbligazione al pagamento relativo all'acquisizione di un determinato fattore.

3.3.3. Classificazione dei costi

Costi storici-correnti-futuri

I. Una prima classificazione del *costo* può essere fatta in funzione del "tempo". In sede di acquisizione di una risorsa viene stabilito il prezzo che bisogna pagare per tale acquisto. Indipendentemente dal fatto che tale debito venga estinto immediatamente, ovvero dilazionato nel tempo, il prezzo in questione fornisce una misura del sacrificio economico che l'azienda deve sopportare per entrare in possesso della risorsa di cui necessita. Si ha in tal caso la definizione di "*costo storico*"; tuttavia basare lo sviluppo di una procedura di contabilità basata esclusivamente sui valori storici dei costi appare di utilità piuttosto limitata.
II. Si arriva quindi alla definizione del *costo* allo "stato attuale". In siffatte condizioni l'informazione relativa al costo storico di una risorsa deve essere corredata con l'informazione relativa al suo "*costo corrente*".
III. La gestione di un'azienda richiede però anche lo sviluppo di piani per il "futuro". La trasposizione in termini economici di tali piani (budgeting) necessita di una previsione circa il "*costo futuro*" (future cost, budgeted cost) della singola risorsa chiamata in causa dal piano di attività aziendale.

la Contabilità Generale si avvale solo del primo tipo di costo, mentre la Contabilità Industriale deve tener conto di tutti e tre i tipi di costo; infatti una corretta direzione delle attività produttive dell'azienda non può essere basata sul valore storico dei dati, ma deve tener conto del loro valore attuale, nonché deve formulare una verosimile previsione del valore che ciascuna variabile economica potrà assumere nel futuro.

Costi per destinazione

Nella **tab. 5** seguente è riportato uno schema esemplificativo di suddivisione dei costi in "classi fondamentali". Al manifestarsi di un costo indipendentemente dalla sua destinazione, ovvero dalla sua origine, la procedura di Contabilità Generale provvede ad attribuirlo alla classe di competenza in base alla natura e quindi lo contabilizza.

CLASSIFICAZIONE DEI COSTI PER NATURA CLASSI FONDAMENTALI
- Acquisto Materie Prime - Salari operai - Stipendi impiegati tecnici - Mezzi di servizio (energia elettrica, acqua, vapore, gas, etc.) - Prestazioni esterne - Ammortamenti - Spese Generali (amministrative e commerciali) - Spese di distribuzione - Provvigioni commerciali - Oneri finanziari - Oneri tributari

- tab. 5 -

La suddetta procedura non tiene conto quindi di quale è la "destinazione" del costo, ossia non si tiene conto del prodotto o del processo cui il costo in questione si riferisce. Provvede in vece a ciò la procedura di Contabilità Industriale, che appunto è generalmente strutturata in maniera da tener conto non solo della "natura", ma anche della "destinazione" del costo. Si ha così un'analisi più approfondita nel senso che si "ricerca" il prodotto o il processo produttivo che ha dato origine a quel costo.

Il prodotto o l'attività per la quale un costo è sostenuto viene definito **obiettivo** ovvero **destinazione** del costo (Cost Objective). Si noti che qualunque elemento facente parte di un sistema produttivo può costituire un obiettivo di costo. La ricerca stessa della destinazione di un costo è di per se un costo, pertanto essa va ricercata solo se effettivamente riveste sufficiente importanza nell'ambito della gestione aziendale; in ogni caso, il costo di tale ricerca non deve essere evidentemente superiore al beneficio che si può trarre dalla conoscenza della destinazione del costo stesso.

Costi diretti e costi indiretti

Con riferimento ad una specifica destinazione, un costo può essere definito:

- ***Costo diretto***: quelli per i quali sussiste una correlazione univoca tra "costo" e "obiettivo di costo". (per esempio il costo della cellulosa impiegata nella fabbricazione di un foglio di carta è sicuramente un costo diretto del prodotto fabbricato).
- ***Costo indiretto***: quelli che non si riferiscono ad uno specifico obiettivo di costo. (ad esempio il costo inerente alla retribuzione di un caporeparto non può essere addebitato alla fabbricazione di un unico reparto).

La suddivisione dei costi indiretti tra i singoli obiettivi di costo viene operata mediante una "procedura di ripartizione" denominata **Cost Allocation**.

Costi controllabili e non controllabili

Nell'ambito dello sviluppo di una determinata attività, un costo viene definito *controllabile*, ovvero *non controllabile*, a seconda che il responsabile di tale attività abbia o meno la possibilità di intervento sul costo in questione; per capire facciamo un semplice esempio: un capotreno può avere il controllo della quantità di energia elettrica consumata nel suo reparto di sua competenza, ma non ha alcuna possibilità di modificare (controllare) il prezzo unitario dell'energia consumata.

Costi differenziali e costi affondati

Il risultato economico di un progetto rappresenta uno dei principali elementi di giudizio in sede di analisi delle decisioni. Quasi sempre la direzione aziendale è chiamata a prendere una decisione non sulla base di un unico progetto, bensì sulla base di un insieme di progetti alternativi. Anche in questo caso i costi connessi con la realizzazione del singolo progetto costituiscono uno dei fattori che maggiormente contribuiscono ad indirizzare la scelta.

- ***Costi differenziali o incrementali***: costi che hanno importanza nella scelta tra alternative, e che quindi variano a seconda della soluzione prescelta;
- ***Costi affondati***: quelli che rimangono inalterati al variare della scelta operata, ovvero che sono stati sostenuti precedentemente al momento della scelta tra alternative e che quindi non possono più essere modificati dalla decisione intrapresa.

Riassumendo: mentre l'impiego della **Contabilità Generale** prevede una classificazione dei "costi di esercizio" solo in base alla loro natura, l'impiego di una procedura di **Contabilità Analitica** prevede una classificazione dei costi molto più ampia ed articolata:

- Periodo di tempo cui il costo si riferisce: *costo storico, corrente, futuro*
- Destinazione o obiettivo del costo: *costo per prodotto, per linea, per impianto, ecc.*
- Incidenza sull'obiettivo di costo: *costo diretto o indiretto*
- Potere di controllo del responsabile: *costo controllabile o non controllabile*
- Importanza in sede decisionale: *costi differenziali e costi affondati.*

3.3.4. Obiettivo di costo per prodotto

Una procedura di **Contabilità Industriale** può sviluppare l'elaborazione dei dati in funzione di obiettivi di costi diversi. Essa può focalizzare l'attenzione su tre tipi di obiettivi di costo differenti:

1. per prodotto,
2. per processo,
3. per commessa.

Sottolineiamo ora i principi fondamentali su cui si basa un sistema contabile avente quale obiettivo di costo l'unità di prodotto fabbricato (**Contabilità Analitica** "per prodotto"); questa prevede che via via che i costi si manifestano, essi vengono addebitati al prodotto alla cui fabbricazione essi si riferiscono. Nel costo di fabbricazione di un prodotto rientrano sicuramente:

- il costo delle materie prime utilizzate,
- quello della manodopera impiegata,
- quello dell'energia consumata,
- nonché l'aliquota di ammortamenti dei macchinari e degli impianti utilizzati.

L'esatta determinazione dei costi in questione è indispensabile ai fini del calcolo di un parametro economico di grande importanza: il "**Valore Aggiunto**" VA di un prodotto.
Tale parametro è uguale alla differenza:
VA = RV – CMP
tra il ricavo RV conseguito dalla vendita del prodotto in esame ed il costo CMP delle materie prime impiegate nel processo di fabbricazione.

Ancor più significativo è il parametro VAP "**Valore Aggiunto Percentuale**"; quest'ultimo può essere definito come il rapporto:
VAP = (VA / RV) x 100
tra il Valore Aggiunto VA ed il ricavo RV realizzato dalla vendita del prodotto in questione.

In taluni casi il valore di VAP risulta prossimo al 100%; ciò sta a significare che nella vendita effettuata, l'incidenza dei costi delle materie prime e' pressoché nulla (p.e. vendita di servizi).

In altri casi il valore di VAP e' molto basso; ciò sta a significare che sulla materia prima in questione non viene effettuata alcuna operazione di trasformazione, in tal senso l'attività svolta dall'azienda si configura più come un'attività di tipo commerciale che come un'attività di tipo industriale.

In un processo di fabbricazione taluni costi si riferiscono univocamente alla lavorazione di un determinato prodotto ("costi diretti")
Con riferimento ad un obiettivo di costo per prodotto, il costo della materia prima utilizzata e quello della manodopera impiegata nel ciclo di trasformazione, devono essere considerati entrambi "costi diretti".
I costi diretti di un prodotto, possono essere agevolmente determinati attraverso il "**Coefficiente di Impiego**" definito come la quantità della risorsa che viene impiegata per la fabbricazione dell'unità di prodotto in esame.
Fissato tale coefficiente, nonché stabilito il costo unitario della risorsa impiegata, è immediato calcolare l'incidenza del costo della risorsa nel processo di lavorazione del prodotto preso in esame.

Nello svolgimento delle proprie attività un'azienda utilizza anche un certo numero di risorse il cui costo non può essere direttamente attribuito alla fabbricazione di un singolo prodotto:

- mezzi di servizio (energia, gas, vapore, acqua, aria compressa, ecc.);
- impiegati e tecnici;
- opere fisse (fabbricati, impianti, ecc.).

Il costo di tali risorse, denominate **risorse addizionali** di produzione, rappresenta un "costo indiretto" del prodotto.
Giacché i costi indiretti non possono, per definizione stessa, essere attribuiti direttamente ai singoli prodotti fabbricati occorre far ricorso ad un "**Coefficiente di Ripartizione**" atto a consentire un'opportuna suddivisione dei costi in questione tra i prodotti interessati.
Nelle scritture di Contabilità Generale si richiede, tra l'altro:

1. il valore delle "giacenze" dei prodotti in magazzino;
2. ed il costo del prodotto venduto.

Questi due parametri possono essere agevolmente determinati qualora venga sviluppata, in parallelo alla **Contabilità Generale**, anche una procedura di **Contabilità Analitica** per prodotto.

Il costo dell'unità di prodotto in giacenza sarà utilizzato, come dato storico, per la determinazione del valore delle rimanenze finali di magazzino da riportare in entrambi i prospetti del Bilancio aziendale.

Il costo unitario di fabbricazione ed il costo unitario dei prodotti a magazzino saranno utilizzati per la determinazione dei costo unitario dei prodotto venduto da riportare nel prospetto dei Conto Economico del Bilancio di Esercizio.

Giunti a questo punto è opportuno operare un'ulteriore classificazione dei costi in:

- **Costi di prodotto**: vengono sostenuti con l'obiettivo specifico di acquisire, sia mediante fabbricazione sia mediante acquisto all'esterno, un bene da vendere successivamente. In tal senso, in un'azienda commerciale il costo del prodotto sarà uguale al costo di acquisto del bene più il costo di spedizione, di imballaggio, ecc. In un'azienda industriale il costo del prodotto includerà il costo della materia prima, il costo della manodopera diretta, nonché il costo di tutte quelle risorse addizionali necessarie per la fabbricazione del prodotto da vendere.
- **Costi di periodo**: include tutte quei costi inerenti ad attività correnti che non possono essere associati, direttamente o indirettamente, a nessun prodotto venduto.

La suddivisione dei costi in **costi di prodotto** e **costi di periodo** è molto importante ai fini della valorizzazione delle giacenze.

I **costi di prodotto** vengono contabilizzati ed attribuiti al prodotto prima che questo entri nel magazzino finale; sicché nel valore delle giacenze si tiene conto di tutti i costi di prodotto.

Per contro i **costi di periodo** vengono contabilizzati via via che si manifestano, ma vengono attribuiti al prodotto solo dopo che questo esce dal magazzino finale; essi sono quindi attribuiti al prodotto solo all'atto della vendita di questo.

Nel valore delle giacenze non viene dunque portato, in conto il costo del periodo.

3.3.5. Andamento dei costi

Ai fini della determinazione del valore delle giacenze viene generalmente utilizzato il "costo storico" del prodotto. L'impiego di tale costo risulta poco vantaggioso qualora il

problema allo studio non si limiti alla valorizzazione delle scorte; d'altronde nella scelta del prezzo di vendita di un prodotto, la stima del "costo futuro" delle risorse riveste un'importanza sicuramente superiore a quella del loro valore storico. Per la determinazione del "costo futuro" di una risorsa è necessario tra l'altro individuare la correlazione esistente tra "costi" e "volumi di produzione" (ovvero di "vendite"), realizzati.
Alcuni costi aumentano in maniera proporzionale al crescere dei volumi di produzione; tali costi vengono definiti "**Costi Variabili**"; (al crescere della produzione cresce evidentemente la quantità di materie prime utilizzate; sicché queste ultime costituiscono un immediato esempio di costi variabili).
Altri costi restano inalterati al variare delle quantità prodotte o vendute; in tal senso essi sono definiti "**Costi Fissi**". (Il costo inerente alla retribuzione dei dirigenti è indipendente dalla produzione realizzata, così sono anche costi fissi quelli dovuti alle "quote di ammortamento delle risorse produttive").

E' ovvio che riferire i costi al volume di produzione, ovvero al volume di vendita, non induce ad alcuna differenza significativa se e solo se tutta la produzione realizzata viene venduta senza accumulo o prelievo di prodotti dal magazzino. In quanto segue assumeremo sempre tale ipotesi esemplificativa.

Al crescere dei volumi di vendita aumenteranno verosimilmente sia ricavi, sia costi, sia gli utili; tuttavia detti aumenti non necessariamente risulteranno proporzionali all'aumento delle quantità vendute. Tutto dipenderà da come variano i costi al variare dei volumi.
La conoscenza della correlazione esistente tra costi e volumi di vendite, è necessaria per la scelta tra strategie alternative in sede di pianificazione strategica delle attività aziendali. Infatti piani strategici alternativi possono prevedere volumi di produzione e di vendite differenti; sicché è indispensabile conoscere come tali variazioni nei volumi potranno influenzare i corrispondenti costi di esercizio.
Una volta stabilita la strategia da adottare ed il programma di vendite da realizzare, la conoscenza della correlazione in questione, consente alla direzione dell'azienda, di sviluppare il budget preventivo per il prossimo anno e quindi di determinare le risorse produttive da acquisire.

Osservazioni

Le provvigioni pagate sono **costi variabili** qualora esse vengano calcolate in percentuale degli importi venduti; si noti che i "volumi di vendite" possono essere misurati in termini monetari, ovvero in quantità di prodotti venduti.

I **costi fissi** sono sempre più importanti nell'esercizio di un'azienda man mano che cresce il livello di sviluppo industriale, economico e sociale dell'ambiente in cui l'azienda opera. L'acquisizione di una macchina determina un rateo ammortamento annuo che rappresenta un costo fisso per l'azienda. (A tal riguardo è interessante aprire una parentesi sul fatto che il costo della manodopera, concettualmente di tipo variabile, si sta trasformando di giorno in giorno sempre più in costo fisso; infatti la mobilità sempre più scarsa che si verifica sul mercato di lavoro, fa si che un'azienda non possa adeguare agevolmente il numero di addetti al volume di produzione realizzato; questo rappresenta un argomento di grossa attualità).

Tra i **costi fissi** rientrano ad esempio quelli inerenti alle retribuzioni di una parte del personale, sia "qualificato" (managers, tecnici, capireparto, ecc.), essendo questo un "patrimonio aziendale" che l'impresa può avere interesse a conservare anche nei momenti di crisi delle vendite, sia "non altamente qualificato" (segretarie, archivisti, ecc.), la cui presenza è indispensabile per garantire un livello minimo di efficienza dell'intero sistema.

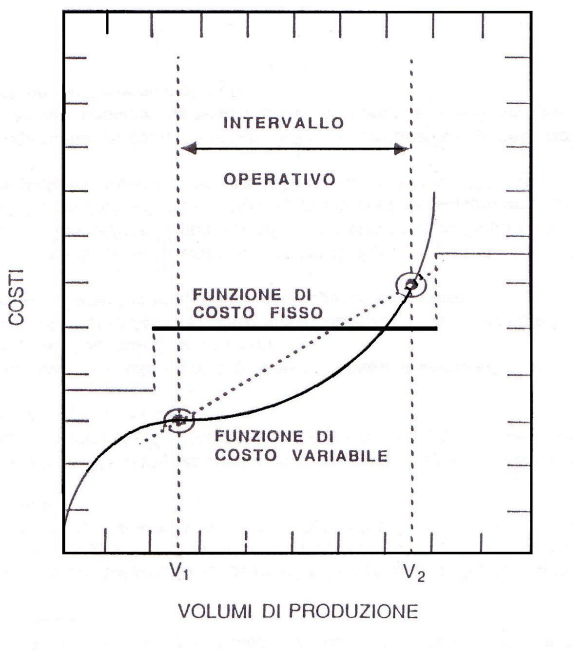
Si definiscono **costi fissi programmati** quelli che si manifestano in conseguenza di specifiche iniziative aziendali, quali ad esempio costi di ricerca e sviluppo, costi pubblicitari, costi per addestramento del personale, ecc..

Sotto il profilo strettamente analitico, la curva rappresentativa dell'andamento di un generico "costo" con il "volume di produzione" è definita in tutto l'insieme dei numeri reali non negativi. In realtà però solo un sottoinsieme di questi avrà significato concreto per l'azienda.

Viene definito "**Intervallo Operativo**" o "**Intervallo di Significatività**" (Relevant Range) di un sistema produttivo, il segmento entro il quale potrà verosimilmente variare il volume di produzione o di vendita del sistema in questione.

Nell'analisi dell'andamento di una voce di costo al variare del volume è molto importante definire l'andamento della *funzione Costo-Volume* all'interno del segmento operativo.

A rigore un “costo variabile” è raramente variabile in maniera effettivamente lineare con il volume di produzione. Tuttavia all'interno dell'intervallo di significatività l’ipotesi di una correlazione lineare Costo-Volume, risulta molto spesso verosimile. Come si vede da un esame del grafico riportato in **fig. 1**, l'andamento della *funzione Costo-Volume* può anche essere curvilineo nell'intero insieme di definizione della funzione; tuttavia può essere lecito assumere che tale andamento sia lineare all'interno dell'intervallo operativo (V1, V2).



- fig. 1 -

3.4. L’ANALISI COSTO-VOLUME-PROFITTO

3.4.1. Considerazioni preliminari

Abbiamo finora affrontato il problema dell’analisi *Costo-Volume* (C-V), introducendo le nozioni di **costo fisso e variabile**; un’immediata estensione a questa problematica è l’analisi *Costo-Volume-Profitto* (C-V-P). Si intende evidentemente ricercare l’ulteriore correlazione che lega il volume V di produzione al profitto P conseguito con l’attività aziendale.

Il processo di pianificazione dalle attività produttive aziendali, ha inizio con la previsione di vendita. A fronte di tale previsione viene formulata una stima dei verosimili ricavi netti che sono posti a confronto con gli obiettivi di profitto stabiliti dalla direzione aziendale in sede di pianificazione strategica. Qualora si riscontri una sensibile differenza tra obiettivi prefissati e utili preventivati, si renderà ovviamente necessaria una modifica nelle attività produttive dell'azienda (mixing di produzione, prezzi di vendita, canali di distribuzione, campagne pubblicitarie, ecc.) atta ad assicurare una maggiore rispondenza tra ricavi previsti e ricavi ipotizzati in sede di planning strategico.

L'analisi CVP:

- consente di evidenziare in un'unica forma aggregata la dipendenza del profitto dal volume di vendite e dal costo di esercizio dell'azienda. Tale analisi può essere proficuamente impiegata per formulare una previsione di utili in corrispondenza di ciascun ipotizzato piano di vendite. Sicché può essere utilizzata in sede di valutazione tra differenti strategie di marketing;
- può essere vantaggiosamente impiegata nella scelta tra soluzioni tecniche alternative in sede di progettazione o di esercizio di un sistema produttivo. In questo caso a ciascuna delle diverse soluzioni tecniche ipotizzabili corrisponderà un diverso assetto di costi, di volumi di produzione e di ricavi.

Lo sviluppo di un'analisi CVP richiede che venga innanzitutto determinato l'esatto andamento di ciascuna voce di costo in funzione dei differenti volumi di produzione o di vendite realizzabili dall'azienda all'interno dell'intervallo operativo.
Se il livello di vendite di un'azienda cresce, crescerà evidentemente l'ammontare dei ricavi. Al crescere dei ricavi aumenteranno, presumibilmente, i costi. Tuttavia non tutti i costi varieranno in maniera proporzionale all'aumento delle vendite e dei ricavi. Essi potranno ad esempio crescere in maniera più che proporzionale a causa di variazioni dei prezzi unitari di acquisto, ovvero di disfunzioni organizzative dell'azienda. Taluni altri costi potranno decrescere secondo una legge iperbolica, qualora essi si riferiscano ad una spesa fissa che viene ripartita su un crescente numero di prodotti fabbricati.
E’ opportuno ricordare che ci si basa sull'ipotesi semplificativa che il volume di vendita risulti uguale al volume di produzione: sicché non si verifichino accumuli di giacenze in magazzino.

3.4.2. Ipotesi di base

L'analisi CVP prende in esame i principali elementi contabili e fattori operativi che intervengono nella configurazione dell'utile aziendale. Intatti essa analizza i volumi di produzione. i ricavi per vendita, nonché i costi fissi e variabili. La direzione aziendale è continuamente chiamata a prendere decisioni su questioni di vitale importanza nell'esercizio di un'impresa produttiva, quali i prezzi di vendita da adottare, le materie prime da impiegare nei processi di fabbricazione, i costi della manodopera da sopportare, ecc. In tal senso l'analisi CVP risulta di grande utilità giacché essa consente di evidenziare

l'effetto di ciascuna scelta direzionale sulla terna di parametri (costi, vendite, profitti) di preminente interesse in sede di Contabilità Industriale.

Ipotesi di base in questa sede assunte:

- assumiamo che il volume di produzione realizzato dall'azienda coincida con il volume di vendite conseguito;
- occorre poi sottolineare la differenza esistente tra:
  - Volumi di Vendite (Sales Volume): si intende far riferimento all'ammontare fisico di prodotti venduti dall'azienda;
  - Ricavi per Vendite (Sales Revenue): fornisce invece una misura monetaria dell'entità dei prodotti venduti.

Tale distinzione in termini si rende necessaria giacché, ognuno di essi può essere influenzato in maniera diversa da una stessa decisione aziendale. Basterà in tal senso osservare che la decisione di ridurre i prezzi unitari di vendita di un articolo può, per esempio, incrementare il "volume di vendite" del 20%, ma indurre ad un incremento dei "ricavi per vendite" pari solo al 5%. Per semplicità di trattazione in quanto segue *ipotizzeremo* che il prezzo unitario di vendita di ciascun articolo fabbricato dall'azienda rimanga inalterato.

In tale ipotesi sussisterà una correlazione diretta tra **volumi e ricavi di vendita**. Sicché sarà possibile far riferimento all'uno o all'altro parametro in maniera equivalente.

- Con riferimento al parametro "**volume di vendita**", occorre però sottolineare che solo nel caso di aziende che fabbricano un unico articolo, o una serie di articoli molto simili tra loro, tale parametro può avere un'identificazione fisica univoca ed immediata. (Il volume di vendita o di produzione di un calzaturificio operante nel settore delle calzature per uomo può essere misurato in numero di paia di scarpe vendute, ovvero fabbricate, in un prefissato intervallo di tempo). Nella maggior parte del casi le aziende trattano articoli differenti per i quali è necessario adottare unità di misura diverse ed in tal senso ovviamente non addizionabili tra di loro. (Un'azienda commerciale, per esempio un supermercato, vende migliaia di articoli molto diversi tra loro). Il volume totale di vendite non può essere ovviamente pari alla somma dei volumi di vendite dei singoli articoli. In questi casi è conveniente suddividere l'intero insieme di articoli in famiglie di prodotti simili per ognuna delle quali si stabilisce un'opportuna unità di misura. Si calcola quindi il volume di vendite delle famiglia di prodotti simili per ognuna delle quali si stabilisce un'opportuna unità di misura. Si calcola quindi il volume di vendite della famiglia di prodotti simili.

- I “**ricavi di vendita**” sono per contro quantificabili mediante un'unica unità di misura monetaria, evidentemente utilizzabile anche nel caso di una molteplicità di prodotti diversi venduti.
- Attraverso la stessa unica unità di misura monetaria, sono infine quantificabili anche tutti i “costi” che l'azienda deve sopportare. Questi sono tuttavia suddivisibili in costi fissi e costi variabili con l’entità dei volumi di produzione o di vendite realizzati.

3.4.3. Sviluppo dell’analisi -punto di equilibrio-

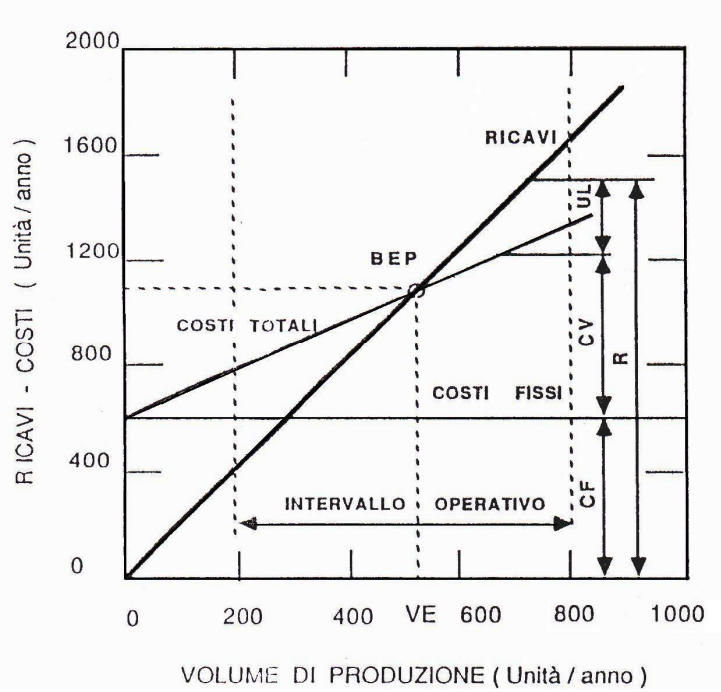
Tra i parametri di confronto e di valutazione più comunemente utilizzati nell'analisi CVP, è senz'altro classificabile il "**Margine di Contribuzione MAC**".
Quest'ultimo è per definizione uguale alla differenza:
MAC = R – CV
tra i “ricavi per le vendite” R (fatturato F) ed il totale CV dei costi variabili..

Si osservi che, nella determinazione di MAC non si tiene conto della natura (spese amministrative, costi di fabbricazione, spese commerciali, ecc.) dei costi, ma solo ed esclusivamente dalla dipendenza (fissa o variabile) di questi dalla produzione realizzata.

Il **Margine di Contribuzione** rappresenta ciò che rimane dei ricavi all'azienda dopo aver dedotto da questi i costi dipendenti dai volumi di produzione effettuati. Il parametro **MAC** varia direttamente con i ricavi conseguiti. (ad esempio un incremento di questi ultimi del 15%, determina una variazione positiva del Margine di Contribuzione della stessa entità).
Vale appena osservare che l'importo totale dei costi fissi si riferisce ad un prestabilito periodo di tempo (per esempio un anno) e non al volume di produzione. Infatti essi sono costituiti da tutti costi “di periodo”.

In **fig. 2** è riportato l'andamento delle rette:

- dei "**ricavi per vendite**";
- dei "**costi fissi e di quelli totali**";
- nonché "**l'intervallo operativo**" per l'azienda presa in considerazione.



- fig. 2 -

Avendo indicato con:

- V (unità): Volume di produzione e di vendite realizzato;
- RU (Euro/unità): Ricavo per Unità di prodotto venduta;
- CVU (Euro/unità): Costi Variabili per Unità di prodotto fabbricato;

sarà evidentemente:

- R = RU x V ⟶ la retta rappresentativa dei "ricavi";
- CV = CVU x V ⟶ la retta rappresentativa dei "costi variabili";
- CT = CF + CVU x V ⟶ la retta rappresentativa dei "costi totali".

Con tali assunzioni il valore dell' "Utile al lordo delle tasse" risulterà:

UT = R – CT

UT = (RU x V) - (CF + CVU x V)

Il particolare valore VE del volume V di produzione per il quale si ha:

UT = 0 = (RU x VE) - (CF + CVU x VE)

individua il punto PE del diagramma CVP denominato "**Break-Even-Point**"(**BEP**), ovvero **Punto di Equilibrio**.

Il valore del “Volume di produzione”:

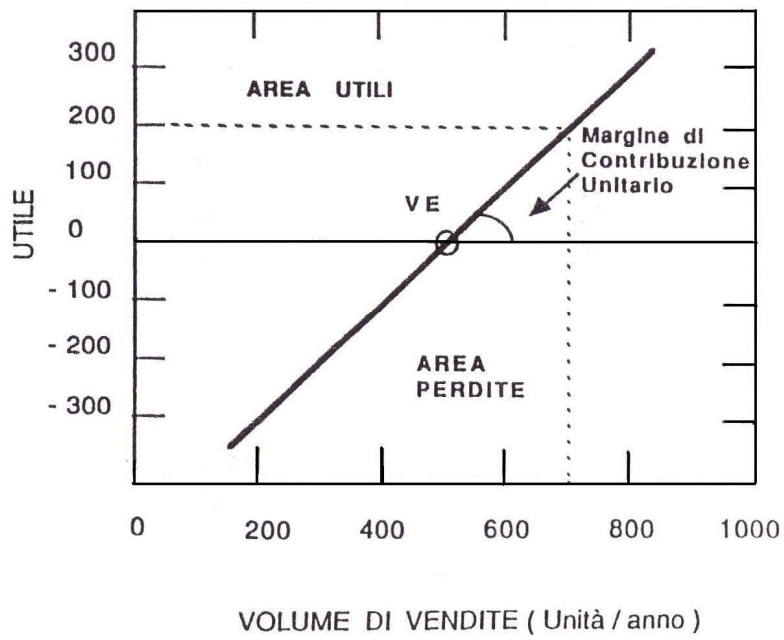
VE = CF / (RU - CVU)

rilevato sull'asse delle ascisse suddivide il piano cartesiano in due semipiani.

- Qualora l'azienda realizzi volumi di produzione < VE: → l'ammontare dai corrispondenti ricavi non risulta sufficiente a coprire nemmeno l'ammontare dei costi totali CT. Sicché l'azienda opererà in perdita (UT < 0).
- Solo per volumi di produzione > VE: → si ottiene un utile (UT > 0).

Il BEP è raggiunto per volumi di produzione per i quali i ricavi eguagliano almeno i costi fissi. In tal senso il punto di equilibrio VE sarà tanto più spostato a destra sull'asse delle ascisse, quanto maggiore risulterà l'ammontare totale dei costi fissi CF. Per CF→0, VE tende a coincidere con il punto di origine degli assi.

La correlazione esistente tra UT ed i “volumi di vendite” è rappresentata qualitativamente nella **fig. 3** sottostante:



- fig. 3 -

Il coefficiente angolare della retta:

UT = (RU – CVU) x V – CF

rappresenta evidentemente il valore del “Margine di Contribuzione Unitario”:

MCU = RU – CVU

Un incremento di tale parametro dà origine ad un incremento proporzionale dell'utile qualora i costi fissi rimangano inalterati.
Le definizioni in precedenza introdotte per i parametri di interesse nell'analisi CVP, ci consentono di scrivere:
$R = CF + CV + UT$
Essendo però i costi variabili CV pari ad una ben definita aliquota CV% ($0 \leq CV\% \leq 1$) dell'ammontare dei ricavi R, sarà:
$CV = CV\% \times R$
e quindi:
$R = CF + (CV\% \times R) + UT$
Le relazioni ora ricavate possono essere proficuamente impiegate per la ricerca del volume di produzione V che occorre realizzare per conseguire un prefissato ammontare di utili.

Una condizione facilmente desumibile mediante l'analisi CVP ed utile da conoscere è quella relativa al massimo profitto conseguibile: $\max P \Rightarrow \max (F - C)$

Si osservi che vale anche la relazione:
$UT = MC\% \times R - CF$
In cui si indica con MC % ($0 \leq MC\% \leq 1$) il valore del "Margine di contribuzione MAC" espresso in aliquota dell'importo totale dei ricavi R.

In maniera analoga, seppure attraverso una serie di calcoli più complessi, l'analisi C-V-P può essere utilizzata per determinare l'ammontare R dei ricavi che occorre realizzare per conseguire un utile UN al netto delle tasse pari ad un prefissato valore percentuale delle vendite. Indicando con AF % ($0 \leq AF\% \leq 1$) l'aliquota fiscale che si applica all'utile lordo aziendale UT, sarà evidentemente:
$UN = UT \times (1 - AF\%)$.

3.4.4. Analisi C-V-P per produzione multipla

In numerose occasioni la produzione di un'azienda non è concentrata su un unico articolo, ma è diversificata su un mixing di articoli diversi. Anche in questo caso l'Analisi CVP è proficuamente utilizzabile purché vengano tenute presenti talune considerazioni fondamentali.

In tal senso occorrerà innanzitutto osservare che tutti i parametri significativi, in particolare i “costi variabili CV” ed il “margine di contribuzione MAC”, sono strettamente correlati con il mixing produttivo realizzato.

- Se tale mixing produttivo rimane inalterato nel tempo, lo sviluppo dell'analisi CVP non presenta particolari problemi.
- Nel caso contrario per lo sviluppo dell'analisi in questione non si potrà più far riferimento ai dati storici, ma occorrerà basarsi su una previsione di ricavi e costi che tenga conto del nuovo futuro assetto produttivo che verrà adottato dall'azienda.

3.4.5. Analisi al contorno del punto di equilibrio

L'analisi CVP è molto spesso denominata **Analisi del Punto di Equilibrio**, ovvero **Analisi del BEP.** Come si e' detto, il punto di equilibrio è quel punto PE del piano cartesiano Ricavi/Costi/Volume, in cui la retta dei “costi totali CT”, intercetta la “retta dei ricavi”, ossia:

RU x V = CF + V x CVU

La posizione del BEP nel piano cartesiano in questione è un'informazione di grande utilità per l'azienda:

- il raggiungimento del punto di equilibrio entro una prefissata frazione dell'esercizio annuale, può essere considerato uno degli obiettivi stabili in sede di programmazione delle attività produttive all'inizio dell'anno. Ovviamente il raggiungimento di tale obiettivo in un periodo di tempo inferiore a quello stabilito, lascia intravedere la possibilità di conseguire utili in misura anche superiore a quella fissata nel budget preventivo di esercizio;
- fornisce anche utili indicazioni circa la sensibilità del sistema produttivo ad eventuali variazioni che intervengono a modificare fattori economici della produzione:
  - un'azienda caratterizzata da un basso valore del BEP, risulterà ovviamente più stabile nel caso in cui si manifestino impreviste riduzioni dei volumi dì vendita.
  - Per contro un'azienda caratterizzata da un alto valore del BEP è più “sensibile” ad eventuali riduzioni dei volumi produttivi. Infatti un'azienda di questo tipo dovrà necessariamente conseguire elevati valori di ricavi per vendite al fine di pareggiare almeno l'ammontare dei costi totali.

La conoscenza della condizione di pareggio fra costi e ricavi è evidentemente di grande importanza per chi si trova a gestire una realtà produttiva in condizioni dinamiche, come

pure per chi stia facendo delle ipotesi di avvio, in sede pre-progettuale o di fattibilità, di un generico investimento industriale. La conoscenza del punto di pareggio, in effetti, oltre a fornire una condizione minima per la economicità dell'iniziativa economica, mette anche in luce un fenomeno semplice da capire ma estremamente pericoloso qualora esso venga sottovalutato, e cioè lo spostamento del punto di pareggio verso livelli produttivi molto elevati al limite irraggiungibili, sia perché l'investimento per realizzare tale volume di produzione sarebbe ingente, sia perché non è detto che un tale volume di prodotto sia poi assorbito dal mercato. Non è da trascurare al riguardo l'altra ipotesi che è stata implicitamente fatta circa il volume di produzione e che è ora il caso di specificare meglio, e cioè la coincidenza fra il volume di produzione dell'azienda ed il volume di prodotto venduto. Tale supposizione, seppur necessaria per applicare l'analisi CVP, non è per nulla detto che trovi riscontro nella realtà operativa: in sostanza si tratta di effettuare, in parallelo all'analisi CVP, anche una adeguata ricerca di mercato che consenta di fissare i limiti di variabilità del volume di produzione entro un intervallo realistico rispetto alle ipotesi di vendita.

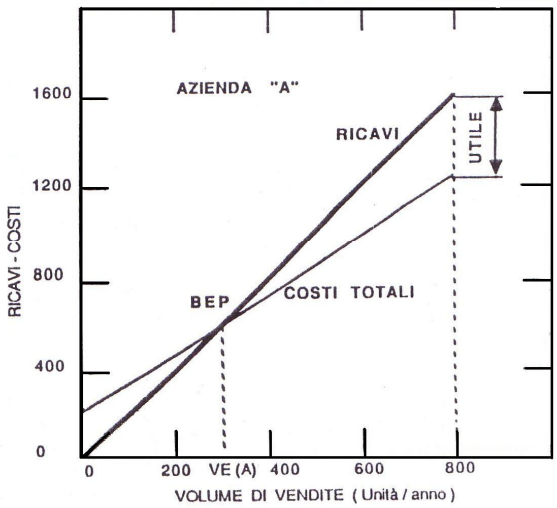
La differenza tra il “volume di produzione VP” pianificato in sede di budget annuale ed il “volume di produzione VE” corrispondente al Break-Even-Point è denominato “**Margine di Sicurezza**”:
MS=VP-VE

L'incremento di tale margine, ovviamente sempre desiderato, tuttavia non è sempre realisticamente realizzabile. Basterà al riguardo osservare che il valore VP delle “vendite programmate” non dipende solo dalla capacità produttiva e dall’efficienza operativa dell’azienda, ma anche da “fattori esterni” quali ad esempio la “ricettività di mercato” nei confronti del bene o del servizio offerti.

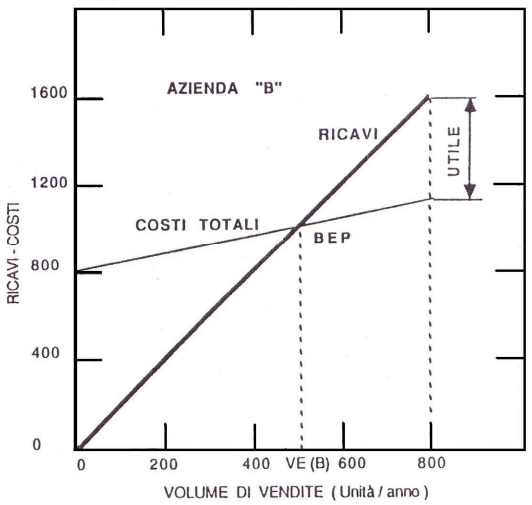
Portiamo come esempi due possibili casi di aziende caratterizzate da diversi parametri di analisi.

Nella **fig. 4a** è indicato il grafico CVP per un'azienda A caratterizzata da un basso valore del BEP.

Per contro nella **fig. 4b**, è riportato il grafico CVP di un'azienda B caratterizzata da un elevato valore del BEP.



- fig. 4a –



- fig. 4b –

Si nota ad esempio che:

- L'azienda B, una volta che il suo volume di produzione V(B) avrà superato il valore VE(B) corrispondente al Break Even Point, conseguirà un utile per unità venduta superiore a quello conseguito dall'azienda A per volumi di produzione V(A) > VE(A).
- In corrispondenza dello stesso valore V = 800 di unità vendute le due aziende conseguono lo stesso ricavo R = 1600, ma con un utile UT(A) < UT(B).

Un alto valore di MAC cui faccia corrispondenza un elevato valore dei costi fissi CF fa sì che il sistema produttivo risulti molto sensibile a variazioni negative che intervengano nei ricavi R; in siffatte evenienze infatti il "margine di sicurezza MS" dell'azienda risulterà molto ristretto.

Sistemi produttivi caratterizzati da un elevato valore di investimenti fissi (per esempio le aziende automobilistiche o siderurgiche) si trovano generalmente ad operare in condizioni

di limitatissimo margine di sicurezza, anche se gli utili possono crescere rapidamente qualora il mercato consente un aumento delle vendite.

Le condizioni ideali in cui un'azienda può trovarsi ad operare, sono evidentemente quelle che corrispondono ad una struttura di costi caratterizzata da "costi fissi" contenuti ed elevati valori del "margine di contribuzione MAC".

Ovviamente tali condizioni sono pressoché puramente ipotetiche. Basterà al riguardo osservare che:

- se le condizioni si presentano così favorevoli, un numero crescente di aziende sarà attratto da un'area produttiva tanto interessante.
- Il crescere della concorrenza potrà indurre ad una riduzione dei prezzi unitari di vendita dei prodotti fabbricati e contemporaneamente ad un incremento dei costi, sia fissi, sia variabili.
- I costi variabili potrebbero ad esempio aumentare giacché per mantenere lo stesso volume di vendite, occorrerà aumentare l'aliquota percentuale di ricavi destinata a finanziare campagne pubblicitarie.
- I costi fissi potrebbero aumentare perchè, ad esempio, in presenza di una concorrenza più numerosa ed aggressiva, si renderanno indispensabili massicci investimenti in nuovi macchinari o altre risorse produttive.
- Tutto ciò determina l'aumento dei costi fissi CF e la diminuzione del parametro MAC.
- Tendono così via via a scomparire le condizioni estremamente favorevoli in cui l'azienda si potrebbe essere idealmente trovata ad operare all'inizio della sua attività.

È opportuno ricordare le principali ipotesi sulle quali si fonda l'analisi CVP:

1. La struttura dei costi aziendali rimane invariata nell'orizzonte di tempo preso in considerazione; sicché l'andamento dei costi fissi, variabili e semivariabili risulta inalterato nello stesso periodo di tempo. Affinché tale ipotesi possa essere ritenuta valida, è necessario che si verifichino talune condizioni, quali ad esempio che rimanga immutata la struttura organizzativa aziendale e che non vengano apportate variazioni significative nel ciclo produttivo e nelle politiche commerciali di vendita.
2. Il prezzo unitario di vendita di ogni prodotto rimane costante sia nell'intervallo di tempo preso in considerazione, sia al variare del volume di vendite.
3. Il costo unitario di acquisizione di ciascuna risorsa produttiva (materie prime, manodopera, energia, ecc.) rimane inalterato nell'intervallo di tempo.

4. Il mixing produttivo dell'azienda è sempre lo stesso durante tutto l'intervallo di tempo cui si riferisce.
5. Le giacenze di materie prime, semilavorati e prodotti finiti non variano notevolmente durante l'intervallo di tempo allo studio; sicché l'ammontare delle giacenze iniziali risulta pressoché uguale a quello delle giacenze finali dei tre differenti magazzini.

Ipotesi così restrittive potrebbero indurre a giudicare l'impiego dell'analisi CVP scarsamente proficuo. Invece il ricorso all'analisi in questione appare molto vantaggioso:

- Basterà all'uopo osservare che l'analisi CVP può essere condotta non solo sui dati storici dei costi e dei ricavi, bensì, con maggior profitto, anche sui valori previsionali di questi. In tal senso l'analisi è in grado di fornire non solo una cronistoria economica dell'azienda, ma anche una importantissima mappa delle possibili diverse situazioni economiche in cui l'azienda potrà ritrovarsi a seconda delle differenti combinazioni di eventi che possono intervenire a modificare i parametri di interesse del problema. In altri termini, l'analisi C-V-P può fornire utilissime informazioni in sede di valutazione e di scelta per ogni possibile combinazione di costi e di ricavi. Infatti stabilita una certa configurazione di costi e di ricavi, essa consente di calcolare immediatamente il "margine di contribuzione MAC" corrispondente. Al variare di quest'ultima in maniera stabilita, la ripetizione dell'analisi C-V-P consente di calcolare il nuovo valore di MAC nonché la variazione di tale parametro dal valore in precedenza assunto.
- L'analisi C-V-P si rivela inoltre particolarmente utile per la determinazione del "Valore Atteso" (Expected Value) degli UT in corrispondenza di differenti volumi ipotizzati di vendite V.
- L'analisi in questione può essere vantaggiosamente utilizzata anche per esaminare la correlazione esistente tra l'indice UT ed i singoli parametri economici (prezzi unitari di vendita, costi fissi, costi variabili, ecc.); in tal senso, la si può impiegare come "Analisi di Sensibilità" ("Analisi Parametrica") dell'utile aziendale al variare di ciascuna delle altre variabili chiamate in causa dal modello economico in studio.
- L'analisi CVP, in conseguenza, rappresenta anche uno strumento importante per la valutazione della redditività di un investimento industriale, tanto più efficace per la sua estrema sinteticità nel presentare i risultati.

3.4.6. Riclassificazione del Conto Economico

Lo sviluppo dell'analisi CVP richiede una riclassificazione delle singole voci del Conto Economico, rispetto alla forma convenzionale con cui esse vengono comunemente riportate in bilancio. Tale riclassificazione è intesa a porre in migliore evidenza la suddivisione dell'insieme dei costi in costi variabili e costi fissi.

Nella **tab. 6** a seguire è riportato il **Conto Economico** di un'ipotetica azienda configurato nella "**maniera convenzionale**" che appare in bilancio. I **costi** sono suddivisi per "**natura**" e l'attenzione è focalizzata sul "**Margine Lordo**" **MAL** definito come *differenza tra i Ricavi ed i Costi di fabbricazione del prodotto venduto*.

CONTO ECONOMICO NELLA FORMA CONVENZIONALE (Margine Lordo)		
- RICAVI - COSTI DI FABBRICAZIONE - MARGINE LORDO		80'000 Euro 48'000 Euro 32'000 Euro
- SPESE GENERALI - Commerciali - Amministrative	19'000 Euro 9'000 Euro	
		28'000 Euro
- UTILE al lordo delle Tasse - Imposte e Tasse - UTILE NETTO		4'000 Euro 1'600 Euro 2'400 Euro

- tab. 6 -

Nella **tab. 7** successiva invece è riportato lo stesso esempio di **Conto Economico** configurato nella "**forma più adatta per lo sviluppo dell'Analisi CVP**". In questo caso i **costi** sono suddivisi non più per "natura", bensì per "**andamento**".

CONTO ECONOMICO NELLA FORMA CVP (Margine di Contribuzione)		
- RICAVI		80000 Euro
- COSTI VARIABILI - Fabbricazione - Commerciali - Amministrativi	 40000 Euro 15000 Euro 2000 Euro	
		57000 Euro
- MARGINE DI CONTRIBUZIONE		23000 Euro
- COSTI FISSI - Fabbricazione - Commerciali - Amministrativi	 8000 Euro 4000 Euro 7000 Euro	
		19000 Euro
- UTILE al lordo delle Tasse - Imposte e Tasse - UTILE NETTO		4000 Euro 1600 Euro 2400 Euro

- tab. 7 -

In tal senso i costi di fabbricazione, che ammontano in totale a 48.000 Euro, sono divisi in una parte variabile (p.e. materie prime, manodopera, energia, ecc.) pari a 40.000 Euro ed in una parte fissa (p.e. retribuzione tecnici, ammortamenti, ecc.) pari a 8.000 Euro. Analogamente le spese generali (28.000 Euro), commerciali ed amministrative, sono ripartite in un'aliquota fissa (11.000 Euro) ed in una variabile (17.000 Euro) con i volumi di produzione. L'attenzione è focalizzata sul parametro "**Margine di Contribuzione**" **MAC**.

In entrambe le forme di Conto Economico sviluppato si perviene allo stesso utile al lordo delle tasse UT = 4000 Euro.

a). Il primo tipo di Conto Economico è quello comunemente riportato nel bilancio aziendale per tutti gli usi esterni (Contabilità Generale, documentazione per il fisco, per gli organi di controllo, per le banche, per gli azionisti, ecc.) che l'azienda fa di quest'ultimo, e di cui si è parlato all'inizio di questo capitolo.

b). Per contro il secondo tipo di Conto Economico è quello che generalmente l'azienda sviluppa per usi interni, quali la pianificazione della produzione la stesura dei budgets, il controllo dei risultati, ecc.

Si vuole sottolineare che nel caso di:

- **aziende industriali**, non sempre gli Utili Netti determinati con due differenti tipi dì Conto Economico coincidono come invece accade nell'esempio dell'ipotetica azienda cui le tabelle riportate si riferiscono. Ciò dipende dal fatto che nel Modello a margine di Contribuzione, ovvero Modello CVP, alcuni costi fissi di fabbricazione vengono inclusi nei costi dei prodotti venduti. Per contro nel Modello a Margine lordo, ovvero Modello Convenzionale tali costi vengono riversati sui prodotti in giacenza.
- Invece per **aziende esclusivamente commerciali**, che non operano alcun processo di trasformazione sul prodotto acquistato, entrambi i modelli di Conto Economico inducono allo stesso valore dell'utile netto aziendale.

In definitiva può quindi affermarsi che il modello convenzionale del Conto Economico è impostato sulla base della struttura funzionale dell'impresa; sicché le singole voci di costo sono classificate secondo la loro corrispondenza funzionale all'interno della struttura operativa dell'azienda. Nel modello CVP ciascuna voce di costo è classificata in base all'andamento (fisso o variabile) che essa ha in relazione ai volumi di vendita realizzati.

Prima di concludere riteniamo opportuno ricapitolare le fondamentali differenze esistenti ira i parametri **MAL** e **MAC** utilizzati nei due diversi modelli:

- **Margine Lordo MAL**: è ciò che rimane all'azienda dopo aver detratto dai Ricavi i Casti di acquisto, ovvero di fabbricazione, del prodotto finito.
- **Margine dl contribuzione MAC**: è ciò che rimane all'azienda dopo aver detratto dai Ricavi i Costi variabili.

Sicché il verificarsi dell'uguaglianza: MAL = MAC
può considerarsi un evento puramente occasionale.

3.4.7. Conclusioni

Riassumiamo brevemente i punti salienti dell'analisi CVP.
I "costi" a cui si fa riferimento nell'analisi CVP, innanzi tutto, sono l'espressione del cosiddetto **costo di produzione**, che racchiude la **somma** dei **costi fissi** e dei **costi variabili** che caratterizzano l'attività di un qualsivoglia sistema produttivo.
Riguardo al "volume di produzione", che è la seconda grandezza presa in considerazione dall'analisi CVP, esso sta a rappresentare la quantità di prodotto che il sistema produttivo

realizza. Attraverso la cosiddetta “funzione di produzione” è possibile mettere in relazione le quantità prodotte con le quantità di risorse occorrenti. Tale funzione, nel caso monoprodotto è la seguente:

$$q = f(x_1, x_2, \ldots x_n) \qquad (1)$$

in cui le x_i stanno a rappresentare le quantità delle i = 1 - n risorse produttive occorrenti a realizzare la quantità di prodotto q.

Nel caso multiprodotto, la “funzione di produzione” è esprimibile mediante un sistema di equazioni in cui compaiono i “coefficienti di assorbimento” x_{ij}, le “disponibilità di risorse produttive” b_i ed i “prodotti realizzati dall'azienda” q_j:

$$\sum_j x_{ij}\, q_i \leq b_i \quad \text{per ogni i} \qquad (2)$$
$$(i = 1 - m;\ j = 1 - n)$$

La terza grandezza presa in considerazione dall'analisi CVP è il “profitto”, pari alla differenza fra il fatturato F realizzato dall'azienda con riferimento ad un certo intervallo di tempo (in generale l'esercizio finanziario) e i costi sostenuti nello stesso periodo di tempo:

$$P = F - C = p\, q - (C_f + C_v) \qquad (3)$$

Nella relazione (3) il fatturato è stato espresso in base alla sua definizione come il prodotto fra il prezzo del prodotto e la quantità di prodotto realizzata q.

Al di là delle considerazioni generali fatte sull'analisi CVP e sui casi particolari che assumono rilievo per il loro significato ed espressività (in particolare le condizioni ricordate di costo unitario minimo, di pareggio fra ricavi e costi e di massimizzazione del profitto), appare evidente la portata di questo strumento che, seppure limitato dalle ipotesi poste, risulta di grande utilità fino a renderne indispensabile il ricorso in ogni realtà aziendale anche quando le considerazioni che si fanno portano ad individuare condizioni che vanno verificate nella realtà e/o che vorrebbero quanto meno vedere applicati idonei margini di sicurezza ai volumi di produzione ottimali trovati, in particolare in corrispondenza del punto di pareggio. Queste ed altre considerazioni possono essere fatte ricorrendo ad un’analisi di sensibilità dei parametri caratteristici dell'analisi CVP, ovverosia verificando praticamente cosa accade al variare marginale di una o più dei tali grandezze.

Capitolo 4. L'ANALISI DI FATTIBILITA' DEI PROGETTI DI INVESTIMENTO INDUSTRIALE

4.1. LA PREVISIONE DELLA DOMANDA

4.1.1. Introduzione

La ricerca di mercato (*marketing*) viene eseguita nell'ambito dello "*studio di Fattibilità*" di una nuova unità produttiva per ricavare elementi utili ai fini di **prevedere**, sulla base della valutazione dei fenomeni di mercato, l'**entità della domanda** dei beni che l'azienda intende produrre e la sua variazione nel tempo (*analisi della domanda di mercato*), e nel contempo **determinare**, sulla base dell'analisi delle iniziative che l'azienda può autonomamente assumere, la **quota della domanda di mercato** che l'azienda può assicurarsi, ovvero il volume di vendite aziendali (*processo di formazione del prezzo di vendita*).

La stima della "**domanda futura**" può essere definita "**il tentativo di determinare oggettivamente la natura e l'entità di ciascuna richiesta che un'azienda può ragionevolmente attendersi in un prefissato orizzonte di tempo**". È intuitivo che questo è una problematica di fondamentale importanza nella gestione dei "processi produttivi". D'altronde è questo uno dei primi passi che si devono intraprendere nel momento in cui si decida di "mettere su un'impresa", ed è dunque un tema di base di qualunque studio o **Analisi di Fattibilità di un progetto di investimento industriale**.

Noi focalizzeremo la nostra attenzione sulle "**previsioni**" che si attuano per la programmazione ed il controllo della produzione. In tal senso si noti la distinzione:

- **Previsione di domanda**: interviene direttamente nelle scelte di programmazione di tutte le attività produttive;
- **Previsione di vendita**: chiama in causa essenzialmente il settore economico e finanziario dell'azienda. Rappresenta in altri termini la "previsione della domanda filtrata attraverso il coefficiente di efficienza del sistema produzione-distribuzione".

4.1.2. Tipi di domanda

- **Domanda primaria**: quella che perviene all'azienda direttamente dal mercato;
- **Domanda secondaria**: la fabbricazione di un "prodotto primario" nella quantità suggerita dal mercato dà luogo a sua volta ad una domanda indotta di parti componenti e di fattori di produzione (manodopera, macchine, attrezzature, ecc.). Tale domanda nasce dall'esigenza di soddisfare la domanda primaria.

L'insieme della domanda primaria e secondaria concorrono a determinare la **domanda totale lorda** di un articolo. Ad esso va associato un opportuno "orizzonte temporale", la cui estensione dipende dall'impiego cui vengono destinate le previsioni. Infine, per ciascun prodotto, va distinta la domanda lorda dalla **domanda netta** che si ottiene sottraendo, per ogni periodo, al fabbisogno totale lordo la quantità di volta in volta disponibile in magazzino.

4.1.3. Orizzonte di previsione

La previsione del fabbisogno di ciascun fattore di produzione (risorsa) dovrà evidentemente coprire un periodo di tempo, **orizzonte di previsione**, almeno uguale al tempo, **ritardo caratteristico**, necessario per mettere in atto una qualsiasi decisione inerente al fattore in oggetto. Tale "ritardo caratteristico" si rivela funzione:

- sia di parametri interni: quelli strettamente correlati con le specifiche caratteristiche tecnico-organizzative del sistema produttivo in esame;
- sia di parametri esterni all'azienda: si collegano con fenomeni completamente indipendenti dal sistema produttivo o quanto meno non direttamente controllabili.

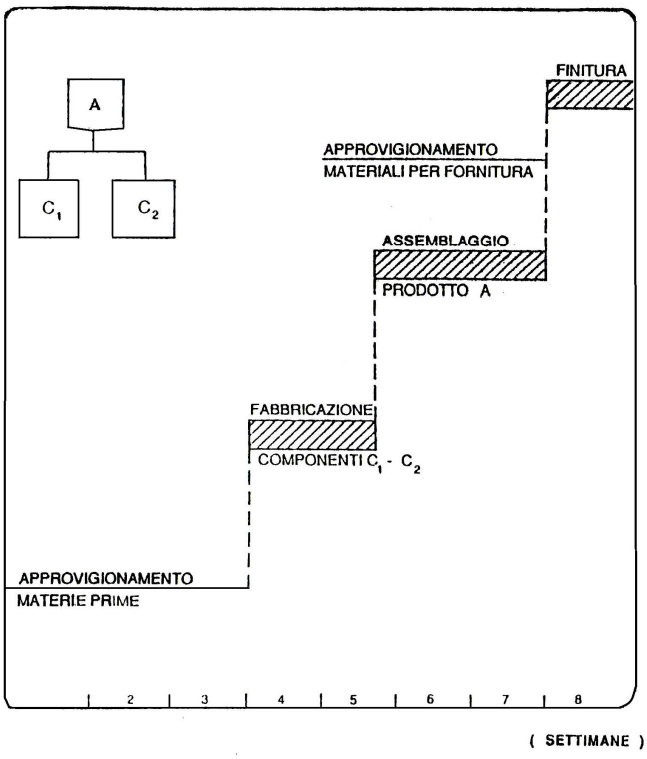
Con riferimento all'**Inerzia interna** di un sistema produttivo, per la determinazione dell'orizzonte minimo di previsione occorre innanzitutto stabilire la durata di ogni operazione prevista dal ciclo di lavoro di un prodotto. Una volta calcolate tali durate, è possibile infatti individuare le date limiti entro le quali dev'essere emesso l'ordine di fabbricazione relativo a ciascun prodotto finito o parte componente.

Per contro l'**Inerzia dei sistema attribuibile a fattori esterni** all'azienda dev'essere determinata portando in conto il tempo di approvvigionamento di ciascuna risorsa ossia l'intervallo di tempo che intercorre tra l'emissione di un ordine e l'istante di effettiva disponibilità della risorsa stessa. **L'inerzia interna ed esterna** concorrono insieme a determinare il periodo di tempo minimo necessario dacché una variazione intervenuta nella

domanda trovi corrispondente adeguamento nell'attività produttiva dell'azienda; tale periodo costituisce l'**orizzonte minimo di previsione**.

Allo scopo di conferire maggiore evidenza alle considerazioni fin qui espresse, si prenda in esame il problema esemplificativo inerente alla fabbricazione di un assieme A ottenuto dall'assemblaggio di due componenti diversi C1 e C2. Il ciclo di lavorazione di A si articoli, per semplicità, in sole tre fasi (si veda la **fig. 1**):

I. trasformazione della materia prima nei particolari C1 e C2 in un tempo TP1 = 2 settimane;
II. assemblaggio di questi ultimi in un tempo TP2 = 2 settimane;
III. serie di operazioni di finitura dell'assieme A che richiedono complessivamente un tempo TP3 = 1 settimana.



- fig. 1 -

Per la fabbricazione del prodotto A è quindi necessario l'approvvigionamento esterno:

- di un'opportuna quantità di materie prime (nella prima fase di lavoro); tempo di rifornimento TR1 = 3 settimane;
- e di materiali ausiliari (nella fase di finitura dell'assieme); tempo di rifornimento TR2 = 3 settimane.

I tempi TPi (i = 1…3) sono caratteristici del sistema produttivo in esame → **inerzia interna.**

I tempi TRj (j = 1,2) sono generalmente fuori dal controllo diretto dell'azienda → **inerzia esterna.**

In siffatte ipotesi ciascun ordine di montaggio dell'assieme finito A deve essere "anticipato" di almeno 3 settimane dalla data di consegna prevista proprio perché intercorrono TP2 + TP3 = 3 settimane tra l'istante in cui viene emesso un ordine di assemblaggio di C1 e C2 e l'istante in cui il prodotto A si rende effettivamente disponibile a magazzino.

Analogamente si giunge a fissare "l'anticipo" di emissione di un ordine relativo a parti componenti in 2 settimane, se riferito all'istante di prevedibile utilizzo o in 5 settimane, qualora riferito alla data di completamento dell'assieme.

Per quel che attiene l'approvvigionamento di ciascuna risorsa esterna, occorre evidentemente "prevedere" la richiesta di componenti e di prodotto finito con un "anticipo" almeno uguale alla somma dei tempi di fabbricazione TPi nei successivi stadi del processo e dei tempi di rifornimento TRj della risorsa stessa. Quindi l'ordine di approvvigionamento per le materie prime ed i materiali di finitura deve essere anticipato, rispettivamente, di 8 e di 4 settimane.

In definitiva, per la programmazione della fabbricazione relativa al prodotto in questione si rende necessario formulare previsioni di fabbisogni il cui "orizzonte di riferimento" dovrà avere una estensione minima di almeno 8 settimane.

4.1.4. Criteri di previsione della domanda

La stima della prevedibile richiesta di ciascun prodotto finito o parte componente chiamata in causa nel processo produttivo avviene generalmente in base a due criteri alternativi:

1. **criterio deterministico**: valuta il fabbisogno del singolo prodotto sulla scorta della domanda di volta in volta pervenuta all'azienda;
2. **criterio stocastico**: opera tale stima facendo ricorso ai principi fondamentali della statistica e del calcolo delle probabilità.

Criterio deterministico

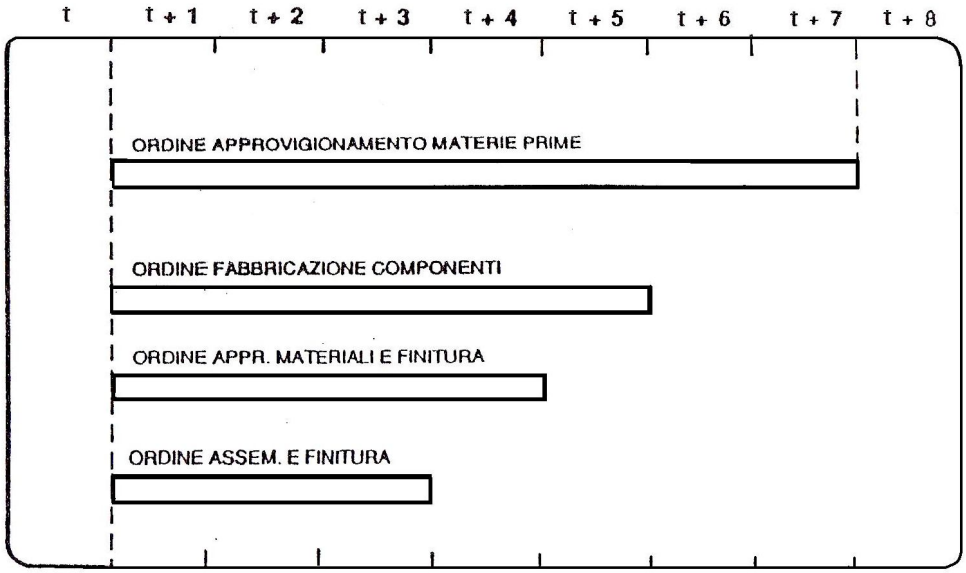
Particolarmente adatto quando il tipo di produzione è "su commessa". In tal caso, nota la domanda del prodotto finito in corrispondenza di ciascun intervallo di tempo è agevole calcolare la domanda secondaria di parti componenti che da questa trae origine; basterà infatti che per ogni prodotto finito risultino disponibili i documenti di lavoro che indicano le aliquote di ciascun componente che entrano a far parte dell'unità di prodotto finito.

Con riferimento all'esempio precedente, indicando con Q(t) la "domanda primaria di A" al termine della settimana "t", si può affermare che tale richiesta dà luogo:

- ad una "domanda secondaria di Q(t) unità di C1 e di C2" in corrispondenza della settimana (t – 3),

- ed una "domanda secondaria di materie prime e di prodotti di finitura" la cui disponibilità deve risultare anteriore rispettivamente alla settimana (t – 5) ed a quella (t – 1).

All'inizio della generica settimana "t" dovranno quindi essere emessi gli ordini che seguono (si veda al riguardo la **fig. 2**):



- fig. 2 -

- ordine di approvvigionamento inerente alle materie prime necessarie alla fabbricazione delle Q(t + 8) unità la cui consegna è prevista per l'inizio della settimana (t + 8);
- ordine di fabbricazione dei componenti necessari per la fabbricazione delle Q(t + 5) unità dell'assieme A da completarsi entro la 5° settimana;
- ordine di approvvigionamento dei prodotti ausiliari impiegati nella finitura delle Q(t + 4) unità di A la cui produzione ha termine per la settimana (t + 4);
- ordine di assemblaggio e di finitura per le Q(t + 3) unità del prodotto finito da completarsi entro la settimana (t + 3).

Il ricorso al criterio deterministico pur risultando assai conveniente si rivela in pratica alquanto limitato a causa delle assunzioni di base che lo caratterizzano:

- sia la natura che l'entità della "domanda primaria" sono state ipotizzate note e invariabili in tutto l'orizzonte di programmazione, ma ciò non avviene quasi mai, anche nel caso particolarmente favorevole di produzione su commessa;
- nel calcolo della "domanda secondaria" non si è tenuto conto che la durata delle lavorazioni nonché il numero ed il tipo di componenti facenti parte di ciascun assieme

possono subire variazioni conseguenti a modifiche tecniche apportate al ciclo di fabbricazione.

Criterio stocastico

Per far fronte alle difficoltà inerenti ad una imperfetta conoscenza della domanda nonché alle possibili modifiche tecnologiche che intervengono sul prodotto, si rende necessario il ricorso a criteri di previsione della domanda fondati "sull'analisi e l'estrapolazione dei dati storici a disposizione". Tali criteri definiti appunto "stocastici" si avvalgono di metodologie di calcolo di tipo "regressivo" ovvero "autoregressivo".

Tecniche regressive

Operano la stima della "domanda primaria" in base alla correlazione esistente tra questa ed alcune variabili (*indicatori economici*) che verosimilmente influenzano le richieste del mercato; tra i più usati risultano:

- reddito nazionale lordo;
- reddito medio pro-capite;
- reddito agricolo e industriale;
- licenze edilizie concesse;
- produzione automobilistica ed immatricolazioni veicoli nuovi;
- livello di occupazione;
- prezzi al consumo e all'ingrosso;
- depositi bancari;
- produzione industriale;
- produzione di acciaio e cemento, ecc.

Di tali parametri si ricerca l'espressione funzionale che pone in correlazione l'entità della domanda pervenuta alle variabili in oggetto.

L'impiego della metodologia di calcolo regressiva presenta numerose limitazioni e difficoltà; la più evidente è quella inerente alla individuazione, tra le molteplici variabili che intervengono a caratterizzare il problema, dei parametri di maggiore importanza per gli obiettivi perseguiti; vanno in tal senso attuati procedimenti di calcolo iterativi la cui onerosità appare scontata in partenza. A ciò va aggiunto che mentre l'azienda è interessata ad una stima almeno mensile dei fabbisogni, taluni indicatori vengono resi noti con frequenza inferiore (trimestrale, semestrale, annuale), e ciò rende necessaria una ulteriore elaborazione.

In definitiva tali metodologie danno sicuramente risultati più attendibili, a fronte però, in alcuni casi particolarmente complessi, di un dispendio di tempo e di denaro proibitivi che rende l'utilizzo non conveniente.

Tecniche autoregressive

Una drastica riduzione dei calcoli necessari per la previsione della domanda può essere realizzata rinunciando a ricercare la correlazione che lega quest'ultima a taluni indici oggettivi e limitandosi ad operare una stima della prevedibile richiesta in base alla semplice estrapolazione dei "dati storici" inerenti alla domanda pervenuta in passato. Infatti nell'ipotesi che i fattori che valgono a caratterizzare la domanda non subiscano sostanziali modifiche nel tempo, la previsione dai fabbisogni può essere effettuata all'uopo utilizzando metodologie di calcolo autoregressive che pur pervenendo a risultati ugualmente attendibili, appaiono tuttavia indiscutibilmente più semplici e meno dispendiose di quelle basata sulla ricerca dalla correlazione esistente tra variabili.

Vale appena osservare che le metodologie di previsione autoregressive, per la natura stessa delle ipotesi su cui si fondano, sono in pratica utilizzabili solo per previsioni della domanda a medio-breve termine. Intatti, al crescere dell'orizzonte di previsione, la variazioni che via via intervengono a modificare le condizioni di mercato, renderebbero sempre meno attendibile una stima della domanda basata sull'estrapolazione dei dati storici.

Tale metodologia, oltre che risultare di impiego abbastanza semplice, presenta per di più il vantaggio di fare uso di informazioni facilmente reperibili all'interno stesso di un'azienda. Essa richiede infatti esclusivamente dati inerenti ai fabbisogni passati il cui reperimento non presenta in genere eccessive difficoltà.

Le tecniche di previsione autoregressive si fondano, come è noto, sull'estrapolazione della variabile in oggetto in funzione unicamente del "parametro tempo".

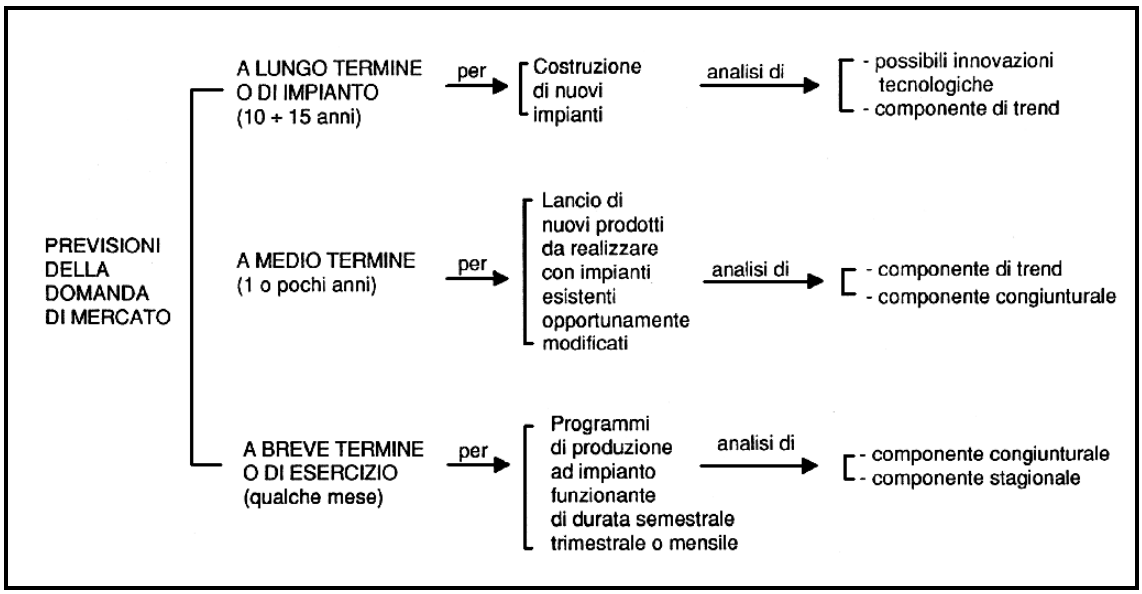
Le "serie storiche", o "serie temporali", costituiscono la rappresentazione numerica o grafica dell'andamento di una variabile in un prefissato intervallo di tempo. Pertanto nel problema specifico una serie storica è costituita dall'insieme dei valori assunti in passato dalla "domanda primaria" o"secondaria" di un bene o di un servizio.

Una seria temporale contiene sovrapposti gli uni agli altri, gli effetti dei singoli fattori che intervengono a determinare l'andamento della domanda. Attesa la molteplicità di tali fattori, quest'ultimo presenta in realtà una correlazione con il tempo la cui espressione analitica si rivela di non agevola determinazione. Sicché si preferisce considerare tale

andamento risultante di tre componenti ad ognuna delle quali è demandato il compito di tener conto di uno dei tre fenomeni generalmente ricorrenti nelle serie temporali. In particolare

1. alla **componente di trend**, **o di base**, è attribuito il compito di significare l'*andamento a lungo termine del valor medio della domanda.*
2. Alla **componente stagionale** è demandato il compito di tener conto delle *fluttuazioni periodiche che la domanda rivela intorno al valore di base.*
3. Infine alla **componente aleatoria** vengono attribuiti tutti gli *scostamenti della domanda dal valore cha essa avrebbe dovuto assumere per effetto delle componenti di trend e di stagionalità.*

Una schematizzazione che riassume in breve quanto finora detto è quella della **tab. 1** presentata di seguito.



tab. 1 - Previsioni della Domanda di Mercato

Indicando con D(t) il "valore della domanda in corrispondenza del generico istante t", giacché l'espressione analitica di tale funzione è raramente identificabile con precisione si preferisce prendere in esame separatamente l'effetto di tali componenti sulla domanda e quindi:

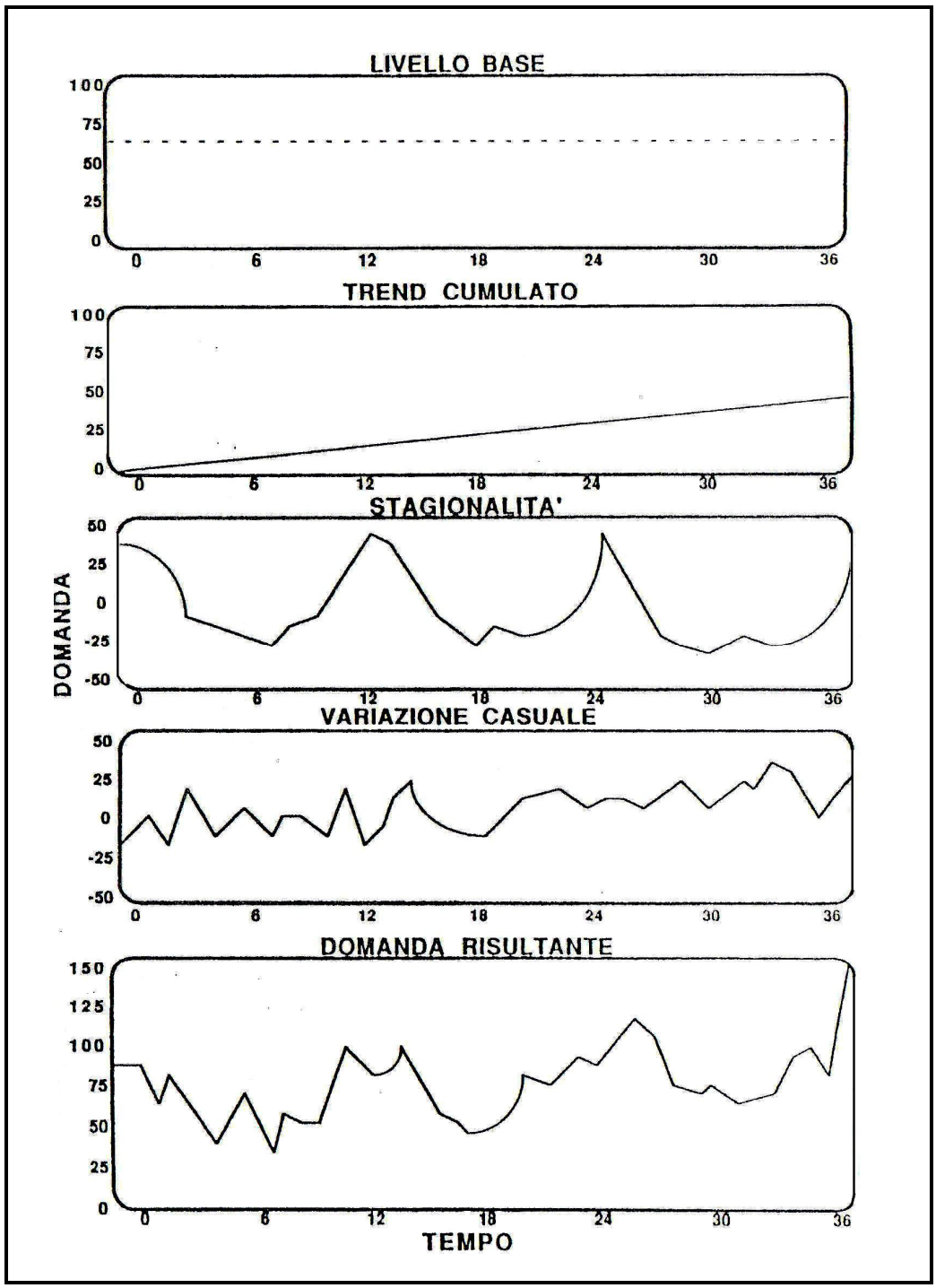
$D(t) = T(t) + S(t) + A(t)$

$T(t)$ = trend;

$S(t)$ = stagionalità;

$A(t)$ = componente aleatoria.

Una possibile rappresentazione di quanto detto finora potrebbe essere ad esempio quella presentata nella **fig. 3** sottostante; c'è da dire che nelle procedure attualmente più diffuse la stima della futura richiesta viene effettuata in base esclusivamente alle componenti di "trend" e di "stagionalità".



- fig. 3 -

4.2. LO STUDIO DI FATTIBILITA' DEGLI INVESTIMENTI INDUSTRIALI

4.2.1. Introduzione

Lo "studio di fattibilità" di un investimento è un attività intellettuale con contenuti tecnici, economici e finanziari, finalizzata a verificare la convenienza ad effettuare un assegnato investimento, intendendosi per esso l'insieme delle azioni indirizzate a conseguire risorse materiali nel tempo (generalmente economiche) a fronte di altre risorse (in generale economiche, ma non solo) impegnate.

Gli "investimenti effettuati in campo industriale", in particolare, sono essenzialmente riconducibili ai cosiddetti "investimenti a produttività diretta", intendendo con ciò distinguere questa tipologia di investimenti da quelli effettuati con finalità più o meno di "tipo sociale" ("investimenti a produttività sociale" e a "produttività differita"), che pure hanno in genere una ricaduta sulla vita di un sistema produttivo, e da quelli che esulano dal settore industriale, quali gli "investimenti immobiliari", "mobiliari", ecc..

Gli "investimenti a produttività diretta", a loro volta, possono essere ricondotti a diversi momenti ed esigenze della vita di un sistema produttivo, cioè sono caratterizzati da finalità specifiche differenti; ad esempio:

- investimenti di ampliamento o di espansione (orientati ad incrementare la produzione);
- investimenti di ammodernamento (orientati all'ammodernamento delle risorse produttive);
- investimenti di innovazione (orientati alla realizzazione di nuovi beni);
- investimenti strategici (orientati a consolidare la posizione aziendale nel contesto competitivo in cui essa opera);
- investimenti di miglioramento ambientale (particolarmente attuali, in un momento in cui, non solamente per l'accresciuta sensibilità collettiva, e dei clienti in primo luogo, si attribuisce a chi progetta e realizza i sistemi industriali una responsabilità particolare anche per le competenze specifiche che dovrebbero consentire lo sviluppo di sistemi, per quanto possibile, ambientalmente sostenibili).

Nel seguito si farà riferimento al tipo di investimento che, per caratteristiche di ampiezza, complessità ed articolazione, sembra essere quello più rappresentativo ai fini della trattazione dei contenuti caratterizzanti uno "studio di fattibilità" e delle sue finalità, cioè

l'*investimento per la realizzazione di un impianto industriale destinato alla produzione di beni e/o all'erogazione di servizi.*

Pur trattandosi di un'attività di tipo intellettuale e progettuale, lo "studio di fattibilità" rappresenta un momento logicamente e temporalmente antecedente alla progettazione dell'impianto industriale; anzi si può affermare che esso rappresenta un momento pre-progettuale, nel senso che, tenuto conto della sua finalità principale di esplorazione della fattibilità tecnica ed economica dell'attività industriale, non può e non deve spingersi in approfondimenti di tipo progettuali che da una parte limiterebbero l'ampiezza di vedute che questa fase di puro concepimento dell'iniziativa richiede, dall'altra impegnerebbero un quantitativo significativo di risorse senza un sufficiente grado di certezza che proprio l'investimento in oggetto venga poi attuato.

Un altro aspetto che merita di essere messo in luce è quello del carattere peculiare dello studio di fattibilità quale elaborato conseguente ad un'indagine per comprendere le caratteristiche salienti dell'investimento, la sua collocazione nel contesto competitivo e, soprattutto, il livello di convenienza corrispondente. In sostanza, si ritiene che nel momento in cui si decide di avviare le attività per la predisposizione dello studio di fattibilità, sia già stato effettuata una selezione di merito fra gli investimenti possibili. Solamente dopo questa fase preliminare, infatti, appare giustificato intraprendere la via dello studio di fattibilità, prevalentemente orientato, come già detto, ad aiutare ad esprimere un giudizio di convenienza.

La domanda a cui, in sostanza, lo studio di fattibilità consente di dare una risposta con un certo grado di certezza è la seguente: "Ho un certo quantitativo di risorse; come posso investirle? E quale è il ritorno che posso aspettarmi da questo impegno di risorse?". In realtà l'output di uno studio di fattibilità è più articolato, soprattutto quando ci si riferisca, come si fa nel seguito, allo studio di fattibilità di un nuovo impianto industriale.

I contenuti principali caratterizzanti lo "studio di fattibilità" di un impianto industriale possono essere ricondotti ai seguenti principali (si veda in merito anche lo schema di **fig. 4** seguente):

- Studio del prodotto;
- Studio del mercato;
- Studio ubicazionale;
- Studio del processo produttivo;
- Studio del layout;

- Studio dell'investimento;
- Studio della redditività.

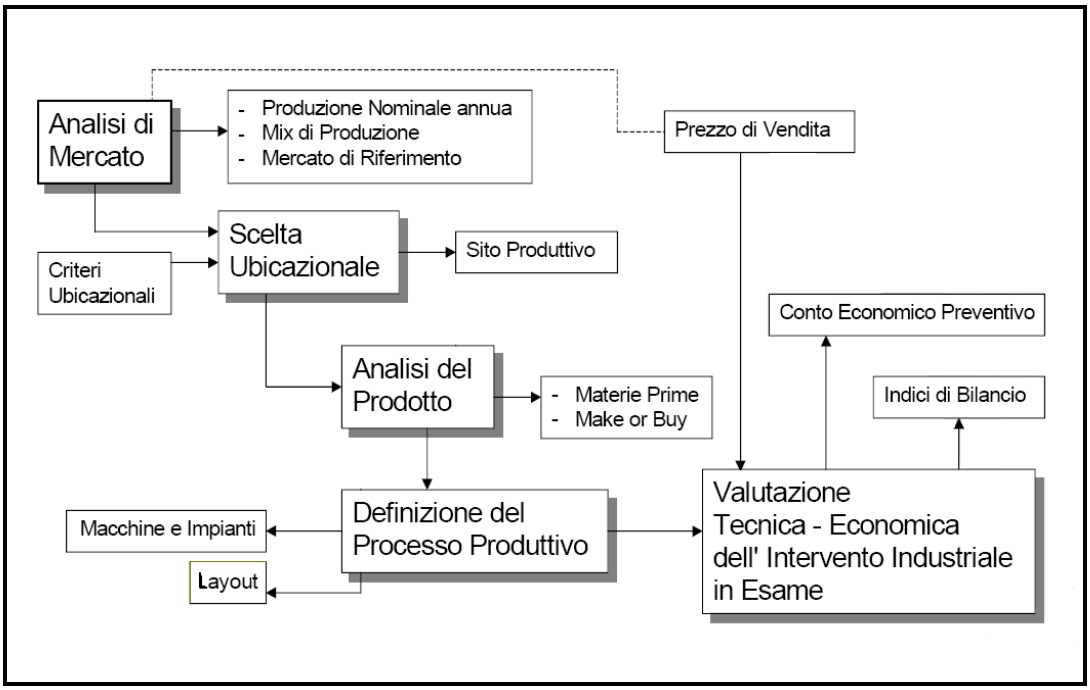


fig. 4 – Schema di studio di Fattibilità di un Intervento Industriale

L'elenco di argomenti proposto è in realtà puramente indicativo e non vincolante, anche se in esso sono individuabili alcuni elementi che difficilmente possono mancare in un elaborato di questo genere, in generale destinato a chi, a diverso titolo, voglia promuovere un'iniziativa industriale e quindi abbia la necessità di avere un'idea sufficientemente chiara di: **cosa produrre**, **come produrre**, **dove produrre**, **quanto produrre**, **che investimento è richiesto**, **quanto si pensa possa essere il ritorno e con quale livello di incertezza**.

Si vuole riportare in quest'ambito specifico di "studio di fattibilità" di un investimento industriale una breve trattazione degli argomenti ora menzionati, che, in maniera approfondita e specifica, sono già stati trattati in parte, e parte verranno trattati nel proseguo del presente lavoro. Con ciò si coglie l'occasione per sottolineare ancora una volta quale sia la complessità intellettuale e materiale che si presenta nella "Progettazione e Gestione di un processo produttivo", oggetto del nostro lavoro; in altri termini, si fa menzione del fatto che tra le problematiche citate, lo "studio del prodotto" è ad esempio un argomento di fondamentale importanza nel presente caso di "studio di fattibilità" di un investimento industriale, ma lo è anche nell'approccio delle problematiche di "marketing",

o ancora, “nell’analisi di settore”, che sono appunto argomenti di cui si è parlato a suo tempo; così sarà per le trattazioni riguardanti ad esempio lo “studio ubicazionale” o lo “studio del layout”, di cui come detto, daremo un accenno ora in questo approccio allo “studio di fattibilità” di un investimento, ma di cui dovremo riparlare più approfonditamente in seguito. Si sottolinea quindi come la complessità della “Progettazione e Gestione di un processo produttivo” deriva da uno stretto connubio tra problemi e sotto-problemi che si intersecano, si scambiano di ruoli, si integrano a vicenda andando a dipingere prospettive sempre diverse, ma sempre funzionali tra loro, andando a fornire gli strumenti di analisi su più fronti, atti a dare una chiave di lettura razionale e cristallina del problema principale.

4.2.2. Lo studio del prodotto

Lo studio del prodotto risponde ad esigenze diverse:

1. serve ad introdurre il destinatario dello studio di fattibilità, peraltro non necessariamente un tecnico e, in generale, certamente non uno specialista dello specifico prodotto, al bene che si intenderebbe produrre;

2. la conoscenza del prodotto che si intende realizzare, considerando anche i prodotti simili già presenti sul mercato, serve quale base per la definizione di come il prodotto dell'investitore dovrebbe essere realizzato.

Tale decisione, comunque, segue inevitabilmente alle considerazioni discendenti dallo “studio del mercato” e, quindi, alla “definizione della strategia aziendale”:

- uno stesso tipo di prodotto, infatti, può essere considerato in modo anche molto differente a seconda dell’ambito di mercato a cui ci si intende riferire, e cioè “mercato ampio o ristretto”,
- e del vantaggio competitivo che si intende cercare di avere e quindi “l’analisi prezzo/aspetti qualitativi”.

Un rischio che occorre cercare di evitare nel predisporre lo studio di prodotto, pena la scarsa utilità/leggibilità dell'elaborato, è quello dell'eccessiva mole di informazioni che si potrebbe essere propensi a fornire, finendo con l'affrontare l'argomento in modo "enciclopedico", dunque non ben finalizzato agli scopi effettivi dello studio.

Il "ciclo di vita" di un prodotto

È uno dei tanti aspetti che caratterizzano "il prodotto", ed è uno dei più importanti nell'approccio dello "studio di fattibilità di un investimento industriale". Il "ciclo di vita" di un prodotto viene misurato attraverso l'evoluzione delle vendite nel tempo. Esso comprende normalmente quattro stadi:

- Introduzione: la storia commerciale di molti prodotti presenta una crescita iniziale delle vendite piuttosto lenta mentre il mercato viene sensibilizzato;
- Crescita: quando il prodotto raggiunge il gradimento del mercato aumentano le vendite e gli utili;
- Maturità: mano a mano che il mercato diventa saturo il ritmo di crescita gradualmente diminuisce; si stabilizza il fatturato e l'utile unitario comincia a diminuire.
- Declino: per molti prodotti sopraggiunge la caduta della domanda quando scompare la necessità del prodotto stesso o il prodotto è rimpiazzato da nuovi prodotti dello stesso genere ma più appetibili.

La durata del ciclo di vita, l'estensione temporale di ogni stadio e la forma della curva (vendite/tempo) varia fortemente da un prodotto all'altro.

Da un punto di vista commerciale, la divisione del ciclo di vita in quattro stadi distinti permette di studiare le caratteristiche del mercato in ogni stadio e di adottare le strategie più appropriate.

L'andamento del ciclo dell'utile di un prodotto è nettamente diverso da quello del fatturato (si veda il diagramma riportato in **fig. 5**).

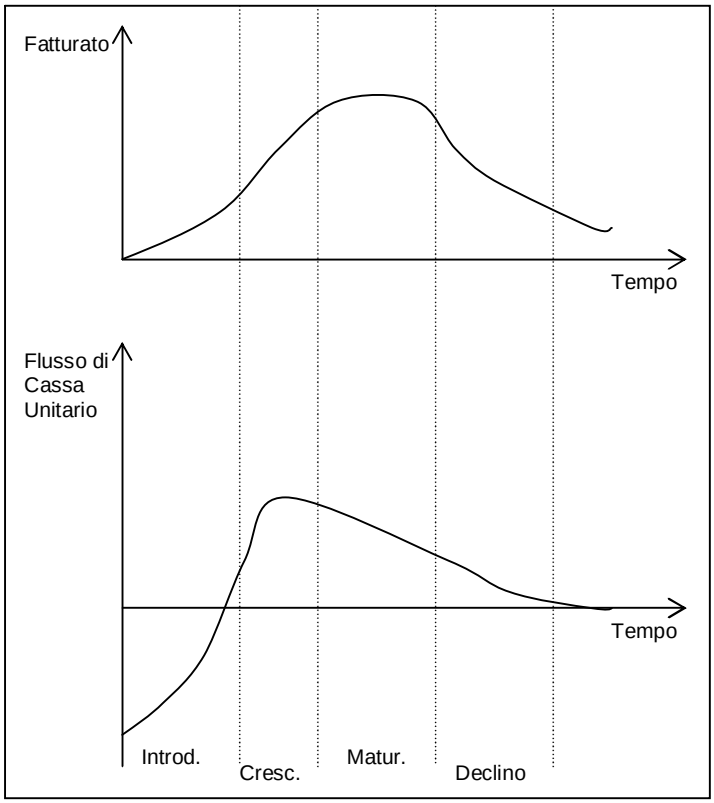


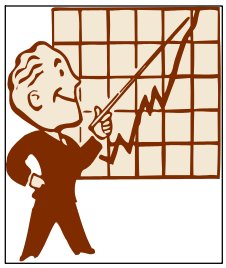
fig. 5 – Il Ciclo di Vita di un Prodotto

Durante l'introduzione sul mercato, non si hanno profitti a causa degli elevati costi iniziali di investimento. Durante la fase di crescita, il flusso di cassa per unità di prodotto raggiunge il suo valore massimo e quindi incomincia a calare, benché l'utile totale possa continuare a crescere in conseguenza dell'aumento del volume delle vendite. Durante l'ultima parte del periodo di crescita e la prima parte del periodo di maturità, la concorrenza crescente incide sempre più profondamente sui margini di profitto. Alla fine nel periodo di declino, la diminuzione del volume delle vendite e l'incremento dei costi di produzione riduce a zero l'utile totale e l'utile unitario.

4.2.3. Lo studio del mercato

Lo studio del mercato ha la finalità di identificare il mercato di riferimento prendendo in considerazione tutti gli elementi che contribuiscono ad individuarlo: la domanda e l'offerta, con riferimento all'ambito nazionale e/o internazionale a seconda delle esigenze (è sempre più evidente che l'ambito di riferimento di un'azienda industriale non è in generale locale, bensì nazionale e, frequentemente, internazionale).

L’analisi della domanda, in particolare, serve ad avere un’idea quantitativa dei potenziali clienti e può essere effettuata secondo diverse modalità:



- Interviste;
- Correlazione con indicatori economici;
- Estrapolazione da serie storiche, da cui si traggono le seguenti informazioni principali sulle componenti caratterizzanti al domanda:

- Componenti sistematiche;
- Componenti Variabili;
- Componenti Stagionali;
- Componenti Periodiche;
- Componenti Casuali.

L’analisi di mercato, unitamente al precedente studio del prodotto, serve anche ad individuare che tipo specifico di prodotto realizzare (lo strumento delle interviste, ad esempio, è spesso utilizzato con questa finalità), e quindi aiuta anche a definire la strategia aziendale di supporto a questa scelta.

All’individuazione della domanda, sia in termini quantitativi sia in termini qualitativi, deve fare seguito l’analisi dell’offerta presente sul mercato del prodotto considerato, che dovrà essere orientata ad individuare i fornitori esistenti, la loro dimensione produttiva, il loro ambito di riferimento, nonché altre informazioni che si possano ritenere utili, soprattutto ai fini della definizione di una corretta strategia aziendale.

Sia la domanda, sia l'offerta, come anticipato, dovranno essere analizzati nel corretto ambito cui presumibilmente ci si intende riferire (ambito locale, nazionale e/o internazionale). Lo studio, unitamente alla definizione della strategia cui ci si intende riferire, deve mettere in condizione l'investitore di capire quanto produrre e a quale prezzo (anche in considerazione del tipo di mercato: concorrenziale, oligopolistico o monopolistico).

4.2.4. Studio ubicazionale

Lo studio ubicazionale conduce a fare considerazioni innanzi tutto di tipo geografico (ubicazione geografica) e successivamente di tipo locativo (ubicazione topografica).

Sulla ubicazione geografica hanno influenza fattori diversi, alcuni legati al tipo di prodotto che si intende realizzare e al mercato cui ci si riferisce, altri indipendenti e dovuti, invece, a scelte legate alle istituzioni nazionali di politica economica.

Sulla localizzazione topografica dello stabilimento produttivo, invece, hanno influenza numerosi fattori che non è il caso ora di trattare dettagliatamente:

- disponibilità di manodopera;
- disponibilità di servizi;
- disponibilità di infrastrutture;
- costo della manodopera;
- posizione relativa dei fornitori;
- posizione relativa dei distributori/clienti.

Criteri quantitativi frequentemente adottati nel posizionamento di uno stabilimento industriale sono i seguenti:

- elenco di alternative e attribuzione a ciascuna di un voto come conseguenza di una serie di voti attribuiti a differenti aspetti caratterizzanti il sito con pesi diversi;
- minimizzazione dei costi di trasporto;
- minimizzazione delle distanze (coincide con il precedente se, come generalmente accade, i costi di trasporto sono proporzionali alle distanza percorse).

4.2.5. Studio del processo produttivo

La scelta del processo produttivo e la sua definizione richiede di effettuare scelte relative a due “tipologie di impianti presenti nell’azienda industriale”:

1. gli “impianti di processo propriamente detti”;
2. gli “impianti di servizio”.

Queste diverse tipologie di impianto, che nel loro insieme contribuiscono a costituire l'impianto industriale, possono assumere una maggiore o minore importanza a seconda del tipo di prodotto offerto e della tipologia di processo prescelto (questo aspetto assumerà particolare rilievo nella fase di progettazione del lay-out). Le due tipologie di impianti, di processo e di servizio, sono inoltre abbastanza dissimili, sia per le finalità e le caratteristiche tecniche, sia per il tipo di azioni richieste per la loro selezione/progettazione.

La scelta del processo produttivo ricade essenzialmente su figure con competenze nel campo della tecnologia meccanica, che si devono impegnare nel progettare il processo e selezionare i relativi impianti avuto riguardo al tipo di prodotto che l'azienda intende

realizzare e alla strategia cui l'azienda intende riferirsi. In funzione del processo produttivo prescelto, saranno selezionati gli impianti produttivi necessari, nonché gli impianti preposti all'erogazione dei servizi occorrenti alle risorse produttive ed umane presenti nello stabilimento. La selezione degli impianti di servizio appare, peraltro, abbastanza meno difficoltosa rispetto alla progettazione/selezione degli impianti di processo. In effetti, le macchine destinate all'erogazione dei servizi sono sufficientemente standardizzate da consentire una loro selezione basata sulla conoscenza di taluni parametri funzionali che acquistano il valore di cifre indice, rappresentative di assegnati processi produttivi.

È qui sufficiente rammentare che i processi produttivi ospitati in un più ampio sistema produttivo/industriale (a sua volta da considerarsi inserito in un più ampio contesto, quello di un'azienda industriale) possono essere variamente classificati in base a differenti considerazioni:

- in base alla determinatezza della sequenza di operazioni cui deve essere assoggettato il materiale per l'ottenimento del prodotto finito (processo a ciclo obbligato/a ciclo non obbligato);
- in base al modo di rispondere alla domanda (produzione su commessa/su programma);
- in base al modo di produzione (produzione unitaria/intermittente/continua);
- in base modo di realizzazione dei prodotti (per parti-assemblaggio/fabbricazione);
- in base alla dimensione;
- in base al rapporto fra capitale e lavoro (espressione del grado di automazione dell'azienda).

Osservazioni: ulteriori modi di classificare i sistemi produttivi possono essere proposti ma, in sostanza, rientrano in quelli principali già indicati sommariamente. Il tipo di processo, evidentemente, è funzione del tipo specifico di prodotto che si intende realizzare e della strategia aziendale che si vuol attuare. Esso, inoltre, influenza le fasi successive di progettazione dello stabilimento industriale, a partire dalle scelte di layout. La fase di studio del processo si completa con il dettaglio delle risorse produttive e di servizio individuate, per ciascuna delle quali, o almeno le più importanti e/o particolari, sarà opportuno allegare materiale tecnico illustrativo ed individuare i fornitori nonché i prezzi di listino.

4.2.6. Studio del Lay-Out

La selezione del processo produttivo in tutte le sue componenti rende possibile l'attuazione della fase successiva dello "studio di fattibilità", consistente nell'individuazione delle "soluzioni di layout":

- a livello macro (planimetria generale dello stabilimento produttivo);
- a livello intermedio (planimetria dei reparti di produzione);
- a livello micro (layout di macchina).

Le scelte di layout sono fortemente caratterizzate dal tipo di "processo produttivo" che si è precedentemente individuato, in particolare interessa conoscere se si tratta di un processo a ciclo obbligato o meno e, più in particolare, se si tratta di un processo di tipo intermittente, al limite destinato alla produzione unitaria, o di tipo continuo.

Le tipologie principali di layout generalmente individuate in letteratura sono le seguenti:

- layout per prodotto;
- layout per processo;
- layout a postazione fissa.

4.2.7. Studio dell'Investimento e della Redditività

L'analisi dell'investimento consiste nella valutazione quantitativa ed analitica di tutti i costi che occorre sostenere per avviare la produzione. Essi sono i costi dovuti principalmente a:

- terreno;
- fabbricati;
- macchinari;
- servizi;
- progettazione, direzione lavori e coordinamento della sicurezza;

che nel loro insieme vanno a comporre il cosiddetto **capitale fisso**. Per ciascuna delle voci indicate occorre prestare attenzione a considerare tutti i costi direttamente o indirettamente correlati (ad esempio nel caso del terreno, occorre considerare anche i costi per lo sbancamento e la preparazione del terreno, e così via).

Il **capitale fisso** rappresenta la spesa da sostenere per realizzare lo stabilimento produttivo. Per poter avviare la produzione, però, occorre anche considerare una quota parte di capitale necessario a tenere conto del tempo che intercorre dal momento in cui si "accende" lo stabilimento e il momento in cui si introitano le prime risorse economiche conseguenti alla vendita dei beni prodotti. Tale quota di capitale, comunemente detta **capitale d'esercizio**,

può essere variamente stimata. Ad esempio, “come una frazione del fatturato annuo”, oppure, in modo dettagliato, considerando:

a) il capitale impegnato in materie prime, lavori in corso e prodotti finiti;
b) il saldo di esposizione verso terzi e di terzi;
c) la cassa per le spese correnti.

La **somma** del **capitale fisso** e del **capitale d’esercizio** restituisce **l’importo stimato dell’investimento**, per coprire il quale occorrerà ricercare diverse “fonti di finanziamento”, oltre ad una consistente (almeno il 50 %) quota di “capitale proprio” (“capitale di rischio”).

All’analisi dell'investimento, fa seguito l’analisi della sua redditività. Questa si effettua considerando “l’utile netto rapportato al capitale necessario ad attuare l’investimento”. L’utile netto, a sua volta, discende dalla considerazione del fatturato previsto (prezzo composto per il volume di produzione stimato), cui va sottratto il costo totale di produzione, la somma delle quote d'ammortamento (onde ottenere il reddito imponibile) e le imposte previste (stimabili in circa il 50 % del reddito imponibile).

L'indice di redditività che si ottiene dalla presente analisi è un valore percentuale rappresentativo della frazione di investimento che si presume possa rientrare nell'ipotetico esercizio finanziario considerato. Esso è un valore che va considerato criticamente, dato che si tratta di un valore stimato al netto delle tasse (gli indici di redditività di molti altri investimenti con cui si potrebbe pensare di effettuare un confronto sono stimati al lordo di alti costi e/o delle tasse) e senza prendere nella dovuta considerazione l'indice di rischio che pure risulterà non piccolo in un investimento industriale (all'incirca, fra il 3% e l'8%). In sostanza ogni confronto con la redditività di altri investimenti dovrà essere effettuato prestando la massima attenzione a confrontare indici omogenei, ovverosia considerando tutte le voci che effettivamente possono influenzare l'andamento dell'investimento stesso.

Occorre aggiungere che i modi per valutare la redditività di un investimento sono vari (esistono al riguardo diversi criteri e metodi, come pure è possibile fare riferimento a uno o più esercizi finanziari). Ciò nonostante la metodologia qui proposta appare particolarmente indicata nel caso in cui l'investimento sia finalizzato alla realizzazione di un nuovo stabilimento produttivo.

4.2.8. Conclusioni

Lo studio di fattibilità, con i suoi allegati, si conclude con un giudizio critico (preferibilmente severo) sulla bontà dell'investimento proposto tenuto conto di tutte

posizioni fatte nelle varie sezioni dell'elaborato. Nel suo complesso, dunque, il documento predisposto si propone come un elaborato tecnico-economico-finanziario (usualmente si correda infatti di “elementi tecnico-preprogettuali”, di un “piano economico” e di un “piano finanziario”) finalizzato a supportare le decisioni di investimento: se ho un certo capitale da impegnare, a quali forme di investimento posso rivolgermi, con quali difficoltà e con quali attese, tenuto conto dell'incertezza che sempre caratterizza una previsione di questo tipo? Queste sono le domande a cui uno studio di fattibilità può dare risposte adeguate per le esigenze di un generico investitore.

4.3. CRITERI E METODI PER L’ANALISI DEGLI INVESTIMENTI INDUSTRIALI

4.3.1. Introduzione

L’analisi degli investimenti rappresenta un’attività complessa e delicata, sia per le difficoltà insite nell’effettuare una previsione di eventi economici generalmente lontani nel tempo, sia per l’entità delle risorse economiche messe in gioco spesso di entità non modesta. L’analisi degli investimenti, inoltre, costituisce una parte fondamentale degli “studi di fattibilità tecnico-economici” nei quali si forniscono indicazioni pre-progettuali a carattere tecnico, economico e finanziario riguardo alla possibilità di effettuare investimenti di qualsivoglia genere (industriali, immobiliari, mobiliari, etc.). Negli studi di “fattibilità di investimenti industriali”, in particolare, si fornisce un’indicazione della **redditività dell’attività economica** attraverso la considerazione del **reddito annuo netto generato dall'investimento** e del **capitale globalmente richiesto** (**capitale fisso** per la realizzazione dello stabilimento industriale, e **capitale d’esercizio** per l'avvio delle attività produttive). Non è da escludere, comunque, che nello “studio di fattibilità” si cerchi di valutare la bontà dell'investimento anche attraverso la considerazione di altri parametri significativi, come ad esempio il **tempo di recupero del capitale** (il cosiddetto **payback period**), purché la complicazione derivante dall'applicazione di più criteri, eventualmente anche sofisticati, sia giustificata dall’entità dell’investimento e dal rischio che lo caratterizza. Più in generale, l’analisi degli investimenti si propone di fornire indicazioni utili agli investitori, ancorché caratterizzate da un certo grado di incertezza, attraverso la

considerazione delle circostanze e dei parametri che possono aiutare a definire tutte le caratteristiche dell'attività che si intenderebbe intraprendere.

4.3.2. Classificazione degli investimenti

Occorre innanzi tutto definire cosa si intenda per "investimento" e "quanti tipi di investimenti esistano".

Un investimento può essere considerato come uno scambio di risorse nel tempo: a fronte di risorse variamente impegnate nel tempo (in generale economiche, ma non solo), attraverso l'effettuazione di un investimento si cerca di avere un ritorno di risorse (in generale economiche) variamente distribuite nel tempo di entità tale da giustificare l'effettuazione dell'attività: cioè le risorse recuperate devono essere di entità tale da coprire il capitale impegnato, remunerare l'investitore ad un tasso soddisfacente, compensare l'investitore del rischio corso nell'impegno del capitale, compensare l'investitore di eventuali altri investimenti mancati, o più in generale della mancata disponibilità del capitale per un certo tempo, e tenere conto della perdita di potere d'acquisto del capitale impegnato. La considerazione di tutte le circostanze indicate deriva dall'adozione di un appropriato tasso di interesse, sul significato del quale si ritornerà più avanti.

Gli investimenti così definiti possono essere variamente classificati in base a diversi parametri:

a) Natura dell'investimento;
b) Dimensione dell'investimento;
c) Distribuzione temporale delle entrate e delle uscite;
d) Regime nel quale si considera effettuato l'investimento.

a). Classificazione in base alla natura dell'investimento

Riguardo alla natura dell'investimento, occorre innanzi tutto fare una prima fondamentale distinzione fra investimenti effettuati in "campo industriale" e gli "altri" (investimenti immobiliari, investimenti mobiliari, etc.). Quelli su cui si sofferma maggiormente l'attenzione sono, naturalmente, gli "investimenti industriali", i quali sono in generale caratterizzati da un significativo livello di complessità e/o sono realizzati, con differenti modalità, nell'ambito di sistemi industriali esistenti o da realizzarsi. Gli "investimenti industriali" sono classificati in letteratura in:

- Investimenti a "produttività sociale": sono indirizzati alla realizzazione di strutture ed infrastrutture cui si attribuisce una prevalente utilità sociale (scuole, edifici pubblici, etc.). Essi hanno una ricaduta indiretta sul mondo industriale.
- Investimenti a "produttività differita": sono di maggiore interesse per l'attività degli stabilimenti industriali ovverosia orientati alla realizzazione di infrastrutture di trasporto e di servizi in genere che, evidentemente, sono di grande interesse ed importanza per le realtà industriali.
- Investimenti a "produttività diretta": sono, altresì, quegli investimenti che trovano applicazione nel mondo industriale. Essi sono ulteriormente classificati in "investimenti":
  - "di ampliamento": destinati ad aumentare la capacità produttiva di un impianto;
  - "di ammodernamento": destinati a tenere conto dell'invecchiamento fisico e tecnologico delle risorse produttive, cioè dell'incapacità di queste a conservare le prestazioni qualitative, quantitative e di economicità nella produzione, ad esempio per incremento dei costi di manutenzione, etc.
  - "di aggiornamento": destinati a tenere conto dell'invecchiamento tecnico-commerciale delle risorse produttive, non più in grado di realizzare i prodotti richiesti dal mercato;
  - "di sostituzione": destinati a sostituire risorse produttive non più idonee a svolgere il loro compito;
  - "di miglioramento ambientale": oggi particolarmente importanti alla luce della normativa volontaria e cogente sempre più articolata, e dell'accresciuta sensibilità ambientale da parte della collettività che sembra orientata a riconoscere negli impiantisti (progettisti e gestori) una importante responsabilità nel problema ambientale associato agli impianti industriali.

b). Classificazione in base alla dimensione dell'investimento

In base alla dimensione, gli investimenti possono essere considerati:

- "Grandi investimenti": quando il capitale da investire è grande rispetto al capitale netto dell'investitore e l'investimento, per sua natura, può avere un'influenza sul mercato di riferimento dell'investitore;
- "Piccoli investimenti": quando il capitale da investire è piccolo rispetto al capitale netto dell'investitore e l'investimento, per sua natura, non ha un'influenza sul mercato di riferimento dell'investitore.

c). Classificazione in base alla distribuzione temporale delle entrate e delle uscite

Riguardo alla distribuzione temporale delle entrate e delle uscite caratterizzanti un investimento, si osserva che queste possono essere puntuali e/o distribuite nel tempo, per cui si usa parlare di investimenti del tipo:

- Point output-point input;
- Continuous-output-point input;
- Continuous output-continuous input;
- Point output-continuous input.

Gli investimenti che interessano in campo industriale sono generalmente del tipo "point output-continuous input", in particolare quando questi sono indirizzati alla realizzazione di un nuovo stabilimento industriale. Va inoltre tenuto in considerazione che, quando gli investimenti prevedano dei flussi economici distribuiti nel tempo, occorre prendere in considerazione i meccanismi di capitalizzazione/attualizzazione dei valori economici, che potranno essere attuati in regime di:

- **capitalizzazione semplice** (periodo caratteristico di capitalizzazione coincidente con il periodo preso in considerazione);
- **composta** (periodo caratteristico di capitalizzazione in generale diverso dal periodo considerato, ad esempio uguale a uno);
- **continua** (periodo di capitalizzazione tendente a zero).

d). Classificazione in base al regime nel quale si considera effettuato l'investimento

Un'ultima considerazione va fatta con riguardo al regime in cui si considerano gli investimenti, e cioè:

- "regime permanente": quando si considerano le grandezze caratteristiche dell'investimento non variabili nel tempo;
- "regime non permanente": cioè quando si fanno considerazioni opposte a quelle appena fatte al punto precedente;
- "regime deterministico": quando si considerano le grandezze in gioco prive di qualunque incertezza;
- "regime stocastico": quando si considerano le grandezze in gioco come grandezze incerte, quindi caratterizzate da una distribuzione probabilistica.

Evidentemente, considerare gli investimenti in regime "non permanente e stocastico" contribuisce a trarre conclusioni più rigorose sul piano, ma allo stesso tempo richiede un impegno maggiore che non sempre appare giustificato in relazione all'investimento.

4.3.3. Criteri e Metodi per valutare la bontà di un Investimento

Il problema di valutare la bontà di un investimento fra i molti che si possono effettuare richiede, in sostanza, di effettuare una scelta. Tale scelta deve essere basata sulla considerazione di un parametro correlato all'investimento e che di questo possa essere chiaramente indicativo della sua bontà.

Supposto di individuare un generico "**indice di valore**" E(x) dell'investimento, funzione di una serie di elementi caratterizzanti l'investimento rappresentati dalle componenti X del vettore x (si può anche immaginare che tali componenti siano in relazione con diversi investimenti possibili e costitutivi del portafoglio investimenti dell'investitore), la formulazione più generale che si può dare al problema è la seguente:

$$\max [E(x), x \sum X] \qquad (1)$$

L'indice E(x) può in generale essere fatto coincidere con il "**reddito totale attualizzato**" R(x) generato negli anni dall'investimento. Per cui si potrebbe scrivere la (1) come:

$$\max [R(x), x \sum X] \qquad (2)$$

Questa formulazione del problema non tiene in nessun conto le "incertezze" che in verità sussistono quando si fanno questo tipo di previsioni. Volendo tenere conto di queste, si può immaginare che il "**reddito totale attualizzato**" R(x) si "distribuisca con una certa densità di probabilità" e che quindi, nella formulazione simbolica del problema, si debba tenere conto del "**valore atteso o speranza matematica del reddito totale attualizzato**":

$$\max [\overline{R}(x), x \sum X] \qquad (3)$$

In modo "lievemente più sofisticato" si può anche tenere conto delle "incertezze" considerando la **probabilità** "p_o" che si verifichi un certo valore del reddito totale attualizzato non desiderato perché ritenuto troppo basso:

$$\max [\overline{R}(x), x \sum X \text{ e } p_o < w] \qquad (4)$$
$$0 \leq w \leq 1$$

La risoluzione di questi problemi può essere effettuata ricorrendo a vari strumenti messi a disposizione dalla matematica e dalla ricerca operativa, in relazione al tipo di funzione matematica che esprime il reddito totale attualizzato ed i vincoli ("moltiplicatori di Lagrange", "programmazione lineare", "programmazione dinamica", etc.).

Oltre che da un punto di vista strettamente matematico, il problema dell'analisi degli investimenti può essere affrontato con vari criteri e metodi suggeriti in letteratura, come già anticipato.

Innanzitutto uno “strumento relativamente efficace di analisi” è rappresentato dalla considerazione dei flussi economici (tutte le entrate e le uscite periodo dopo periodo) associati ad una ipotetica cassa e ricondotti ad un istante di riferimento grazie al meccanismo dell'attualizzazione. Il “tasso di attualizzazione” va scelto con riferimento al “costo medio del capitale in azienda”, o al “tasso praticato dagli istituti di credito”. Fra le “spese non vanno considerate” (così come in generale nell'applicazione dei metodi di analisi degli investimenti), l'IVA, i costi affondati (cioè costi comunque da sostenere), le quote d'ammortamento, se non nella misura in cui consentono di ridurre il reddito imponibile, e gli eventuali contributi a fondo perduto. Fra le “spese da considerare”, invece, bisognerà prestare molta attenzione a non trascurare costi non facilmente prevedibili e/o indirettamente collegati con l'investimento che si intenderebbe effettuare. In generale, bisognerà cercare di fare considerazioni sufficientemente conservative, tenuto conto del carattere di incertezza che sempre contraddistingue l'applicazione delle tecniche di analisi degli investimenti.

Si usa distinguere tra “criteri di analisi” e “metodi di analisi” per gli investimenti:

- criteri: metodologie di analisi e scelta non formalizzate, bensì basate sulla considerazione di circostanze particolari. Un criterio molto diffuso e frequentemente adottato, come è facile immaginare, è quello del grado di urgenza con cui si deve effettuare una spesa. In sostanza il criterio può suggerire di effettuare un investimento a prescindere da altre considerazioni quando motivazioni d'urgenza in ordine alle attività produttive lo suggeriscano. E' facile comprendere che l'adozione di questo criterio appare giustificata quando sussistano effettivamente motivazioni d'urgenza che rendano impossibile l'effettuazione di altre considerazioni, e comunque, quando l'entità della spesa non sia rilevante rispetto alla ricchezza dell'investitore.
- metodi: altresì, richiedono una certa formalizzazione matematica attraverso la considerazione di parametri rappresentativi degli investimenti e si distinguono in **metodi semplici** (di più facile attuazione ma meno rigorosi) e **precisi** a seconda che non si consideri l'attualizzazione dei valori economici in gioco o la si consideri.

Metodi semplici

Fra i metodi semplici si ricordano:

- **metodo del periodo di recupero del capitale** (Pay Back Period - PBP);
- **metodo del tasso medio annuo di redditività** (Return On Investment - ROI);

L'applicazione del "primo metodo" richiede di trovare il "**periodo**" P (generalmente in anni) dopo il quale viene recuperato il "**capitale investito**" S_0, a fronte di un "**reddito medio annuo**" pari ad R:

$$P = S_0/R \qquad (5)$$

È evidente che nella stima di R siano insite le incertezze dovute alla previsione di tale reddito, nonché al fatto che esso si assuma costante. Tale metodo appare abbastanza espressivo, giacché fornisce un'indicazione di sicuro interesse per l'investitore (dopo quanti anni ci si aspetta che almeno recuperi il capitale investito), ma ha il limite fondamentale di non dare un'idea chiara della redditività dell'investimento. Anzi esso rischia di penalizzare attività economiche a lungo periodo di recupero del capitale, seppure anche molto redditizie.

Il "secondo metodo semplice" richiede di determinare l'**indice ROI dell'investimento** mediante la relazione seguente:

$$b = (R/S_0)\ 100 \quad (6)$$

e di confrontarlo con la **redditività attesa da parte dell'investitore**.

Metodi precisi

I principali metodi precisi suggeriti in letteratura sono i seguenti:

- **metodo del valore attuale** (Present Value - PV) o valore attuale netto (Net Present Value - NPV);
- **metodo del tasso di redditività attualizzato** (Internal Rate of Return - IRR);
- **metodo del periodo di recupero attualizzato** (Discounted Pay Back Period - DPBP);
- **metodo di Fisher**.

Il "primo metodo" discende dalla valutazione del "**valore attuale dell'investimento**":

$$VA = \sum R_k/(1 + i)^k \qquad (7)$$

e nel verificare che esso compensi almeno "l'**esborso iniziale**" S_0: $VA > S_0$ (8)

Con un'altra formulazione, e cioè considerando la "**sommatoria estesa all'istante iniziale in cui si effettua l'investimento**", si può introdurre il "**valore attuale netto**":

$$VAN = \sum R_k/(1 + i)^k \qquad (9)$$

e verificare che esso sia maggiore di zero: $VAN > 0$ (10)

Riconsiderando l'equazione del VAN uguagliata a zero, da essa si può desumere quale incognita dipendente il **tasso di redditività attualizzato** che, attraverso il confronto con il **tasso atteso dall'investitore**, consente di applicare il "secondo metodo preciso" menzionato, l'IRR.

Se nella stessa equazione si considera questa volta come incognita il "**periodo rappresentativo dell'orizzonte economico dell'investimento**" (ovverosia la durata presunta dell'investimento o il periodo di tempo nel quale si ritiene di poter fare considerazioni sufficientemente realistiche), si ha l'applicazione del "terzo metodo preciso" menzionato, che conduce a confrontare questa durata con il "**periodo desiderato dall'investitore per il recupero del suo capitale**". Naturalmente valgono le stesse considerazioni già fatte per il corrispondente metodo semplice.

Il "metodo di Fisher", infine, richiede di valutare il VAN dell'investimento differenza fra "l'investimento che si sta valutando" e "l'investimento tipo che non si può fare" perché si sta rinunciando con la prima iniziativa alla disponibilità del capitale:

$$VAN = \sum (R_{kA} - R_{kB})/(1 + i_{AB})^k \qquad (11)$$

Per l'applicazione del metodo occorre che sia anche in questo caso verificata la precedente relazione (10).

Osservazioni: l'applicazione di tutti i metodi ricordati comporta per ciascuno di essi alcuni vantaggi, essenzialmente legati alla significatività degli indici trovati, e alcuni limiti, dovuti alla necessità di fare supposizioni, ipotesi, previsioni.
Fra le ipotesi di base che si è finora trascurato di ricordare ci sono le seguenti:

- orizzonte economico di riferimento degli investimento confrontati paragonabile;
- entità degli investimenti confrontati paragonabile.

Qualora una o entrambi le ipotesi poste decadano, occorrerà effettuare il confronto fra gli investimenti adottando la così detta “analisi delle alternative incomplete”, che prevede il ricorso a “metodi empirici”, come, ad esempio, il ricondurre la durata di due investimenti con orizzonti economici diversi ad una unica, pari al minimo comune multiplo delle due e considerare, dunque, il valore economico dell'investimento più breve onde reinvestirlo fino al termine trovato.

Capitolo 5. ELEMENTI DI PROGETTAZIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI

5.1. PROGETTARE IN QUALITA'

Progettare significa "ideare e studiare un prodotto o un servizio in rapporto alle possibilità e a i modi di attuazione o di esecuzione". Tradizionalmente con il termine "progettazione" si intende l'insieme delle attività tecniche e organizzative che va dalla definizione dei dati di ingresso fino all'emissione degli elaborati di progetto sufficienti alla realizzazione; ma tale concetto va oggi tuttavia elaborato nel senso che la "progettazione" non può considerarsi conclusa quando comincia la fase produttiva, ma prosegue facendo proprie le eventuali necessità di modifiche derivanti dalle esigenze realizzative, dall'utilizzo del prodotto stesso, dalle analisi elaborate a cura della funzione assistenza post-vendita. Rientrano quindi nel concetto di "progettazione" tutte le fasi fino alla fase produttiva e le fasi successive di "gestione". In tal senso la "progettazione è l'integrazione di molti aspetti di varia natura; si veda in tal senso lo schema in **fig. 1**:

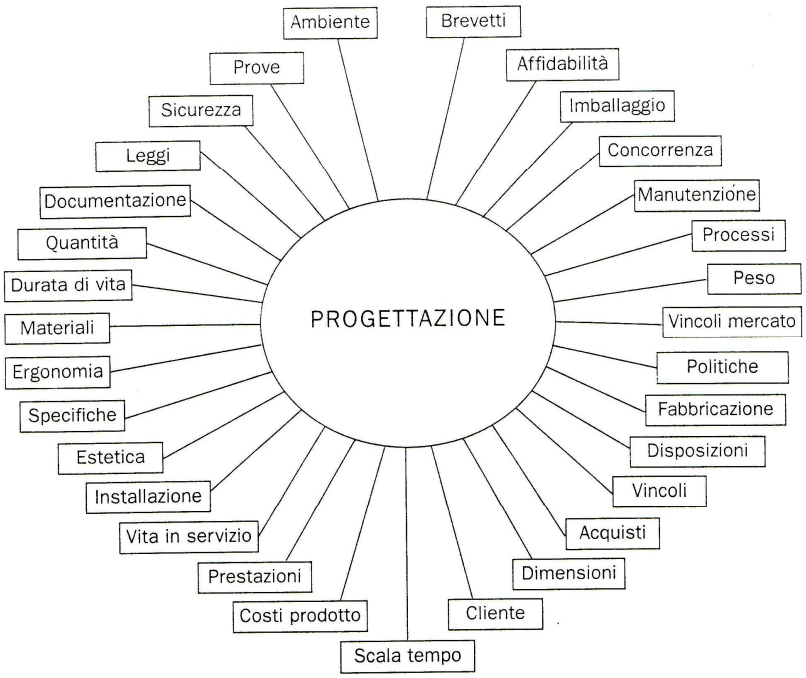


fig. 1 – Elementi della Progettazione

Questo deve essere interpretato in "modo dinamico" per tener conto della variabilità dei singoli aspetti nel corso dello sviluppo di un determinato progetto.

Le moderne teorie sulla progettazione si basano sul concetto di "progettazione simultanea" (Concurrent Engineering", CE) nel senso che gli ingegneri di "progettazione", "fabbricazione" e "qualità" lavorino insieme per migliorare i processi e le tecniche per soddisfare le richieste del cliente:

- Tempi di consegna rapidi;
- Ampia varietà di prodotti;
- Maggiore "qualità" dei prodotti.

L'**ingegneria della qualità** è l'insieme di attività operative, manageriali e di engineering che ogni azienda impiega per assicurare che le caratteristiche della qualità siano al livello richiesto.

Stiamo dunque introducendo ora, in maniera esplicita in questo lavoro, il concetto di "**Qualità**" che la NORMA EN ISO 9000 (e così la più attuale UNI ISO 8402) definisce come "***l'insieme delle caratteristiche di entità che conferiscono la capacità di soddisfare esigenze espresse o implicite***", e attribuisce al "**sistema qualità**" la definizione di "***struttura organizzativa, responsabilità, procedure, processi e risorse necessari ad attuare la gestione per la qualità***".

Queste attese possono essere **generali** e **specifiche**. Quelle **generali** riguardano prevalentemente la **sicurezza**, l'**attitudine all'uso** e l'**affidabilità del prodotto**. Esse sono fondamentali nella produzione di serie, nella quale il produttore deve tenere sotto osservazione il proprio mercato, anche con indagini mirate ed in stretta collaborazione con la propria rete di vendita. Per contro, le **esigenze specifiche** sono importanti nella produzione su commessa, sia essa prototipica o per lotti: in questo caso, alle esigenze generali si aggiungono le indicazioni precise del cliente sulle caratteristiche che il prodotto dovrà avere per assolvere ad usi particolari o per poter essere inserito in un impianto esistente. In questo contesto, il cliente può concorrere direttamente alla progettazione del prodotto, che, allora, dovrà corrispondere esattamente a quanto esplicitamente richiesto. Questo garantisce da un lato il cliente, che riscontra direttamente l'effettiva considerazione delle proprie attese e, dall'altro, l'azienda, che ottiene assicurazione della validità del proprio operato o delle correzioni che in fase di riesame vengono poste.

La Qualità è un'entità che presenta questi aspetti di base:

- Affidabilità;
- Manutenibilità;
- Sicurezza;

- Rispetto delle prescrizioni relative all'ambiente;
- Prestazioni;
- Durata;
- Estetica;
- Qualità percepita.

In quest'ottica si può ritenere che la metodologia CE sottintenda una progettazione rivolta sia al soddisfacimento delle esigenze del cliente, con le caratteristiche di prodotto, sia agli aspetti organizzativi e produttivi, per un'ottimizzazione globale delle risorse e una risposta in termini di competitività.

La *Certificazione per la Garanzia della Qualità* risponde alle norme della serie ISO 9000. Le norme attualmente in uso sono comunemente indicate in Europa come serie EN 29000. Emesse nel 1987 in sede ISO come serie ISO 9000 e fatte proprie da più di 50 paesi in tutto il mondo non riguardano le caratteristiche dei prodotti (cosa peraltro impossibile in norme di carattere generale), ma si riferiscono alla capacità dell'azienda di rispettare precise prescrizioni - interne ed esterne, comprese quelle dettate dalle norme tecniche e dalle prescrizioni di legge - in tutte le fasi dell'attività produttiva, dal controllo delle materie prime al controllo di ogni fase del processo produttivo e del prodotto finito, dalla logistica alla definizione della precisa responsabilità di ogni operazione, compresi imballaggio, spedizione ed eventualmente installazione. In dettaglio:

- UNI EN 29001: da utilizzare quando la conformità ai requisiti specificati deve essere assicurata dall'azienda nelle fasi di progettazione e sviluppo, produzione, installazione ed assistenza post-vendita;
- UNI EN 29002: da utilizzare quando la conformità ai requisiti specificati deve essere (o viene volontariamente) assicurata nelle fasi di fabbricazione ed installazione;
- UNI EN 29003: da utilizzare quando la conformità ai requisiti deve essere assicurata soltanto mediante controlli, collaudi e prove finali sul prodotto;

A queste si associano inoltre:

- UNI ISO 8402: terminologia nella qualità;
- UNI EN 29000: regole riguardanti la conduzione aziendale per la qualità e la garanzia della qualità;

- UNI EN 29004: destinata alle aziende che fanno della qualità una scelta autonoma e svincolata da aspetti contrattuali, considerando aspetti legati al mercato nel suo insieme come potenziale committente ed all'analisi dei costi inerenti la qualità.

Esistono due aspetti generali della qualità: la **qualità del progetto e quella di conformità ad esso**. Tutti i beni e servizi sono prodotti a vari gradi o livelli di qualità, e le variazioni che dividono i gradi o livelli della qualità possono essere intenzionali e, perciò, determinate dalla **qualità del progetto**. Così, tutte le vetture hanno lo stesso obiettivo di base di provvedere all'utente un sicuro trasporto; tuttavia, esse differiscono tra loro per grandezza, nome, estetica e prestazioni, appunto determinate da una intenzionale diversa qualità del progetto. La qualità del progetto implica la scelta dei materiali usati per la costruzione, le tolleranze di produzione, l'affidabilità ottenuta attraverso lo sviluppo dei motori, delle sospensioni, dell'accessoristica e di tutto l'equipaggiamento. La **qualità della conformità** è determinata da quanto bene il prodotto obbedisce alle specifiche ed alle tolleranze richieste dal progetto. Essa è influenzata da un gran numero di fattori, comprendenti, tra l'altro, la scelta dei processi tecnologici, l'addestramento ed il controllo degli operatori, il tipo di garanzia della qualità usato (controlli di processo, prove, attività di ispezione, ecc.), la cura con la quale tale garanzia della qualità viene assicurata e la motivazione degli operatori a raggiungere e migliorare continuamente la qualità. La responsabilità della qualità è distribuita attraverso tutta l'organizzazione aziendale, ed alcune sue specifiche responsabilità funzionali sono, per la **qualità di progetto**:

- pianificazione di prodotto, marketing e vendite. Infatti, è ormai noto che queste funzioni hanno la responsabilità di fornire le attività di ricerca di mercato che portano alla descrizione del prodotto che meglio incontra gli obiettivi di attitudine all'uso dell'acquirente. Esse hanno anche la responsabilità di presentare all'acquirente i dati di qualità del prodotto;
- engineering di sviluppo. Questa funzione è responsabile del progetto originale del prodotto, determinando le specifiche, il progetto per l'industrializzazione, la scelta dei materiali, le tolleranze e le caratteristiche delle prestazioni del prodotto;
- acquisti. Questa funzione è responsabile di selezionare i fornitori ed interagire con essi per riguardo alla qualità dei materiali e dei componenti che forniscono;

e, per la **qualità della conformità**:

- gestione della produzione. I manager della produzione sono responsabili dell'addestramento degli operatori, della appropriata manutenzione delle attrezzature, della corretta interpretazione dei disegni e delle specifiche, e del controllo del prodotto durante ed alla fine del processo produttivo;
- quadri di produzione. Tutti i quadri sono responsabili dell'addestramento, dell'aggiornamento e del controllo degli operatori;
- esame e prova. Questa funzione è responsabile della verifica della qualità dei materiali e dei componenti in arrivo, e del controllo della rispondenza alle specifiche delle prestazioni di tutti i prodotti costruiti;
- imballaggio e spedizione. Questa funzione è responsabile dell'adeguatezza dei materiali di imballaggio e spedizione nei quali il prodotto è contenuto, e della spedizione e trasporto dell'insieme al cliente finale;
- servizio dopo vendita. Questa funzione è responsabile della manutenzione del prodotto, comprese tutte le attività di installazione, riparazione e sostituzione. Il ruolo principale del servizio al prodotto è di aiutare l'utente a capire il potenziale delle prestazioni del prodotto durante l'intera vita utile.

La piena e corretta applicazione di una o più delle norme serie EN 29000 dà diritto all'azienda di ottenere da un ente accreditato nazionale od internazionale la **certificazione** della qualità dell'azienda. La certificazione, che ha validità biennale e viene data dopo severi controlli, fornisce precise garanzie all'utente e diventa condizione indispensabile per poter mantenere un ruolo sul mercato. La certificazione è l'atto mediante il quale un ente di certificazione notificato dichiara che un determinato processo, servizio o sistema di qualità aziendale è conforme alle norme od alle regole ad esso applicabili.

Esistono principalmente 3 tipi di certificazione:

1. **Certificazione di prodotto**: attuata per mezzo di uno o più laboratori che effettuano le prove di conformità e di un organismo che controlla la permanenza nel tempo della conformità, prelevando campioni dalla produzione o sul mercato e sottoponendoli a prove di laboratorio.

2. **Certificazione del personale**: attuata per mezzo di un organismo di certificazione che controlla le caratteristiche (scolarità, esperienza, addestramento specifico) del personale impiegato nell'attività aziendale.
3. **Certificazione del sistema di qualità**: attuata per mezzo di un organismo che valuta l'idoneità, e la permanenza nel tempo, delle caratteristiche del sistema di qualità dell'azienda, applicando lo schema adatto al settore produttivo considerato.

Lo scopo principale della certificazione è di garantire agli **utenti** la conformità a requisiti di qualità e di affidabilità.

Il concetto di **Circolo della Qualità** è esteso all'intera attività dell'azienda, dall'acquisizione dei materiali all'installazione dei propri prodotti ed al relativo servizio di assistenza post-vendita. Allora, in questo caso, le sue attività assumono l'andamento di **fig. 2** a seguire, in cui si può individuare la **spirale virtuosa della qualità**. In essa ne è rappresentata la struttura, che fornisce una solida e continuativa base per l'innovazione.

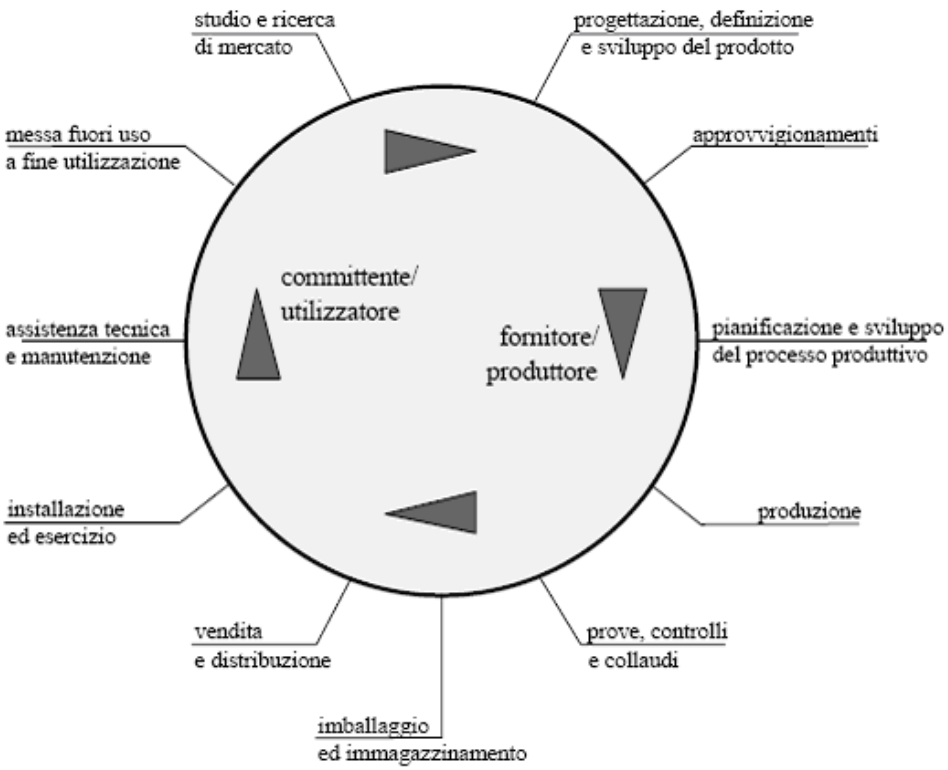
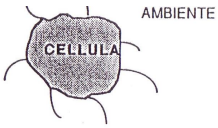


fig. 2 – Circolo della Qualità applicato all'intera vita del Prodotto

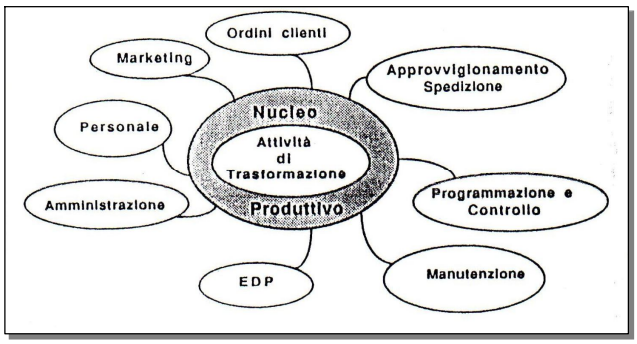
5.2. CICLO DI VITA DI UN SISTEMA PRODUTTIVO

5.2.1. Il sistema produttivo ed il suo ambiente

Un sistema produttivo può essere definito come "*un'insieme di elementi interagenti che pianificano e svolgono le loro attività avendo come obiettivo comune la produzione di prestabiliti beni e/o servizi*". Un sistema produttivo deve essere considerato in tal senso alla stregua di un organismo vivente, quindi paragonabile ad una macrocellula, più o meno grande ed evoluta che vive e si sviluppa in un ambiente esterno dal quale preleva le fonti di sostentamento e gli input di conoscenza e verso il quale invia gli output costituiti dai risultati delle sue elaborazioni interne.



I "gangli" e la "membrana esterna" rappresentano rispettivamente i "mezzi di comunicazione" e "l'involucro protettivo" del "cuore" della cellula stessa. La "cellula-sistema produttivo" vive in un ambiente esterno con il quale è collegato mediante una serie di "funzioni aziendali": marketing, finanza, amministrazione, personale, ecc.



Tali funzioni fungono da interfaccia tra "ambiente esterno" e "nucleo produttivo" (technical core) del sistema cui è riservato il compito di svolgere le attività di produzione di beni e servizi.
Gli ordini recepiti dai clienti identificano qualitativamente e quantitativamente i fabbisogni di risorse necessarie all'azienda.

- Le funzioni "approvvigionamento", "personale", "finanza", "manutenzione" ecc. provvedono al reperimento delle risorse in precedenza stimate;
- la funzione "pianificazione e controllo" stabilisce la tipologia, la sequenza e la tempificazione delle attività che devono essere svolte. Solo a questo punto il "nucleo interno del sistema" dà inizio alla sua attività di produzione.

Si rileva conveniente "isolare" il “nucleo produttivo” dall'ambiente esterno al sistema, ogniqualvolta ciò sia possibile; infatti l'isolamento (buffering) del nucleo tecnico dall'ambiente al contorno presenta una serie di vantaggi in sede operativa:

- Evita che il processo produttivo possa essere negativamente influenzato dal susseguirsi di richieste e sollecitazioni provenienti dai clienti o dall'ufficio vendite.
- Rende il processo produttivo efficiente giacché esso non viene eccessivamente influenzato da sollecitazioni esterne.
- Consente di mantenere costante il ritmo di lavoro di taluni processi (p.e. petrolchimici, siderurgici, di assemblaggio, ecc.), in cui un assetto di marcia costante degli impianti è condizione assolutamente indispensabile.
- Consente di ripartire la responsabilità di gestione delle diverse funzioni aziendali tra le persone ritenute di volta in volta più adatte e qualificate.

E' appena il caso di sottolineare che "isolare" il nucleo di produzione dall'esterno non significa ovviamente renderlo insensibile o indipendente dalle sollecitazioni esterne. Tutte le attività produttive traggono origine dal mondo esterno e sono destinate al mondo esterno.

5.2.2. Obiettivi e funzioni dei sistemi produttivi

Il principale obiettivo di un qualsivoglia sistema produttivo può essere identificato nel: "Produrre il bene o il servizio desiderato al minimo costo".

Obiettivi collaterali da perseguire possono essere di volta in volta scelti dall'azienda tra quelli qui di seguito esemplificativamente elencati:

- volume dì produzione;
- costi totali, ovvero inerenti ad una particolare tipologia di risorse (manodopera, energia, materie prime, ecc.);
- coefficiente di utilizzazione degli impianti;
- qualità ed affidabilità dei prodotto;
- rispetto delle date di consegna;
- redditività e/o rientro degli investimenti effettuati;
- flessibilità alle variazioni nelle caratteristiche del prodotto;
- flessibilità alle variazioni nelle caratteristiche della domanda.

Ovviamente tali obiettivi collaterali non possono essere tutti perseguiti contemporaneamente; molto spesso infatti essi possono addirittura risultare in contrasto tra di loro.

I processi di trasformazione possono essere di diverso tipo a seconda del sistema produttivo via via preso in considerazione; si veda a tal proposito lo schema riassuntivo in **tab. 1** seguente:

Tipo di trasformazione	Sistema Produttivo
Processo fisico	Azienda manufatturiera
Movimentazione nello spazio	Azienda di trasporti
Movimentazione nel tempo	Azienda di stockaggio
Scambio	Magazzino al dettaglio
Attitudinale	Centro di formazione
Informativo	Centro EDP

- tab. 1 -

Un sistema produttivo è costituito da un insieme di elementi (macchinari, manodopera, attrezzature, procedure informative e gestionali, ecc.) la cui funzione è quella di trasformare un predeterminato input di risorse (materie prime, denaro, conoscenze, ecc.) in un desiderato insieme di beni o di servizi.

5.2.3. Il ciclo di vita di un sistema produttivo

Ma arriviamo al tema centrale di questa trattazione. L'approccio del "*ciclo di vita*" si applica sia alla fase di progettazione, sia alla fase di gestione dei processi produttivi; tali fasi d'altronde risultano strettamente correlate, infatti il corretto esercizio di un sistema produttivo può essere assicurato solo nel caso in cui i problemi di gestione siano stati opportunamente tenuti in conto già in sede di progettazione del sistema. In tal senso c'è da dire che l'area di interesse del "production management" si è estesa nel tempo fino ad includere argomenti tradizionalmente riservati ai soli progetti di impianti. Il "production management" ha allargato quindi le aree di interesse dalla progettazione del sistema di produzione al controllo delle attività operative, andando quindi ad assumere la

denominazione più ampia di “Production and Operations Management”, cioè “POM”. E’ in tal senso che per consentire un proficua trattazione dell’argomento, divenuto nel tempo vasto e complesso, viene suggerito il ricorso all’approccio del “*ciclo di vita*” (*Life Cycle Approach*); cioè si affronta la descrizione delle aree di interesse e delle attività connesse con il POM attraverso l’analisi del “*ciclo di vita*” del prodotto e del sistema produttivo che lo realizza.

Diamo ora una breve definizione di POM.

Il management della produzione e delle attività può essere definito:

"La programmazione ed il controllo di impiego delle risorse necessarie alla produzione dei beni e dei servizi richiesti ad una specifica organizzazione produttiva".

Le principali risorse chiamate in causa in un processo produttivo sono:

- materie prime, semilavorati, componenti;
- manodopera;
- macchinari e attrezzature;
- magazzini e mezzi di movimentazione;
- risorse finanziarie;
- Know-how, ecc.

Lo svolgimento delle attività di POM è generalmente affidato a responsabili che ricoprono sia funzioni “in-line” sia funzioni “in-staff”:

- i responsabili di stabilimento, della contabilità, degli approvvigionamenti, ecc. operano evidentemente in “posizione di linea”.
- Per contro, i responsabili della programmazione, dell'organizzazione, del sistema informativo, ecc. operano in “posizione di staff”.

Le attività svolte nell'ambito del POM possono essere essenzialmente classificate di quattro tipi:

1. scelta,
2. progettazione,
3. aggiornamento,
4. realizzazione e controllo.

Con riferimento alla frequenza con cui tali attività vengono svolte esse possono essere classificate:

- periodiche,
- continue.

1. Attività di scelta di selezione possono essere definite quelle di:

- scelta dei prodotti da fabbricare;
- scelta dei processi di fabbricazione da impiegare;

- scelta delle singole risorse produttive da utilizzare.

2. Attività di progettazione sono quelle di:
   - progettazione del prodotto;
   - progettazione del ciclo produttivo;
   - progettazione delle macchine e delle attrezzature speciali;
   - progettazione delle procedure di pianificazione e di controllo della produzione.
3. Attività di aggiornamento di parti o dell'intero sistema produttivo si rendono necessarie per:
   - variazioni nella tipologia e nei volumi della domanda;
   - avvento di nuove tecnologie di produzione;
   - difetti e/o malfunzionamenti rilevati nei prodotti fabbricati, nei processi sviluppati ovvero nello procedure impiegate.
4. Attività operative e di controllo sono quelle connesse con:
   - realizzazione del prodotto o del servizio;
   - programmazione del lavoro;
   - scheduling di produzione;
   - gestione delle scorte;
   - gestione della manodopera.

Evidentemente i primi tre tipi di attività vengono svolti solo periodicamente; per contro le attività di realizzazione e di controllo si estendono con continuità durante tutto l'orizzonte di tempo dell'azienda.

La “Operations Management Association” (U.S.A.) classifica le aree di interesse del POM in questa maniera:

- Pianificazione a medio termine;
- Previsione della domanda;
- Dimensionamento delle funzioni di staff;
- Analisi degli investimenti;
- Scelta ubicazionale;
- Scelta delle risorse produttive;
- Dimensionamento e lay-out degli impianti;
- Bilanciamento delle linee;
- Studio dei tempi e dei metodi;
- Gestione degli archivi tecnici;
- Sviluppo dei piani di produzione;

- Gestione dei materiali,
- Scheduling di produzione;
- Manutenzione e affidabilità degli impianti;
- Qualità ed affidabilità dei prodotti;
- Controllo delle attività operative.

Le fasi attraverso le quali si evolve il "*ciclo di vita*" di un sistema produttivo possono essere essenzialmente raggruppate nella maniera che segue:

- **Concepimento e progettazione;**
- **Avviamento;**
- **Regime;**
- **Obsolescenza.**

Fase di concepimento e di progettazione

Questa prima fase si articola a sua vota in una serie di sottofasi:

a) Raccolta delle proposte di prodotti o servizi da offrire.
b) Analisi di fattibilità delle singole proposte intesa a verificare tra l'altro le:
   - opportunità di mercato esistenti per i singoli prodotti e/o servizi proposti;
   - possibilità di fabbricazione, sotto il profilo tecnologico;
   - tipologia delle risorse produttive (tecniche, organizzative, finanziarie, ecc.) necessarie;
   - entità degli investimenti fissi e del capitale di esercizio necessari.
c) Per ciascun prodotto che si ritiene opportuno fabbricare occorre poi stabilire:
   - caratteristiche (torma, dimensioni, prezzo, qualità, prestazioni, ecc.) finali del prodotto;
   - ubicazione degli stabilimenti produttivi;
   - disposizione planimetrica dei fabbricati, dei macchinari e degli impianti;
d) Scelta delle fonti di approvvigionamento (capitali propri, prestiti obbligazionari, mutui a medio termine, ecc.) delle risorse finanziarie necessarie per la realizzazione del programma di investimenti prescelto.
e) Progettazione esecutiva degli impianti e loro costruzione e/o acquisto.
f) Progettazione e realizzazione delle procedure di fabbricazione, gestione delle scorte, controllo di qualità, manutenzione, contabilità, amministrazione del personale, approvvigionamento e spedizione, elaborazione dati, ecc.

g) Avviamento delle attività produttive.

Fase di avviamento

Nella fase di avviamento vengono svolte le attività che seguono:

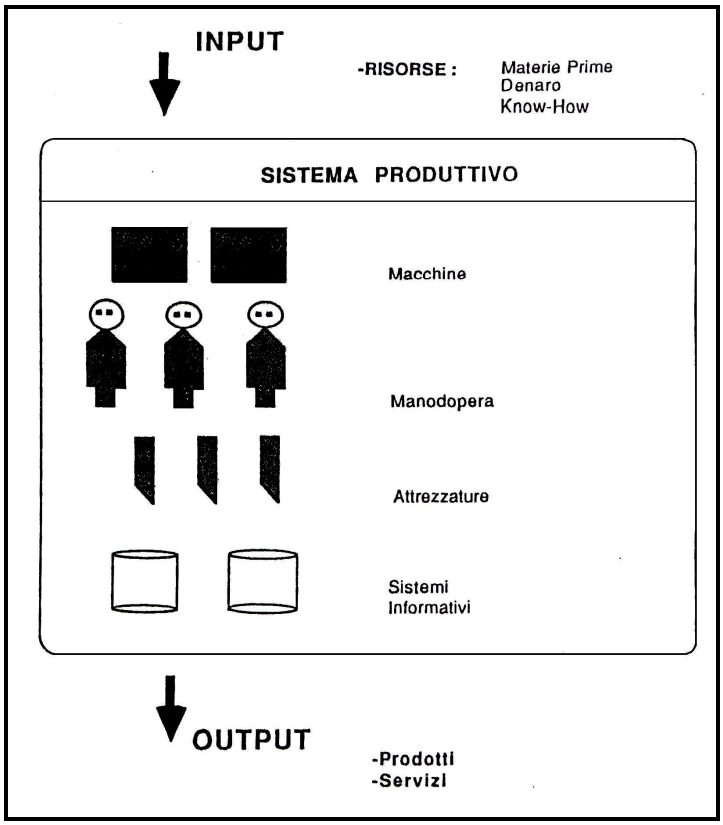
a) Raccolta del feed-back di informazioni provenienti dai diversi settori operativi.
b) Analisi comparativa dei risultati via via rilevati con quelli stabiliti in sede di previsione.
c) Correzione degli elementi (caratteristiche del prodotto, lay out, macchinari, attrezzature, magazzini, procedura gestionali, sistema informativo, ecc.) del sistema produttivo rivelatisi non completamente efficienti, ovvero non adeguati alle necessità reali.
d) Riprogettazione degli elementi difettosi, ovvero integrazione degli elementi esistenti del sistema con nuovi elementi la cui presenza è risultata indispensabile in sede di esercizio.

Fase di regime e di obsolescenza

Durante tale fase occorre continuamente:

a) Ricercare ed analizzare le informazioni di ritorno provenienti dal mercato e dall'ambiente circostante all'azienda.
b) Valutare la convenienza di rivedere i prodotti/servizi offerti, alla luce di eventuali variazioni intervenute nella domanda, nelle tecnologie di fabbricazione, nelle caratteristiche di mercato, ecc.
c) Individuare tempestivamente le risorse (materie prime, manodopera, energia, know-how, ecc.) produttive occorrenti nel prossimo futuro e reperirne ovvero predisporne le rispettive tonti di approvvigionamento.
d) Controllare le risposte del mercato in maniera da poter immediatamente rilevare l'insorgenza di fenomeni di obsolescenza (tecnica o di mercato) dei prodotti o dei servizi offerti. Al verificarsi di tali fenomeni occorrerà, a secondo dell'entità del fenomeno stesso, modificare la produzione realizzata, ovvero addirittura riprogettare il mix di prodotti fabbricati.

Nella **fig. 3** sottostante sono evidenziate la principali scelte decisionali che il management è chiamato via via ad operare durante le diverse fasi in cui si articola il ciclo di vita di un sistema produttivo.



- fig. 3 -

5.3. PROGETTAZIONE DEL PRODOTTO E SCELTA DEL PROCESSO

5.3.1. Raccolta e selezione delle idee

I primi due stadi del "*ciclo di vita*" di un sistema produttivo industriale consistono, come detto, nella progettazione del prodotto e nella scelta del ciclo tecnologico da impiegare. Ciascun prodotto o servizio trae origine da un'idea; ogni azienda auspica che tale idea sia così brillante da dar vita ad un prodotto di grande diffusione e con una vita molto lunga.

Ma quali sono le "fonti" dalle quali l'idea di un prodotto può scaturire?

- La prima e la più importante per un'azienda è senz'altro costituita dall'ascolto delle osservazioni e dei suggerimenti forniti dai propri clienti. In tal senso è senz'altro

conveniente che responsabili dell'azienda facciano visita con regolarità ai clienti, sollecitandone e raccogliendone opinioni ed osservazioni. Sulla base delle idee raccolte l'azienda può ritenere opportuno fabbricare unità prototipo di nuovi prodotti che possono essere forniti ai clienti allo scopo di sperimentarne l'affidabilità, la qualità, la fabbricabilità, la manutenibilità, ecc.

- Altre tradizionali fonti di idee sono le ricerche di mercato e l'analisi dei risultati forniti dalla divisione "Ricerca & Sviluppo" dell'azienda. Talune aziende tra quelle organizzativamente più avanzate sollecitano i propri dipendenti a fornire nuove idee e suggerimenti, nonché offrono premi in denaro a coloro che forniscono le idee migliori. Altre aziende pubblicizzano al loro interno il contenuto di un progetto al quale stanno lavorando; sicché un gran numero di persone possa riflettere su di esso e quindi eventualmente possa fornire specifici "suggerimenti a premio".

Le idee raccolte devono essere singolarmente analizzate e selezionate in base sia alla loro validità assoluta sia alla possibilità di porle in essere concretamente.
In tal senso occorre introdurre nel modello di selezione l'insieme dei vincoli al contorno rappresentativi delle effettive disponibilità di macchinari, manodopera, know how, risorse finanziarie, opportunità di mercato, ecc. Una volta definito il modello di selezione più opportuno, la scelta del prodotto che conviene fabbricare può essere agevolata e razionalizzata mediante il ricorso a strumenti matematici (analisi delle decisioni, programmazione lineare, simulazione, tecniche "What?...if...) di ampia e sperimentata diffusione.

5.3.2. Progettazione del prodotto

Alle fasi di raccolta e selezione delle idee fa seguito quella di progettazione del prodotto, a sua volta articolata in due sub-fasi:

1. Progettazione preliminare;
2. Progettazione finale.

La fase di progettazione del prodotto è tra le più importanti del ciclo di vita di un sistema. Infatti durante tale fase vengono fissate le specifiche del prodotto in base alle quali sono poi stabilito le materie prime da utilizzare, le macchine e le attrezzature necessarie, la dimensione ed il layout degli impianti, la tipologia e la quantità di manodopera da impiegare, ecc.

1. Progettazione preliminare: vengono ricercate le soluzioni progettuali alternative, congruenti con le specifiche del prodotto fissate in sede di selezione dello stesso. In tale stadio sono anche stabiliti alcuni attributi chiave del prodotto quali:

I. **Affidabilità**: espressa in termini di frequenza di guasto dei componenti.
II. **Manutenibilità**: espressa in termini di facilità di manutenzione e revisione.
III. **Vita di esercizio**: espressa in termini di periodo di tempo durante il quale il prodotto assicura le prestazioni standard desiderate.

Una volta individuata la soluzione tecnica più conveniente si procede allo sviluppo in dettaglio del progetto del prodotto.

2. Progettazione finale: in questo stadio sono per prima cosa allestiti i prototipi del prodotto che si intende fabbricare. Tali prototipi sono utilizzati sia per sperimentare i possibili processi da impiegare:

- sia per verificare la rispondenza del prodotto alle specifiche prefissate,
- sia per rilevare eventuali difficoltà insorgenti in sede di lavorazione di officina.

Sulla base delle informazioni raccolte attraverso la sperimentazione con prototipi vengono:

- apportate modifiche ed innovazioni tecniche,
- definite tutte le specifiche finali del prodotto,
- sviluppati i disegni dei complessivi e dei particolari.

Vale appena sottolineare che in tutta la fase di progettazione occorre tener presenti oltre alle considerazioni tecniche, anche talune fondamentali considerazioni economiche. La configurazione finale del prodotto dovrà infatti risultare un giusto compromesso tra necessità tecniche e vincoli economici. La ricerca di tale equilibrio è particolarmente importante in sede di scelta dei materiali da impiegare.

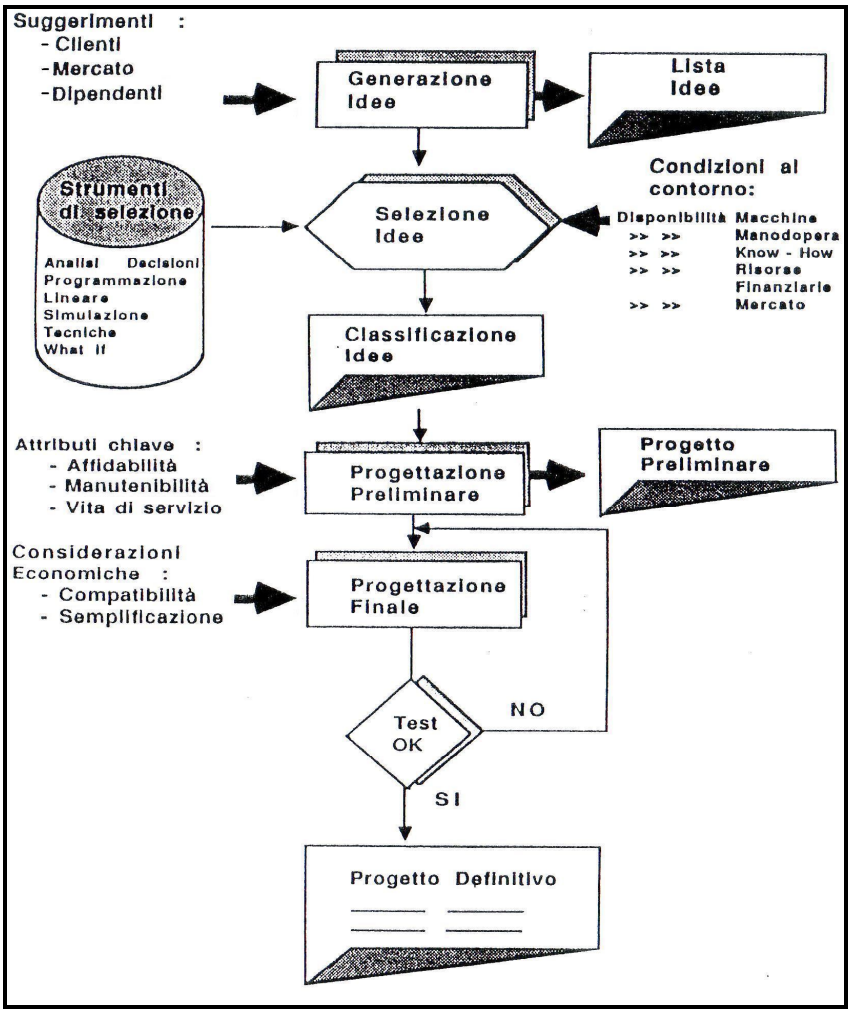
Nel caso di prodotti complessi, comprendenti centinaia o migliaia di componenti, è indispensabile perseguire gli obbiettivi di:

- "compatibilità": impone che nella scelta dei materiali e dei componenti questi ultimi debbano essere tutti compatibili tra loro. In tal senso essi devono possedere tutti le stesse proprietà fisiche, chimiche; di resistenza, ecc.
- "semplificazione": impone che tutti i componenti ed i cicli di lavoro non standard debbano essere assolutamente eliminati. Le funzioni dei prodotto non indispensabili, e che tuttavia innalzano i costi di fabbricazione, devono essere sacrificate.

La fase di progettazione finale viene completata con un "programma di testaggio" del prodotto e di eventuale modifica dello stesso in base alle informazioni raccolte. Le prime

unità di prodotto immesse sul mercato debbono essere accuratamente seguite ed analizzate, cosicché sia possibile rilevare immediatamente eventuali difetti residui. Il ritorno di informazioni dai tests dei prodotto effettuati sul campo costituisce la base per eventuali modifiche da apportare al progetto finale.

Nella **fig. 4** sono schematizzate le quattro fasi logiche in cui si articola la procedura di scelta e progettazione dei prodotto da fabbricare.



- fig. 4 -

5.3.3. Scelta del processo di fabbricazione

Occorre in tale fase tener presente una serie di parametri caratteristici del prodotto:

- Quantità da fabbricare;
- Standardizzazione dei pezzi;
- Ritmo di produzione;

- Ripetitività dei cicli e delle singole operazioni di lavoro;
- Difficoltà di lavorazione, ecc.

Al variare di tali parametri varia ovviamente il "processo di fabbricazione" che è opportuno realizzare (**continuo**, **ripetitivo**, **intermittente**).

Dal processo produttivo sviluppato dipendono altresì fattori di grande interesse per l'azienda:

- fattori economico-finanziari: investimenti fissi, capitale di esercizio, costi unitari di fabbricazione, ecc.
- fattori tecnici: flessibilità degli impianti, livello di qualificazione della manodopera da impiegare, ecc.

Le correlazioni esistenti tra caratteristiche del prodotto e tipologia del processo di fabbricazione da impiegare sono ben rappresentate dalla "**Matrice Prodotto-Processo**" riportata nella **fig. 5** sottostante;

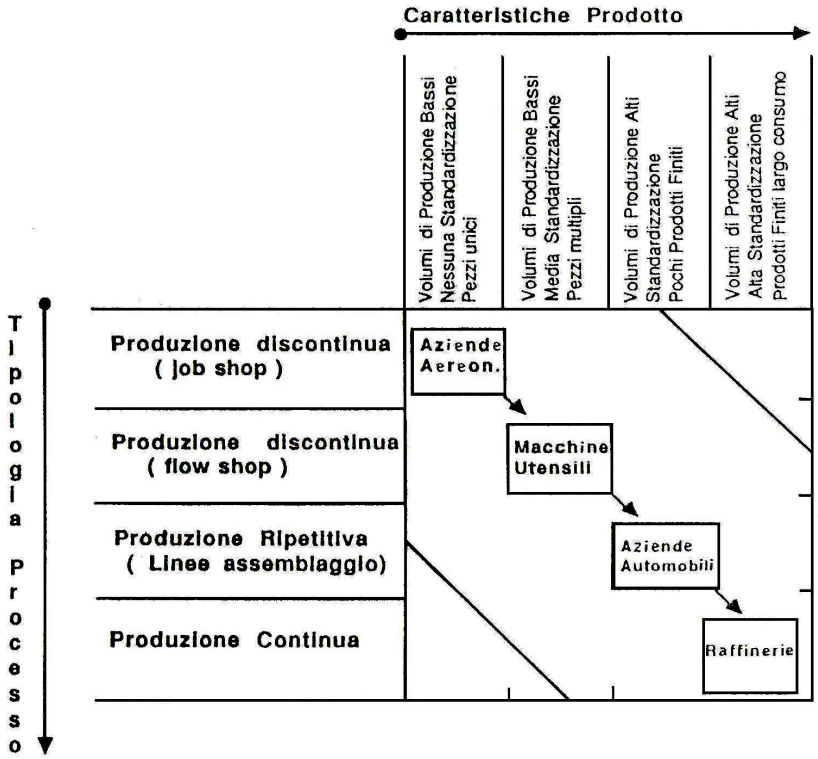


fig. 5 - Matrice Prodotto-Processo

Le condizioni ideali sono quelle corrispondenti ai punti della diagonale principale.

- In tal senso un'azienda aeronautica che lavora pezzi con caratteristiche assai variabili e ciascuno in serie pressoché uniche, è opportuno che impieghi un processo di lavorazione discontinuo di tipo “job shop”.
- La fabbricazione di prodotti (p.e. macchine utensili) con caratteristiche standard ma richiesti in serie limitata dovrà essere realizzata con un processo di produzione discontinuo di tipo “flow shop”.
- Un'azienda automobilistica la cui produzione è di tipo standard, limitata ad un numero non elevato di modelli, ciascuno però fabbricato in grandi quantità fa ricorso ad un processo produttivo di tipo “ripetitivo organizzato su linee di assemblaggio”.
- La produzione di beni di largo consumo, o comunque richiesti in grandi quantità, dovrà essere necessariamente operata mediante “processi di lavorazione continui”.

Il posizionamento dell'azienda in punti al di sopra o al di sotto della diagonale principale è indicativo di condizioni di lavoro non perfettamente bilanciate sulle quali si possono formulare le considerazioni che seguono:

- quando il punto rappresentativo si trova al di sopra della diagonale ciò sta ad indicare che:
  a) Gli investimenti fissi realizzati sono limitati.
  b) Il sistema di produzione ha una struttura sufficientemente flessibile da consentire variazioni abbastanza rapide dell'assetto produttivo in caso di mutamenti nella domanda.
  c) I costi unitari di fabbricazione sono elevati giacché vengono impiegate nella produzione macchinari ed attrezzatura non specialistiche.
- Quando il punto rappresentativo è posizionato al di sotto della diagonale ciò sta a significare che:
  a) Gli investimenti fissi realizzati sono molto elevati in quanto sono stati installati impianti e macchinari "specialistici", costruiti su misura per lo specifico processo o che si intende sviluppare.
  b) Il sistema produttivo ha una struttura scarsamente flessibile, dovuta alla natura specialistica delle risorse utilizzate. In tal senso risulta difficile adeguare la produzione ad eventuali mutamenti nelle caratteristiche del prodotto desiderato.
  c) I costi unitari di fabbricazione sono ovviamente i più bassi possibili, in virtù delle attrezzature e delle macchine specialistiche impiegate nella produzione.

In definitiva la "**matrice Prodotto-Processo**" dà idea del corretto equilibrio tra "economia di scala" e "flessibilità operativa".

Osservazione:

l'automazione flessibile consente di realizzare anche piccoli volumi di produzione in maniera rapida ed economica. In tal senso l'automazione flessibile induce ad uno spostamento a destra della diagonale principale; ossia rende un'organizzazione del lavoro di "tipo discontinuo job-shop" conveniente anche nel caso di produzione di articoli in piccole quantità ma molto numerosi e diversificati.

VARIABILE DECISIONALE	FATTORI DA CONSIDERARE
Investimenti Iniziali	Prezzo di acquisto Costruttore Disponibilità di usato Necessità di spazio Necessità di attrezzature accessorie
Velocità di Produzione	Attuale contro futura
Qualità di Produzione	Percentuale di scarti
Specifiche operative	Facilità di uso Sicurezza di impiego Ergonomicità
Manodopera	Rapporto (man. diretta)/(man. indiretta) Livello di qualificazione necessario
Flessibilità	Macchina specialistica ovvera generica Attrezzature speciali
Attrezzaggio	Complessità Velocità di sostituzione attrezzi
Manutenzione	Complessità Frequenza Reperibilità
Obsolescenza	Stato dell'arte del settore Valore di recupero dell'usato

- tab. 2 -

La "fase di scelta dei macchinari da utilizzare" segue immediatamente quella di "definizione del processo di fabbricazione da sviluppare". Tale fase riguarda sia le nuove realizzazioni, sia impianti già esistenti (in quest'ultima ipotesi infatti la scelta di nuovi macchinari in sostituzione di quelli esistenti è un evento che si ripete periodicamente).

Nella **tab. 2** qui al fianco sono indicate le principali variabili chiamate in causa nella scelta dei macchinari, nonché i principali parametri che occorre di volta in volta prendere in considerazione.

Uno dei quesiti fondamentali cui occorre trovare una risposta preliminare è il seguente: "è meglio scegliere una macchina specializzata o una macchina generica?"

- La prima alternativa consente elevate capacità produttive e costi di fabbricazione ridotti; per contro rende il sistema produttivo scarsamente flessibile.
- La seconda alternativa presenta vantaggi e svantaggi opposti.

In tal senso non di rado si verifica che un'azienda tenda a mediare vantaggi e svantaggi caratteristici delle due alternative installando nello stesso centro di lavoro alcune macchine specialistiche ed altre generiche. D'altronde il diffondersi dell'impiego delle tecnologie elettroniche nel settore delle macchine e degli impianti avvicina le due alternative.

Tra le variabili decisionali inerenti alla scelta dei macchinari e delle attrezzature particolare considerazione deve essere riservata al "livello di *automazione*". Si intende con tale termine "la sostituzione di procedure di supervisione del processo produttivo basate sull'intervento dell'uomo con procedure automatiche di supervisione dei cicli di lavoro".
Alla luce di ciò, appare lecito affermare che:

- Il sistema di supervisione del processo produttivo deve estendersi sia ai componenti fisici (macchine, attrezzature, mezzi di movimentazione, ecc.) dell'impianto, sia alle procedure organizzative e di gestione dell'impianto.
- Il sistema di supervisione deve essere progettato e realizzato in maniera tale da consentire alle macchine di auto-controllare ed auto-analizzare le proprie prestazioni e quindi di auto-adattare congruentemente le proprie attività operative.

5.4. LA PRODUZIONE DISCONTINUA

5.4.1. Introduzione

In un sistema produttivo si rende necessario adottare un criterio di *lavorazione discontinua* (o **batch**) ogni qualvolta la domanda di un certo prodotto risulta sensibilmente inferiore alla capacità produttiva dell'impianto, ovvero quando uno stesso insieme di risorse è chiamato in causa nella fabbricazione di più articoli diversi. In tali evenienze il prodotto deve essere lavorato periodicamente ed in quantità sufficiente a soddisfare i fabbisogni stimati fino al lancio di una nuova commessa dello stesso articolo. Nell'intervallo dl tempo compreso tra due lavorazioni successive di uno stesso prodotto le macchine e le apparecchiature possono essere destinate alla fabbricazione di prodotti similari. A tal fine occorrerà dunque predisporre un opportuno ciclo di produzione, sicché ciascun prodotto venga lavorato a turno ed in lotti sufficienti a soddisfare la domanda per l'intera lunghezza del ciclo.

Alla luce di tali considerazioni appare chiaro che in un sistema produttivo a lavorazione discontinua, si pongono due problemi fondamentali:

1. calcolo dell'entità ottima del lotto di fabbricazione di ciascun prodotto;
2. determinazione di un ciclo produttivo congruente con le risorse disponibili ed economicamente conveniente.

In quanto segue verrà preso in esame un "sistema produttivo destinato alla fabbricazione di un unico prodotto".

Qualunque sia il processo produttivo (continuo o discontinuo) preso in considerazione appare comunque indispensabile distinguere tra "lotti di fabbricazione", e quindi "scorte", di prodotti finiti ovvero giacenze di semilavorati ai vari stadi dei ciclo di lavorazione. Infatti, anche prescindendo dal diverso fine per cui vengono costituite le scorte, nel caso di prodotti finiti esse si rendono necessarie per poter soddisfare eventuali variazioni della domanda mentre nel caso di semilavorati l'esistenza di giacenze interoperazionali vale a rendere in qualche modo indipendenti tra loro le attività di ciascun componente dell'impianto; nei due casi vengono a sussistere condizioni al contorno talmente dissimili da rendere necessario l'impiego di modelli matematici completamente differenti.

5.4.2. Definizione di "lotto economico"

- Negli Impianti a "lavorazione continua" la cadenza produttiva ed il consumo dovrebbero mediamente equivalersi; pertanto le scorte di prodotti ai vari stadi dei processo di fabbricazione, essendo destinate a far fronte esclusivamente ad eventuali avarie delle macchine ovvero a soddisfare occasionali fluttuazioni della domanda, rimangono pressoché inalterate nel tempo.
- Per contro nei "processi discontinui" il livello di giacenze di ciascun prodotto deve necessariamente raggiungere un prefissato valore massimo per poi decrescere durante tutto il periodo di tempo in cui l'impianto è destinato alla lavorazione di un altro articolo.

Come è noto, qualora tale livello massimo di giacenza venga mantenuto troppo basso, (lotto di fabbricazione Q molto piccolo), l'incidenza dei costi di preparazione della macchina sul singolo pezzo risulta in corrispondenza molto elevata.

Dal punto di vista produttivo è dunque conveniente estendere il più possibile la lunghezza TP del periodo di produzione di ciascun articolo; ciò consente infatti anche sensibili riduzioni nei costi per lavorazioni fuori tolleranza, avviamento di produzione, ecc.

Un lotto di fabbricazione troppo grande dà luogo tuttavia ad eccessivi costi di giacenza, per oneri di immagazzinamento, interessi passivi, tasse, ecc., sicché la scelta dell'entità del lotto di fabbricazione viene a configurarsi come un classico problema di ottimizzazione.
Il "criterio di scelta" più impiegato si fonda sulla "ricerca dell'entità del lotto che minimizza il costo totale di ciascuna unità fabbricata", nella certezza che ad un costo totale unitario minimo corrisponda la migliore utilizzazione delle risorse disponibili. In determinate circostanze, quali ad esempio impianto completamente dedicato alla lavorazione di un unico prodotto, l'anzidetto criterio appare senza dubbio il più conveniente. Può però accadere che il problema presenti taluni vincoli tecnologici o di capacità che impediscono l'impiego del criterio in oggetto per la determinazione del valore ottimo di Q; ciò verificandosi occorrerà necessariamente far ricorso a procedimenti di calcolo differenti. Così ad esempio, nel caso di un impianto che produca una serie di articoli diversi, l'entità del lotto di fabbricazione di. ciascun prodotto dovrà essere calcolata adottando quale parametro di giudizio non il costo totale della singola unità prodotta, bensì il costo totale dell'intero ciclo produttivo.

5.4.3. Produzione unica

In tale ipotesi, impianto o macchina completamente dedicati alla lavorazione di un unico prodotto, la distribuzione nel tempo dell'entità "Q di giacenza del prodotto" in esame, assume il ben noto andamento a denti di sega riportato in **fig. 6**:

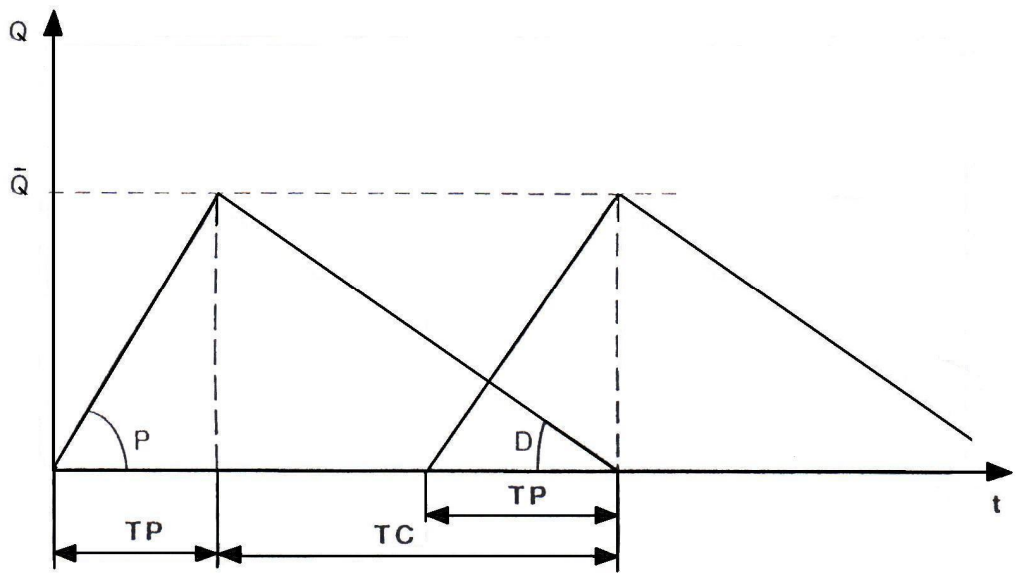


fig. 6 - Distribuzione nel tempo dell'entità "Q di giacenza del prodotto"

Avendo indicato con “P la capacità produttiva dell'impianto nell'unità di tempo” (per ipotesi si assumerà nel seguito P = cost.), al termine del “periodo di produzione TP” il livello delle scorte raggiungerà il valore massimo:

$Q = P \times TP$

Tale accumulo di prodotto dovrà ovviamente risultare sufficiente a soddisfare, nel successivo intervallo di tempo “TC periodo di consumo”, la “domanda D” dell'articolo in oggetto, supposta anch'essa costante nel tempo.

Dovendo dunque verificarsi che:

$Q = D \times TC$

sarà allora:

$TP/TC = D/P = r$

Il rapporto r fornisce dunque una misura del tempo dedicato in ciascun ciclo produttivo alla fabbricazione del prodotto cui si riferiscono le relazioni scritte.

- Un elevato valore di tale rapporto, ovviamente compreso tra 0 ed 1, sta a significare che gran parte del tempo ciclo è dedicato alla lavorazione del prodotto in oggetto;
- Per contro bassi valori di r indicano che alla fabbricazione dl tale prodotto sono destinate risorse assai modeste.

NOTA: casi particolari;

- Se r = 1, la capacità produttiva disponibile è appena sufficiente a far fronte alla domanda; sicché non possono accumularsi scorte a magazzino;
- Se r = 0, per la costituzione delle scorte Q, occorre un tempo di produzione TP = 0. E' agevole verificare che, in questo ultimo caso, il problema, originariamente consistente nella determinazione di un “lotto economico di fabbricazione”, si trasforma in un problema di calcolo di un “lotto economico di approvvigionamento”.

5.4.4. Criterio del costo unitario minimo

Il “costo totale relativo a ciascun prodotto fabbricato” può ritenersi somma di tre voci di costo principali:

- **Costo di fabbricazione CF** (Euro/unità): include gli oneri di manodopera, energia, materie prime, ammortamenti, spese generali, ecc., necessari alla fabbricazione di ciascuna unità del prodotto in esame.

- **Costo di lancio CL** (Euro): comprensivo dei costi di pulizia, fermata e preparazione degli impianti, delle perdite per lavorazioni fuori tolleranza, ecc.; tale onere deve essere sostenuto ogni qualvolta viene emesso un nuovo ordine di lavoro.
- **Costo unitario giacenza CUM**: porta in conto le spese di immagazzinamento vere e proprie, gli interessi passivi relativi al capitate immobilizzato, gli oneri fiscali cha gravano sulle scorte, ecc.

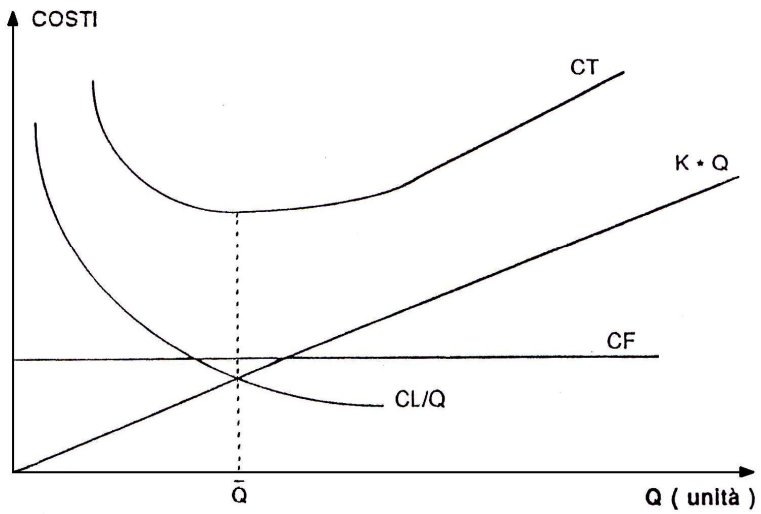
Nell'ipotesi che CF, CL e CUM risultino indipendenti dall'entità Q del lotto fabbricato, il costo totale CT di ciascuna unità fabbricata sarà dunque pari a:

$$CT = CF + \frac{CL}{Q} + K\,Q$$

in cui si è posto:

$$K = [CUM \times (1+D/P)] / 2D$$

L'entità $\overline{Q}$ del lotto che rende minimo il costo totale per ciascuna unità prodotta può quindi essere determinata eguagliando tra loro i costi variabili CL/Q e KQ (si veda in merito la **fig. 7** sottostante), ovvero annullando la derivata rispetto a Q del costo totale CT. Evitiamo in questa sede di riportare la trattazione analitica completa del problema, essendo questa di poco interesse ai fini del nostro specifico lavoro.



- fig. 7 -

5.4.5. Intervallo di fabbricazione

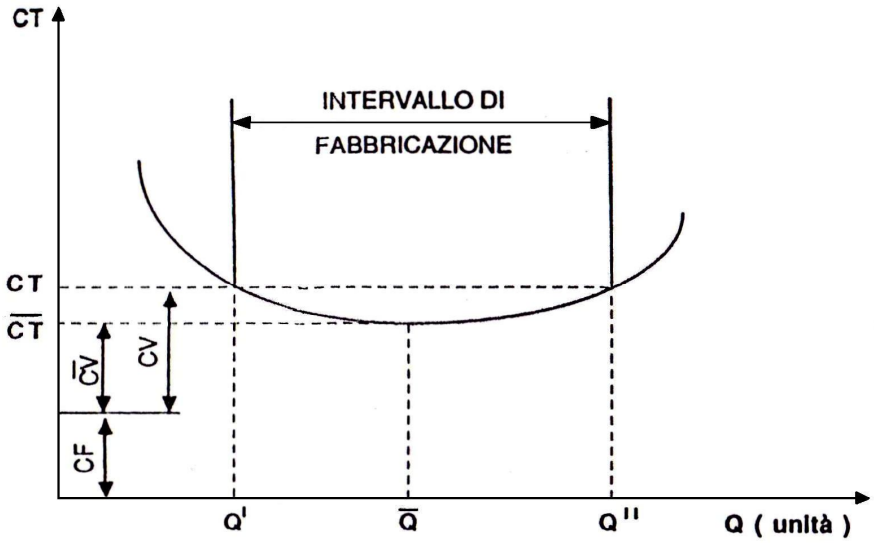
Nella pratica operativa può spesso accadere che il "lotto ottimo di fabbricazione", determinato mediante il criterio ora esposto, non possa in effetti essere prodotto per la presenza di vincoli di natura tecnologica o commerciale. Appare dunque conveniente che, unitamente alla quantità Q, venga anche determinato l'intervallo entro il quale una variazione del lotto di produzione risulta ancora accettabile.

Ogni scostamento di Q dal suo valore ottimo dà luogo ovviamente ad un incremento dei costi variabili:

$CV = CL/Q + KQ$

e quindi del costo totale CT;

viceversa ciascun aumento di CT fornisce due differenti valori di Q (Q', Q") a cavallo di Q; si veda al riguardo il diagramma in **fig. 8**:



- fig. 8 -

Fissato dunque il massimo incremento di costi accettabili è immediatamente determinabile il corrispondente intervallo di accettabilità del lotto.

Avendo indicato con:

$c = (CT - CF) / (CT - CF)$

il "rapporto tra i costi variabili effettivi e l'entità minima che questi possono assumere", il valore di c, ovviamente ≥ 1, fornisce un'utile "misura dello scostamento dal costo minimo totale".

5.4.6. Osservazioni finali

- Si è assunta in tale trattazione l'ipotesi di lavoro alquanto restrittiva che i parametri CF, CL, CUM siano indipendenti dal valore Q, e che la funzione di costo CT (Q) non risulti in alcun modo vincolata; in pratica ciò non accade e quindi sussistono vincoli di natura fisica o economica che limitano "la dimensione massima del lotto" da produrre. Si lasciano gli approfondimenti del caso, che esulano dalle finalità del presente lavoro, ad altri studi, di altro interesse.
- Si è affrontato il caso banale di "produzione unica", ossia fabbricazione di ciascun articolo come un'attività a sé stante senza tener conto che generalmente le stesse risorse vengono impiegate per fabbricare una molteplicità di prodotti diversi; è questo appunto il caso di "produzione diversificata", per la quale si usa un approccio simile di quello visto finora, con la differenza che si rende necessaria la ricerca del "ciclo ottimale di produzione". Si ritiene comunque altrettanto superfluo, ai fini del presente lavoro, entrare nel merito di tale problematica.

5.5. CRITERI DI UBICAZIONE DEGLI IMPIANTI INDUSTRIALI

5.5.1. Ubicazione, localizzazione e distribuzione geografica delle industrie

Prima di analizzare il processo decisionale che porta alla scelta dell'area nella quale deve sorgere un nuovo impianto industriale appare opportuno premettere alcune considerazioni sui termini normalmente impiegati per indicare tale processo decisionale:

- *Ubicazione*: luogo nel quale si osserva un determinato fenomeno;
- *Localizzazione*: processo attraverso il quale il fenomeno è venuto a collocarsi nel luogo nel quale lo osserviamo.

Le forme con le quali si presenta l'*ubicazione* possono ricondursi elementarmente a tre: punto, linea, area. Si parla poi di distribuzione quando non si considerano più i singoli fenomeni, ma il loro insieme. Le *forme di ubicazione* anzidette si riflettono in *forme di distribuzione*. In tal senso, le "industrie" si presentano generalmente "distribuite per punti", le "vie e le correnti di traffico" per "linee", le "colture" per "aree".

Per ciò che attiene il campo di interesse della disciplina che va sotto il nome di "impianti industriali", di nostro interesse, quello che va considerato è il problema della

localizzazione individuale di una “singola unità produttiva” praticamente identificabile con il singolo impianto o stabilimento industriale.

Un impianto industriale è fatto sorgere in un certo luogo in seguito ad un procedimento di scelta fra luoghi diversi giudicati più o meno convenienti; tale processo di scelta è strettamente correlato con il giudizio di convenienza della realizzazione stessa dell'impianto espresso nell’ambito di uno “studio di fattibilità”.

E’ proprio in questo processo di scelta che si concretizza la differenza fondamentale tra il modo di considerare il problema che possono avere gli impiantisti industriali da una parte, e gli economisti ed i geografi dall’altra. I primi operano una scelta sulla base di un’analisi condotta con l’uso di parametri e relativi valori la cui definizione e quantificazione è l’oggetto di studio proprio di economisti e geografi.

Lo “studio ubicazionale” ha lo scopo di individuare le attività industriali più adatte per una data ubicazione; vengono dunque analizzate le risorse e le potenzialità in termini di mercato di una data zona per individuare le iniziative industriali suscettibili di più favorevole sviluppo e definirne le caratteristiche tecnico-economiche di massima.

5.5.2. L'ubicazione delle industrie

La “dimensione” dell'impresa ha un peso rilevante nei rapporti con l’ambiente che la circonda:

- **Piccole imprese**: sono caratterizzate da un basso grado di libertà nel loro legame economico allo spazio, sono estremamente vincolate dai fattori ambientali. Conducono una politica di adattamento;
- **Medie imprese**: sono caratterizzate da un certo grado di libertà nel loro legame economico allo spazio, sono meno vincolate dai fattori ambientali, hanno problemi di adattamento meno marcati;
- **Grandi imprese**: si verifica un’inversione di tendenza nel senso che hanno minori vincoli concettuali con l’ambiente, ma maggiori vincoli di impatto sull’ambiente e infine hanno ridotti problemi di adattamento.

La località dove costruire il nuovo stabilimento può essere scelta:

- Suburbana (**accentramento**);
- periferica;
- decentrata (**decentramento**).

L'**accentramento** comporta alcuni significativi vantaggi:

- disponibilità di manodopera qualificata;
- gradimento dei quadri e dei dirigenti in termini residenziali;
- migliore accesso ai servizi (di produzione, finanziari, fiscali, ecc.);
- migliore accesso al mercato;
- maggiore disponibilità di materiali, parti di ricambio.

Per contro vanno annoverati i seguenti svantaggi:

- costo elevato dei terreni;
- difficoltà di ampliamenti successivi;
- tasse ed imposte generalmente più elevate;
- maggiori costi della manodopera;
- maggiori disturbi di ordine politico;
- maggiori problemi di sicurezza ed ambientali.

Il **decentramento**, che per le piccole e medie industrie porta a preferire zone rurali più tranquille ma comunque ben servite da vie di collegamento per i maggiori centri mercantili, diventa invece una vera e propria necessità per le aziende di maggiori dimensioni.

La tendenza odierna è quella di "decentrare" le industrie; i pregi di tale scelta sono i seguenti:

- maggiore disponibilità di terreno con superficie adeguata;
- agevolazioni creditizie e finanziarie;
- aumento del rendimento della manodopera;
- azione direttiva e gestionale più efficace;
- possibilità di adottare politiche aziendali diversificate con riferimento alle diverse ubicazioni con riferimento a salari, premi di produzione, cottimi, promozioni, senza subire interferenze dagli altri stabilimenti;
- contiene i fenomeni di inurbamento;
- innesca processi di sviluppo;
- minori impatti sulla popolazione;
- riduzione di traffico.

Per contro vanno registrati i seguenti svantaggi:

- minore uniformità delle decisioni;
- ridotto accesso a manodopera e servizi specializzati;

- maggiore difficoltà dei trasporti da e per lo stabilimento;
- minore disponibilità di materiali, parti di ricambio, manodopera per manutenzione.

La scelta ubicazionale può dettagliarsi secondo lo schema seguente che prevede due livelli distinti:

1. **Macroubicazione**

- "**ubicazione geografica**": scelta dell'area geografica (continente, nazione, regione) in cui realizzare l'impianto, tenendo conto dell'inserimento dell'impianto nel sistema politico, sociale ed economico nazionale e locale;
- "**ubicazione topografica**": scelta dell'area topografica (provincia, zona) e di una particolare località nella zona (comune, area di sviluppo industriale) individuata fino ad identificare il preciso suolo o appezzamento da destinare all'impianto.

2. **Microubicazione**

- "**ubicazione interna**": intesa come la scelta della collocazione nell'area di cui sopra degli edifici (l'impianto di produzione vero e proprio, i magazzini, gli uffici, i servizi di stabilimento, i servizi ausiliari, i piazzali ed i parcheggi, le aree di manovra, ecc.) e dei singoli reparti costituenti l'impianto;
- "**ubicazione puntuale**": intesa come la scelta della collocazione delle macchine, delle installazioni e degli arredamenti, nonché della disposizione della manodopera all'interno del singolo reparto o locale di stabilimento.

5.5.3. Fattori ubicazionali

I fattori che entrano in gioco nella definizione dell'ubicazione di un'industria possono classificarsi in:

- *esterni*: fattori che derivano dall'ambiente nel quale l'impresa è ubicata;
- *interni*: fattori propri dei singoli processi produttivi che costituiscono l'attività produttiva in esame.

I principali fattori che possono influenzare la scelta dell'ubicazione territoriale di un nuovo stabilimento sono vari, tra i quali: programmazione nazionale e regionale, oneri di sistemazione del terreno, costo di costruzione, costo di collegamento e raccordo con le infrastrutture, mercato, materie prime, trasporti, energia, impatto ambientale. Diamo un

accenno di come alcuni di tali fattori influenzino la scelta dell'ubicazione di un impianto industriale.

Programmazione nazionale e regionale.

Ha avuto un peso notevole nel favorire l'industrializzazione di alcune zone "depresse". Significativo in tal senso è l'esempio degli interventi legislativi a favore delle regioni meridionali dove gli interventi industriali sono stati favoriti dalla disponibilità di strumenti quali "contributi a fondo perduto", "finanziamenti a tassi agevolati", "agevolazioni fiscali", "agevolazioni doganali", "riduzione costo di alcuni trasporti".

Acquisizione delle risorse produttive.

L'acquisizione delle risorse produttive e dei servizi necessari alla realizzazione del processo produttivo comporta dei costi che dipendono in maniera sensibile dalle scelte ubicazionali. Oltre alle materie prime, il cui costo di acquisizione è legato al costo del trasporto, occorre considerare la possibilità di ottenere, a prezzi accettabili ed in quantità sufficienti: energia, acqua, manodopera più o meno specializzata. Tra le voci di costo più significative è opportuno ricordare:

- costo delle materie prime, delle materie ausiliarie e dei semilavorati acquisiti all'esterno;
- costo dell'approvvigionamento di energia e di acqua;
- costo del personale.

Mercato.

Il mercato può assumere due differenti configurazioni:

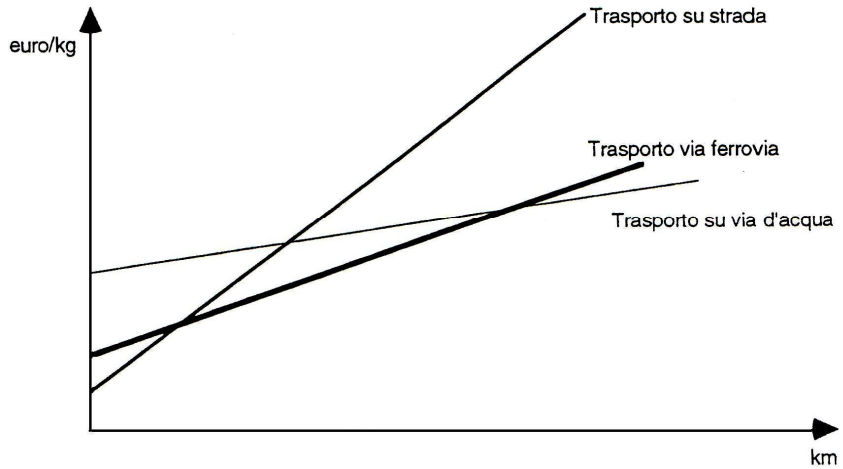
- Concentrato: in questo caso c'è quasi sempre la convenienza (limitatamente all'esame di questo fattore) a costruire l'impianto nelle vicinanze del mercato stesso;
- Distribuito: in questo secondo caso la scelta ubicazionale è meno vincolata (è in parte influenzata dai costi di trasporto).

Trasporti.

I trasporti servono per portare le materie prime allo stabilimento ed i prodotti ai mercati. Le "condizioni ideali" si hanno quando le prime si possono reperire ed i secondi si possono vendere direttamente sul posto. Lo spostamento dei materiali è generalmente responsabile di un'alta percentuale del costo finale del prodotto. Ne consegue che il costo di trasporto è

uno degli elementi che maggiormente ha caratterizzato la definizione di modelli di localizzazione industriale. I costi di trasporto dipendono dalla distanza da percorrere, dal tipo di percorso, dal tipo di sistema di trasporto e dal tipo di mezzo di trasporto.

Con riferimento al costo di trasporto l'ubicazione ottimale è quella che minimizza il costo unitario totale del prodotto sul mercato di vendita. In generale si può affermare che il costo unitario per km di trasporto tende a diminuire al crescere della distanza percorsa; si veda in merito a ciò il diagramma qualitativo riportato in **fig. 9**:



- fig. 9 -

Disponibilità di servizi.

È allo stato attuale uno degli aspetti più rilevanti. La presenza di aziende complementari è determinante per alcune aziende in quanto favorisce la localizzazione in prossimità di città dotate di spiccate caratteristiche di disponibilità di terziario avanzato. Per contro una scelta decentrata comporta la crescita di alcune voci dei costi di amministrazione legati alla necessità di attivare uffici commerciali e/o direzionali staccati dallo stabilimento.

Costi di costruzione.

Tra i "fattori esterni" più significativi è necessario ricordare: caratteristiche meteo-climatiche (temperatura, umidità, precipitazioni atmosferiche), classificazione sismica del territorio, caratteristiche idrogeologiche del territorio, caratteristiche del terreno (clivometria e geologia), presenza di falde acquifere superficiali, esposizione a fenomeni naturali (frane, inondazioni, ecc.).

Tra i “fattori interni” più rilevanti sono da segnalare specifiche di impianto in termini di resistenza ai carichi per solai e strutture, vibrazioni, ecc.

Ne consegue che nella definizione del costo di costruzione dell'impianto sono individuabili diverse voci di costo; tra le più significative vale qui la pena ricordare:

- oneri di sistemazione del terreno;
- costo delle strutture portanti;
- costo delle tamponature e degli isolamenti termici;
- costo di collegamento con le infrastrutture.

La scelta del terreno.

I principali elementi che possono intervenire nella scelta del terreno sono i seguenti:

- La legislazione urbanistica (gli strumenti urbanistici cui fare riferimento sono il “Piano Regolatore Generale” (PRG) e il “Piano degli Insediamenti Produttivi” (PIP));
- Vie di comunicazione;
- Servitù e vincoli (ad esempio la eventuale presenza di attività produttive confinanti contrastanti con quelle dell’impianto che si vuole costruire) comportano stipula di accordi o accettazione di compromessi che generalmente determinano “extra-costi” di difficile valutazione;
- Rischi per lo stabilimento derivanti ad esempio da accadimento di fenomeni naturali disastrosi (frane, terremoti), oppure da presenza di preconcetti ed avversione manifesta da parte della popolazione nel territorio;
- Rischi per terzi (esplosioni, incendi, inquinamento, ecc.).

Acquisto del terreno.

Deve avvenire dopo aver scelto il territorio, aver individuato il sito specifico, aver definito il “Piano Regolatore Generale dello Stabilimento” (PRGS). Tra le caratteristiche di cui si deve necessariamente tener conto ci sono l’estensione, la forma. C’è da dire che il costo d’acquisto dell’area rappresenta in genere una percentuale relativamente bassa del costo totale di impianto, quindi normalmente non si annovera tra i fattori ubicazionali determinanti.

5.5.4. Scelta fra più alternative

A questo punto è lecito chiedersi quali siano i criteri (che lavorano con i dati finora esposti) che consentano di attuare una scelta di ubicazione:

- Scelta in base ai costi: si considera ogni fattore di influenza in termini di costo fatta eccezione per quelli che sono caratterizzati da elementi intangibili (sociali, ambientali);
- Scelta in base a punteggio: si elencano i fattori da considerare per ciascuna possibile ubicazione, attribuendo un "peso" mediante un numero, a ciascun fattore e si effettua una valutazione numerica; il prodotto del "peso" per la "valutazione" fornisce una misura di ciascun fattore relativo ad ogni località considerata, quindi sommando le tre cifre trovate per le varie località si ottiene la valutazione numerica totale di ciascuna ubicazione;
- Scelta in base ai metodi classici di valutazione degli investimenti.

5.6. PROGETTAZIONE E LAYOUT DEGLI IMPIANTI

5.6.1. I principali tipi di layout

Abbiamo visto le possibilità di ottenere il prodotto in tre modi fondamentali: **produzione in linea**, a **lotti** e **per pezzi unici su progetto**. Poiché la forma del flusso dei materiali è così diversa nei tre casi, anche le decisioni riguardanti la disposizione dell'impianto saranno diverse per ognuno di essi. I giapponesi sono maestri nella organizzazione del lay-out delle loro aziende e riescono a trovare lay-out assolutamente efficienti e compatti per i loro reparti.

Tipicamente, l'azienda giapponese riesce a ridurre lo spazio richiesto per l'impianto ad 1/3 di quello impiegato negli Stati Uniti od in Europa. La ragione fondamentale di questi risultati è l'impiego diffuso delle tecniche di Just-In-Time (si veda a tal proposito l'ultimo capitolo) le quali, a loro volta, garantiscono un impiego minimo di materiali in produzione (WIP, work-in-process) e, quindi, un minimo spazio al suolo per il loro deposito intermedio tra le lavorazioni. In questo modo, le macchine e le attrezzature possono essere disposte reciprocamente molto più vicine, ma anche risulta molto più semplice il controllo visivo della produzione ed il flusso dei materiali avviene in maniera regolare e dolce

(tuttavia, tale tendenza non deve essere portata al punto da creare problemi di sicurezza del lavoro).

Anche le aziende occidentali cominciano ad adottare in maniera diffusa il JIT ed, effettivamente, si cominciano a vedere lay-out più compatti ed efficienti. Conseguentemente, sono drasticamente ridotte le richieste di spazio e si ottengono incrementi di capacità produttiva dell'ordine di 2 o 3 volte. Naturalmente, in Occidente si comincia anche a considerare che il disegno del lay-out non è il risultato di una scelta operativa indipendente, ma piuttosto fortemente dipendente dalle decisioni prese per riguardo al controllo di qualità, la manutenzione e lo scheduling di produzione, i quali tutti subiscono forti condizionamenti dall'impiego della filosofia del Just-In-Time. Dunque, le decisioni prese su di essi devono essere attentamente valutate, prima di procedere a fissare il disegno del lay-out. In funzione di quanto detto finora, possiamo osare una classificazione del layout dipendente dal tipo di produzione; esistono quindi tre tipi principali di layout, che gli stabilimenti moderni in genere usano in "combinazione", nel senso che ogni layout concreto può essere suddiviso, scomposto e analizzato in termini di layout elementari, che sono appunto:

1. **per prodotto**;
2. **per processo**;
3. **a punto fisso**.

La linea di demarcazione tra un tipo e l'altro è piuttosto incerta; ai fini di una valutazione del layout, è importante che esso ottimizzi un certo criterio di valutazione prefissato, e quando un layout risponde alle esigenze di un'impresa, è del tutto irrilevante a quale tipo esso appartenga.

Layout per prodotto

È caratteristico delle grandi industrie automobilistiche. In esso ogni area dello stabilimento è destinata alla produzione di un solo prodotto. il prodotto è standardizzato e, per giustificare questo tipo di layout, deve essere costruito in grandi quantità. Il macchinario è disposto nell'ordine in cui viene utilizzato nel ciclo di lavorazione. Le materie prime arrivano ad un estremo dell'area di fabbricazione e passano da un'operazione all'altra con tempi di trasporto minimi fino all'altro estremo, da cui esce il prodotto finito.

Layout per processo

Detto anche "layout funzionale", riunisce in un unico reparto tutte le lavorazioni dello stesso tipo; quindi ci sarà un reparto di stampaggio, un reparto di tornitura, un reparto di saldatura, ecc. In tale disposizione tutte le operazioni simili e il macchinario loro destinato sono riuniti nella stessa area. Tale tipo di layout è particolarmente indicato per produzioni di modesta quantità, e risulta particolarmente utile quando il prodotto non è standardizzato perché permette una maggiore flessibilità che non il layout per prodotto.

La **fig. 10** seguente illustra graficamente la differenza tra i layout per prodotto e per processo.

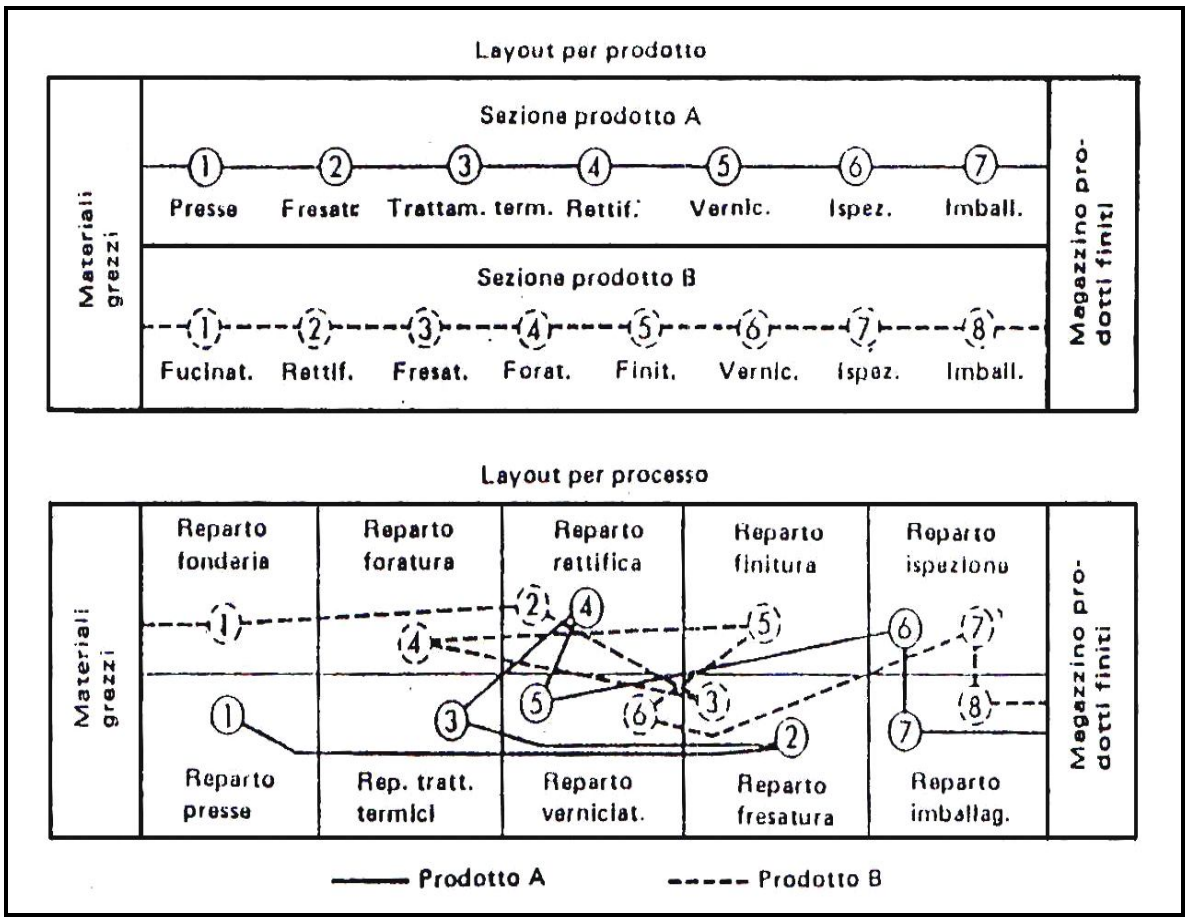


fig. 10 – Confronto schematico fra Layout per Prodotto e per Processo

In linea di principio possono elencarsi alcuni vantaggi dei layout per **prodotto** e per **processo**; si veda a tal proposito la **tab. 3** in cui viene schematizzato il confronto dei due layout considerati finora.

I vantaggi e le limitazioni così elencate per i vari tipi di layout devono essere confrontati con la situazione reale che di volta in volta si deve affrontare. Non vi è dubbio che il **layout per prodotto**, o "**produzione in linea**", sia il più efficace in termini di ore di lavoro per unità di prodotto; solo così è stata possibile la produzione in massa, caratterizzata da elementi intercambiabili, cui si deve l'alto livello di vita delle nazioni più evolute. Pertanto, ogni qualvolta ciò è possibile, dovrebbe essere applicato il layout per prodotto. Vi sono, naturalmente circostanze e situazioni in cui tale soluzione non può essere giustificata sul piano economico per l'impresa.

CONFRONTO DI LAYOUT PER PRODOTTO E LAYOUT PER PROCESSO

a) Vantaggi relativi dei due tipi

Layout per prodotto

1. minor costo totale dei trasporti di materiale;
2. minor tempo complessivo di produzione;
3. minori scorte di produzione;
4. maggiori incentivi per i vari reparti ad aumentare la produttività (e migliori occasioni di applicare metodi di incentivazione di gruppo);
5. minor superficie di stabilimento richiesta per unità di prodotto;
6. semplificazione del controllo della produzione (sono necessari meno controlli, il costo amministrativo é minore).

Layout per processo

1. minor duplicazione di macchinario e quindi minori investimenti in attrezzature fisse;
2. maggior flessibilità di produzione;
3. controllo e supervisione più specializzati e quindi più efficaci;
4. maggiori incentivi per singoli dipendenti ad aumentare la produttività (e migliori occasioni di applicare criteri di incentivazione individuale);
5. migliore controllo di processi ad alta precisione o particolarmente complessi;
6. maggiori possibilità di ovviare ad avarie del macchinario.

b) Situazioni a favore di un tipo di layout

Layout per prodotto

1. lavorazione limitata a uno o a pochi prodotti standard;
2. grande volume di produzione di ciascun prodotto;
3. possibilità di attuare analisi dei tempi e dei metodi per il controllo della produttività;
4. possibilità di buon bilanciamento della produzione (ogni macchina o stazione di lavoro é in grado di produrre lo stesso numero di pezzi nell'unità di tempo);
5. pochi controlli necessari durante le fasi di lavorazione;
6. pochi macchinari speciali richiesti per la produzione;
7. i materiali e i prodotti possono essere trasportati in modo continuo o in forti quantitativi;
8. possibilità di destinare ogni macchina o stazione di lavoro a una sola operazione (e quindi preparazioni di macchine ridotte al minimo).

Layout per processo

1. produzione concernente numerosi prodotti diversi o produzione su commessa;
2. produzione limitata per ogni singolo prodotto (benché la produzione totale possa essere molto elevata);
3. analisi dei tempi e dei metodi difficili o impossibili da effettuare;
4. difficoltà di ottenere il bilanciamento della produzione;
5. necessità di molti controlli durante le fasi di lavorazione;
6. alta proporzione di macchinario speciale o macchinario che necessita trattamenti speciali;
7. esistenza di materiali o prodotti troppo voluminosi o troppo pesanti per trasporti continui o in grandi quantità;
8. frequente necessità di impiegare la stessa macchina per due o più operazioni diverse.

tab. 3 – Confronto dei Layout "classici" per Prodotto e per Processo

Layout a punto fisso

E' il meno importante nell'organizzazione industriale moderna. In questo tipo di layout i materiali o il componente principale del prodotto, rimangono in una posizione prefissata nello stabilimento, mentre gli attrezzi, il macchinario ed il personale facenti parte del prodotto, confluiscono verso tale posizione. Tipico esempio di applicazione di un tale sistema lavorativo è il lavoro artigianale precedente alla rivoluzione industriale; l'artigiano lavorava sul suo banco e tutti i materiali e attrezzi venivano portati, mano a mano che se ne presentava la necessità, sullo stesso banco. Il prodotto veniva completato senza che l'ossatura principale venisse mai spostata dalla sua posizione iniziale. Oggi invece, nella moderna realtà industriale, è molto facile spostare i materiali, anche se di mole rilevante, verso i vari centri di lavorazione che non viceversa.

Quanto al layout a punto fisso, occorre notare che moderni "processi di fabbricazione" richiedono macchine utensili grandi e complesse; al contrario, le "operazioni di montaggio" richiedono spesso soltanto utensili manuali. Poiché il trasporto di questi è molto facile, il layout a punto fisso viene ancora applicato nei reparti di montaggio.

Tra i vantaggi del layout a punto fisso si possono citare i seguenti:

1. possibilità di perfezionare le capacità professionali dei dipendenti e di ottenere ciò che a volte viene chiamato "ampliamento della mansione";
2. possibilità di far partecipare gli operai alla vita del prodotto, stimolandone l'orgoglio e la responsabilità;
3. grande flessibilità che consente notevoli variazioni:
   - nelle caratteristiche del prodotto;
   - nella varietà dei prodotti;
   - nel volume della. produzione;
4. l'investimento di capitale nel layout è minimo.

5.6.2. Fasi di attuazione di un layout

Le fasi del lavoro di layout, dal momento della decisione aziendale di costruire un nuovo stabilimento al momento in cui lo stabilimento è pronto per iniziare la sua attività produttiva, sono numerosissime e svariate.

In via di principio si può affermare che è opportuno preparare anzitutto il layout generale dello stabilimento e far seguire a questo i layout dettagliati delle singole direzioni, divisioni

o reparti. La progettazione generale dello stabilimento può essere considerata come condizione preliminare per la stesura di un buon layout nelle sue varie parti. L'importanza di una simile sequenza di lavoro è fondamentale. Il responsabile del layout deve tenersi continuamente in stretto contatto sia con la direzione dell'impresa, sia con i dipendenti e gli operai. Tutti coloro che opereranno nello stabilimento sono infatti direttamente interessati al layout. (ad esempio l'operaio di un'officina di produzione è interessato ad avere a disposizione tutti gli attrezzi del suo lavoro; il capo-reparto è interessato a conoscere l'ubicazione del suo ufficio; il direttore del personale ha problemi concernenti la sicurezza sul lavoro e le condizioni igieniche dei vari reparti; la squadra di manutenzione è interessata al layout perchè esso può influire sulla sua capacità di provvedere rapidamente ed efficacemente alle riparazioni del macchinario, ecc.).

Si possono definire, per grandi linee, quattro fasi di attività, per altro strettamente interconnesse e parzialmente sovrapposte nel tempo; si veda al riguardo la **fig. 11**.

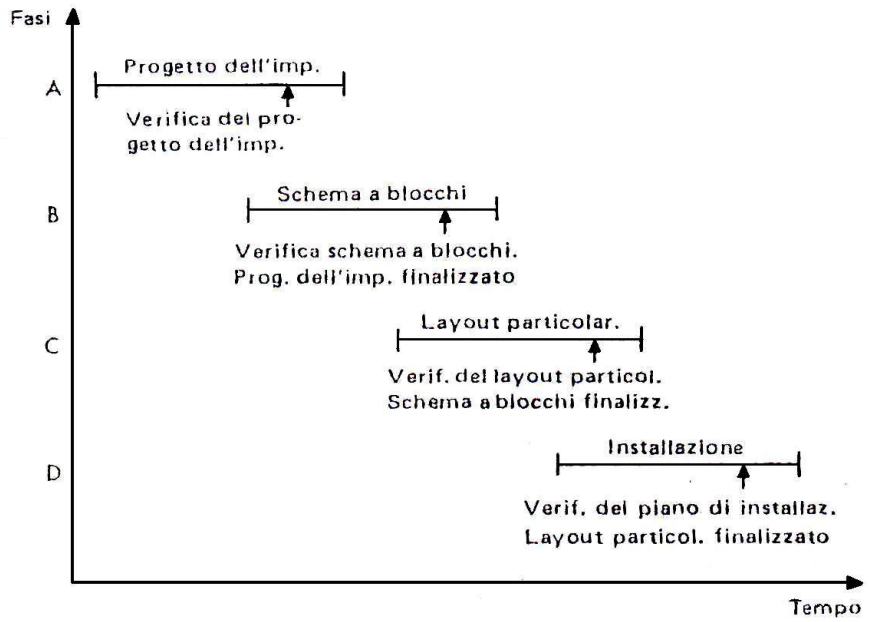


fig. 11 – Fasi di Progettazione del Layout

5.6.3. Vantaggi di un buon layout

I "vantaggi di un buon layout" sono numerosi e importanti. Le imprese più moderne e previdenti destinano considerevoli energie tecniche e finanziarie ai problemi di layout.

- Vantaggi anzitutto per i dipendenti. Un buon layout riduce la fatica degli operai ed elimina operazioni non necessarie. Inoltre, un buon layout contribuisce alla sicurezza sul lavoro e determina condizioni ambientali favorevoli.

- I vantaggi per la direzione sono essenzialmente quelli relativi alla produttività intesa come quantità di prodotto ottenuto per ogni ora di mano d'opera. Inoltre, un buon layout riduce il costo del trasporto e dei movimento dei materiali e dei prodotti nell'interno dello stabilimento. Un buon layout può contribuire a ridurre i costi indiretti, per esempio riducendo gli scarti e i guasti dovuti a situazioni di lavoro troppo difficili o comunque improprie. Anche i costi di pulizia e di manutenzione possono essere favorevolmente influenzati da un buon layout.

Un "layout appropriato" è quello che:

- tende a mantenere al minimo l'investimento di capitale permanente, pur senza permettere che i mezzi di produzione divengano obsoleti.
- provvede alla flessibilità necessaria per attuare nuovi metodi di lavoro o aumentare il volume della produzione;
- consente la utilizzazione ottimale dello spazio disponibile;
- riduce al minimo il capitale investito in scorte di produzione e utilizza nel modo migliore i mezzi di trasporto interni senza provocare congestioni o disguidi;
- consente un efficace controllo delle varie fasi di produzione con la minima spesa di personale e di tempo.

Naturalmente, non sempre un buon layout è in grado di realizzare contemporaneamente tutti questi obiettivi. D'altro canto, vi sono numerose altre sfere, oltre a quelle qui elencate, in cui un buon layout può avere favorevoli ripercussioni per la vita dell'impresa.

5.6.4. Analisi dettagliata dei layout per Processo e per Prodotto

Lay-out dei Processi Intermittenti (per Processo).

Bisogna ricordare che il flusso dei materiali in un processo intermittente è a salti, poiché prodotti diversi fluiscono secondo percorsi diversi all'interno dello stabilimento. Dal punto di vista del lay-out, le lavorazioni di un processo intermittente sono ancora ricomprese in un processo, perché attrezzature e macchine simili ed operatori con qualifica professionale simile sono raggruppati insieme in centri di lavoro o reparti. Ma ogni prodotto in lavorazione fluisce attraverso alcuni work-center e reparti saltandone altri, in dipendenza dalle operazioni richieste.

Il problema del lay-out del flusso intermittente può essere ricondotto alla considerazione che il flusso tra alcuni work-center e reparti può essere molto forte, mentre può essere molto meno intenso tra altri. Così, in un ospedale il flusso dei pazienti tra il reparto raggi-X e la clinica ortopedica può essere molto intenso poiché molte fratture richiedono l'impiego di lastre prima del trattamento. Invece, altri reparti, come la geriatria e la pediatria, possono avere bassi o nulli interscambi. A causa di tali differenze di volume di flusso, si cerca di arrivare ad un economico compromesso sistemando i reparti che hanno forte interscambio vicini tra loro.

In altre parole, la scelta di un lay-out a flusso intermittente determina la disposizione relativa dei work-center e dei reparti in modo da rispettare un criterio di scelta predeterminato, entro vincoli fisici definiti. I criteri decisionali da rispettare possono essere diversi e vanno dalla richiesta di minimizzare i costi di trasporto dei materiali, di minimizzare le distanze percorse dai materiali o dagli addetti, di minimizzare i tempi per il raggiungimento del posto di lavoro, di massimizzare la vicinanza di work-center o reparti fortemente correlati, ecc. I vincoli fisici più comuni sono limitazioni di spazio, la richiesta di mantenere nella loro posizione alcuni reparti (ad esempio i magazzini di carico e scarico), la limitata capacità di carico di certe aree, le regole di sicurezza del personale, la prevenzione degli incendi e degli incidenti rilevanti, le altezze dei locali, ecc. Il problema è di trovare il migliore lay-out, od un lay-out accettabile, che possa rispettare i vincoli imposti.

I problemi di lay-out della produzione intermittente cadono entro due categorie:

- quelli che comportano criteri decisionali quantitativi;
- quelli che comportano solamente criteri decisionali qualitativi.

I primi richiedono l'esame di parametri che possono essere espressi in termini misurabili quali i costi di trasporto dei materiali, il tempo di trasferimento degli addetti o dei clienti, le distanze, ecc. Invece, i secondi comportano scelte difficilmente esprimibili in termini misurabili, come la forte convenienza di piazzare le lavorazioni pericolose o nocive (saldatura, verniciatura, stampaggio) lontano dai reparti più frequentati. Queste relazioni qualitative non possono essere trattate allo stesso modo con cui si risolvono i problemi di origine quantitativa.

I Criteri Quantitativi.

Essi comprendono la *minimizzazione dei costi di trasporto dei materiali nei reparti e nei magazzini e la minimizzazione dei tempi di transito dei clienti nella produzione di servizi*. Naturalmente, la scelta dei criteri richiede sempre una decisione sugli obiettivi dell'attività, ad esempio se è più importante minimizzare il tempo dedicato dal medico, o quello di attesa del paziente in un ospedale, oppure si debba minimizzare la somma dei due.

Molti problemi a criteri quantitativi e che riguardano la locazione dell'impianto e dei suoi componenti possono essere espressi nella forma seguente:

$$C = \sum_{i=1}^{N} \sum_{j=1}^{N} T_{ij} \cdot C_{ij} \cdot D_{ij}$$

dove:

- $\mathbf{T_{ij}}$ sono i trasferimenti tra la locazione **i** e la locazione **j**,
- $\mathbf{C_{ij}}$ è il costo per unità di distanza e per trasferimento tra la locazione **i** e la locazione **j**,
- $\mathbf{D_{ij}}$ è la distanza tra la locazione **i** e la locazione **j**,
- **C** è il costo totale,
- **N** è il numero di locazioni.

Tij e Cij possono essere considerati costanti ed indipendenti dalle locazioni i e j, quindi Dij è l'unica variabile che dipende dalla scelta delle locazioni. Allora, si deve cercare il valore della particolare combinazione (o progetto di lay-out) Dij che rende minimo C. Il costo può essere espresso sia in termini monetari, sia in termini di tempo, in modo che la relazione detta può essere applicata sia alla distanza di trasferimento dei materiali, sia allo spostamento del personale. Così, ogni criterio basato sulle risorse può essere trattato considerando il costo come qualsiasi risorsa scarsa, che deve essere conservata o minimizzata dalle decisioni prese sul lay-out.

Appare chiaramente che il criterio del costo è stato preso come funzione lineare della distanza, il ché dà luogo a vantaggi di ordine analitico, ma anche a svantaggi pratici. Per esempio, il lay-out di una scuola che è frequentata da 50 studenti che vivono ad 1km di distanza è considerato equivalente a quello che ha uno studente a 50km ed i rimanenti 49 a 0km. Tuttavia, senza arrivare a questi estremi, la relazione scritta può essere utile per la soluzione dei problemi di locazione, impiegando i criteri della geometria lineare.

Esempio

Per illustrare il problema di minimizzare C agendo su Dij esaminiamo un'azienda produttrice di tosaerba e spazzaneve domestici, composta dai reparti riportati nella **tab. 4**. Assumiamo che l'obiettivo sia di minimizzare il costo di trasferimento dei materiali da un reparto all'altro, in un sistema produttivo a flusso intermittente. A questo scopo, si farà la lista dei passi necessari alla definizione delle costanti e della variabile della relazione detta.

Numero del reparto	nome del reparto	area [m^2]
1	verniciatura	500
2	taglio dei metalli	350
3	saldatura	600
4	motori	225
5	lavorazione dei metalli	600
6	controlli	275
7	pneumatici e ruote	500
8	assemblaggio	600

- tab. 4 -

Il primo passo è di determinare il numero di trasferimenti tra ogni coppia di locazioni, il quale può essere ricavato direttamente dalla documentazione di fabbrica, in particolare dal ciclo di lavorazione. L'andamento globale, in entrambe le direzioni, può essere rappresentato in forma di matrice come in **fig. 11**, la quale si riferisce ai trasferimenti per settimana (ma la scelta dell'unità di tempo è, evidentemente, quella più comoda per i calcoli).

locazioni	1	2	3	4	5	6	7	8
1		75	100	30	40	0	30	50
2			100	0	150	0	0	0
3				0	70	0	30	80
4					30	70	0	100
5						20	60	0
6							0	0
7								120
8								

fig. 11 – Matrice dei Trasferimenti per settimana Tij tra locazioni i e j nei due sensi

Il secondo passo è la determinazione del costo del trasporto per unità di distanza coperta con ogni trasporto. Il costo può variare da casella a casella a causa del particolare metodo di trasporto usato: ad esempio, si può usare un carrello a forche per il trasporto dei motori al reparto di assemblaggio, mentre possono essere usati carrelli a mano quando i materiali sono trasferiti dal controllo alla saldatura.

La matrice dei costi è riportata nella **fig. 12**.

locazioni	1	2	3	4	5	6	7	8
1		.05	.08	.04	.06	.10	.05	.04
2			.04	.05	.06	.10	.05	.06
3				.06	.05	.10	.05	.07
4					.06	.10	.05	.06
5						.10	.05	.05
6							.05	.05
7								.05
8								

fig. 12 – Matrice dei Costi di trasferimenti per unità di carico C_{ij} (in Euro per metro e per trasferimento) tra le locazioni i e j

Il terzo passo dell'analisi è la determinazione delle distanze tra le locazioni, le quali, come è ovvio, dipendono la lay-out scelto. Scegliamo la disposizione della **fig. 13** a seguire come punto di partenza.

1 verniciatura	4 motori	5 lavorazione dei metalli	7 pneumatici e ruote	magazzino ingresso
2 taglio lamiera	3 saldatura	6 controllo	8 assemblaggio	magazzino prodotti finiti

fig. 13 – Layout iniziale

Con tale disposizione, le distanze tra le locazioni sono quelle di **fig. 14** seguente ed è ora possibile calcolare il costo totale del trasporto.

locazioni	1	2	3	4	5	6	7	8
1		30	50	30	60	80	80	100
2			40	50	80	70	100	90
3				30	50	40	70	60
4					30	50	60	70
5						30	40	50
6							50	40
7								30
8								

fig. 14 – Matrice delle Distanze D_{ij} tra le locazioni i e j

Nell'ultima **fig. 15** è riportato, per ogni cella, il prodotto di Tij, Dij e Cij. Sommando il risultato di tutte le celle si ottiene un costo di 3668.5€/w.

locazioni	1	2	3	4	5	6	7	8
1		112.5	400	36	120		120	200
2			160		720			
3					175		105	336
4					54	350		420
5						60	120	
6								
7								180
8								

fig. 15 – Matrice dei Costi Cij

Trovato il costo totale C per la disposizione di primo tentativo, si può vedere se è possibile apportare miglioramenti alla sistemazione iniziale considerando i possibili cambiamenti della distanza tra coppie di locazioni. Ad esempio, supponiamo di scambiare i dipartimenti 4 e 5. Ricalcolando la matrice del costo totale della figura vista ora, otteniamo il nuovo valore di 3144.5€/w, il quale sarà suscettibile di ulteriori riduzioni attraverso lo scambio di ulteriori coppie di locazioni. Naturalmente, il minimo della funzione di costo potrà essere trovato solamente dopo aver considerato tutte le possibili combinazioni di locazione, ma questo sarà possibile economicamente quando il problema è molto semplice, in quanto le possibili combinazioni da valutare sono: N!/(N-1)
e, quindi, ragionevolmente solo il computer le può valutare tutte.
In sintesi, il problema quantitativo del lay-out di un processo intermittente può essere spesso espresso come funzione lineare della distanza tra le locazioni. I dati richiesti sono il numero di trasferimenti tra le locazioni nell'unità di tempo, il costo per unità di distanza per ogni trasferimento e la distanza tra le locazioni. Tali dati consentono il calcolo del costo totale di trasporto di ogni lay-out, a partire dal costo di trasporto tra ogni coppia di locazioni. Tuttavia, nella maggior parte dei casi di interesse per il calcolo del minimo del costo (che deve considerare ogni possibile scambio di posizione delle locazioni), il numero delle combinazioni è così elevato che è necessario l'uso del computer per ottenerlo, anzi in alcuni casi ci si deve accontentare di trovare non il minimo, ma una soluzione quasi-ottimale, la quale è ottenibile con metodi speciali.

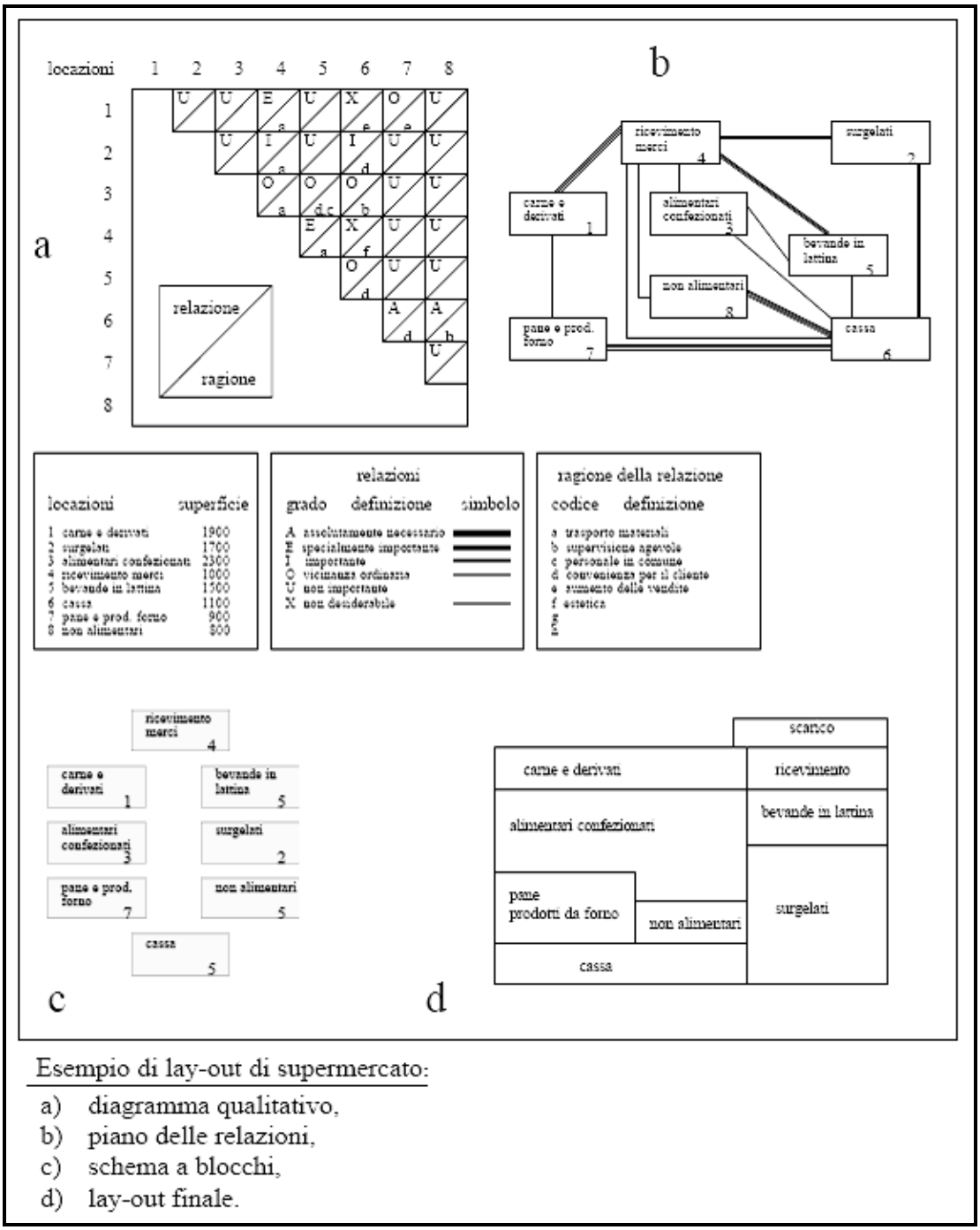
I Criteri Qualitativi.

I problemi di lay-out che comportano criteri di scelta qualitativi si verificano quando le relazioni tra le locazioni sono espresse in termini non misurabili direttamente (ad esempio, il desiderio di sistemare una locazione vicina, o lontana, da un'altra). In qualche caso, i criteri qualitativi sono più facilmente ritrovabili e sono più appropriati di quelli quantitativi. Con il loro approccio, la desiderabilità della sistemazione di una locazione vicina ad un'altra è espressa in termini verbosi da una delle seguenti espressioni: assolutamente necessaria, specialmente importante, importante, vicinanza normale, non importante, non desiderabile. Questi gradi obbediscono a considerazioni di sicurezza, di gradimento del cliente, ecc.

Vediamo ad esempio il caso di un supermercato. Anche qui, le notazioni sono sistemate in una matrice, analogamente a quanto fatto per la trattazione quantitativa. L'obiettivo è quello di rendere facile l'acquisto:

- può essere desiderabile sistemare le merci pesanti vicino alla porta di uscita (per ridurre la distanza di trasporto),
- proporre gli alimenti per bambini vicino alla zona del latte (per ridurre l'area soggetta a condizioni di sicurezza igienica),
- porre le merci più costose vicino alla cassa (per facilitarne il controllo contro i furti), ecc.

Dopo la specifica delle relazioni qualitative, è necessario trovare il modo per risolvere il lay-out. Per problemi semplici, può essere sufficiente un'impostazione visiva, del tipo di **fig. 16** seguente, tentando di sistemare le locazioni che hanno rapporto reciproco di vicinanza assolutamente necessaria il più vicino possibile; poi si passa a quelle che ne hanno una specialmente importante, e così via, fino a che si sistema la locazione che ne ha una non desiderabile il più lontano possibile dalle altre.



Esempio di lay-out di supermercato:

a) diagramma qualitativo,
b) piano delle relazioni,
c) schema a blocchi,
d) lay-out finale.

- fig. 16 -

La soluzione mostrata in **fig. 16** non è necessariamente quella ottimale, ma semplicemente una buona soluzione, rappresentata qui a semplice scopo di illustrazione. Quando queste relazioni sono state individuate ed applicate, il problema non è ancora risolto, poiché il lay-out deve essere compatibile con la geometria dell'ambiente a disposizione, come mostrato nella stessa figura nella sezione d.

Osservazione

Dopo aver messo in evidenza gli aspetti analitici del problema, consideriamo ora brevemente le implicazioni di tipo comportamentale ed ambientale. Infatti, i risultati che i modelli descritti forniscono non tengono adeguatamente in conto gli aspetti umani, quali il contatto umano, il grado di privatezza, il senso della proprietà, ecc. anzi hanno un grande impatto sulla percezione del senso del lavoro da parte del personale, influenzandone le prestazioni, la motivazione e la soddisfazione. Così, il posto di lavoro potrebbe essere organizzato in modo da essere altamente efficiente, ma il risultato è normalmente scadente se, nella pratica, spesso si osserva che l'operatore cerca ogni scusa per abbandonarlo. Dagli studi fatti risulta che i fattori ambientali più importanti del lay-out sono il grado di privatezza e la vicinanza con altri operatori che lavorano su attività correlate. Il grado di privatezza è importante perché permette alla persona di regolare le proprie relazioni interpersonali. D'altra parte, la prossimità con gli altri che operano alla stessa attività può essere facilitata da un'opportuna locazione spaziale dei posti di lavoro, ottenendo così un risparmio di tempo dei trasferimenti ed un miglioramento delle possibilità di comunicazione, ciò che migliora le prestazioni globali.

In definitiva, i risultati degli studi sostengono la convinzione che la scelta del lay-out dovrebbe essere basata non solo su considerazioni di efficienza, ma anche sulla sistemazione relativa del personale che lavora in team, tenendo conto di un adeguato grado di privatezza per il controllo delle relazioni interpersonali.

Lay-out dei Processi in Linea (per Prodotto).

Il lay-out dei processi in linea differisce grandemente da quello dei processi intermittenti. Infatti, nei processi in linea la sequenza delle operazioni è fissata dal disegno del prodotto ed il prodotto è ottenuto con lavorazioni sequenziali passando da una stazione alla successiva, seguendo un flusso determinato. Cioè, mentre il lay-out in linea non influenza la direzione del flusso del prodotto, essa determina l'efficienza della linea ed i turni assegnati ai singoli operatori. Il caso classico di operazioni in linea è la catena di montaggio, la quale, come è stato detto sopra, presenta una elevata efficienza di produzione. Tuttavia, allo stesso tempo, la catena di montaggio può presentare seri effetti collaterali in termini di stress degli operatori ed inconvenienti in termini di assenteismo e di abbandoni. Per questo, il progetto della linea e la valutazione delle possibili alternative al suo impiego devono costituire una fonte di impegno primario da parte della dirigenza.

Nel seguito verrà esaminato il problema del bilanciamento della linea, ottenuto con un'accurata assegnazione dei compiti agli operatori occupati lungo la linea in modo che il carico di lavoro sia ripartito in maniera equilibrata.

Bilanciamento delle Catene di Montaggio.

Il problema del bilanciamento di una linea può essere meglio descritto con un esempio. Supponiamo di stare progettando una catena di montaggio in cui il tempo del ciclo è di 60s, cioè ogni operatore lavora sul prodotto per 60s e, poi, lo passa all'operatore successivo. Per il bilanciamento della linea si devono assegnare le operazioni da effettuare ai singoli operatori. Se si assegna al primo operatore un certo numero di operazioni, il tempo necessario al loro compimento deve essere un pò minore dei 60s stabiliti, poiché può verificarsi il caso che non sia possibile trovare la combinazione di operazioni che esattamente coprano quel intervallo nella prima stazione. Allo stesso modo, anche al secondo operatore sarà praticamente impossibile destinare un numero di operazioni la cui somma dei tempi sia esattamente quella stabilita, e così via. Cioè, è possibilissimo, a causa della struttura del prodotto e del numero discreto di operazioni da eseguire su di esso (e dei tempi necessari al loro compimento), che molti operatori abbiano meno di 60s di lavoro per ogni ciclo. Si può allora dire che il problema del bilanciamento della linea può essere espresso nei termini di stabilire il numero minimo necessario di stazioni o di operatori e che ogni operatore abbia il minimo di tempi morti compatibile con la struttura del prodotto. Come si capisce, esistono rarissimi casi in cui la linea è perfettamente bilanciata, gli operatori non hanno tempi morti ed ha un'efficienza del 100%.

Un altro modo per definire il problema del bilanciamento della linea è di minimizzare il tempo del ciclo per un dato numero di stazioni, ma i due modi sono speculari e la soluzione dipende da dove si parte, se dal tempo del ciclo, oppure dal numero delle stazioni. Nella successiva discussione, saranno utilizzati i seguenti simboli:

- N = numero di stazioni della linea. Normalmente, la stazione è il luogo occupato da un singolo operatore, tuttavia si possono avere più operatori su una sola stazione, oppure più stazioni controllate da un solo operatore. Qui, assumeremo di avere un solo operatore per stazione,
- C = tempo del ciclo, cioè il massimo tempo consentito allo svolgimento delle operazioni nella stazione. Il tempo del ciclo può essere anche il tempo tra la produzione successiva di due unità di prodotto nella linea,

- t_i = tempo di svolgimento dell'i-esima operazione sul prodotto. Ogni operazione è assegnata ad una ed una sola stazione,
- St_i = contenuto totale di lavoro dell'unità di prodotto e ne costituisce il lavoro totale richiesto.

Esistono importanti relazioni tra queste variabili. E' normale conoscere il numero di unità di prodotto P_d che è possibile ottenere al giorno. Da esso si ricava il tempo del ciclo, che, se espresso in minuti e se il turno giornaliero è di 420 minuti utili, è dato da:

$$C = \frac{420}{P_d}$$

Una volta noto C, si può ricavare il numero minimo di stazioni della linea perfetta, cioè col 100% di bilanciamento (arrotondato all'intero superiore):

$$N_{min} = \frac{\sum t_i}{C}$$

Questa formula è basata sull'idea che il contenuto di lavoro totale deve essere fornito dagli operatori che lavorano C minuti su ogni unità di prodotto con bilanciamento perfetto. Naturalmente il fatto che il bilanciamento possa essere ottenuto sul numero minimo di stazioni dipende dai particolari vincoli di precedenza è dai tempi previsti per il problema in esame. Dopo aver bilanciato la linea, l'efficienza della linea è calcolata dalla:

$$e = \frac{\sum t_i}{N \cdot C}$$

Questa formula è basata sulla considerazione che $N \cdot C$ è il tempo effettivamente speso su ogni unità di prodotto (compreso il tempo morto), ma che St_i è il tempo produttivo previsto.

Nella discussione ora fatta il problema del bilanciamento è stato volutamente notevolmente semplificato. Infatti, nella pratica molte considerazioni complicano il problema e prendere in considerazione alcune di esse comporta la necessità di strumenti di calcolo molto sofisticati per avere soluzioni soddisfacenti.
Di seguito se ne enumeranno alcune:

- Variabilità dei tempi operativi. Il tempo richiesto dall'operatore per compiere un'operazione spesso varia con problemi legati ai materiali impiegati, alla fatica e ad un'errata postura di lavoro. Ne risulta la necessità di prevedere tra le stazioni magazzini

intermedi, di rallentare i ritmi della linea per far fronte a tali variazioni e, talvolta, la necessità di completare certe operazioni fuori linea.

- Molteplicità di prodotti. E' molto comune che una stessa linea di montaggio sia dedicata ad un mix di modelli dello stesso prodotto, oppure ad un mix di prodotti. Naturalmente è altrettanto spesso difficile ottenere un buon bilanciamento per tutte le situazioni.
- Vincoli architettonici o funzionali. In alcuni casi certe operazioni devono essere tenute insieme poiché sono richieste le stesse attrezzature oppure sono necessari operatori con uguale qualifica. Altre volte, invece, è essenziale tenere distinte le operazioni, anche dal punto di vista logistico, come nel caso della sabbiatura e della verniciatura (per evitare la presenza di polveri in questo reparto).
- Fattori sociali. L'effetto di scegliere tempi del ciclo brevi è di rendere sempre più ripetitive le azioni degli operatori, ma in questo modo di aumentare l'utilizzo delle loro attitudini specifiche e di spingere l'efficienza del lavoro. Per evitare di stressare gli operatori e stabilire un clima di lavoro non più accettabile, più sotto sono proposte alternative a queste soluzioni.

5.6.5. Conclusione

Per concludere c'è da dire che in campo industriale, esistono ancora grandi possibilità di miglioramento delle metodologie di progetto del lay-out. Una delle più dibattute discussioni è che, una volta fissato il lay-out, non può essere variata facilmente la potenzialità della linea, spostando in avanti ed indietro la sede delle singole operazioni. Cioè, se i responsabili decidono di cambiare la potenzialità od il mix di modelli, la linea deve essere più o meno completamente ribilanciata ed è richiesto un tempo non piccolo perché gli operatori apprendano le nuove sequenze e le nuove operazioni e perché l'efficienza della linea ritorni a valori accettabili. Ne risulta che si tende a mantenere la potenzialità ed il mix di modelli quanto più stabili possibile, facendo assorbire le variazioni della domanda ai magazzini dei prodotti finiti.

Capitolo 6. GLI IMPIANTI DI SERVIZIO

6.1. SERVIZI GENERALI DEI SISTEMI DI PRODUZIONE

6.1.1. Introduzione

Un *impianto industriale*, come detto più volte, *è un sistema caratterizzato da un certo grado di complessità finalizzato alla trasformazione, per mezzo di processi fisici e chimici, di risorse materiali ed umane in prodotti utili all'uomo. L'industria, in sostanza, attua la trasformazione di materie prime, per mezzo di appositi impianti, al fine di aumentarne il valore sociale.*

Secondo la definizione data, dunque, le **industrie produttive** (come le acciaierie, le fabbriche automobilistiche , etc.) sono "impianti industriali in senso proprio". Le **industrie di servizio** invece, come ad esempio gli impianti frigoriferi per la conservazione delle derrate alimentari, i silos da grano, gli impianti di generazione e distribuzione dell'energia elettrica, ecc., rientrano anch'essi, ma "in senso lato", nell'ambito degli "impianti industriali".

Fra gli impianti industriali, inoltre, si riconoscono gli impianti a cui sono affidati i "servizi di stabilimento" che, pur non essendo direttamente produttivi, sono essenziali ai fini della produzione.

Più in particolare (**fig. 1**), si parla di:

- *Impianti generali*, intendendo con tale termine l'insieme degli impianti per la produzione o l'approvvigionamento e la distribuzione dei fluidi necessari al funzionamento di uno stabilimento produttivo, come l'acqua, l'aria compressa, l'energia elettrica, il vapore ecc. Con tale termine si intende spesso indicare anche gli impianti preposti al condizionamento ambientale, come quelli per l'aspirazione dei fumi e delle polveri, per il trattamento delle acque, per il riscaldamento, ecc., e gli impianti occorrenti ad assicurare le condizioni di sicurezza.
- *Servizi generali*, sta ad indicare l'insieme degli uffici, dei laboratori, della mensa, dell'infermeria, ecc.
- *Servizi ausiliari*, quali le officine ausiliarie, i reparti manutenzione, le attrezzerie, ecc.,
- *Servizi igienico-sanitari*.

- fig. 1 -

E' facile comprendere come "l'impiantistica dei servizi di stabilimento" sia di fondamentale importanza per il funzionamento efficace ed efficiente di un sistema finalizzato alla realizzazione di beni utili, prodotti secondo un principio di economicità e di redditività per l'imprenditore.

I servizi di impianto sono a loro volta degli "impianti". I servizi di cui c'è bisogno in uno stabilimento sono di vario genere e tipo, essendo rivolti:

- ai mezzi produttivi, cioè alle macchine: devono assicurare il loro funzionamento, e dunque devono fornire l'energia elettrica ed i fluidi richiesti, nonché assicurare le condizioni ambientali necessarie ad un loro corretto funzionamento (ad esempio, liberando le macchine dagli affluenti di scarico);
- al personale addetto: devono garantire condizioni di sicurezza, igiene e benessere per tutti i lavoratori impegnati nello svolgimento del ciclo produttivo. Tale esigenza, oltre a scaturire da considerazioni di umanità, è anche, soprattutto, la conseguenza di precise considerazioni economiche. E' scientificamente dimostrato, infatti, che la quantità di lavoro che un uomo riesce a svolgere è una funzione diretta della voglia e dell'entusiasmo messi nell'attività, a loro volta strettamente connessi con le condizioni igienico-lavorative realizzate.

Cercheremo di fornire una visione d'insieme di tutti i servizi di stabilimento che permetta, malgrado la loro intrinseca complicazione, l'elevato numero e l'eterogeneità, di fornire delle nozioni di base su ciascuno di essi, compatibilmente alle finalità del presente lavoro.

6.1.2. Servizi di Stabilimento e Tecnologie

Esiste una intima unione fra chi si occupa dei "mezzi produttivi" e chi dei "servizi": è evidente, infatti, che il servizio di stabilimento deve essere adeguato con il processo che si svolge nello stabilimento. In particolare, sarà definito sulla base di specifiche richieste:

- il *tipo di servizio* richiesto (acqua, vapore, etc.),
- la *qualità del servizio* (cioè le caratteristiche salienti che il servizio deve avere in relazione al processo: ad esempio, negli stabilimenti destinati alla produzione di chips elettronici sono richieste condizioni particolarmente restrittive nella fornitura di energia elettrica, in quanto a deviazioni percentuali dai valori di frequenza e tensione nominali, così come pure sono necessarie condizioni di igiene straordinarie),
- la *quantità del servizio* medesimo come è facile attendersi (portata, flusso, interruzioni programmate, punte di funzionamento, etc.).

La collaborazione fra gruppi che lavorano alla gestione del processo produttivo e quelli che sono preposti alla definizione dei servizi di stabilimento è di fondamentale importanza: evitare interferenze di spazio, come pure le incongruenze fra specifiche richieste e servizi effettivamente forniti, è essenziale per il successo della produzione. Alcuni problemi, a tale proposito, possono presentarsi in relazione alle fondazioni ed alle strutture in elevazione degli edifici, la cui progettazione è spesso anteposta, per necessità, allo studio completo dei servizi. Sarà consigliabile, allora, tenere sempre sott'occhio le esigenze dei servizi, anche quando altre esigenze non li facciano apparire di primaria importanza.

6.1.3. Classificazione dei Servizi

I servizi di stabilimento possono essere variamente classificati, in base a diversi principi.

Dal punto di vista dell'utilizzazione si possono distinguere, come già detto:

a) i servizi per i mezzi produttivi, cioè le macchine;
b) i servizi per gli addetti.

Dal punto di vista del flusso, i servizi possono ancora dividersi in due grandi categorie:

a) i servizi di alimentazione: provvedono a distribuire centrifugamente il servizio, da una centrale ai punti di utilizzazione;
b) i servizi di scarico: sono preposti alla raccolta degli effluenti dagli scarichi delle macchine fino al punto di raccolta e di trattamento.

Globalmente, i principali servizi presenti in uno stabilimento sono i seguenti:

1. servizio elettrico, relativo alla generazione e/o alla distribuzione di energia elettrica necessaria al funzionamento dello stabilimento;
2. servizio per la distribuzione dei fluidi (piping), relativo all'impiantistica necessaria al trasporto dei fluidi necessari al corretto svolgimento delle lavorazioni;
3. servizio riscaldamento, che provvede alla distribuzione del calore per mezzo di adatti impianti termici;
4. servizio acqua ed olio in pressione, prevalentemente per gli impianti di potenza;
5. servizio aria compressa, per i vari usi che se ne può fare in uno stabilimento produttivo;
6. servizio combustibili, relativo allo stoccaggio ed alla distribuzione dei combustibili;
7. servizio acqua potabile ed acqua industriale, per diversi usi;
8. servizio di recupero e raccolta delle acque e di fognatura;
9. servizi igienico-sanitari, per i bisogni essenziali del personale;
10. servizio di illuminazione, per la corretta illuminazione artificiale degli ambienti;
11. servizio di condizionamento, per la climatizzazione ed il condizionamento degli ambienti che devono ospitare attrezzature e addetti;
12. servizio di trasporti interni, per il trasferimento di materiali all'interno dello stabilimento;
13. servizio fondazioni, per la realizzazione di fondazioni e basamenti per strutture da sistemare all'interno dello stabilimento;
14. servizio edifici, che si occupa della gestione e del mantenimento in condizioni di efficienza delle strutture che ospitano le macchine e gli addetti;
15. servizio gas speciali, ove necessario per lo svolgimento del processo produttivo.

Quelli appena visti sono la quasi totalità dei servizi che possono trovarsi in uno stabilimento produttivo. Altri particolari servizi possono aversi in relazione alle specifiche esigenze del sito industriale.

6.1.4. Schema generale di un Servizio di Stabilimento

Per aiutare la comprensione del funzionamento di un generico servizio di stabilimento, si può rilevare una caratteristica comune a molti dei servizi presi in considerazione, o comunque in quelli comunemente presenti negli impianti produttivi.

In generale, infatti, un servizio di stabilimento si compone di tre parti distinte (**fig. 2**):

I. la parte che genera o inizia il ciclo del generico servizio;
II. la parte preposta al trasporto ed alla distribuzione del servizio;
III. la parte che collega l'elemento terminale della sezione di trasporto con l'utilizzatore del servizio.

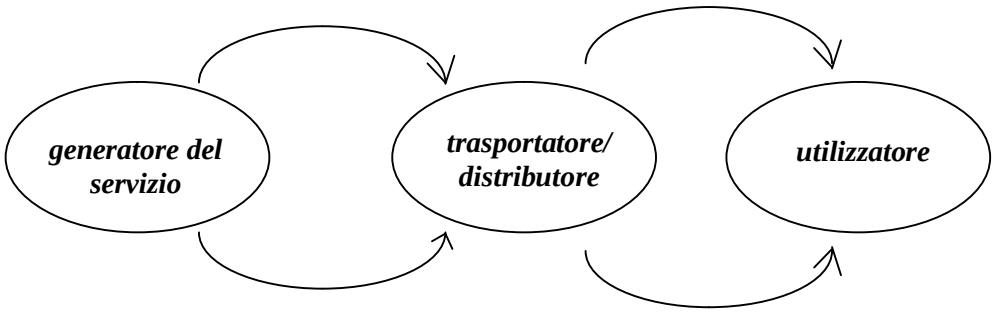


fig. 2 - Schema generale di un Servizio di Stabilimento

Benché in alcuni casi la distinzione individuata risulti evanescente o poco chiara, appare estremamente utile questa sintetica schematizzazione, poiché, a riflettere bene, si potrà constatare che essa è quasi sempre riscontrabile sul campo.

6.1.5. Attività di Progetto di un Generico Servizio di Stabilimento

Sulla base della esemplificazione appena effettuata, e sempre nell'intento di schematizzare e generalizzare le considerazioni relative alla materia dei servizi, vasta e non omogenea, nel seguito viene abbozzato il processo tecnico-logico che conduce alla realizzazione del servizio.

1. Il primo passo da effettuare per la realizzazione di un servizio di stabilimento, premesso che chi si occupi di tale attività sia un esperto del settore tecnico di interesse, consiste nell'individuazione di tutte le caratteristiche dei potenziali utilizzatori del servizio. In particolare, interessa risalire:

- al *tipo*;
- alla *qualità*;
- alla *quantità* del servizio richiesto.

Per acquisire questo genere di informazioni, in generale occorrerà fare riferimento ai "dati di targa" delle macchine prese in esame (ove si considerino i servizi per le macchine e non quelli per gli addetti), che potranno essere disponibili presso le macchine medesime o presso il fabbricante. Nel caso in cui non fossero disponibili le informazioni necessarie, occorrerà risalire ad esse per via indiretta, partendo dai consumi energetici. L'obiettivo finale di tale analisi consiste nella sostituzione sistematica delle macchine con le loro caratteristiche funzionali: il progettista dei servizi, cioè, dovrà prescindere nella sua analisi preliminare dalla particolare tecnologia presente, tenendo in conto esclusivamente le informazioni che gli occorrono, cioè le specifiche tecniche necessarie al dimensionamento del servizio di stabilimento.

2. Il passo successivo che il progettista dovrà effettuare, noto il tipo di servizio richiesto e la sua dimensione, consiste nella scelta della soluzione tecnologica idonea. Tale decisione dovrà essere presa tenendo in considerazione la propria esperienza professionale, ma anche le soluzioni esistenti e già sperimentate presso altri stabilimenti. La scelta finale, evidentemente, sarà dettata anche da considerazioni economiche e dai requisiti di sicurezza che il tipo di impianto prescelto può offrire.

Una volta presa la decisione, almeno sulla carta, occorrerà effettuare una valutazione sufficientemente precisa di tutta la componentistica che l'impianto di servizio può richiedere. Da questo momento in poi, il progettista considererà l'impianto come una sola cosa (come una black box), la quale è caratterizzata da alcune grandezze fisiche tipiche. In tal modo si semplifica assai il compito, risparmiando al tecnico di "trascinarsi" informazioni oramai superflue. Ad esempio, nel caso di un servizio di illuminazione, fra i componenti da prendere in considerazione ci saranno le lampade, i portalampada, i diffusori, gli starter, ecc., e, una volta dimensionato di massima l'impianto, i singoli componenti possono essere tranquillamente trascurati da parte del progettista nelle fasi successive del suo lavoro. A meno che le singole parti di impianto influenzino il funzionamento globale alterando le grandezze fisiche di interesse, infatti, sarà assolutamente superfluo sapere se un assegnato componente è di un certo tipo o di un altro; ciò che importa è che esso "elabori" ed eroghi il tipo di servizio richiesto nella quantità attesa.

Le “caratteristiche di targa” dei componenti di un impianto di servizio possono essere essenzialmente di due tipi:

1. caratteristiche dimensionali, necessarie ad una esatta individuazione del pezzo;
2. caratteristiche funzionali, necessarie al dimensionamento del servizio.

Le seconde dipendono dalle prime in modo non costante (a seconda del tipo di prodotto prescelto e del costruttore) e sono le caratteristiche di maggiore interesse per il dimensionamento relativo dei vari componenti dell’impianto di servizio. Occorre osservare che la variazione generalizzata dei parametri di funzionamento dei vari componenti del servizio può condurre a soluzioni non facilmente prevedibili, a volte anche migliori di quelle più immediate dettate dalla esperienza pregressa. E’ chiaro che il tecnico-progettista fa riferimento, nello svolgimento del suo lavoro, a condizioni lavorative medie, per le quali sono già stati realizzati molti impianti simili a cui egli può certamente ispirarsi. In alcuni casi particolari e speciali, però, può essere conveniente ricercare soluzioni nuove ed anche più sofisticate.

Una volta effettuato il dimensionamento di tutti i componenti dell’impianto di servizio ed elaborati alcuni disegni di supporto all’attività progettuale, il tecnico dovrà effettuare una “verifica del servizio” effettivamente erogato dall’impianto rispetto alle specifiche richieste in partenza.

Durante tale attività di verifica e controllo, si potrà cominciare a considerare la disponibilità sul mercato dei componenti di impianto previsti nel progetto. Una situazione frequente che può presentarsi consiste nell’avere previsto un pezzo non facilmente ed economicamente reperibile a causa delle sue dimensioni non comuni o, addirittura, non normalizzate. In tale caso, occorrerà ricadere sul componente uguale ma con dimensioni diverse ed il più possibile prossime a quelle previste. Un’altra verifica da effettuare consiste in eventuali semplificazioni dell’impianto e nell’uniformare i componenti sia nella tipologia, sia nella loro dimensione. E’ evidente, infatti, che sarà assai più economico acquistare tanti componenti simili, se non addirittura uguali, e facilmente reperibili sul mercato, che non andare alla ricerca di pezzi rari od unici. D’altra parte, all’atto dell’acquisto occorrerà anche tenere in conto margini di operatività, in caso di inesattezze o variazioni locali che potranno intervenire anche più avanti nel tempo. I pezzi in più acquisiti, dunque, dovranno essere tenuti a magazzino, pronti ad un loro eventuale utilizzo.

La riduzione nel numero e nei tipi di componenti comporta, in conclusione, i seguenti vantaggi:

- riduzione dei costi unitari d'acquisto;
- riduzione delle quantità da ordinare per il montaggio;
- riduzione delle scorte da tenere a magazzino per l'esercizio.

A conclusione di tutte le attività appena viste, il tecnico dovrà stendere il progetto esecutivo, fornendo tutte le informazioni necessarie alla piena comprensione dell'impianto, del suo montaggio e del suo funzionamento.
La documentazione finale dovrà comprendere:

- lo schema generale dell'impianto di servizio;
- i disegni dettagliati e quotati in ogni loro parte, così da evitare che qualche decisione venga rimandata all'atto del montaggio;
- disegni costruttivi delle parti non standard;
- le specifiche tecniche di tutto ciò è necessario al funzionamento dell'impianto;
- elenchi dettagliati dei materiali necessari, comprendendo le quantità previste.

In aggiunta ai precedenti documenti, il tecnico prepara e mette a disposizione un diagramma ove siano chiaramente indicate le attività di montaggio dell'impianto, la loro successione ed il tempo occorrente.

6.1.6. Fattori di Scelta di un Servizio

Percorrendo le numerose azioni appena descritte che il progettista deve compiere per arrivare a definire completamente le caratteristiche tecniche e funzionali del servizio, si potrà constatare che uno dei momenti più delicati consiste nella "scelta del tipo di soluzione da adottare". E' evidente, infatti, che in tale frangente il progettista deve basarsi molto sulle proprie capacità ed esperienza, piuttosto che a manuali e volumi tecnici.
I fattori da prendere in considerazione sono essenzialmente di due tipi:

1. *qualitativi*: l'estetica, la "bontà" del servizio, la sicurezza del personale, ecc.;
2. *quantitativi*: si fa riferimento ad elementi di costo e tecnici (la sicurezza di funzionamento, ecc.).

La scelta finale, come è evidente, dovrà tenere conto di tutti gli elementi (sia qualitativi, sia quantitativi), pesando opportunamente la loro importanza. Il costo, la qualità dell'impianto

di sicurezza, cioè la sua efficienza e la sua sicurezza sono evidentemente alcuni elementi di importanza prioritaria.

6.1.7. Il Fattore Costo

Come è facile presumere il costo rappresenta un fattore di primaria importanza, spesso il più importante in assoluto. È evidente che a parità di costo, si sceglierà la soluzione più sicura per il personale.

Fra gli elementi che vanno a comporre la voce costo, due sono principali:

1. il **costo di impianto**, somma dei costi di ogni singolo componente di impianto;
2. il **costo di esercizio**, somma di tutti i costi che devono essere affrontati in un certo periodo di tempo (solitamente un anno) per gestire l'impianto di servizio, facendolo funzionare e manutenendolo.

I due elementi di costo appena visti hanno, però, un peso differente. E' evidente, infatti, che ove si riescano ad avere "costi di esercizio" assai bassi rispetto ai ricavi, il margine di guadagno sarà tale da assicurare un ammortamento in tempi sufficientemente brevi del costo dell'impianto. Ciononostante, non si può prescindere dal costo dell'impianto poiché esso richiede un esposizione economica, più spesso finanziaria (mediante un debito contratto), non sempre accettabile.

In effetti, il parametro più corretto da considerare sarebbe il costo di esercizio di tutto lo stabilimento o, quanto meno, quello del servizio posto a confronto con quello di stabilimento e, ove possibile, prendendo in esame diverse soluzioni tecniche per il servizio. Infatti, se si scegliesse un impianto di servizio particolarmente economico (sia come costi di esercizio sia come costi di impianto) che però determinasse un notevole innalzamento dei costi globali di esercizio dello stabilimento, si effettuerebbe una scelta gravemente sbagliata. Senza dimenticare, tra l'altro, di dover tenere nel conto anche i ricavi che lo stabilimento può indurre.

Nella pratica impiantistica, però, per ragioni di semplicità, si tiene conto solamente dei costi relativi all'impianto di servizio. Le considerazioni fatte in precedenza, allora, costituiscono uno spunto di riflessione, utile soprattutto in casi e circostanze particolari.

Il **costo dell'impianto** di servizio C è la somma di quattro termini:

$$C = M_a + M_o + P_r + I_p \qquad (1)$$

ove è:

- M_a = costo dei materiali;
- M_o = costo del montaggio;
- P_r = costo del progetto;
- I_p = interessi passivi.

Ciascuno di tali termini inoltre, si compone di diverse voci.
Il costo dei materiali, innanzi tutto, può essere espresso dalla seguente equazione:

$$M_a = P_f + I + T + A + IVA + D + C_p \qquad (2)$$

ove è:

- P_f = prezzo dei materiali presso la fabbrica e non imballati;
- I = costo dell'imballo, funzione, tra l'altro, del tipo di trasporto e della sua durata;
- T = costo del trasporto;
- A = costo della copertura assicurativa per il trasporto del materiale, funzione del valore del materiale, del tipo viaggio da effettuare e della distanza da coprire;
- IVA = imposta sul valore aggiunto, valida per i materiali usati nel paese;
- D = eventuali imposte doganali, fortemente variabili in funzione del tipo di materiale e dello Stato interessato;
- C_p = costo del denaro, dovuto al tempo intercorrente fra il momento in cui si paga il materiale ed il momento in cui esso viene acquisito; tale costo è proporzionale al tasso di interesse praticato, al tempo ed all'entità del pagamento.

Alcune delle voci precedenti, in aggiunta, sono a loro volta costituite da altre voci di costo.
Il "costo del trasporto" T è esprimibile dalla seguente equazione:

$$T = t_t + i + t_m + s + t_t^* \qquad (3)$$

ove si ha:

- t_t = costo del trasporto terrestre dal fabbricante fino ad altro mezzo di trasporto (aereo o nave);
- i = costo dell'operazione di imbarco;
- t_m = costo del trasporto su nave o su aereo;
- s = costo dell'operazione di sbarco;
- t_t* = costo del trasporto terrestre dall'aereo o nave fino alla destinazione finale.

Il "costo del denaro" C_p, invece, è pari a:

$$C_p = \alpha \cdot P_f \cdot \rho \cdot \left(\frac{\tau}{12}\right) \qquad (4)$$

ove:

- α = frazione del prezzo pagato in anticipo;
- ρ = tasso di interesse annuo;
- τ = numero di mesi d'anticipo del pagamento.

L'espressione finale di M_a, dunque, è la seguente:

$$M_a = P_f + I + t_t + i + t_m + s + t_t^* + A + IVA + D + \alpha \cdot P_f \cdot \rho \cdot \left(\frac{\tau}{12}\right) \qquad (5)$$

Il <u>costo di montaggio</u> M_o non è facilmente generalizzabile poiché dipende da numerosi fattori specifici e variabili da caso a caso. In particolare, esso dipende dal costo della mano d'opera, dalle attrezzature necessarie, dalla zona e dalla complessità dell'impianto. Il costo M_o, comunque, è solitamente assai inferiore a P_f.
Il <u>costo di progetto</u> P_r è variabile in funzione del grado di dettaglio raggiunto ed è esprimibile in base ad alcune espressioni fornite dalla giurisprudenza.
Gli <u>interessi passivi</u> I_p, infine, devono la loro origine alla necessità di investire del denaro il cui costo deve essere pagato. Infatti, o si tratta di denaro preso a prestito, il cui costo deve dunque essere pagato al creditore, o si tratta di denaro proprio che non è stato investito in una qualche attività ad un tasso di interesse variabile in funzione di questa; dunque si tratta, in questo secondo caso, di un mancato guadagno più che di una spesa, almeno fino a quando l'impianto non comincia a funzionare. La voce I_p è esprimibile allora con la seguente equazione:

$$I_p = \rho \cdot (P_r \cdot \theta_1 + M_a \cdot \theta_2) + \rho \cdot (P_r \cdot \theta_1 + M_a + M_o) \cdot \theta_3 \qquad (6)$$

ove si ha:

- ρ = tasso di interesse del capitale;
- θ_1 = tempo dal pagamento del progetto al completamento del montaggio;
- θ_2 = tempo dalla resa a piè d'opera dei materiali (che è il costo dei materiali inclusi tutti i costi di trasporto) al completamento del montaggio;
- θ_3 = tempo tra il completamento del montaggio e l'inizio di funzionamento di tutto l'impianto.

Il **costo di esercizio** di un servizio, come si è già avuto modo di dire, rappresenta un elemento di valutazione estremamente valido nella scelta di una soluzione tecnologica per realizzare un servizio di stabilimento. D'altra parte, per avere delle informazioni approfondite e realmente attendibili occorre effettuare una analisi attenta dell'intero impianto che ospiterà il servizio. Ciò può complicare in modo non indifferente la fase di valutazione, rendendola lunga e laboriosa. Per questo motivo ci si limita, nella generalità dei casi, a tenere conto solo delle voci più importanti e significative.

Quando si valuta il "costo di esercizio di un servizio di stabilimento", occorre tenere nella dovuta considerazione due voci componenti di esso:

1. il costo del servizio propriamente detto, esprimibile per mezzo dei comuni parametri di costo quali il costo del kWh, il costo del kg di vapore, ecc.;
2. il costo dell'inefficienza del servizio, cioè la somma dei costi che l'impresa deve sostenere per tenere conto del cattivo funzionamento del servizio.

La prima voce presa in considerazione, cioè il costo del servizio vero e proprio, si compone di alcune voci, variabili a seconda della soluzione presa in considerazione. Essenzialmente si possono individuare due tipologie di costi componenti il costo del servizio:

a) i costi variabili, legati al volume di servizio prodotto e/o erogato;
b) i costi fissi, cioè indipendenti dal volume di servizio elaborato, derivanti dal tipo di soluzione prescelta (essi sono, ad esempio, il costo del personale preposto alla gestione e manutenzione dell'impianto di servizio, il costo di ammortamento dell'impianto, il costo delle spese di manutenzione, etc.).

Il costo del servizio annuo, dunque, è esprimibile per mezzo della seguente equazione:

$$q_t = q_v + q_f \qquad (7)$$

ove si ha:

- q_v = costi variabili;
- q_f = costi fissi.

Il termine q_v può essere espresso per mezzo della:

$$q_v = (b \cdot \beta + s \cdot \sigma) \cdot \alpha \cdot A \qquad (8)$$

ove si ha:

- A = volume annuo di servizio erogato,
- α = fattore di perdita (pari al rapporto tra il volume di servizio effettivamente utilizzato e quello erogato),
- b = consumo energetico per unità di volume del servizio,
- β = costo energetico unitario,
- s = consumo di ausiliari per unità di volume,
- σ = costo unitario degli ausiliari.

Il termine q_f, invece, è dato dalla somma di tre termini:

$$q_f = q_p + q_c + q_m \qquad (9)$$

ove è:

- q_p = costo annuo del personale preposto al funzionamento del servizio;
- q_c = costo annuo del capitale investito proporzionale al costo dell'impianto di servizio in base al tasso j, somma del tasso di interesse e del tasso di ammortamento dell'impianto di servizio;
- q_m = costo di manutenzione dell'impianto di servizio.

Nel considerare la somma dei costi componenti il costo di servizio, dunque, si dovrà cercare di minimizzare l'espressione ottenuta e, tenendo conto che alcune voci non sono funzione del tipo di tecnologia, si potrà procedere nella scelta della soluzione tecnica per realizzare l'impianto di servizio.
La considerazione dei costi dovuti all'inefficienza del servizio può essere, in alcune circostanze, di grande importanza, più della valutazione dei costi di esercizio propriamente

detti. Si consideri, infatti, l'espressione dell'utile U ottenibile annualmente dal lavoro di uno stabilimento:

$$U = F - (C_f + C_v) \qquad (10)$$

in cui:

- F = fatturato annuo;
- C_f = costi fissi annui;
- C_v = costi variabili annui.

L'espressione (10) è valida in assenza di inefficienze od interruzioni nel funzionamento dell'intero stabilimento. Si supponga, invece, di considerare un termine γ (<1) il quale rappresenti il "fattore per il quale si riduce il volume di produzione", e quindi il fatturato ed i costi variabili. Si ha, in tal caso:

$$U = \gamma \cdot (F - C_v) - C_f \cdot \delta \qquad (11)$$

ove δ rappresenta l'incremento dei costi fissi C_f per sopperire alle inefficienze del servizio, e variabile con il termine γ.

Si supponga che si manifesti una variazione di γ infinitesima $d\gamma$ a cui faccia seguito una variazione $d\delta$. Allora si potrà scrivere la seguente espressione:

$$\frac{dU}{F} = d\gamma \cdot \left[\left(1 - \frac{C_v}{F}\right)\right] - \left(\frac{C_f}{F}\right) \cdot d\delta \qquad (12)$$

Se γ e δ variano in modo che non si abbia alcuna influenza sull'utile U, è:

$$0 = d\gamma \cdot \left[\left(1 - \frac{C_v}{F}\right)\right] - \left(\frac{C_f}{F}\right) \cdot d\delta \qquad (13)$$

e inoltre

$$\frac{d\gamma}{d\delta} = \frac{\frac{C_f}{F}}{1 - \frac{C_v}{F}} = K \qquad (14)$$

Se invece risulta essere $\frac{d\gamma}{d\delta} > K$, si ha $\frac{dU}{F} > 0$, cioè l'aumento del costo di impianto è compensato ed è tale da produrre un aumento di efficienza ed un aumento dell'utile.

Viceversa, se $\frac{d\gamma}{d\delta} < K$ è $\frac{dU}{F} < 0$ e l'aumento del costo dell'impianto non è conveniente perché provoca una riduzione dell'utile.

L'andamento tipico di K in funzione del rapporto fra i costi variabili ed i costi fissi $\frac{C_v}{C_f}$ è rappresentato nella successiva **fig. 3**, ove si può constatare che il coefficiente K diminuisce all'aumentare dei costi variabili a parità di costi fissi (ad esempio aumentando l'utilizzo degli impianti con più turni di lavoro o migliorando la manutenzione, ecc.).

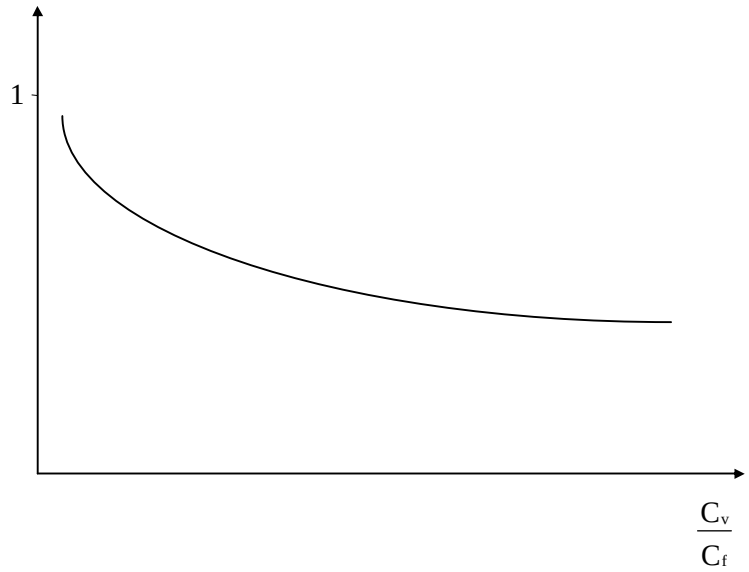


fig. 3 - Andamento del coefficiente K con il rapporto $\frac{C_v}{C_f}$

Al diminuire di K è più probabile che si verifichi la disequazione $\frac{d\gamma}{d\delta} > K$; ciò significa che all'aumentare dell'utilizzo dell'impianto, naturalmente, risulta più conveniente investire nell'efficienza dei servizi. Negli impianti ad elevata produzione caratterizzati da elevati investimenti, inoltre, risulta conveniente spendere in termini di efficienza e di sicurezza. Infatti, se C_f assume valori elevati, per modeste variazioni $d\delta$ si ha una grossa disponibilità economica da rivolgere ai servizi per migliorarne l'efficienza.

I costi annui che devono essere sostenuti per un impianto di servizio sono pari alla somma di alcuni costi fissi e di alcuni costi variabili, come si è potuto constatare. I costi variabili sono dipendenti dal volume prodotto: una voce in modo direttamente proporzionale, l'altra no, ma per piccoli livelli di produzione si può immaginare che i costi variabili siano in toto

direttamente proporzionali al volume di produzione. I costi fissi f, invece, corrispondono alla somma di un termine f' per le spese di direzione, amministrazione, etc. e di un termine dipendente dal capitale investito per l'impianto I per il tramite del tasso di interesse annuo ρ_1 e del tasso di ammortamento annuo ρ_2:

$$f = f' + \frac{I}{100 \cdot (\rho_1 + \rho_2)} \qquad (15)$$

Se si indica, allora, con u_k il costo di produzione dell'unità k-esima, con M_k la produzione di unità di tipo k, con a_i il costo della i-esima risorsa produttiva per avere la generica unità k-esima, con b_{ik} il consumo di risorsa di tipo i per avere l'unità di tipo k, con n il numero delle risorse richieste, con c_j il costo della manodopera di tipo j, con m il numero delle categorie di manodopera e con d_{jk} la manodopera di tipo j impegnata nella produzione di tipo k. Se il fatturato annuo F_a è espresso con la seguente equazione:

$$F_a = \sum_{k=1}^{r} \varphi_k \cdot M_k \qquad (16)$$

essendo φ_k il fatturato per ogni unità di tipo k, allora l'espressione generale dell'utile è data dalla seguente equazione:

$$U = \sum_{k=1}^{r} \varphi_k \cdot M_k - [\, f \,] = f' + \frac{I}{100 \cdot (\rho_1 + \rho_2)} + \sum_{k=1}^{r} \left(\sum_{i=1}^{n} a_i \cdot b_{ik} + \sum_{j=1}^{m} c_j \cdot d_j \cdot k \right) \cdot M_k \,] \qquad (17)$$

Introducendo alcuni ulteriori parametri, è possibile poi mettere in evidenza i principali fattori che influiscono sulle variazioni dell'utile U:

- γ_1 rappresenta il rendimento di tempo che tiene conto del rapporto fra il tempo effettivamente utilizzato nell'anno produttivo ed il tempo a disposizione con il personale previsto;
- γ_2 è il rendimento dei consumi che tiene conto, analogamente a quanto avviene per γ_1, del fatto che con macchine di maggiore efficienza sarebbe possibile ridurre i consumi di risorse produttive b_{ik};
- γ_3 è il coefficiente di automazione che tiene conto della possibilità di ridurre i costi di manodopera mediante l'introduzione di un certo livello di automazione.

Parallelamente ai 3 coefficienti di tipo γ appena visti, ed analogamente a quanto già fatto parlando di incremento dell'efficienza dei servizi, è possibile introdurre altrettanti coefficienti di tipo δ che stanno a rappresentare l'aumento dei costi di investimento per le corrispondenti riduzioni di inefficienze legate ai coefficienti γ.

I coefficienti γ_i e δ_i sono funzionalmente legati fra di loro in maniera non univoca e dipendente dalla particolare soluzione impiantistica con cui si ha a che fare. In tutti e tre i casi, comunque, si può con certezza affermare che i valori γ_i sono crescenti con quelli δ_i.

Facendo riferimento all'equazione (17), è possibile introdurre tutti i parametri appena visti, supponendo che negli N anni di vita dell'impianto costi e ricavi si mantengano uguali ed α_N sia il fattore di attualizzazione di tutte le annualità:

$$U = \gamma_1 \cdot \sum_{k=1}^{r} \varphi_k \cdot M_k - \left(\frac{\rho_1 \cdot I}{100}\right) \cdot (1+\delta_1) \cdot (1+\delta_2) \cdot (1+\delta_3) - f' - [\gamma_1 \cdot (1-\gamma_2) \cdot \sum_{1}^{n} a_i \cdot b_i + (1-\gamma_3) \cdot \sum_{1}^{m} c_j \cdot d_j] \cdot M - \left(\frac{I}{\alpha_N}\right) \cdot (1+\delta_1) \cdot (1+\delta_2) \cdot (1+\delta_3) \qquad (18)$$

L'equazione (18) rappresenta il legame funzionale fra aspetti tecnici ed economici da cui si desume il bilancio economico e quindi l'utile di esercizio. Nel successivo diagramma di **fig. 4** viene rappresentato l'andamento dell'utile U in funzione dei costi di impianto e viene evidenziata la soluzione evidentemente ottimale.

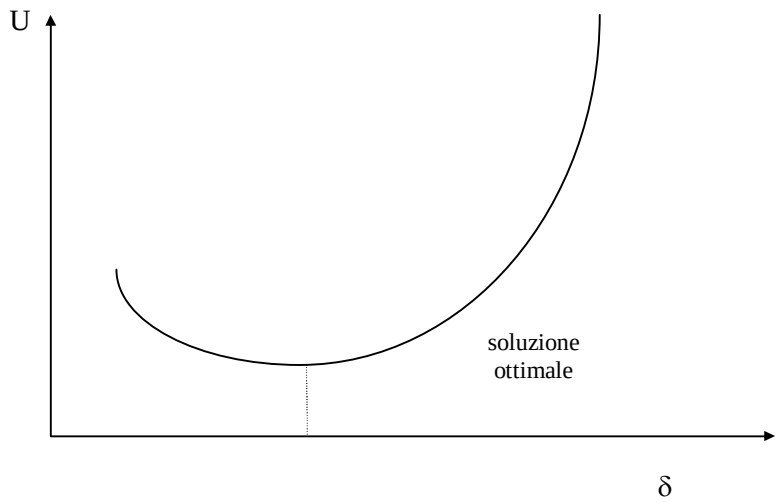


fig. 4 - Curva dell'utile di esercizio

6.1.8. Il fattore Efficienza

L'efficienza di un impianto di servizio rappresenta uno degli elementi di valutazione fondamentali all'atto della scelta di una soluzione tecnologica per la realizzazione dell'impianto. L'efficienza di un servizio, infatti, come si è già avuto modo di constatare e quantificare, ha una ricaduta economica estremamente importante sulla vita di tutto lo stabilimento. In particolare, interessa sapere, o poter prevedere, quando il servizio possa guastarsi e, quindi, quando possa guastarsi uno dei suoi componenti. In pratica, si tratta di un problema di *sicurezza impiantistica* e di fidatezza (affidabilità di componenti non riparabili o disponibilità di componenti riparabili). Il massimo che si può arrivare a conoscere è la probabilità che un dato componente impiantistico si comporti in una data maniera e la sua frequenza di guasto. Per arrivare ad una simile attendibile determinazione è essenziale disporre di un sufficiente numero di dati sperimentali.

Per effettuare una analisi sintetica ma globale di un sistema complesso, quale è un generico impianto di servizio, dovremo soffermare la nostra attenzione separatamente sui singoli componenti e sul collegamento fra di essi.

L'analisi dei singoli componenti dovrebbe prendere l'avvio dalla conoscenza dei parametri affidabilistici di questi, i quali dovrebbero essere disponibili in letteratura. In pratica, una volta note queste grandezze, sarebbe relativamente agevole risalire all'efficienza del sistema, considerato il modo di collegamento fra singoli componenti e l'efficienza dei collegamenti stessi. In realtà, per un gran numero di componenti impiantistici non si dispone di sufficienti dati sperimentali o, comunque, occorrerebbe tenere conto delle particolari condizioni ambientali e di installazione per potere effettuare una analisi appropriata.

In molti casi, invece, si dispone di dati sufficienti ed il funzionamento del servizio risulta pressoché indipendente dalle particolari condizioni instauratesi. Tale è il caso, ad esempio, del servizio di illuminazione. La frequenza di guasto dei bulbi illuminanti, infatti, è rappresentabile con la classica "curva di Gauss" con andamento "a campana" (**fig. 5**), secondo una distribuzione probabilistica, dunque, di Gauss o normale:

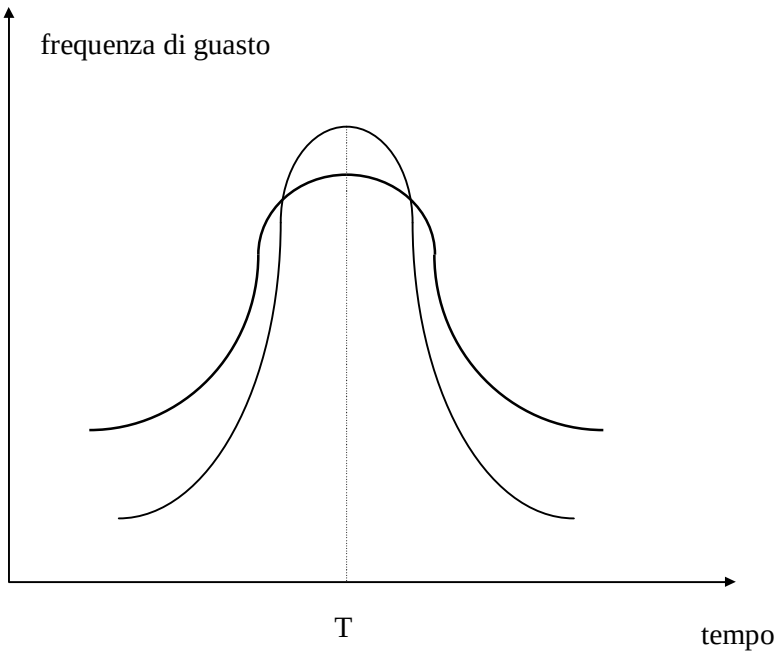


fig. 5 - Esempi di curve di frequenza di guasto

Il valore medio dell'ascissa della funzione T rappresenta, evidentemente, il tempo più probabile in cui si verificherà il guasto delle lampade. E' possibile che curve diverse (diversa deviazione standard) siano caratterizzate da uno stesso tempo medio di guasto. Ciò significa che è possibile che si abbia una maggiore o minore dispersione dei valori del tempo rispetto al tempo medio, atteso. In tal caso, risulterà più affidabile la curva più stretta ed aguzza, quella cioè con minore dispersione dei valori: in tal caso, infatti, è più probabile che il valore medio indicato sia realmente rappresentativo del tempo medio di guasto.

Nel caso in cui la curva risulti abbastanza aguzza, dunque, per quanto si è detto appare conveniente prevedere una sostituzione sistematica dei componenti ad intervalli di tempo t tale che sia $t < T$. Se la curva invece risulta piatta e con un'elevata dispersione dei valori, risulta più sicuro ricorrere ad una sostituzione immediata dei pezzi, la cui disponibilità deve essere assicurata e la loro sostituzione deve essere resa preventivamente agevole. Diversamente si può pensare di ricorrere alla ridondanza attiva o passiva dei componenti, benché questa soluzione, evidentemente, comporti un accrescimento dei costi.

Per quanto riguarda le modalità di collegamento dei vari componenti, invece, la trattazione è differente a seconda che i vari elementi del sistema vengano collegati in **serie** od in **parallelo**.

Nel caso del collegamento di tipo **serie**, si realizza una catena di n elementi, ciascuno con frequenza di guasto p_i e dunque con probabilità di funzionamento $(1 - p_i)$, caratterizzata da una probabilità di funzionamento complessiva π pari al prodotto delle singole probabilità di funzionamento. L'andamento della probabilità di funzionamento di una catena di n elementi, dunque, è del tipo di **fig. 6**:

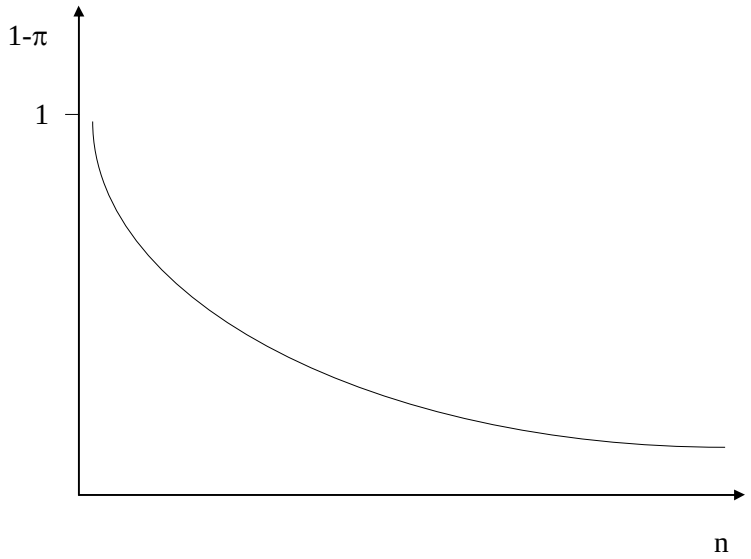


fig. 6 - Probabilità di funzionamento in funzione del numero di componenti in serie n

Si capisce, allora, come sia importante, quando possibile, ridurre la lunghezza della catena, cioè ridurre il numero n di componenti.

Nel caso di componenti collegati in **parallelo**, la probabilità di guasto del sistema è pari al prodotto fra le probabilità di guasto dei singoli componenti. In questo caso, dunque, la probabilità diminuisce con il crescere della complessità del sistema, contrariamente a quanto avviene con i sistemi di tipo serie.

Volendo agire sulla complessità di un sistema in fase di progettazione, dunque, appare conveniente agire nel senso di un ricorso a più elementi collegati in parallelo senza però accrescere la lunghezza delle catene di elementi.

Come ulteriore criterio progettuale dei sistemi di servizio, si osservi che, se da una parte risulterebbe conveniente realizzare tanti centri di servizio presso le singole utenze (così da poter rispondere adeguatamente alle singole esigenze), in realtà ragioni economiche spingono a centralizzare i servizi e successivamente a distribuirli capillarmente fra gli utenti.

6.1.9. Analisi della Domanda dei Servizi

Il dimensionamento appropriato dell'impianto di servizio parte dall'analisi attenta della richiesta di quel servizio, cioè dall'analisi della domanda. Dalla raccolta di dati sperimentali, infatti, è possibile risalire ad una "curva di domanda" la quale, nella generalità dei casi, presenta un andamento periodico nel tempo del tipo presentato qui di seguito in **fig. 7**:

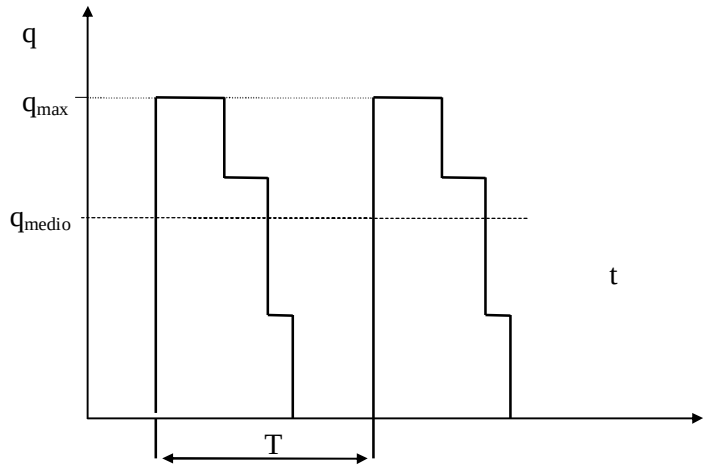


fig. 7 - Esempio di curva di domanda di un servizio

Gli elementi che interessa estrapolare dal "diagramma della domanda" sono:

1. la richiesta massima del servizio (q_{max});
2. la richiesta media del servizio (q_{medio});
3. il periodo T;
4. l'intervallo di tempo corrispondente alla interruzione del servizio.

Il valore corrispondente alla "richiesta massima del servizio" rappresenta un parametro progettuale di primaria importanza per il dimensionamento dell'impianto. Infatti, la centrale erogatrice del servizio deve sempre essere in grado di soddisfare le esigenze di punta, anche se queste si presentano per brevi istanti. Nel caso in cui, poi, l'impianto serva un certo numero di utenze n, il diagramma della richiesta risultante non dovrà essere banalmente costruito sommando le ordinate ascissa per ascissa. Infatti, come è facile capire, la probabilità che si manifesti nello stesso istante una certa richiesta nominale diminuisce con il numero degli utenti collegati.

Si supponga, a tale proposito, che il rapporto $\frac{T_{max}}{T}$ fra il tempo per il quale si manifesta la richiesta massima ed il periodo T sia pari a 0,1. Tale valore rappresenta anche la probabilità che si manifesti una punta di richiesta da parte di una generica utenza. Se consideriamo più utenti collegati ad un medesimo impianto di servizio, poiché gli eventi corrispondenti all'assorbimento del servizio sono indipendenti fra di loro, la probabilità che si sovrappongano punte di richiesta fra tutti è pari al prodotto delle singole probabilità. Dunque, se con p_u indichiamo la probabilità che si manifesti un picco di richiesta associata ad un singolo utente, la probabilità che fra n utenti si abbia contemporaneamente la richiesta massima è pari a $P = (p_u)^n$. Come è naturale attendersi, essendo p_u inferiore all'unità, all'aumentare del numero di utenze servite, la probabilità di avere una sovrapposizione fra i tutti i picchi di richiesta diminuisce notevolmente.

Stabilito di accettare un certo valore della probabilità P, sulla base del buon senso e della esperienza tecnica acquisita, si potrà decidere di dimensionare l'impianto di servizio (un valore accettabile di P è 10^{-5}). Il dimensionamento finale della centrale di servizi sarà tale da soddisfare punte che si avvicinano al valore medio della richiesta all'aumentare del numero di utenze collegate.

6.1.10. Componentistica di un Impianto di Servizi

Stabilito di dimensionare l'impianto di servizi come visto al precedente paragrafo, e cioè sulla base della considerazione delle richieste di punta e media e del numero di utenze collegate, si può passare ad analizzare la componentistica tipica.

In linea generale, gli elementi presenti in un impianto di servizi sono i seguenti:

A. un generatore di dimensionato in base alla richiesta media;
B. un accumulatore dimensionato per servire le richieste di punta, sulla base di considerazioni probabilistiche;
C. elementi di misurazione del flusso del servizio;
D. elementi di controllo del flusso del servizio;
E. elementi di interruzione del flusso;
F. elementi di sicurezza e protezione del sistema.

Dall'utilizzo appropriato ed in combinazione dei primi due elementi, cioè il generatore e l'accumulatore, è possibile soddisfare la specifica più importante che deve avere un impianto di servizi e cioè il soddisfacimento contemporaneo delle richieste di punta e della

richiesta media, senza ricorrere al sovradimensionamento eccessivo e sproporzionato della componentistica di base. Se è vero, infatti, che l'impianto deve essere progettato per funzionare in sicurezza anche nelle condizioni più gravose a cui può essere assoggettato, è altrettanto vero che non può essere trascurato il punto di vista economico come d'altronde, ogni buon progetto ingegneristico richiede.

6.1.11. Criteri per il Dimensionamento dell'Elemento Generatore

In realtà, per quanto è stato detto, il dimensionamento del generatore del servizio è strettamente collegato al dimensionamento dell'accumulatore: da un loro corretto accoppiamento, infatti, può discendere un appropriato dimensionamento dell'impianto, in grado di rispondere alle esigenze di tutte le utenze senza il ricorso a dispositivi impiantistici sproporzionati.

Il primo passo da compiere nella stesura del progetto, come è stato d'altronde anticipato, consiste nell'analisi della curva di domanda. Innanzi tutto, infatti, è necessario individuare il periodo di richiesta del servizio. Da questo dato discendono alcune possibilità riguardo al dimensionamento del generatore:

- generatore dimensionato in base alle richieste di punta, senza alcun accumulatore;
- generatore dimensionato in base alle richieste medie, essendo stato previsto un accumulatore dimensionato per soddisfare le esigenze esuberanti rispetto alla capacità del generatore.

Il dimensionamento ottimale del generatore, idoneamente accoppiato all'accumulatore, si realizza quando l'incremento di costo del generatore per un aumento della capacità erogatrice del servizio è *superiore* alla riduzione di costo dell'accumulatore. Tali considerazioni dovrebbero essere fatte più appropriatamente sulla base dei costi di esercizio e non di quelli di impianto. In realtà, se si considera che i costi variabili associabili alle differenti soluzioni tecnologiche possono essere ritenuti pressoché equivalenti, rimane da considerare solamente il termine relativo agli ammortamenti e agli interessi.

In base a quanto detto, il dimensionamento ottimale del gruppo generatore - accumulatore si trova uguagliando le variazioni dei costi dell'accumulatore e del generatore. Per piccole

variazioni dei parametri progettuali, è sensato ritenere lineare la relazione tra il costo e la capacità del generatore e dell'accumulatore:

$$\Delta C_g = K_g \cdot \Delta\left(\frac{q}{t}\right) \qquad (19)$$

$$\Delta C_a = K_a \cdot \Delta\left(\frac{q}{t}\right) \cdot T_a \qquad (20)$$

ove il rapporto $\frac{q}{t}$ rappresenta il flusso di servizio erogato e K_g, K_a sono delle costanti caratteristiche dei componenti impiantistici da determinare sulla base di una analisi dei costi.

La condizione di ottimo, allora, è:

$$\Delta C_g = K_g \cdot \Delta\left(\frac{q}{t}\right) = \Delta C_a = K_a \cdot \Delta\left(\frac{q}{t}\right) \cdot T_a \qquad (21)$$

da cui si ottiene: $K_g = K_a \cdot T_a$ (22)

da cui il valore di T_a: $T_a = \frac{K_g}{K_a}$ (23)

che rappresenta il tempo di accumulo richiesto per compensare l'incapacità del generatore a fare fronte ad un certo incremento di capacità produttiva.

In pratica, poiché i prezzi dei componenti impiantistici sono forniti su listino dal mercato di riferimento in base a capacità standard, occorrerà trovare le coppie di valori per K_g, K_a tali da trovare i valori più idonei come costi d'impianto.

Se si trova che la soluzione ideale richiede l'accoppiamento di un accumulatore al generatore, allora si dovrà dimensionare il generatore sulla base della domanda media del servizio. Questa può essere agevolmente calcolata analiticamente in base alla seguente equazione:

$$\left(\frac{q}{t}\right)_{medio} = \frac{1}{T_0} \int_0^{T_0} \frac{q}{t}\, dt \qquad (24)$$

o graficamente sul diagramma della “curva di domanda del servizio” per mezzo di una semplice integrazione grafica.

6.1.12. Criteri per il Dimensionamento dell’Elemento Accumulatore

L’accumulatore, come è stato anticipato, deve sopperire all’incapacità del generatore a fare fronte ad una richiesta “impulsiva” di un certo servizio da parte delle utenze. Il generatore, infatti, è dimensionato in questo caso sulla base di una domanda media ed è l’accumulatore che deve essere in grado di alimentare le utenze durante i picchi di domanda, se esso è stato correttamente progettato e dimensionato.
Durante l’intervallo di tempo in cui l’accumulatore si sostituisce al generatore, si dice che esso “scarica” il proprio servizio. Durante tutto il resto del tempo, invece, esso deve trovarsi in condizioni di “carica”, così da essere pronto a fare fronte alle richieste improvvise che si possono presentare nel seguito.

Il dimensionamento dell’elemento accumulatore può essere effettuato sulla base della seguente equazione:

$$C_a = \int_{t_1}^{t_2} (q - q_{medio})\, dt \qquad (25)$$

Infatti, nel caso in cui il dimensionamento ottimale del generatore comporti un eccesso nella produzione del servizio rispetto alla domanda media, esisteranno degli intervalli di tempo in cui il servizio non potrà essere appropriatamente accumulato, essendo il componente accumulatore già saturato. In questi periodi di tempo dovranno prevedersi dei dispositivi di controllo in grado di arrestare la produzione del servizio ed ovviare ad inutili sprechi.

Nel caso in cui, invece, il generatore produca il livello medio di servizio richiesto dall’utenza, la capacità dell’accumulatore dovrà essere calcolata in base alla equazione (25) in modo da consentire a questo componente di riempirsi e svuotarsi in successivi intervalli di tempo, sulla base delle richieste dell’utenza e della contemporanea produzione di servizio svolta dal generatore.
Quanto detto può agevolmente essere rappresentato graficamente (**fig. 8**):

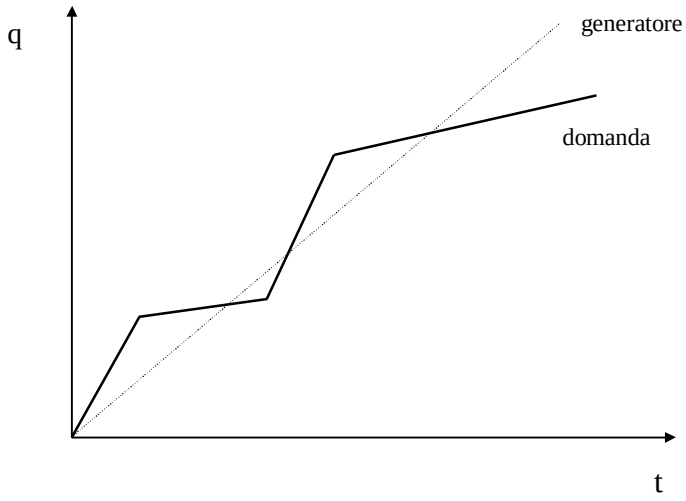


fig. 8 - Dimensionamento dell'accumulatore di un impianto di servizio

Si supponga, per l'appunto, che il generatore eroghi la quantità media di servizio richiesto; in tal caso l'accumulatore dovrà essere dimensionato in modo che fra l'istante t_1 di completo svuotamento e quello t_2 di completo riempimento, la quantità di servizio accumulata sia pari a quella richiesta nel successivo intervallo di tempo in cui la domanda supera la domanda. Ciò che è assicurato dal fatto che il generatore eroga in modo da soddisfare la domanda media.

Se il generatore, invece, eroga una quantità di servizio superiore al valore medio:

$$q_{gen.} > q_{medio} \qquad (26)$$

il dimensionamento dell'accumulatore potrà essere fatto sulla base della seguente equazione:

$$C_a = C_a = \int_{t_1}^{t_2} (q - q_{gen.})\, dt \qquad (27)$$

come si può constatare nella successiva **fig. 9**:

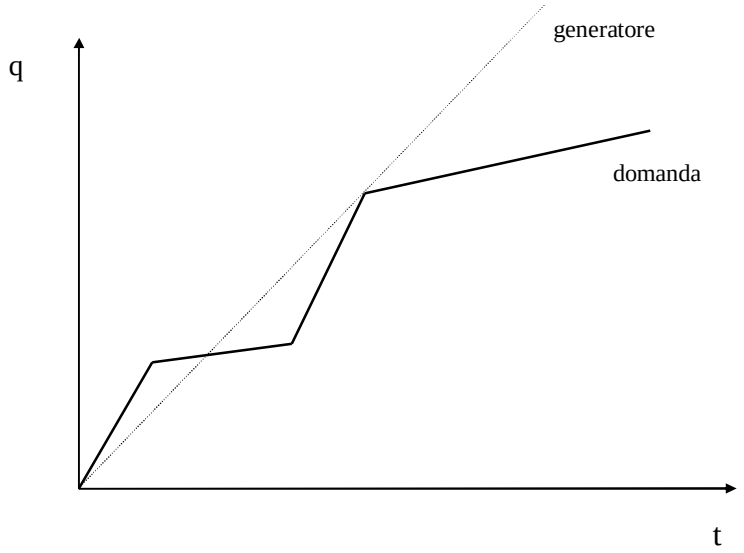


fig. 9 – Dimensionamento dell'accumulatore di un impianto di servizio con $q_{gen.} > q_{medio}$

6.1.13. Ottimizzazione dell'Accumulatore

L'ottimizzazione dell'accumulatore prende l'avvio dalla considerazione del danno economico che la non erogazione del servizio può produrre. Tale danno dovrà essere valutato sulla base del tempo per cui il servizio non viene erogato e dalla frequenza con cui tale situazione può presentarsi.

Se l'accumulatore è caratterizzato da una capacità istantanea V_a e, in un certo intervallo di tempo, la domanda di servizio è pari a $V_{max} > V_a$, allora accade che per un certo intervallo di tempo l'utente non viene soddisfatto nella sua richiesta di servizio, a meno che all'interno di questo intervallo temporale, e per una parte di esso, la richiesta non venga soddisfatta dal generatore che in questi istanti si trova ad avere una capacità generatrice superiore alla domanda, come spesso avviene.

Diviene di fondamentale importanza, dunque, stabilire la convenienza di un ampliamento della capacità del sistema, con i costi che un simile passo comporta, oppure accettare il danno che può scaturire da saltuarie e brevi interruzioni del servizio.

Con riferimento alla **fig. 10** di seguito (curva di "assorbimento dell'accumulatore"), si può individuare la frequenza di accadimento dell'evento interruzione del servizio.

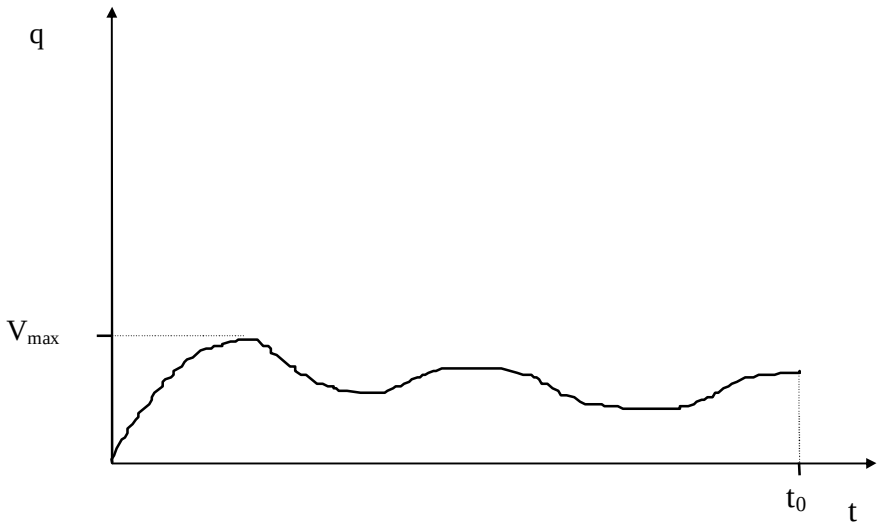


fig. 10 - Curva di assorbimento dell'accumulatore

Se Δt è l'intervallo di tempo non coperto dall'accumulatore e t_0 è l'intero intervallo temporale preso in considerazione, tale frequenza è pari a:

$$f = \frac{\Delta t}{t_0} \qquad (28)$$

e, se nell'intervallo $[0, t_0]$ si manifestano più interruzioni, la frequenza è pari alla sommatoria seguente:

$$f = \sum \frac{\Delta t}{t_0} \qquad (29)$$

Nella **fig. 11** è rappresentato l'andamento tipico della frequenza f, che rappresenta la probabilità di insoddisfazione delle utenze. Evidentemente, all'aumentare della capacità V_a dell'accumulatore diminuisce la probabilità di insoddisfazione.

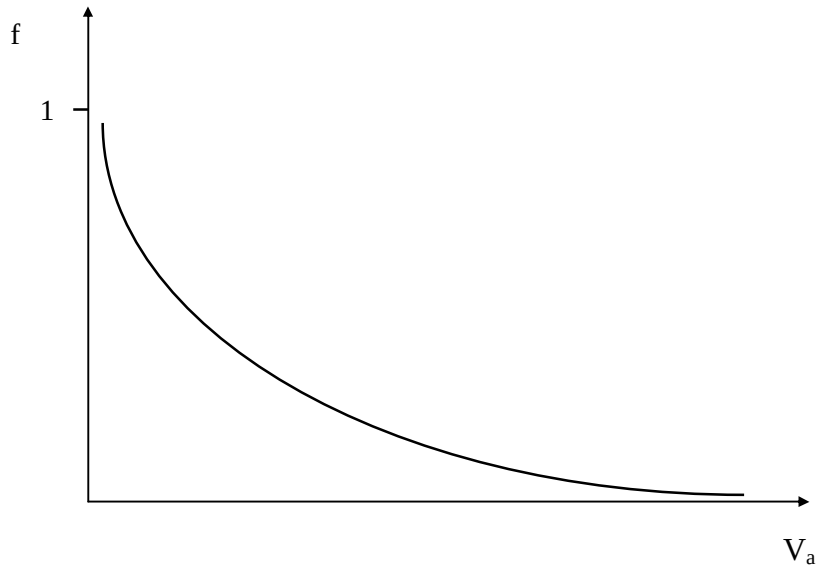


fig. 11 - Curva di frequenza di insoddisfazione per accumulatore sottodimensionato

Per valutare, infine, la convenienza ad accettare il disagio della possibile assenza del servizio o di incrementare la capacità del sistema per mezzo del suo accumulatore, si deve procedere ad un calcolo economico nel quale si impone, evidentemente, la minimizzazione dei costi di esercizio.

Tali costi S, sulla base delle considerazioni già fatte, sono esprimibili per mezzo del tasso di interesse più quello di ammortamento annuo α e dal costo dell'accumulatore per unità di volume:

$$S = \alpha \cdot c \cdot V_a \qquad (30)$$

Se, inoltre, l'impianto risulta inefficiente per un intervallo di tempo Δt ed il periodo della sua curva di funzionamento, il costo dell'inefficienza è esprimibile con la seguente equazione differenziale:

$$d\gamma = - \frac{d\Delta t}{T} \cdot \varepsilon \qquad (31)$$

ove ε rappresenta un "coefficiente di attenuazione" < 1 dipendente dall'importanza del servizio ai fini del buon funzionamento di tutto l'impianto.

La variazione dei costi fissi è esprimibile dalla seguente equazione:

$$d\delta \cdot C_f = \alpha \cdot c \cdot dV_a \qquad (32)$$

ove dV_a è la variazione della capacità dell'accumulatore tale da provocare un'inefficienza dell'impianto pari a $d\gamma$.
Risulta dunque essere:

$$\frac{d\gamma}{d\delta} = \frac{\frac{-d(\Delta t)}{T} \cdot \varepsilon}{\alpha \cdot c \cdot d V_a} \cdot C_f \qquad (33)$$

La dimensione ottimale di V_a si ricava imponendo l'uguaglianza già vista (eq. (14)):

$$\frac{d\gamma}{d\delta} = \frac{\frac{C_f}{F}}{1 - \frac{C_v}{F}} = \frac{\frac{-d(\Delta t)}{T} \cdot \varepsilon}{\alpha \cdot c \cdot d V_a} \cdot C_f \qquad (34)$$

Dalle soluzioni dell'equazione (34) si può desumere il comportamento tecnico-economico del sistema:

- a parità di Δt, all'aumentare di T diviene meno probabile il verificarsi di punte di carico che non possono essere tollerate dal sistema.
- Viceversa, all'aumentare delle punte di carico, diviene conveniente incrementare la dimensione dell'accumulatore.

La dimensione ottimale dell'accumulatore può essere ricavata graficamente, imponendo la seguente equazione (35), e tracciando le relative curve sul diagramma (f, V):

$$\frac{df}{d V_a} = \frac{\frac{d(\Delta t)}{T}}{d V_a} = -\frac{\alpha \cdot c}{\varepsilon} \cdot \left(\frac{\frac{1}{F}}{1 - \frac{C_v}{F}} \right) \qquad (35)$$

Sul diagramma (f, V), poi, si traccia la curva f = f (V) e il fascio di rette aventi coefficiente angolare pari al valore di ottimo individuato nell'equazione (35). Il punto di tangenza fra la curva f(V) e la generica retta del fascio, punto nel quale, quindi, la curva sarà caratterizzata

dal coefficiente angolare corrispondente alla soluzione ottimale, rappresenta la soluzione grafica del problema (si veda la **fig. 12** sottostante).

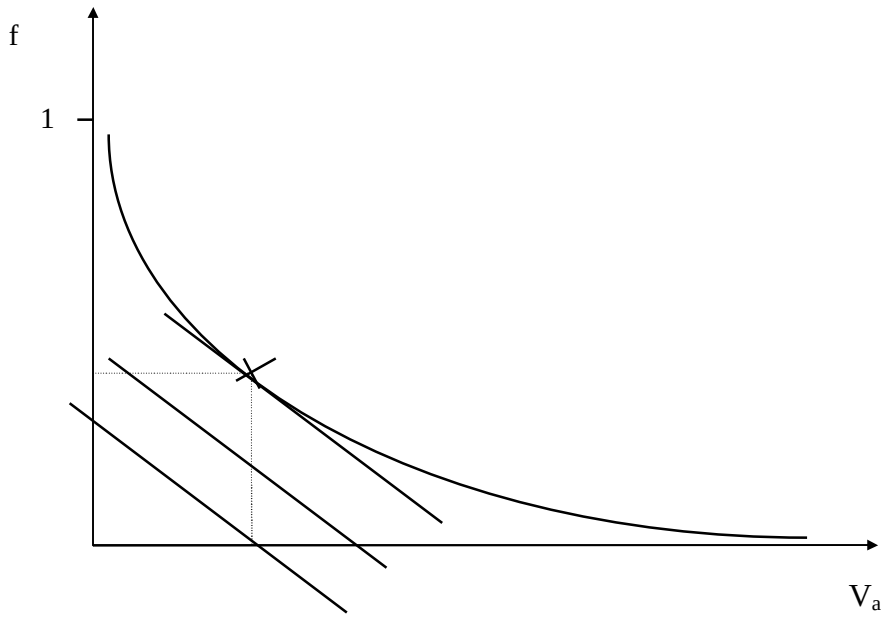


fig. 12 - Soluzione grafica per la dimensione ottimale dell'accumulatore

6.1.14. Considerazioni finali

La possibilità di avere un'interruzione nell'erogazione del servizio deve essere attentamente valutata per considerare la convenienza di aumentare la dimensione dell'impianto e ridurre così la sua inefficienza.

L'accrescimento delle dimensioni dell'impianto di servizio, che conduce generalmente anche ad una centralizzazione del servizio, può comportare una diminuzione dei costi di impianto. Ciò discende sia dal progresso tecnico raggiunto per i componenti d'impianto utilizzati, sia dalla diminuzione del personale necessario al funzionamento del servizio e sia da una sostanziale riduzione dei costi generalizzati per la generazione delle singole unità di servizio.

La soluzione con unità generatrici in parallelo ed aggiunte in successive circostanze, alternativa alla soluzione centralizzata appena descritta, comporta, infatti, un immobilizzo di capitale non irrilevante poiché le unità in parallelo non sempre sono mantenute in servizio, bensì impiegate solo nei casi di emergenza. La mancanza di sufficienti dati

sperimentali, purtroppo, costituisce assai spesso un importante limite alla progettazione ideale degli impianti di servizio. Solamente l'esperienza e l'abilità del tecnico, in questi casi, può venire, in aiuto consentendo il raggiungimento di buoni compromessi tecnico-economici.

6.2. SERVIZIO TRASPORTI E LOGISTICA INDUSTRIALE

6.2.1. Introduzione

La progettazione e la realizzazione di un sistema trasporti efficace ed efficiente all'interno dello stabilimento costituisce un problema di grande importanza durante la progettazione dell'impianto. Il trasporto, infatti, non accresce il valore dei prodotti finiti, ma ne aumenta il costo: una idonea sistemazione dei reparti produttivi, dunque, è essenziale per minimizzare ed ottimizzare gli spostamenti, evitando di creare congestioni, ritardi e trasporti inutili. In un impianto tipico il costo dei servizi di trasporto incide per ben il 35% sul totale dei costi di investimento richiesti dallo stabilimento. I servizi di trasporto, infatti, includono numerose e complesse infrastrutture di un impianto: le strade interne allo stabilimento, tutti i mezzi stradali, le tratte ferroviarie interne, tutti i mezzi ferroviari, le gru a cavalletto ed a ponte, parti dei capannoni impegnate per il corretto funzionamento delle gru a ponte, trasportatori continui (a nastro), trasportatori semi-continui (a contenitori). Benché i costi di investimento, dunque, siano abbastanza elevati, occorre sottolineare che i costi di esercizio rimangono abbastanza contenuti, in special modo se si ha un flusso di materiale elevato.

Gli obiettivi che si devono perseguire all'atto della concezione di un sistema di trasporti interni sono i seguenti:

1. limitare i costi
2. ridurre gli scarti e le perdite
3. migliorare le condizioni di lavoro
4. aumentare l'efficienza dello stabilimento

I suggerimenti per raggiungere gli obiettivi appena posti sono, altresì, i seguenti:

a) utilizzare il più possibile trasporti meccanizzati;
b) verificare sempre in anticipo il grado di utilizzo dell'impianto di trasporto che si intende realizzare;

c) utilizzare quando possibile i trasportatori a gravità (che comportano, evidentemente, minori costi di esercizio);
d) massimizzare, entro i limiti del buon senso e dell'accettabilità, i carichi trasportati;
e) concepire il sistema di trasporto in modo che esso sia il più possibile flessibile, in vista di impieghi futuri differenti;
f) garantire il raggiungimento di condizioni di sicurezza ottimali;
g) massimizzare il rapporto fra il carico trasportato ed il peso del trasportatore;
h) minimizzare le riprese e le movimentazioni;
i) minimizzare le distanze da percorrere.

Ogni circuito di trasporto è sempre caratterizzato dalle seguenti tre fasi (**fig. 13**):

1. carico;
2. spostamento;
3. scarico.

le quali si svolgono fra magazzini e mezzi produttivi in modo variabile a seconda del ciclo produttivo considerato. L'ultima fase del ciclo, variamente realizzata, si svolge per ripristinare le condizioni operative e di funzionamento del trasportatore o per portarlo in corrispondenza di un'altra zona di lavoro. Assai spesso, inoltre, si trova una *combinazione* di sistemi di trasporto, realizzati in modo tale da mettere in sequenza i trasportatori e far coincidere la fase di scarico di uno con la fase di carico di un altro.

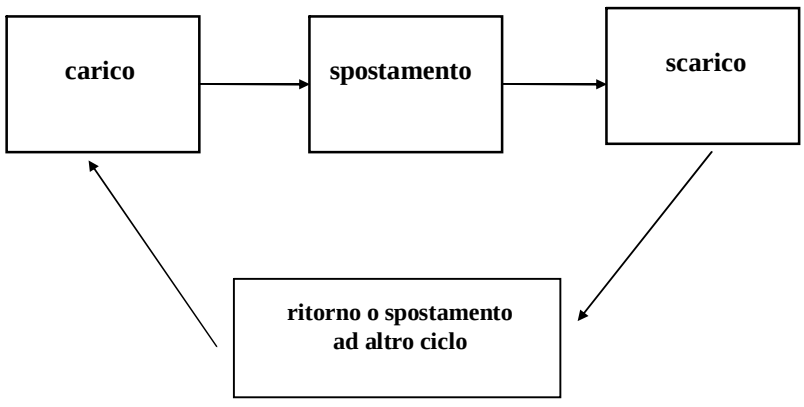


fig. 13 - Generico circuito di trasporto

Alle fasi di funzionamento tipiche di un generico trasportatore, appena indicate, corrispondono dei dispositivi atti alla loro realizzazione che comportano dei costi. Il

trasportatore ottimale, allora, sarà quello realizzato in modo tale da minimizzare la somma di tali costi. In linea generale, è possibile fornire i seguenti suggerimenti per minimizzare i costi associati alla realizzazione ed all'utilizzo di un sistema di trasporti:

- è opportuno minimizzare l'utilizzo dei magazzini intermedi, fra un trasportatore e l'altro, per semplificare il sistema e contenere i costi;
- è opportuno ottimizzare il lay-out del sistema di trasporti, nel senso di una sua semplificazione generale, per ridurre il numero dei macchinari di presa e di scarico, il numero dei trasportatori ed il personale;
- è consigliabile ridurre le distanze, quando possibile, tra i punti da servire;
- anche il funzionamento del sistema deve essere ottimizzato per evitare il verificarsi di viaggi a vuoto delle unità di trasporto.

6.2.2. Caratteristiche dei Mezzi di Trasporto

La caratteristica più evidente di un mezzo di trasporto è la sua **capacità di trasporto**, così definita:

$$C = \frac{Q}{T} \qquad (1)$$

ove è:

- Q: quantità di materiale da movimentare (espressa in tonnellate, numero di pezzi, etc.);
- T: tempo periodico richiesto dallo spostamento della quantità Q.

La definizione fornita, inoltre, dovrà essere adattata a seconda che si abbia a che fare con un trasportatore continuo o meno.

Infatti, nel caso di un *trasportatore continuo* le attività di carico, trasporto, scarico e ripristino delle condizioni avvengono contemporaneamente. In tal caso, dunque, la capacità effettiva del trasportatore sarà pari alla capacità dell'elemento del sistema meno capace. Ad esempio, se un nastro trasportatore è caratterizzato da un nastro in grado di assicurare un flusso di materiale pari a 70 t/h e da un sistema di alimentazione che fornisce 50 t/h, la capacità reale dell'impianto di trasporto è pari a 50 t/h.

Nel caso di un *trasportatore discontinuo*, invece, caratterizzato cioè dal contemporaneo funzionamento di tutti i dispositivi preposti al suo funzionamento, occorre considerare i tempi richiesti per lo svolgimento delle singole operazioni di carico (T_1), trasporto (T_2),

scarico (T_3) e spostamento dell'elemento trasportatore (T_4). La capacità dell'intero sistema, allora, è:

$$C_d = \frac{Q}{T_1 + T_2 + T_3 + T_4} \qquad (2)$$

Un'altra caratteristica importante dei sistemi di trasporto è la **zona servita**, funzione del lay-out del trasportatore e delle traiettorie seguite.

E ancora, un'altra caratteristica dei trasportatori da tenere in conto nella scelta finale da effettuarsi consiste nell'**occupazione di spazio**. In alcuni casi è il solo trasportatore a determinare tale occupazione, che può essere anche molto rilevante, in altri occorrerà tenere conto anche dello spazio richiesto dalle infrastrutture di trasporto (ad esempio, i binari di un trasportatore ferroviario). L'occupazione di spazio è un dato non irrilevante di cui bisognerà tenere conto nella progettazione dello stabilimento e rappresenta un costo da tenere in conto all'atto della scelta del tipo di sistema da impiegare.

6.2.3. Caratteristiche dei Materiali da Trasportare

I materiali oggetto del trasporto in uno stabilimento industriale possono essere di tre tipi fondamentali:

1. *liquidi*;
2. sciolti in forma continua (*bulk materials*);
3. sciolti in forma discreta e lottizzata (*unit loads*).

I liquidi possono essere trasportati tal quali, per mezzo di apposite condotte dimensionate secondo i principi dell'Idraulica, oppure in forma di unità di carico, nel qual caso la loro trattazione è del tutto analoga a quella dei materiali lottizzati in genere.

L'unitarizzazione è una pratica industriale molto diffusa che può portare ad una drastica semplificazione del sistema di trasporto, consentendo altresì di massimizzare lo sfruttamento dei mezzi impiegati e riducendo, od ottimizzando, lo spazio occupato. L'unitarizzazione può essere realizzata sia per la movimentazione nell'ambito dello stabilimento, sia nella spedizione verso l'esterno.

6.3. SERVIZIO ACQUA POTABILE ED INDUSTRIALE

6.3.1. Introduzione

Ogni complesso industriale ha bisogno di acqua, sia per lo svolgimento dei processi di trasformazione tipici, sia per i servizi ausiliari. In base alla funzione che l'acqua svolge nelle diverse situazioni, è possibile effettuare una prima classificazione, utile per comprendere l'importanza di questo servizio e di aiuto nel suo studio:

Acque di lavaggio. Esse vengono impiegate sia nel lavaggio delle materie prime e dei prodotti intermedi, sia per asportare tutte le impurezze che in ogni fase del ciclo produttivo di trasformazione possono generarsi. Per motivi economici e per la limitata disponibilità dell'acqua in molte zone (anche per la presenza di numerosi insediamenti industriali), si ricorre assai spesso al riciclo dell'acqua, una o più volte, prima dello scarico finale.

Acque di raffreddamento. Esse svolgono un ruolo fondamentale per il funzionamento delle macchine impiegate nello stabilimento produttivo. Il calore asportato, come è noto, è direttamente proporzionale al salto termico, alla portata di fluido ed al calore specifico. Per effettuare gli scambi termici richiesti, si ricorre generalmente a scambiatori a superficie nei quali, cioè, il fluido refrigerante e quello refrigerato scorrono (nello stesso verso o in verso opposto) in due ambienti separati da una superficie realizzata con un materiale dotato di una buona conducibilità. Più raramente si ricorre a scambiatori a miscelazione. L'acqua impiegata nel raffreddamento dei macchinari industriali deve sempre essere additivata con sostanze che inibiscono le proprietà aggressive, corrosive ed incrostanti dell'acqua che, altrimenti, potrebbe danneggiare le superfici delle macchine.

Acque di processo. Sono impiegate in alcune lavorazioni particolari, nelle quali l'acqua diviene un elemento essa stessa del processo produttivo, come una materia prima. Anche in questo caso vengono effettuati dei trattamenti chimici per ridurre l'aggressività chimico-fisica dell'acqua.

Acque per l'alimentazione delle caldaie. Le acque per le caldaie devono essere assoggettate a trattamenti di depurazione, in funzione del tipo di caldaia e, quindi, della temperatura e della pressione di esercizio.

Acqua potabile. Viene utilizzata per gli usi comunitari ed igienici in tutti gli stabilimenti. I gruppi di depurazione dell'acqua per usi potabili possono essere separati o in comune con quelli delle acque industriali.

6.3.2. Consumi

I consumi d'acqua degli impianti industriali sono estremamente variabili in funzione del tipo di impianto e del tipo di processo adottato.

La disponibilità dell'acqua, dunque, può rappresentare un fattore essenziale per lo sviluppo di una attività industriale, come si può constatare dalla **tab. 1** che segue nella quale si riportano gli indici di consumo dell'acqua in funzione della produzione e del settore d'attività. Gli indici riportati sono puramente indicativi, in quanto sono funzione della efficienza dei processi e del grado di invecchiamento dei macchinari. Ciò nonostante, avere un'idea di massima dei consumi d'acqua di una attività industriale è fondamentale, vista la limitata disponibilità di questa, in special modo in siti industriali densamente occupati.

Attività Industriale	**Unità di Produzione**	**Consumo in m^3 per Unità**
acciaieria	ton	100-200
alluminio (fabbricazione)	ton	130
ammoniaca (fabbricazione)	ton	150
birreria	ton	15
carta (lavorazione)	ton	40-200
carta (lavorazione)	ton	80-130
cementificio	ton	3
cokeria	ton	5-15
conceria	ton	60
distilleria	ton	65
esplosivi	ton	80
latte e caseario	ton	0,1-0,3
tessile	ton	0,25-25
raffineria di petrolio	ton	25

tab. 1 - Tabella di alcuni indici di consumo d'acqua

6.3.3. Acqua Potabile

L'acqua potabile è impiegata negli stabilimenti industriali per molteplici usi come le docce, i lavabi, il bidè, le fontanelle per bere, le cucine, etc. Il fabbisogno minimo giornaliero si aggira intorno ai 50 litri pro-capite e pro-die, escludendo il servizio ristorante. Questo può richiedere di aggiungere mediamente da 20-25 litri al giorno per persona (per uno stabilimento in cui siano impiegate circa 200 persone/turno) a 10-12 litri al giorno e per persona (in uno stabilimento con 1000 operai/turno). In totale, dunque, si può prevedere un consumo di 60-75 litri pro-die e pro-capite.

Per il dimensionamento delle reti di adduzione dell'acqua potabile, oltre al fabbisogno, occorre stabilire valori di portata idonei per le applicazioni previste. A titolo indicativo, si forniscono i valori più comuni:

- docce: 0,1 l/s;
- fontanelle: 0,025 l/s;
- lavabi: 0,1 l/s (o 0,07 l/s per becco, nel caso di lavabi con più rubinetti);
- W.C. o vasi alla turca: 0,05 l/s.
- orinatoi a lavaggio intermittente: 0,1-0,2 l/s.

Al di là dei valori indicativi forniti, la rete di adduzione dell'acqua dovrà essere dimensionata in funzione delle punte massime che possono verificarsi, onde evitare spiacevoli imprevisti.

Per evitare, dunque, che la rete venga sottoutilizzata per gran parte del tempo, è consigliabile prevedere un sistema di accumulo per mezzo di *serbatoi aerei* od *interrati*. In tal caso, si progetta un sistema di alimentazione di questi serbatoi, dimensionato sulla base di valori medi indicati. Successivamente, dai serbatoi l'acqua viene inviata alle utenze, se possibile per caduta. Il serbatoio, invece, viene dimensionato tenendo conto delle punte di utilizzo che si verificano, generalmente, al termine dei turni, quando tutti gli operai in uscita richiedono acqua per usi igienico-sanitari.

A meno che l'acqua venga prelevata dalla rete civica, occorre prevedere l'esecuzione di "analisi batteriologiche e chimiche" appropriate che dovranno essere richieste all'Ufficio Provinciale d'Igiene. Nel caso si ritenga necessario, si realizzano appositi impianti di potabilizzazione, i quali immettono nell'acqua di stabilimento quantità prefissate di cloro nel tempo. In altri casi si ricorre alla sterilizzazione mediante ozono (procedimento più costoso ma anche più efficace), o mediante raggi ultravioletti o con gli ultrasuoni.

L'impianto idraulico viene realizzato con tubi zincati oppure di PVC, o, nei tratti interrati, di cemento armato, di acciaio (bitumati internamente e rivestiti esternamente) oppure di

PVC. Questi materiali, infatti, garantiscono il mantenimento delle caratteristiche potabili dell'acqua.

6.3.4. Caratteristiche dell'Acqua

Le fonti d'acqua sono di tre tipi:

a) acque piovane;
b) acque di superficie (laghi, fiumi, etc.);
c) acque sotterranee (sorgenti, pozzi).

Tutte le acque presenti in natura sono soggette ad azioni di contaminazione, diversa a seconda di dove l'acqua si trovi.

Nelle acque di superficie si trovano sostanze organiche e minerali che possono attribuire all'acqua una particolare colorazione e torbidezza.

Le acque sotterranee, invece, risentono particolarmente delle sostanze minerali tipiche degli strati in cui si trovano modificando, di conseguenza, le loro caratteristiche di *durezza*.

Le acque provenienti dagli strati più profondi sono caratterizzate da un significativo grado di limpidezza, grazie al ruolo di filtro naturale svolto dal terreno, che riduce la colorazione e la torbidezza dell'acqua ed aumenta, d'altra parte, il grado di durezza.

Le impurezze presenti nell'acqua possono essere sostanzialmente di due tipi: **sospese** e **disciolte**; questa distinzione è essenziale per la scelta del migliore metodo di filtrazione e depurazione del liquido. Le sostanze semplicemente disciolte (ad esempio, le sabbie, i fanghi, le sostanze vegetali, l'argilla ed il limo) possono essere eliminate, o comunque ridotte, per mezzo di appositi filtri. Le sostanze disciolte, invece, e quindi combinate chimicamente con l'acqua, non vengono eliminate con i filtri. Esse, inoltre, contribuiscono a caratterizzare l'acqua in quanto a durezza ed acidità.

La durezza è una caratteristica chimico-fisica dell'acqua, determinata dal discioglimento in essa di sali di calcio e di magnesio, come il bicarbonato di calcio $Ca(HCO_3)_2$, ed il bicarbonato di magnesio $Mg(HCO_3)_2$. La durezza viene misurata comunemente in gradi francesi, corrispondenti al discioglimento di 1 grammo di carbonato di calcio $CaCO_3$ in 100 litri di acqua.

La durezza può essere di due tipi: la *durezza temporanea* o carbonica, dovuta alla presenza del bicarbonato di calcio e del bicarbonato di magnesio, e la *durezza permanente*, o non carbonica, dovuta alla presenza di cloruri, solfati e talvolta nitrati di calcio e magnesio. Il primo tipo può essere ridotta per mezzo di un semplice riscaldamento dell'acqua. In questo caso, però, il bicarbonato di calcio si decompone dando luogo al carbonato di calcio $Ca\ CO_3$, non solubile

nell'acqua, il quale dà luogo ad incrostazioni sulle pareti delle apparecchiature. Il bicarbonato di magnesio, invece, dà luogo, in seguito al trattamento termico, alla formazione di carbonato di magnesio ($MgCO_3$) che si discioglie facilmente in acqua dando luogo alla formazione di idrato $Mg(OH)_2$. La durezza permanente, invece, è così detta perché non si elimina con un semplice riscaldamento, bensì richiede specifici trattamenti.

L'acidità dell'acqua, infine, deriva dalla prevalenza di ioni idrogenioni H^+ rispetto agli ioni ossidrili OH^-. Nell'acqua, infatti, le molecole sono sempre dissociate negli ioni elementari costituenti la molecola, in funzione delle sostanze presenti.

L'indice di acidità è il pH, definito come l'inverso della concentrazione degli ioni H^-:

$$pH = \log \frac{1}{[H^+]}$$

L'acqua, dunque, risulta acida se è pH < 7, alcalina o basica se è pH > 7. Essa, infine, risulta neutra per pH = 7.

Le caratteristiche di durezza ed acidità dell'acqua vanno rilevate ogniqualvolta esiste un pericolo per le apparecchiature di aggressione acida e/o di incrostazione. In questi casi occorre agire mediante degli interventi correttivi, la cui entità ed il tipo devono essere valutati caso per caso.

6.3.5. La Progettazione della Rete Idraulica

Le rete idraulica di uno stabilimento industriale è costituita dalle **opere di adduzione** e dalla **rete distributrice** all'interno dell'impianto.

La **rete di adduzione** consiste in un lungo tratto di condotta che ha la funzione di convogliare l'acqua dalla fonte e dalle relative opere di presa a tutte le utenze.

Lo schema più semplice che possiamo immaginare consiste di una *capacità* (possibilmente posta in una zona altimetricamente elevata rispetto alle utenze, così da sfruttare l'effetto della gravità), dalla *rete di condotte*, da un *serbatoio di testata*, avente la funzione di riserva, compensazione e stabilizzazione dell'intera rete, e, infine, dalla rete per la distribuzione finale. L'intero sistema è corredato, inoltre, da saracinesche, valvole e by-pass che possono essere telecomandati, consentendo la gestione ottimale della rete, in funzione delle esigenze dell'impianto. In alcuni casi, ancora, è necessario prevedere una o più stazioni di pompaggio che aiutino la circolazione dell'acqua.

La **rete distributrice** ha il compito di convogliare l'acqua alle varie utenze, sviluppandosi secondo diversi schemi, fondamentalmente a *diramazione* o *magliati*. Il primo tipo di schema è particolarmente semplice, essendo costituito da una serie di condotte che si dipartono a pettine dalla condotta principale. Questo schema, che ha il vantaggio della semplicità, offre anche un importante limite, dovuto al fatto che il guasto di un qualunque elemento della rete può pregiudicare l'alimentazione idrica. Nella rete magliata, invece, le singole utenze vengono raggiunte da più parti, appunto per mezzo delle maglie, consentendo di ovviare agli eventuali disservizi che dovessero presentarsi in qualche tratto della rete. Il progetto di una rete magliata, d'altronde, appare complesso e laborioso a causa della presenza di numerose maglie, tanto da richiedere l'impiego dell'elaboratore elettronico.

Il problema consiste nella determinazione delle portate effettive di acqua che circoleranno nei lati della rete, una volta che siano noti ed assegnati i nodi della rete, nonché le caratteristiche geometriche ed idrauliche di tutte le condotte.

La soluzione consiste, dunque, nell'impostare un sistema di n + m equazioni (se n sono i nodi ed m i lati della rete) corrispondenti all'annullarsi della somma algebrica delle portate in ogni nodo della rete (n) ed al legame esistente in ogni lato (m) fra la portata e la quota piezometrica. In sostanza, si tratta di applicare i principi conservativi in modo analogo a quanto si fa in Elettrotecnica con la "regola dei nodi" e con la "regola delle maglie".

La completezza del problema, dunque, non è irrilevante ed essa tende a crescere rapidamente con la articolazione della rete idraulica. Per tale motivo si sono sviluppati dei metodi approssimati che consentono di semplificare il compito del progettista. Uno dei più noti, che qui ci si limita a citare, è quello detto di Hardy-Cross.

6.4. SERVIZIO ACQUA ED OLIO AD ALTA PRESSIONE

6.4.1. Introduzione

I "servizi di acqua ed olio ad alta pressione" svolgono essenzialmente la funzione di **trasmettere energia a distanza** per gli usi più disparati che possono essere richiesti in stabilimento.

Nel caso più generale, si possono individuare le seguenti macro-fasi per lo svolgimento di tale funzione:

1. conversione di energia meccanica in idraulica;
2. trasmissione, distribuzione ed eventuale modulazione del fluido energizzato;
3. conversione finale dell'energia idraulica in energia meccanica per gli usi finali.

I componenti essenziali, in conseguenza, sono:

- uno o più pompe per l'energizzazione del fluido;
- elementi per la trasmissione ed organi di distribuzione e controllo;
- motori ed attuatori idraulici, in uscita.

I sistemi idraulici possono essere, fondamentalmente, di due tipi:

I. idrocinetici: se nel circuito vengono impiegate macchine dinamiche (turbomacchine), così che l'energia cinetica costituisce la frazione più rilevante di tutta l'energia idraulica;
II. idrostatici: se nel circuito vengono utilizzate macchine statiche, così che l'energia è prevalentemente sotto forma di pressione.

Nelle applicazioni industriali, si ricorre prevalentemente ai sistemi statici, relegando quelli dinamici a poche e speciali applicazioni.

In funzione del tipo di applicazione che si fa nello stabilimento di acqua ed olio in pressione, si può effettuare la seguente classificazione:

a. *impianti idraulici di potenza*, destinati all'attuazione di funzioni specifiche mediante l'impiego del fluido energizzato che evolve in un attuatore (ad esempio, il comando delle macchine utensili);
b. *impianti idraulici ausiliari*, destinati a funzioni di controllo e regolazione (ad esempio, il controllo dell'apertura degli otturatori delle turbine);

Tale classificazione è puramente indicativa, poiché si riferisce al ruolo predominante del circuito mentre coesistono, in generale, tutte queste funzioni in ogni impianto.

6.4.2. Pregi e Difetti degli Impianti Idraulici di Potenza

I principali vantaggi offerti dall'utilizzo di olio ed acqua in alta pressione possono così essere brevemente riassunti:

- *rapidità di risposta*: il fluido energizzato, di tipo incomprimibile, è caratterizzato da elevata densità di potenza;
- *flessibilità funzionale ed operativa*;
- *semplicità e precisione di controllo*: la pressione e la portata dei fluidi, infatti, che rappresentano le grandezze caratteristiche del circuito idraulico (la potenza della macchina idraulica, infatti, è pari al prodotto fra queste due grandezze), possono essere controllate con strumenti relativamente semplici e di facile utilizzo, e precisi;

- *sicurezza d'esercizio*: è possibile realizzare un buon livello di sicurezza dell'impianto, ove siano rispettate alcune regole fondamentali.

Gli svantaggi offerti dall'impiantistica idraulica di potenza, invece, sono i seguenti:

- *perdite di carico* dovute all'attrito fra il fluido e le preti dei condotti inficiano il rendimento complessivo del sistema, soprattutto ove il circuito idraulico risulti esteso e sviluppato;
- le *tenute* dell'impianto idraulico richiedono una certa attenzione, poiché il manifestarsi di trafilamenti di fluido comporta perdite energetiche, nonché la variazione delle caratteristiche funzionali del sistema;
- la *comprimibilità*, anche se ridotta, dell'olio e dell'acqua induce instabilità nel funzionamento dell'impianto, e richiede l'utilizzo di polmoni che riducano fenomeni del tipo colpo d'ariete;
- in alcuni circuiti, specialmente quelli obsoleti o con ridotta manutenzione, possono manifestarsi *trafilamenti esterni* che incidono sul costo d'esercizio.

6.4.3. Fluidi impiegati

Oltre all'acqua ed all'olio tal quali, negli impianti idraulici di potenza vengono impiegati anche alcuni tipi di fluidi sintetici a base d'acqua e non. La stessa acqua e gli oli, inoltre, vengono additivati con alcune specifiche sostanze.

L'acqua è di tipo industriale, oppure in emulsione con olio al 3-5% per attenuare il suo potere ossidante e ridurre il punto di congelamento (per questo scopo la percentuale d'olio può salire al 10-12%). Gli oli sono a base minerale e contengono, generalmente, antischiuma, antiossidanti, demulsificanti, antiusura e sostanze per migliorare l'indice di viscosità e la tenacità di velo.

6.5. SERVIZIO ARIA COMPRESSA

6.5.1. Introduzione

L'uso dell'aria compressa nell'industria è assai diffuso per la elevata flessibilità che rende il suo utilizzo idoneo per i più disparati usi. In alcuni casi, inoltre, l'impiego dell'aria compressa è reso indispensabile dalle tecnologie a disposizione, come nella perforazione a pneumatica, applicazione nella quale il ricorso ai motori elettrici è sconsigliabile per le notevoli vibrazioni che si manifestano. L'aria compressa, ancora, ha consentito di ridurre

sensibilmente il tempo di apertura degli archi elettrici, grazie al suo utilizzo in appositi interruttori, ove essa interviene come agente estinguente. Essa trova largo utilizzo, inoltre, come agente motore, grazie alla facile regolazione attuabile mediante variazione della pressione che si realizza semplicemente modificando la geometria dei condotti.

L'applicazione più diffusa rimane quella dell'alimentazione di numerosi tipi di utensili, specialmente portatili. In questo campo, infatti, l'aria compressa offre alcuni importanti vantaggi:

- elevata maneggevolezza, grazie ai ridotti peso ed ingombri;
- elevata robustezza meccanica e resistenza agli agenti atmosferici;
- elasticità e sicurezza, nonché possibilità di sovraccaricare l'utensile;
- elevato grado di sicurezza.

L'utilizzo dell'aria compressa, d'altronde, comporta anche qualche svantaggio: oltre al non basso livello di rumore, principalmente il consumo di aria può divenire rilevante se non si tiene sotto controllo la manutenzione delle apparecchiature, a causa dei trafilamenti.

6.5.2. Cenni sulla Progettazione dei Sistemi Pneumatici

L'individuazione del fabbisogno di potenza pneumatica nello stabilimento si fonda sulla conoscenza della "pressione di esercizio" e della "portata d'aria" (in condizioni normali) nelle condizioni più gravose d'esercizio, quando le apparecchiature si trovano a pieno carico. Comunemente, il valore di pressione adottato è di 7 kg/cm^2. Il mantenimento del valore nominale di pressione è essenziale, sia per assicurare condizioni di efficienza, sia per garantire i requisiti di sicurezza. L'aria atmosferica è una miscela di componenti gassosi il cui comportamento può essere assimilato a quello dei gas perfetti, tranne per l'anidride carbonica, alle temperature di esercizio usuali.

L'aria è caratterizzata da un certo livello di umidità, dipendente dalla presenza di vapore acqueo, che può essere espresso per mezzo di due parametri, l'*umidità assoluta* e l'*umidità relativa*.

L'*umidità assoluta* rappresenta il rapporto fra il peso del vapor d'acqua presente nell'aria e il peso dell'aria secca, con riferimento ad un assegnato valore di volume.

L'*umidità relativa* rappresenta, invece, il rapporto tra la pressione del vapor d'acqua e la pressione di saturazione alla corrispondente temperatura. Lo stato dell'aria umida, in definitiva, è perfettamente definito una volta che si conoscano la pressione, la temperatura ed una delle caratteristiche dell'umidità.

Il rendimento di un sistema pneumatico è funzione di diversi parametri, come mette in evidenza l'equazione seguente:

$$\eta_{globale} = \eta_{compressione} \cdot \eta_{distribuzione} \cdot \eta_{utilizzazione}$$

nella quale:

- il rendimento di compressione dipende dalle perdite meccaniche, dal rendimento termodinamico interno;
- il rendimento di distribuzione è dovuto alle perdite continue e localizzate prodotte dalla resistenza al moto e dalle valvole di riduzione eventualmente presenti, alle perdite per fughe ed alle perdite per abbassamenti di temperatura;
- il rendimento di utilizzazione generalmente mai superiore al 65%.

I compressori utilizzati per energizzare l'aria atmosferica nella pratica industriale sono di tre tipi fondamentali:

1. *compressori alternativi* a pistoni;
2. *compressori volumetrici* rotativi a palette;
3. *compressori dinamici* (assiali o radiali), cioè i turbocompressori.

L'impiego di un tipo di macchina o dell'altra dipende dal campo di impiego, cioè dalla caratteristica meccanica prevalenza-portata della macchina. Le macchine a pistoni sono adatte ai campi di impiego in cui sono richieste e necessarie elevati livelli di pressione; quelle a palette o dinamiche, invece, si utilizzano quando si devono elaborare elevate portate d'aria.

Un ultimo fattore che si dovrà tenere in conto all'atto della progettazione del circuito pneumatico è l'altitudine di utilizzo del sistema. All'aumentare di questa, si riduce la pressione atmosferica e, conseguentemente, mutano le condizioni di funzionamento delle macchine e le relative prestazioni, specialmente per le macchine monostadio.

6.6. SERVIZIO DI SCARICO EFFLUENTI. RIFIUTI SOLIDI, LIQUIDI E GASSOSI

6.6.1. Introduzione. Trattamento e Smaltimento delle Acque Reflue

Le acque impiegate per usi industriali si distinguono in **primarie** e **reflue**: le prime sono le acque tal quali, come arrivano allo stabilimento, oggetto anch'esse di una serie di

trattamenti miranti all'eliminazione di sostanze inquinanti ed impurezze eventualmente presenti, nonché alla modificazione di alcuni parametri caratteristici (acidità, durezza) per renderle idonee alle necessità; le seconde, invece, sono le acque risultanti da un processo industriale, o anche dai servizi igienico-sanitari di stabilimento e devono essere idoneamente smaltite.

La rete attraverso la quale vengono raccolte ed eliminate le acque è la *fognatura* che costituisce, fra tutti gli impianti ed i servizi dello stabilimento, una delle opere di maggiore impegno tecnico e finanziario. Fondamentale, quindi, è la sua idonea progettazione nonché la scelta migliore riguardo al suo lay-out ed al recapito verso cui inviare le acque, dopo un trattamento adeguato. In genere, questo può essere rappresentato da un lago, da un corso d'acqua o dal mare.

Normalmente la circolazione delle acque di scarico è a pelo libero per gravità. Più raramente si ricorre a stazioni di pompaggio e, in alcuni casi eccezionali, ad impianti in pressione.

Gli scarichi liquidi possono essere di varia natura e per alcuni di essi deve essere prevista una fognatura separata, in base al tipo ed al grado di contaminazione che impone l'esecuzione di trattamenti differenti.

Sinteticamente, si possono individuare le seguenti categorie:

- acque bianche: acque di pioggia, a cui si uniscono le acque industriali meno contaminate, come le acque di lavaggio, di raffreddamento, etc.
- acque nere: raccolgono, prevalentemente, le acque provenienti dai servizi igienici;
- acque oleose: costituite dall'insieme delle acque di processo provenienti da torri, scambiatori e macchinari in genere, etc. Si aggiungono, inoltre, le acque usate per il lavaggio degli impianti, le acque usate in operazioni di manutenzione e nei collaudi idrostatici, nonché le acque antincendio e meteoriche;
- acque acide: sono l'insieme degli scarichi fortemente inquinanti, corrosivi o tossici, provenienti da perdite e drenaggi di macchinari di processo o pompe, e devono essere raccolte nell'apposita fognatura chimica.

Le acque di scarico vengono generalmente soggette, prima del trattamento vero e proprio, ad un pre-trattamento, consistente in una o più operazioni fisiche o meccaniche (grigliatura, dissabbiatura, disoleazione). Fanno seguito i trattamenti primari in cui si realizza la decantazione (in dispositivi a flusso orizzontale, a flusso ascendente e circolari), la coagulazione o flocculazione (mediante la quale si aggiungono nell'acqua

sostanze che si legano alle impurità rendendole più pesanti e facendole così precipitare, la flottazione (consistente nel portare alla superficie libera le impurità, mediante insufflaggio di piccole bollicine d'aria che inglobano le impurità) e la depurazione biologica. Seguono i trattamenti secondari, consistenti nella precipitazione chimica ed i trattamenti terziari (per le acque molto inquinate) finalizzate alla riduzione del BOD, del tenore di azoto e di fosforo, del tenore degli agenti tensioattivi, della colorazione, etc.

6.6.2. Smaltimento dei Rifiuti Solidi

I **rifiuti solidi** sono qualunque materiale od oggetto, normalmente allo stato solido, derivante da attività umane o da cicli naturali e destinato all'abbandono da parte di chi lo ha prodotto.

La classificazione comunemente accettata è riassunta in **fig. 14**.

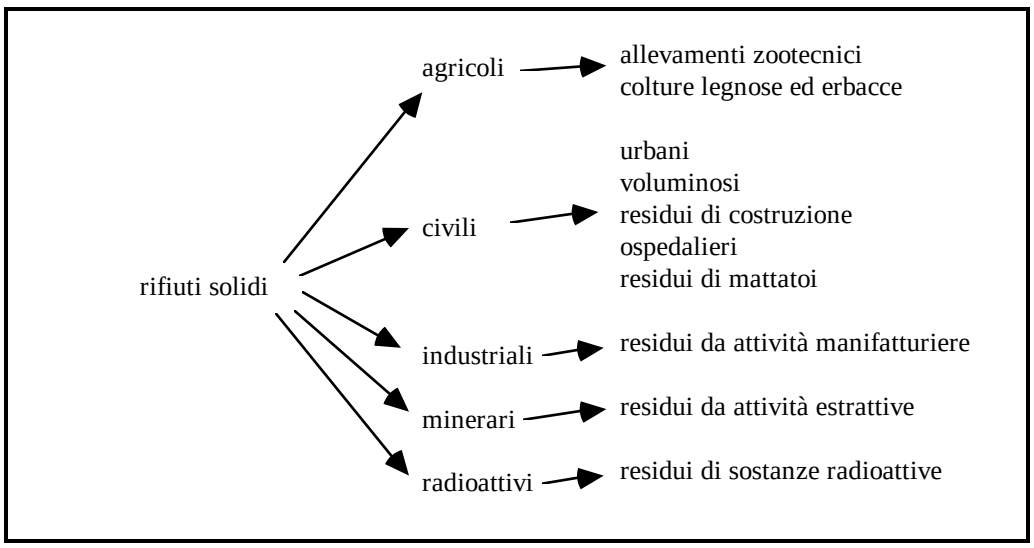


fig. 14 – Classificazione Rifiuti Solidi

Fondamentalmente, i rifiuti solidi vengono gestiti nel modo riassunto in **fig. 15**:

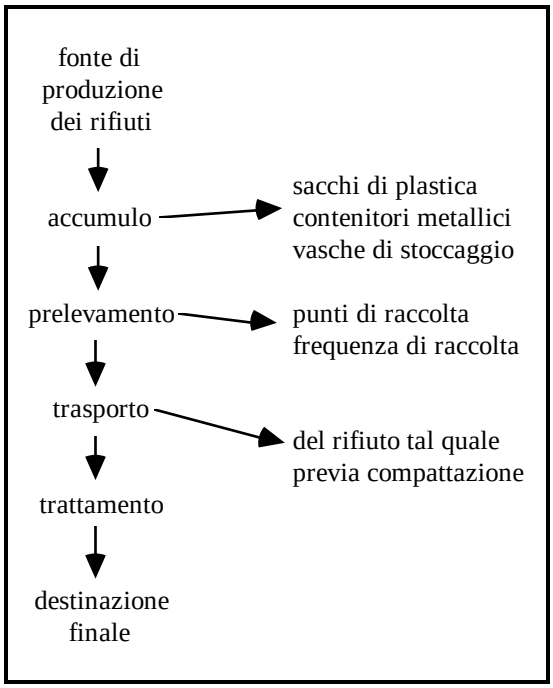


fig. 15 - Ciclo del trattamento dei rifiuti solidi urbani

I trattamenti di smaltimento a cui possono essere soggetti i rifiuti sono i seguenti:

1. discarica non controllata;
2. discarica controllata;
3. compressione;
4. incenerimento;
5. incenerimento con ricupero di energia;
6. pirolisi;
7. trasformazione in composti;
8. riciclaggio o ricupero.

I trattamenti più utilizzati in ambito industriale sono il 2, il 4, il 7 e l'8. La possibilità di auto-produrre energia elettrica e venderla, nel caso al nostro Ente elettrico, ha reso particolarmente appetibile in questi ultimi anni la soluzione del recupero energetico dei rifiuti, la cui fattibilità deve essere attentamente valutata sul piano economico.

6.6.3. Trattamento delle Polluzioni

Le **polluzioni atmosferiche** prodotte nelle lavorazioni industriali possono essere di vario genere e, in particolare:

Polveri: sono particelle solide di dimensione variabile ed originatesi nei trattamenti termici, nei processi meccanici e per l'azione di correnti d'aria.

Fiumi: sono sospensioni di particelle solide di dimensioni microscopiche prodottesi in fenomeni di distillazione, condensazione, ossidazione, etc..

Impurità nell'aria possono trovarsi anche sotto forma di *gas* e *vapori* che possono determinare un'*odorazione* particolare.

I parametri da tenere in considerazione nella valutazione della pericolosità e del grado di inquinamento delle polluzioni atmosferiche sono la composizione chimica, la granulomeria e la concentrazione delle particelle.

Dal punto di vista normativo, nel capo dell'inquinamento atmosferico si fa soprattutto riferimento alla Legge 615/66 ed al suo decreto di attuazione (D.P.R. 322/71). Oltre ad introdurre alcune definizioni, la legge dispone come effettuare le misurazioni dell'inquinamento prodotto dallo stabilimento. Queste devono avvenire all'esterno del perimetro dello stabilimento, in punti di prelevamento ben determinati. Le sostanze inquinanti non devono superare i limiti previsti e tabellati nel decreto.

La funzione degli impianti di depurazione è di sottrarre le polluzioni al flusso d'aria attraverso un circuito di depurazione, al termine del quale l'aria viene restituita agli ambienti in condizioni di purezza accettabili.

6.7. SERVIZIO ANTINCENDIO

6.7.1. Introduzione alla Problematica dell'Antincendio: Aspetti Normativi

I danni che possono essere prodotti da un incendio sono di notevole entità, sia per la distruzione dei mezzi produttivi (danno diretto), sia per la sospensione della produzione (danno indiretto) che deriva da tale evento. Gli incendi, dunque, sono estremamente pericolosi, anche per le modalità con cui essi si manifestano: improvvisi ed estremamente rapidi nel loro sviluppo e nella loro evoluzione, tali da richiedere l'intervento immediato di personale preparato e munito di idonee apparecchiature.

Dal punto di vista normativo, si avverte la mancanza di una legge quadro che suggerisca agli operatori industriali come comportarsi nelle diverse situazioni e circostanze. Altresì, esistono numerosi provvedimenti che si riferiscono ai diversi settori di lavoro.

Del rischio di incendio parla, anche se in modo generico, il D.P.R. 547/55. In tale disposizione, in particolare, si precisa che devono sempre essere adottate misure idonee per prevenire gli incendi. Ove esistano pericoli specifici di incendio, devono essere adottati mezzi di estinzione idonei che devono essere mantenuti in efficienza e controllati almeno una volta ogni sei mesi da personale esperto. In base al **D.P.R. 689/59**, si individuano le aziende e le lavorazioni che devono essere soggette al controllo del **Comando del Corpo dei Vigili del Fuoco**. Tale Ente, in aggiunta, deve visionare ed approvare i progetti di nuovi impianti o costruzioni, e deve essere chiamato ad effettuare una visita di collaudo ad impianto o costruzione ultimata, prima dell'inizio delle lavorazioni (art. 37 del D.P.R. 547/55).

La legge 547, illustra alcune prescrizioni riguardanti le vie di transito e i percorsi di evacuazione ove sussistano pericoli d'incendio. Proseguendo nell'esame delle prescrizioni relative al rischio di incendio si incontra il **D.M. 16 febbraio 1982** che indica quali attività sono soggette alle visite di prevenzione incendi.

I responsabili delle attività soggette alle visite ed ai controlli di prevenzione incendi devono richiedere il rinnovo del "**certificato di prevenzione incendi**" ogni qualvolta intervengono modifiche di lavorazione o di struttura, o quando i locali vengono diversamente destinati, o se ci sono variazioni qualitative o quantitative delle sostanze pericolose per il rischio di incendio oppure, infine, ogni qualvolta vengono comunque mutate le condizioni di sicurezza. Quando un impianto si compone di più sistemi semplici, ciascuno dei quali potenzialmente pericoloso sotto il punto di vista della prevenzione incendi, dovrà essere rilasciato un unico certificato relativo a tutto il complesso ed avente validità triennale. Il D.M. 16 febbraio 1982 presenta l'elenco dei locali, dei depositi e delle industrie pericolose, soggette alle visite ed ai controlli di prevenzione incendi, specificando il numero di anni di validità del certificato di prevenzione incendi. Il **D.P.R. 577/82** riporta le norme relative all'espletamento del servizio di vigilanza antincendio. Tale attività si compone di alcuni momenti fondamentali:

- organizzazione e programmazione centrale e periferica del servizio;
- predisposizione di norme generali e specificazioni tecniche e procedurali;
- studio, ricerca, sperimentazione e prove su materiali, strutture, ecc.;

- designazione in organi collegiali;
- esame di progetti di costruzioni ed installazioni industriali e civili;
- sopralluoghi.

In particolare, gli enti pubblici ed i soggetti privati sono tenuti a richiedere ai Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco:

- l'esame dei progetti dei nuovi insediamenti industriali e civili o per le modifiche a quelli esistenti;
- le visite per il controllo dell'esecuzione delle prescrizioni impartite;
- le visite di collaudo ad impianto o costruzione ultimati, e prima dell'inizio delle lavorazioni;
- le visite di controllo per il rilascio del certificato di prevenzione incendi per manifestazioni di qualsiasi genere.

Il certificato di prevenzione incendi, in definitiva, attesta che l'attività in oggetto è conforme alle disposizioni vigenti. L'obbligatorietà di questa certificazione è sancita dalla L. 966/65. Dunque, ne deriva che tutte le attività soggette ai controlli di prevenzione incendi devono essere preventivamente approvate dai Comandi Provinciali dei Vigili del Fuoco e, a lavori ultimati, deve essere richiesta la visita di collaudo cui fa seguito il rilascio dalla certificazione antincendio, la quale, peraltro, ha una durata variabile in funzione dell'attività. Le procedure per il rinnovo della certificazione sono chiarite nella L. 818/84 che prevede anche la possibilità di ricorrere ad una dichiarazione del titolare dell'attività in cui si attesta che non sono intervenute variazioni, eventualmente integrata da una perizia giurata relativa all'efficienza dei dispositivi, sistemi ed impianti antincendio. Occorre aggiungere che il D.P.R. 577/82 prevede la possibilità di ricorrere ad enti e laboratori legalmente riconosciuti o a professionisti iscritti negli albi professionali ai fini dell'approvazione di un progetto o del rilascio della certificazione antincendio. I Comandi, comunque, possono solamente richiedere un supporto alla loro azione, mai una supplenza. Assai spesso, all'atto della verifica della conformità, i Comandi dei Vigili del Fuoco possono richiedere le certificazioni delle conformità degli impianti elettrici, gli attestati o certificati di resistenza al fuoco degli elementi strutturali, le dichiarazioni di messa in opera dei materiali di rivestimento e arredo classificati in base alla loro reazione al fuoco, le dichiarazioni di messa in opera di determinati dispositivi di sicurezza.

Come si può capire, dunque, la materia della prevenzione incendi risulta non agevole da trattare, sia per il gran numero di norme coinvolte in continua evoluzione, sia per il gran numero di azioni connesse con la messa a norma.

Ai fini di un'efficace azione antincendio, è necessario:

1. ridurre al minimo la probabilità che si verifichi un incendio (prevenzione);
2. non consentire l'estendersi rapido dell'incendio (protezione);
3. formare adeguatamente il personale, così che esso sappia cosa fare nell'evenienza dell'incendio.

Tali principi, costituiscono una parte importante della legge 626, poiché essi prevedono, tra l'altro, la manutenzione degli impianti, l'adeguamento alla normativa degli impianti, la sensibilizzazione e la formazione del personale, l'informazione agli utenti, l'individuazione di idonei percorsi di emergenza, l'adozione di mezzi ed attrezzature d'intervento e la designazione e l'*assegnazione dei compiti da svolgere in caso di emergenza*. In pratica, si tratta di impostare ed attuare un **piano di emergenza** che tenga conto delle diverse possibili eventualità: attività lavorativa in corso, attività lavorativa non in corso, falso allarme, arrivo dei Vigili del Fuoco che spengono l'incendio, etc. Come è facile constatare, dunque, non esistono delle indicazioni di carattere generale che suggeriscano quali soluzioni tecniche adottare. Unico dato assodato, è la necessità di ricorrere all'esame dei Vigili del Fuoco per una serie di attività, i quali devono rilasciare le autorizzazioni del caso.

6.7.2. Caratteristiche degli Incendi

Gli incendi, come è stato anticipato, sono eventi estremamente pericolosi, nei confronti dei quali è necessario prendere provvedimenti immediati e tecnicamente idonei ad affrontare la circostanza. Per questi motivi, è opportuno essere a conoscenza di cosa sia un incendio ed avere un'idea della potenzialità combustibile nei locali di interesse, individuabile per mezzo di alcuni parametri. Un incendio si sviluppa in seguito al verificarsi di un processo di ossidazione durante il quale si sprigionano delle fiamme, si produce un notevole quantitativo di calore e si deteriora il materiale oggetto della combustione. Se il processo si autosostiene, oltre a prodursi anidride carbonica e monossido di carbonio, si ha la formazione di braci e di fumo attraverso i quali l'incendio può propagarsi. Una sostanza combustibile brucia in presenza di un innesco alla combustione (ad esempio, una scintilla od una fiamma preesistente) se esso si trova alla cosiddetta "temperatura di infiammabilità"; viceversa, esso può iniziare il processo di combustione anche in assenza

di un innesco, se si trova alla “temperatura di autoaccensione”. Si comprende, dunque, che i componenti essenziali perché si realizzi una combustione sono la sostanza combustibile, l’ossidante o comburente (in genere l’aria) e la temperatura idonea.

E’ possibile classificare gli incendi in alcune categorie che aiutano a scegliere le misure più idonee da impiegare per combatterli:

- *classe A*: incendi di materiali solidi combustibili che portano alla formazione di brace (ad esempio, carta, legname, tessuti, gomma, pelli, etc.);
- *classe B*: incendi di liquidi infiammabile (ad esempio, benzine, solventi, oli, vernici, resine, etere, alcol, etc.);
- *classe C*: incendi di gas infiammabili (ad esempio, metano, acetilene, idrogeno, etc.);
- *classe D*: incendi di metalli leggeri combustibili (ad esempio, sodio, potassio, magnesio, bario, etc.);
- *classe E*: incendi originati da apparecchiature e quadri elettrici (ad esempio, trasformatori, motori elettrici, generatori, alternatori, interruttori, etc.).

Un’altra grandezza di interesse e grande rilievo per la effettuazione di una efficacie attività di prevenzione è il cosiddetto “carico di incendio”. Esso si definisce in base alla seguente equazione:

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{n} g_i H_i}{A}$$

essendo g il peso in kg della sostanza i-esima, H_i il potere calorifico superiore della sostanza i-esima ed A la superficie totale del locale per il quale si sta valutando il carico d’incendio.

In taluni casi, si usa classificare il rischio derivante da un incendio in base al valore del carico d’incendio. In particolare, si ha:

- rischio leggero 150.000 - 270.000 kcal/m^2
- rischio medio 270.000 - 570.000 kcal/m^2
- rischio alto 570.000 - 1.080.000 kcal/m^2

Il carico d'incendio, inoltre, consente di risalire grossolanamente alla durata media di un incendio che è stata ricavata sperimentalmente:

- CI < 110 Mcal/m^2 15 minuti
- CI = 110 - 220 Mcal/m^2 40 minuti
- CI = 220 - 440 Mcal/m^2 100 minuti
- CI = 440 - 660 Mcal/m^2 180 minuti

E' interessante, infine, mostrare l'andamento della temperatura di un incendio in funzione del tempo; è così possibile evidenziare la notevole velocità di propagazione di un incendio, che costituisce una delle sue caratteristiche più pericolose.

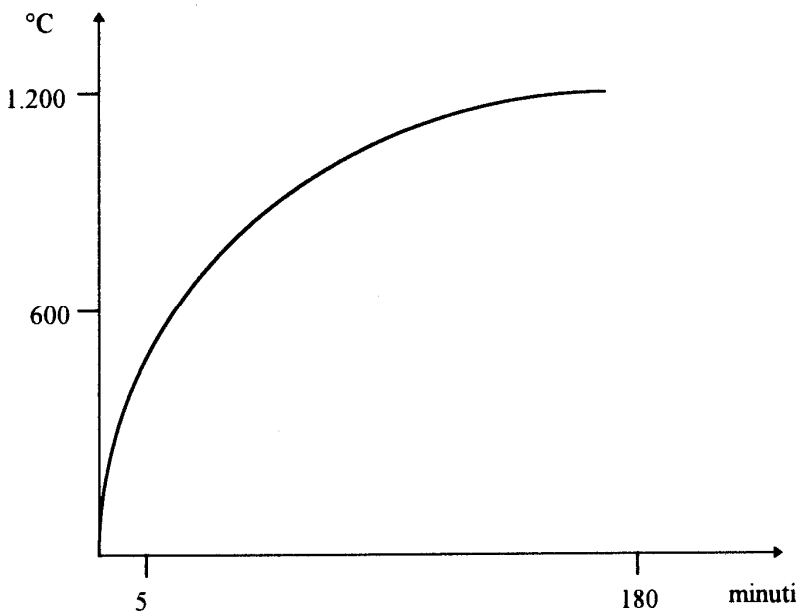


fig. 16 - Caratteristica temperatura/tempo

6.7.3. Cenni sui Dispositivi Antincendio

L'efficacia di un impianto antincendio si fonda sulla tempestività della segnalazione di allarme. Per questo motivo, nella letteratura tecnica viene data grande importanza ai dispositivi rivelatori, che possono così essere classificati:

- rivelatori termici a fumo o a fiamma;
- rivelatori termici a massima e differenziali;
- rivelatori pneumatici;
- rivelatori a ioni a fumo.

L’estinzione di un incendio, invece, può essere effettuata per mezzo del *raffreddamento* dell’ambiente o per mezzo del *soffocamento*.

Si possono avere *impianti mobili*, impieganti degli agenti (le cui caratteristiche sono riportate nella **tab. 2**), oppure si possono avere *impianti fissi:* idranti, a pioggia per mezzo di ugelli tipo *sprinkler* (piccole teste la cui uscita è tenuta chiusa o da una piastrina metallica che si fonde ad una temperatura prefissata, o da un bulbo o ampolla di quarzo contenente un liquido ad elevata tensione di vapore che si rompe ad una temperatura prestabilita), nebulizzatori, ad anidride carbonica ad alta pressione, ad anidride carbonica a bassa pressione e a schiuma meccanica.

sostanza estinguente	**campo di impiego**	**non adatto per**
getto d’acqua	incendi di classe A	apparecchiature elettriche
acqua nebulizzata	idrocarburi e apparecchiature elettriche	gas infiammabili
schiuma	incendi di classe A e B (oli minerali)	impianti elettrici e gas infiammabili
polvere chimica	oli, vernici, bitumi; liquidi e gas infiammabili, apparec-chiature elettriche	incendi in cui si produca brace
anidride carbonica	apparecchiature elettriche, oli minerali, grassi, vernici, solventi	incendi in cui si produca brace
composti alogenati	liquidi infiammabili e apparecchiature elettriche	locali grandi o molto ventilati e incendi in cui si produca brace

tab. 2 - Caratteristiche delle sostanze estinguenti

Capitolo 7. ELEMENTI DI GESTIONE DEI PROCESSI PRODUTTIVI

7.1. LA GESTIONE DEI MATERIALI

7.1.1. Introduzione

Le crescenti difficoltà incontrate nella conduzione degli impianti industriali rendono ogni giorno più impellente il ricorso a metodi analitici in grado di assicurare una razionale pianificazione ed un efficace controllo dell'intero processo produttivo.

Tra i settori cui maggiormente è stato rivolto lo sforzo di razionalizzazione delle procedure può senz'altro annoverarsi quello della “gestione dei materiali”, intesi questi ultimi nella più vasta accezione del termine (assiemi, sotto-assiemi, materie prime, parti di ricambio, prodotti finiti, ecc.).

L'esigenza dl riservare alla “gestione delle scorte” una particolare cura nonché di mettere a punto per essa algoritmi quanto mai specifici, può essere immediatamente rilevata non appena si osservi che molto spesso gli investimenti in scorte raggiungono il 50% dell'investimento totale di un'azienda ed i costi relativi alle materie prime ed ausiliarie possono incidere anche per il 70% sul costo del prodotto finito.

Il problema della gestione delle scorte si articola sostanzialmente nella ricerca della risposta ottimale a due quesiti:

1. **Quanto** ordinare (o produrre) per ciascun prodotto;
2. **Quando** emettere un ordine.

Numerosi modelli matematici sono stati suggeriti per fornire adeguata risposta a tali quesiti; tra gli anzidetti modelli il più diffuso, se non proprio il più attendibile, è senz’altro quello proposto da “Harris”:

fissata la domanda D nell'unità di tempo del prodotta in esame, il “modello di Harris” prevede di calcolare l’entità Q di ciascuna commessa uguagliando il costo di lancio (CL)(D/Q) delle commesse ed il costo di magazzinaggio (CUM)(Q/2) dei prodotti in giacenza.

Il modello di Harris risulta di applicazione pratica assai limitata attese le ipotesi assai restrittive sulle quali esso si fonda. La relazione che si trova può intatti considerarsi valida

solo nel caso in cui tutti i parametri che in essa compaiono possano ritenersi noti con certezza e costanti nel tempo.

Per contro, diffusione via via crescente va incontrando il criterio di gestione proposto da "Orlicky" e fondato sul criterio di suddividere tutti i materiali utilizzati nell'azienda in materiali:

- a "domanda dipendente"; vengono generalmente associati tutti quei prodotti che entrano direttamente nel processo di fabbricazione, quali le parti componenti del prodotti finiti; la domanda di tali articoli risulta infatti strettamente dipendente dal piano generale di produzione che stabilisce il fabbisogno di ciascun prodotto finito.
- a "domanda indipendente"; vengono definiti quei prodotti (lubrificanti, parti di ricambio, materiali vari dl consumo, ecc.) il cui fabbisogno non può essere direttamente correlato al piano di produzione.

In base a tale suddivisione può innanzitutto osservarsi che il fabbisogno di "prodotti a domanda dipendente" è calcolabile in maniera deterministica, non appena sia stata fissata la domanda di prodotti finiti in un certo periodo.

Il fabbisogno di "prodotti a domanda indipendente" deve invece essere individuato mediante una previsione statistica delle future necessità; per la stima della richiesta di tali prodotti si rende quindi indispensabile l'impiego di metodologie di calcolo fondate sull'analisi e l'estrapolazione di serie storiche.

7.1.2. Gestione dei materiali a "domanda dipendente". Criterio MRP

La differenza fondamentale tra i due tipi di gestione consiste dunque nel fatto che, mentre la gestione dei prodotti a "domanda indipendente" richiede la previsione stocastica dei fabbisogni di ciascuna parte in esame, la gestione dei prodotti a "domanda dipendente" richiede tale previsione solo per il calcolo dei fabbisogni inerenti ad assiemi finiti. Infatti, facendo ricorso al "principio dell'analisi per livello", una volta stabilita la domanda di prodotti finiti per un certo orizzonte futuro, è immediatamente individuabile, con procedimenti deterministici, il fabbisogno di ciascuna parte componente.

Il fabbisogno di prodotti a "domanda dipendente" (quali materie prime, componenti, sotto-assiemi, ecc.) trae origine dalla domanda di altri prodotti a "livello" più elevato (p.e. assiemi, prodotti finiti, ecc.) dei quali essi fanno parte.

Per i prodotti a "domanda dipendente" la procedura di calcolo dell'entità del lotto e dell'istante di ordinazione risulta concettualmente assai semplice. In tal senso sarà

sufficiente conoscere la distinta base del prodotto a "livello superiore" nonché il corrispondente piano di produzione.

Come già in precedenza si è avuto modo di affermare, il principale elemento di distinzione tra gestione dei prodotti a "domanda indipendente" e dei prodotti a "domanda dipendente" consiste nel fatto che la domanda dei primi può essere valutata solo su base statistica, per contro la domanda dei secondi è determinata su base deterministica.

La previsione della domanda dei "prodotti indipendenti" viene formulata facendo ricorso a "serie storiche di dati" (domanda, tempi di approvvigionamento, ecc.); la domanda di tali prodotti viene ipotizzata "distribuita nel tempo" in maniera continua ed aleatoria.

Per contro la domanda dei "prodotti dipendenti" è per definizione deterministicamente "concentrata" in "istanti di tempi prestabiliti"; sicché la domanda di questi ultimi prodotti può essere definita "a blocchi" (*lumpy demand*).

L'andamento nei tempo di tale domanda a blocchi dipende dal piano generale di produzione di volta in volta programmato dall'azienda.
Nella gestione dei prodotti a "domanda dipendente" i principali quesiti ai quali occorre fornire una risposta sono:

- **quanto ordinare**;
- **quando ordinare**.

Al fine di fornire una razionale risposta a tali quesiti è stata concepita e realizzata la procedura di gestione comunemente denominata "**Material Requirements Planning**" (**MRP**); tale procedura è oramai pressoché universalmente impiegata per la gestione dei prodotti a "domanda dipendente".

7.1.3. Determinazione dei fabbisogni

Dopo aver suddiviso l'orizzonte di tempo preso in considerazione in T intervalli di tempo uguali, per ciascun prodotto finito "i" viene innanzitutto determinato il "**fabbisogno primario**" FP(t) che il piano di produzione prevede in corrispondenza del periodo "t". A tale quantità è poi sommato il "**fabbisogno addizionale**" FA(t) (necessario ad esempio a

soddisfare le richieste di parti di ricambio) sicché si giunge a calcolare il "**fabbisogno lordo**":

$FL(t) = FP(t) + FA(t)$

Nota la "giacenza iniziale" G al "netto dell'aliquota già impegnata" IM, nonché la "scorta di sicurezza" SS, è possibile determinare il "**fabbisogno netto**":

$FN(t) = FL(t) - G + IM + SS - OC(t)$

in cui OC(t) rappresenta "l'aliquota di ordini in corso" la cui consegna è prevista per l'istante "t".

Vale appena notare che, mentre i fabbisogni (**lordi o netti**) e gli ordini in corso appaiono ovviamente dipendenti dal prodotto e dal periodo di tempo presi in considerazione, le variabili G, IM, SS, risultano correlale solo allo specifico prodotto in esame.

Il **fabbisogno netto** per tal via individuato viene quindi corretto tenendo conto di eventuali scarti di produzione, nonché di criteri di ordinazione (p.e. lotto economico) adottati per il prodotto in oggetto.

Si calcolano così gli "**ordini pianificati**" PI(t) cui vengono associate le rispettive "**date di consegna**" DC.

Sottraendo a queste ultime il "**tempo di rifornimento**" (o "di produzione") vengono infine determinate le "**date di riordino**" (o di "inizio produzione") DI, che ovviamente costituiscono a loro volta le "**date di consegna**" DC(j) di ciascun componente "j" chiamato in causa nella fabbricazione del prodotto finito "i".

Il procedimento ora descritto viene applicato successivamente, fino a che risultano disponibili gli ordini pianificati e le date di lancio di tutti i prodotti finiti.

Completata tale fase è possibile, mediante un'analisi della "distinta base" di ciascuna parte finita, determinare il **fabbisogno lordo** di ogni componente; quest'ultimo è infatti ottenibile moltiplicando le quantità di prodotti finiti previste negli ordini pianificati per il "**coefficiente di impiego**" del singolo componente riportato sulla distinta base.

Per ciascun componente viene quindi ripetuto il procedimento di calcolo descritto per i prodotti finiti, fino a pervenire al dettaglio completo degli ordini pianificati (di produzione o di acquisto) relativi ad ogni assieme finito o parte componente.

A tal riguardo è opportuno sottolineare che l'impiego dell'analisi per livello, consente di eseguire una sola volta i calcoli relativi al fabbisogno di ciascuna parte componente. Infatti il ricorso al metodo di analisi in questione permette di elaborare i dati in base ad un criterio che prende in considerazione il singolo prodotto solo dopo che sono stati già esaminati tutti gli assiemi appartenenti a livelli superiori a quello in cui è previsto l'impiego del prodotto in oggetto.

7.1.4. Criteri di ordinazione

Per ciascuna parte classificata a "domanda dipendente" la trasformazione dei **fabbisogni netti** in **ordini pianificati** può avvenire sulla base di *tre distinti criteri di calcolo* dell'entità ottimale di ciascuna commessa:

1. "ordinazione ad impegno": si limita a trasformare i fabbisogni netti in ordini pianificati senza alcuna modifica alle singole entità. Il metodo in oggetto suggerisce di emettere un ordine di entità pari proprio ad f N(t) in corrispondenza di ciascun intervallo di tempo "t". L'impiego di tale criterio di ordinazione risulta ovviamente vantaggioso nella gestione di prodotti caratterizzati da un elevato costo unitario, per i quali si desideri assolutamente evitare la costituzione di scorte i cui costi di immobilizzo risulterebbero eccessivamente onerosi.
2. "ordinazione a quantità fissa": prevede l'emissione di ordini di entità costante e predeterminata, con frequenza dipendente solo dalla domanda. Esso viene in genere adottato per la gestione delle scorte di tutti quei prodotti il cui fabbisogno rimane pressoché invariato nel tempo. L'entità della singola commessa il relativo ordine pianificato viene fissato in corrispondenza del primo istante "t" in cui il fabbisogno netto è diverso da zero. L'ordine successivo, sempre della stessa entità, sarà programmato per la data in cui risulteranno prevedibilmente esaurite le scorte rese disponibili dalla prima commessa. Nel caso in cui la domanda di un prodotto risulti sensibilmente variabile da periodo a periodo, non è più possibile impiegare il criterio di ordinazione a quantità fissa. In tal caso si renderà necessario formulare ordini di rifornimento la cui, entità dovrà essere di volta in volta determinata sulla base del fabbisogno stimato per i successivi intervalli di tempo.
3. "ordinazione a quantità calcolata": applicabile a qualsiasi prodotto (fabbricato o acquistato) con assorbimento costante o discontinuo, di modesto o elevato costo unitario, si articola essenzialmente in due fasi:

I. nella prima viene determinata l'entità base di ciascuna commessa, all'uopo utilizzando algoritmi la cui applicazione risulti agevolmente ripetitiva;
II. nella seconda i lotti di ordinazione per tal via calcolati vengono opportunamente modificati per tener conto di eventuali vincoli imposti al problema (limitazioni esistenti nelle quantità massime e minimi per ordine, nella lunghezza massima del periodo coperto da lotto, nella data limite oltre la quale non conviene estendere l'analisi dei fabbisogni,ecc.)

7.1.5. Il concetto di MRP

È molto semplice, anche se la sua applicazione pratica risulta poi molto complessa. Si basa sulla definizione di "domanda dipendente o indipendente di prodotto". La domanda di un singolo prodotto finito è generalmente indipendente da quella di altri prodotti finiti. La domanda di assiemi, sotto-assiemi, parti, componenti e materie prime dipende dalla domanda di prodotti finiti. In tal senso, attraverso un'analisi del portafoglio ordini clienti esistenti ovvero attraverso una previsione basata su serie storiche di dati, la domanda di un prodotto finito, la domanda di tutti i componenti che entrano a far parte del prodotto finito di volta in volta preso in considerazione può essere agevolmente calcolata per via deterministica.
È indispensabile a tal fine l'introduzione del concetto di "Ciclo di produzione".

7.1.6. Ciclo di produzione

La sopravvivenza di un'azienda dipende ovviamente dalla sua capacità di acquisire e soddisfare gli ordini dei clienti. Qualunque sia il settore (manifatturiero, servizi, ecc.) in cui l'azienda opera, esistono molte analogie nelle vie attraverso le quali gli ordini vengono esauditi. Questi ultimi vengono soddisfatti mediante lo sviluppo di serie ordinata di stadi, definita "ciclo di produzione". Tale ciclo risulta ovviamente più o meno lungo ed articolato in funzione dei prodotto o del servizio di volta in volta preso in considerazione.

In **fig. 1** è stato esemplificativamente riportato il ciclo di produzione di un prodotto assai semplice, la cui fabbricazione si articola nei sei stadi indicati.

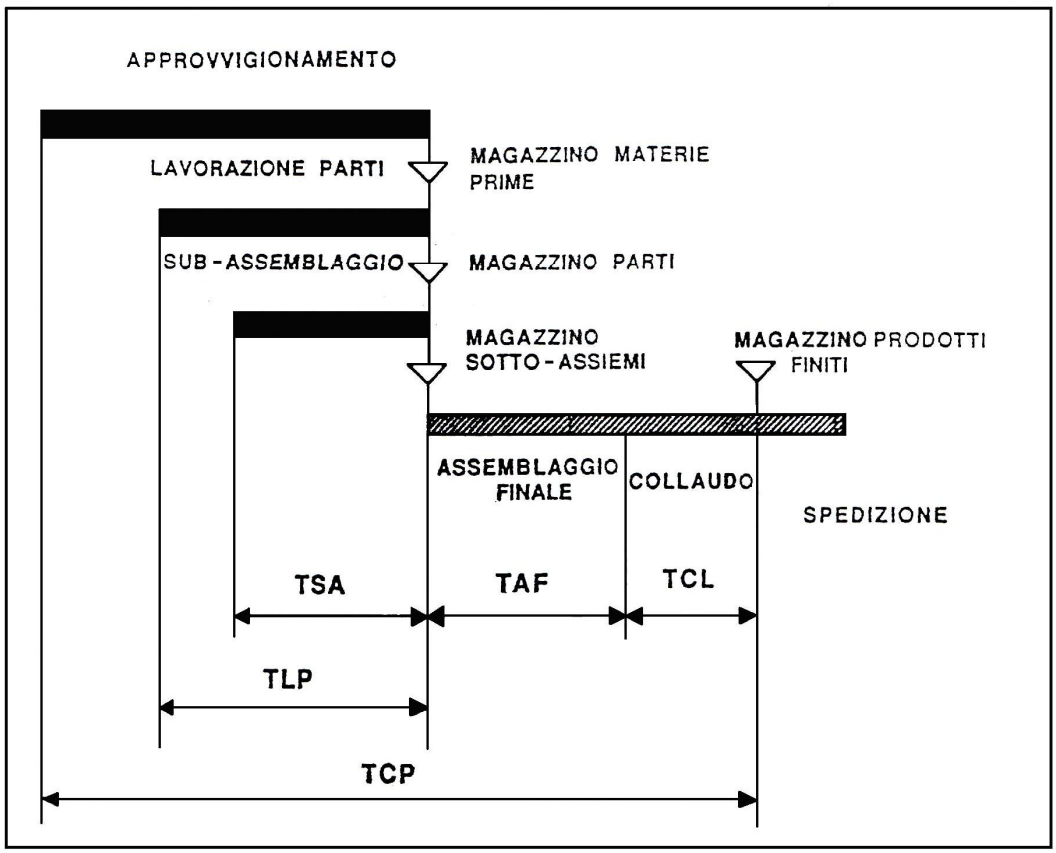


fig. 1 – Ciclo di Produzione di un prodotto

In realtà ciascuno di tali stadi (approvvigionamento materiali, lavorazione componenti, sub-assemblaggio, assemblaggio, collaudo e spedizioni) si articola a sua volta in una serie di fasi intermedie. Ad esempio una fase di collaudo può essere inserita già durante lo stadio di lavorazione dei componenti ovvero in sede di accettazione dei materiali in arrivo.

L'importanza del ciclo di produzione è immediatamente comprensibile non appena si osservi che esso determina il "**tempo totale**" TPC necessario per la fabbricazione di un prodotto. Il valore di TPC dipende da una molteplicità di parametri. Taluni di questi sono sotto il controllo diretto dell'azienda; il tempo di fabbricazione di un lotto può essere variato modificando la capacità produttive disponibili ovvero l'entità del lotto. Altri parametri, quali ad esempio il tempo di approvvigionamento, non risultano sotto il diretto controllo dell'azienda.

Il tempo di lavorazione può aumentare per un improvviso guasto delle macchine. Nonostante le difficoltà e le avversità che possano intervenire, la produzione deve assicurare il completamento degli ordini entro una data che rappresenta il limite massimo di tolleranza del cliente.

In tal senso anche per prodotti a “domanda dipendente” si rende necessaria la costituzione di magazzini atti a far fronte ad eventuali eventi negativi, opportunamente distribuiti lungo tutto il ciclo di produzione. A tali magazzini viene attribuita non solo la funzione di far fronte ad eventi aleatori, ma anche quella di:

- bilanciare la capacità produttiva dei singoli centri di lavoro,
- di migliorare il coefficiente di utilizzazione delle macchine,
- di semplificare i problemi connessi con l’organizzazione della produzione,
- di consentire una riduzione dei costi unitari di fabbricazione attraverso una gestione a lotti economici, ecc.

La necessità di fissare date di consegna degli ordini con grande accuratezza ed affidabilità rende indispensabile il calcolo dei fabbisogni produttivi.

Tutte le aziende devono quindi sviluppare il piano dì produzione corrispondente ad un prefissato orizzonte di tempo futuro. Tale orizzonte, definito “**orizzonte di pianificazione**”, è tanto più breve quanto più lungo risulta il tempo del ciclo di produzione.

Il piano di produzione a breve, denominato “Master Schedule”, è il piano di produzione a cui l'azienda dovrebbe attenersi nell’immediato futuro, senza consistenti variazioni; dovrebbe indicare tra l'altro la distribuzione della domanda, periodo per periodo, di ciascun prodotto finito fabbricato.

Non ci soffermeremo ulteriormente sull’applicazione effettiva del MRP, argomento sicuramente di grosso interesse, ma che appesantirebbe la nostra trattazione, esulando dagli scopi che ci siamo prefissati voler raggiungere nel presente lavoro.

7.1.7. Gestione dei materiali a “domanda indipendente”

In tal caso si pone l’attenzione sulla procedura nominata “Inventory Management”. Con tale termine viene indicata appunto la procedura di gestione dei prodotti a “domanda indipendente” per distinguerla dalla procedura MRP impiegata per la gestione dei prodotti a “domanda dipendente”.

Per la gestione dei materiali a “domanda indipendente” occorre far ricorso a metodi stocastici di previsione della domanda; in tal senso non sarà più possibile impiegare per essi un criterio di gestione simile a quello illustrato nei precedenti paragrafi. L’entità dei calcoli necessari suggerisce di avvalersi di procedure di gestione diverse in funzione della specifica importanza attribuita al prodotto di volta in volta esaminato. All'uopo occorre quindi operare innanzitutto un’analisi critica di ogni articolo classificato a “domanda

indipendente" onde stabilire una graduatoria di importanza tra le singole parti che costituiscono il magazzino.
Non ci soffermeremo altresì su questo argomento, di sicuro interesse, ma che esula dagli obiettivi del presente lavoro.

7.2. IL JUST IN TIME

7.2.1. Introduzione

Il *Just in Time* (JIT) è stato sviluppato in Giappone nel primo dopoguerra (1945-46), con l'obiettivo di rilanciare l'industria nipponica, piombata in una grave fase di recessione; la sua applicazione ha portato, in poco più di 40 anni, il Giappone al livello di seconda potenza industriale nel mondo, subito dopo gli USA e prima dell'EX UNIONE SOVIETICA.
Per quest'ultimo motivo l'Occidente ha, negli ultimi anni, rivolto la sua attenzione al sistema produttivo giapponese ed in particolare al JIT, studiandolo a fondo ed applicando le sue metodologie parzialmente o totalmente, ove lo sfondo culturale e sociale lo permettesse.
Il sistema produttivo JIT discende da una particolare filosofia della gestione della produzione, basata sulla ricerca della semplicità e sull'eliminazione di tutto ciò che costituisce sprechi.
Si pone, dunque, particolare enfasi sulla eliminazione completa, o quasi, delle "scorte" di ogni tipo, ritenendole la principale fonte di spese inutili e di intralcio all'attività di miglioramento dei processi produttivi e dei prodotti.
La struttura dell'organizzazione della produzione JIT prevede tutta una serie di interventi volti a realizzare la "*stockless production*" (produzione senza scorte), termine in uso in Giappone per definire il JIT.
Gli interventi suddetti sono volti alla realizzazione della riduzione dei costi di produzione, obiettivo raggiunto tramite:

- le politiche di riduzione dei lotti di produzione;
- la soppressione delle scorte;
- il miglioramento continuo e l'ottenimento di una qualità dei prodotti superiore.

Di fondamentale importanza, per l'applicazione delle suddette politiche, è la riduzione dei tempi richiesti per riattrezzare il macchinario, intendendo con ciò la serie di operazioni

volte a convertire le macchine alla produzione di un prodotto diverso da quello precedentemente fabbricato.

7.2.2. Il sistema produttivo giapponese

Il sistema di produzione giapponese si basa, essenzialmente, su due principi fondamentali: la **produttività** e la **qualità**.

Per quanto riguarda la **produttività**, essa è influenzata dall'applicazione del sistema Just in Time. Il principale obiettivo da perseguire nel *Just in Time* è quello di "*aumentare gli utili abbattendo i costi*" tramite il "taglio" di tutto ciò che è superfluo nella produzione, eliminando ogni fonte di spreco (tutto ciò che non apporta valore aggiunto al prodotto). Le conseguenze indirette di questa filosofia spesso sono ancora più significative:

- il controllo della quantità in modo che la produzione possa seguire le fluttuazioni del mercato concernenti sia i volumi, sia i mix di produzione senza dover ricorrere ad elevati livelli delle scorte; quindi "riduzione delle scorte;
- il mantenimento di elevati standard di qualità e controllo continuo del suo livello in modo da individuare i difetti nel momento stesso in cui si generano, così che solamente i "pezzi buoni" possano giungere alle fasi di lavorazione a valle eliminando i costi degli scarti e delle rilavorazioni; quindi miglioramento della qualità;
- lo stimolo e l'incremento della risorsa umana ottenendo il pieno coinvolgimento attraverso la motivazione degli uomini nelle attività produttive; quindi la motivazione e la resa del personale.

In particolare se si considerano tutte le procedure atte a migliorare continuamente il livello della qualità dei prodotti si arriva alla definizione di "*Total Quality Control*", nel quale sono comprese anche alcune metodologie proprie del *Just in Time*, quelle la cui applicazione ha come effetto secondario il miglioramento della qualità.

In realtà il *Just in Time* ed il *Total Quality Control* si integrano e costituiscono assieme un unico sistema di gestione della produzione.

Il *Just in Time* e il *Total Quality Control* si sono sviluppati con successo in Giappone in un contesto industriale di "produzione ripetitiva" e ancora oggi c'è chi pensa che sia un sistema non adatto ad una produzione "a lotti" o "a commessa". Nella "produzione a lotti", infatti, si deve essere in grado di reagire rapidamente a fluttuazioni di domanda che hanno come conseguenza la variazione del mix di produzione. Tali variazioni sono di difficile previsione ed il problema è risolvibile con l'elaborazione dei dati ed il ricorso alla statistica

utilizzando calcolatori adeguati alla enorme massa di informazioni da elaborare. Un sistema completo di gestione della "produzione a lotti", basato sull'utilizzazione computer e nato come pianificazione dei fabbisogni dei materiali ("MRP" o *Material Requirement Planning*, di cui si è già parlato a suo tempo), fu sviluppato negli anni '60 negli Stati Uniti ed applicato diffusamente in tutto l'occidente a partire dagli anni '70.

Tuttavia, oltre alla gestione non semplice del sistema MRP per la "produzione a lotti", il grosso problema consiste nel fatto che non è ancora stato sviluppato alcun "modulo di controllo della qualità" da integrarsi con esso.

Il Giappone ha risolto il problema della variabilità del mix di produzione adottando un "sistema di tipo pull" (in contrapposizione al "sistema push" proprio degli strumenti MRP) con il "kanban" (strumento di gestione tipico del JIT) che snellisce ed accelera le procedure di programmazione; mentre il problema del "controllo della qualità in produzione" è stato affrontato con le metodologie proprie del *Total Quality Control*.

7.2.3. La filosofia del Just in Time

Il concetto base delle metodologie di gestione industriale *Just in Time* è sostanzialmente quello di produrre ciò che serve nella quantità necessaria ed al momento giusto. *Cardine della filosofia Just in Time è la "semplicità"*: si cerca di eliminare la complessità da ogni aspetto gestionale, dall'organizzazione della produzione alla programmazione, alla contabilità. Solo per ciò che concerne il servizio al cliente viene introdotta una complessificazione allo scopo di diversificare i prodotti rendendoli personalizzati e cercando di offrire sempre qualcosa di innovativo per vincere la concorrenza.

Sintomatico della necessità di semplificazione è l'adozione di una gestione della produzione diretta, per così dire "a vista", quale è il "sistema kanban", senza utilizzare il computer come invece avviene con l'MRP. Comuni sono gli scopi dei due sistemi: *ottimizzazione dei livelli delle giacenze, del turn over, della produttività e del servizio offerto al cliente*; ma sostanzialmente diversi sono gli strumenti impiegati. *Gli strumenti dell'MRP sono più sofisticati*: esso è infatti basato sull'impiego di elaboratori elettronici; *quelli del "kanban" hanno invece caratteristiche "manuali"*: schede, contenitori, pannelli andon, controlli visivi, ordini verbali, ecc.

La catena causa-effetto della concezione JIT della "produzione" è sinteticamente espressa nella **fig. 2** che segue:

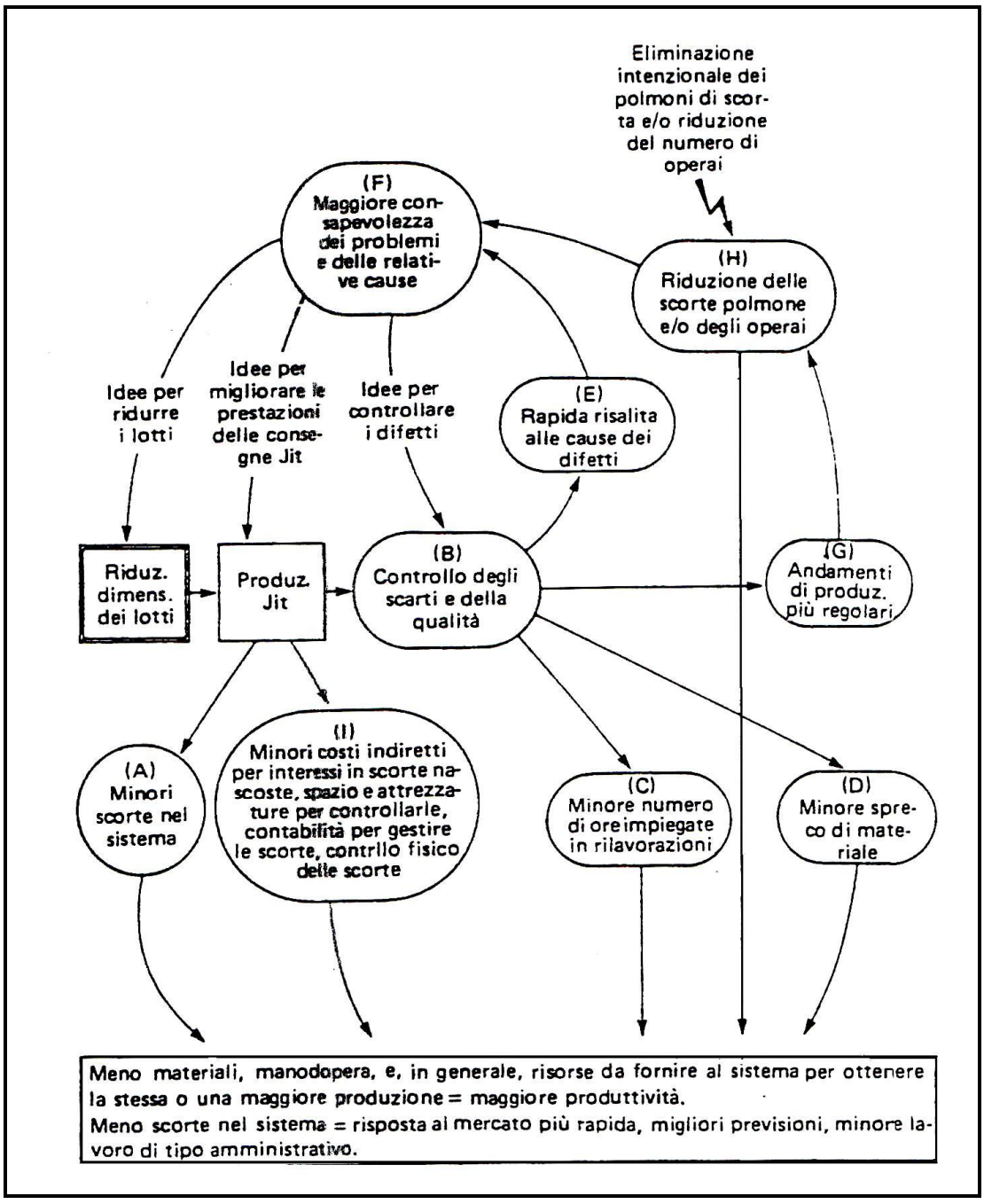
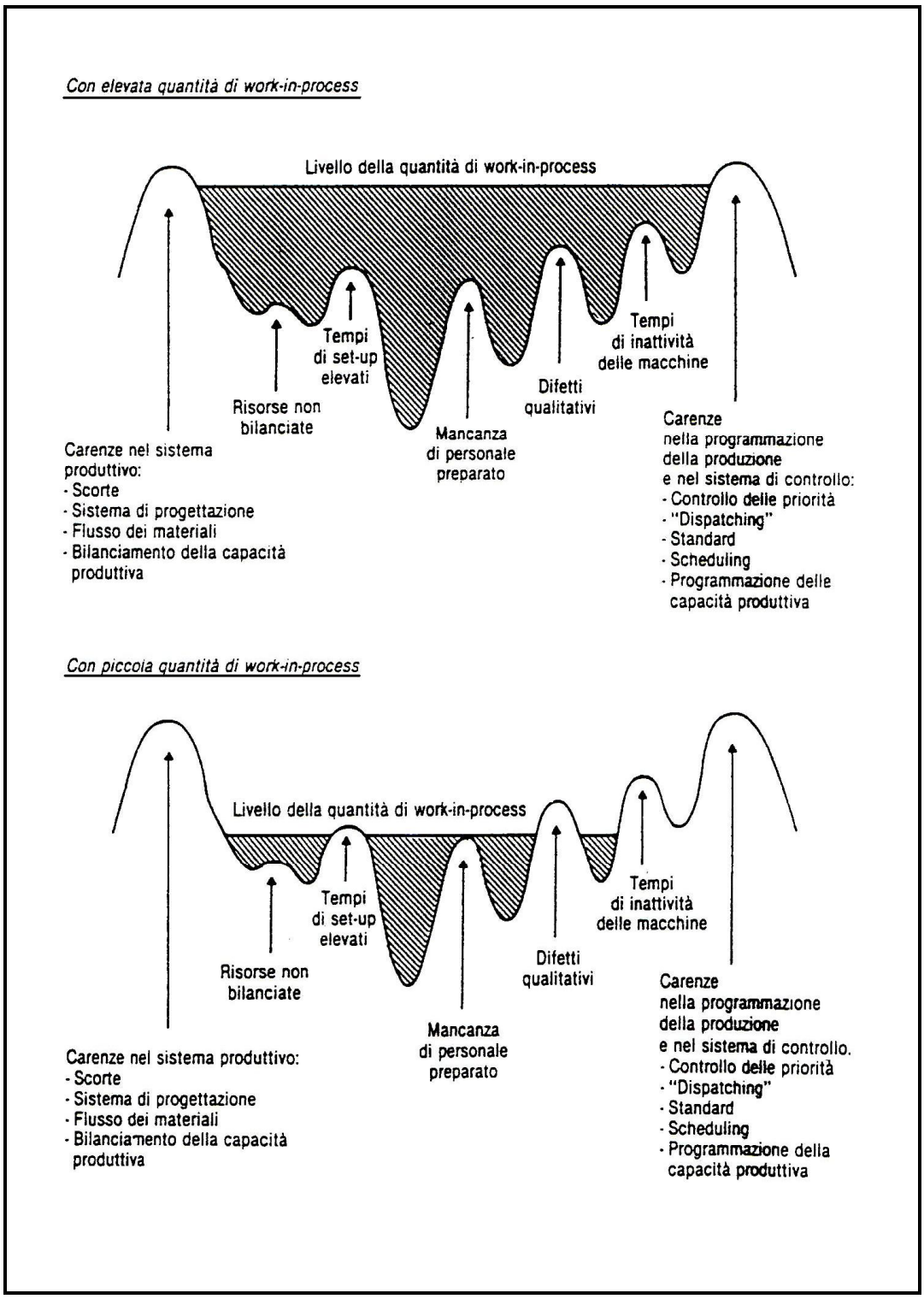


fig. 2 – Catena Cause/Effetti della produzione JIT

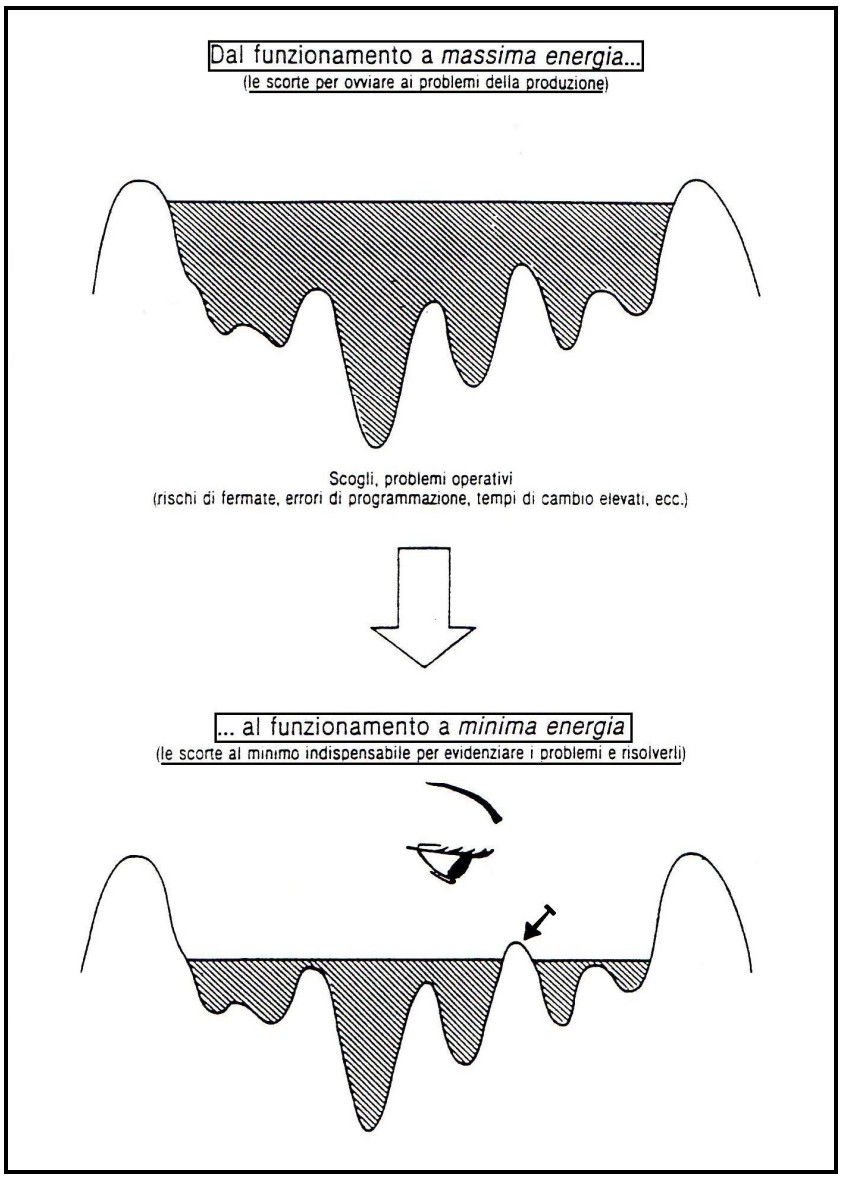
Con la “riduzione” delle “scorte” e del “work in process” (WIP), ossia di tutto il materiale in corso di lavorazione, compreso quello costituente le scorte polmone, quello all’interno delle macchine e quello trasportato da una all’altra di queste, il modello organizzativo JIT può essere definito a “*minima energia*”; si veda in merito a ciò la **fig. 3**; esso consente di migliorare in modo continuo i fattori di costo della produzione tramite un’attività di individuazione, studio ed eliminazione dei problemi della produzione.



- fig. 3 -

Il concetto di "gestione a minima energia" può essere compreso con estrema semplicità osservando la successiva **fig. 4**: la gestione della produzione è rappresentata dalla navigazione sulle acque del lago le quali con il loro livello simboleggiano i "volumi delle scorte", mentre gli scogli sul fondo sono i "problemi di varia natura concernenti la

produzione". Ne consegue che, tanto più è elevato il livello delle acque, tanto più gli scogli nascosti sono nascosti ed i costi si accrescono;



- fig. 4 -

abbassando invece il livello delle acque in modo progressivo, cominciano ad affiorare i primi scogli, si evidenziano cioè i primi problemi che possono essere risolti. Una volta eliminate le punte più sporgenti che affiorano, si abbassa nuovamente il livello delle acque cosicché nuovi scogli-problematiche possano venire alla luce ed essere eliminati; la politica del "miglioramento" va così avanti procedendo per piccoli passi, diventando "consolidamento"; gli obiettivi che via via si perseguono non sono un punto di arrivo, ma una tappa, un punto di partenza per un passo successivo. Una "filosofia-approccio" siffatta

presenta un vantaggio notevole: fa pensare in grande con creatività e fantasia, fa uscire allo scoperto anche le idee più originali che in situazioni diverse non emergerebbero mai.

7.2.4. Il JIT nell'organizzazione della produzione

L'organizzazione della produzione è basata sull'utilizzo del sistema "kanban", tipico strumento di gestione del JIT; dopo aver adottato il *metodo di produzione a flusso*, tipico ad esempio dell'industria "di processo", si utilizza il sistema "kanban" quale metodo di programmazione della produzione e di reperimento dei materiali, in un'ottica definita "*pull*", nella quale è la linea di montaggio finale che è informata dei programmi di produzione redatti in base all'effettiva domanda e "tira a sé" i materiali ed i pezzi lavorati nelle linee a monte, ivi compresi i fornitori, tramite appunto il "kanban" (mentre nel sistema "*push*" ogni reparto è a conoscenza dei programmi di produzione tramite sistemi informativi e di programmazione complessi e basati su "previsioni" dell'andamento della domanda; così ogni reparto produce nell'intento di saturare le proprie potenzialità, creando sbilanciamenti nel flusso produttivo e scorte superflue che "spingono" la produzione a valle; punti deboli di tale sistema, oltre al costo ed alla complessità, risiedono principalmente nella difficoltà di effettuare previsioni estremamente attendibili della domanda e nella necessità di un'accorta stima dei tempi di produzione).

Per controllare armoniosamente le quantità da produrre ed i tempi in cui farlo in ciascuna fase di lavoro, tramite il "sistema kanban", la *produzione deve essere livellata*, cioè le fluttuazioni della produzione sulla linea di montaggio finale devono essere ridotte al minimo in modo che lo stesso avvenga per le variazioni delle quantità di materiali prelevate dalle fasi a valle presso quelle a monte determinando, così, una produzione con cadenza costante (in altri termini si cerca di adeguare la produzione alle fluttuazioni della domanda, distribuendo il più uniformemente possibile nel tempo l'uso di tutte le parti di materiale).

Al fine di ottenere il livellamento della produzione è necessario perseguire la *riduzione del "lead time"*, ossia l'arco di tempo intercorrente tra il ricevimento dell'ordine di produzione e la consegna del prodotto (tempo richiesto per l'evasione di un ordine), affinché pezzi diversi possano essere prodotti prontamente ogni giorno e realizzare la produzione per piccoli lotti tramite la *riduzione dei tempi di "setup"* (tempi di attrezzamento o attrezzaggio, sono quelli richiesti affinché una macchina specifica, una linea di assemblaggio o un centro di lavorazione, possano convertirsi dalla produzione di un certo

particolare ad un altro), perseguendo, al limite, la produzione ed il trasporto per pezzo singolo tramite *operai polivalenti* che controllano un raggruppamento di macchine in sequenza sulla linea. Con gli operai polivalenti è possibile bilanciare il flusso produttivo perchè ognuno di essi, impegnato sulla stessa linea, può terminare tutte le operazioni affidategli esattamente nel *tempo ciclo* (il tempo durante il quale la linea deve produrre un pezzo). In questo modo la prefissata produzione avverrà col minimo numero di operai e con la minima quantità di "work in process".

A riguardo della realizzazione della "produzione a flusso", e dell'utilizzo della "manodopera flessibile", si inseriscono alcune considerazioni circa un *appropriato layout dello stabilimento*, con la creazione di gruppi multifunzione, ove un operaio controlla più macchine, diverse tra loro e realizzanti operazioni in sequenza sulla linea di produzione. "L'operaio polivalente" è, inoltre, più partecipe del sistema produttivo complessivo e può essere impiegato nel lavoro di gruppo ed aiutare o essere aiutato dagli altri.

Supporto all'organizzazione produttiva *Just in Time* è, come già ricordato, il *Controllo Totale della Qualità* (*Total Quality Control*), ossia il complesso delle metodologie il cui fine principale é quello di *ottenere il 100% di "prodotti buoni"*, tramite il controllo autonomo dei difetti e il processo di miglioramento continuo della qualità, coinvolgendo tutti i dipendenti e migliorando il lavoro con modifiche delle operazioni e correzioni dei difetti.

7.2.5. Il JIT negli acquisti

La filosofia *Just in Time* deve avere una applicazione non limitata all'area produttiva dello stabilimento, bensì estesa all'intero processo di trasformazione delle materie prime fino ad arrivare al prodotto finito consegnato al cliente.

Si parla, allora, di *Just in Time applicato alla logistica degli acquisti* che ha, come diretta conseguenza, frequenti ordini e numerose spedizioni effettuate da un limitato numero di fornitori abituali.

Questo permette di sviluppare meglio le competenze specifiche per quanto riguarda la tempestività di consegna ed il livello di qualità necessario e richiesto.

Con frequenze di consegna superiori a quella giornaliera si ha una forte riduzione delle scorte intermedie che sono, in quantità, quelle necessarie a coprire il fabbisogno di poche ore.

Per quanto riguarda la qualità, attualmente si tende ad adottare l'autocertificazione da parte dei fornitori che permette di saltare i controlli all'accettazione materiali consegnandoli direttamente sulla linea di produzione.

Sono quattro i gruppi nei quali possono aggregarsi la maggior parte delle caratteristiche della filosofia Just in Time estesa agli acquisti:

1. Fornitori: devono essere pochi ed ubicati nelle vicinanze; i fornitori situati a notevole distanza è bene che siano raggruppati. Bisogna, in generale, riconfermare gli stessi fornitori nei contratti successivi e limitare le ricerche competitive nelle forniture di nuovi componenti. E' bene incoraggiare i fornitori ad estendere il Just in Time d'acquisto presso i loro stessi fornitori.
2. Quantità: costituiscono requisiti desiderabili:
   - un livello costante di produzione,
   - frequenti consegne in piccole quantità,
   - minor numero possibile di documenti di autorizzazione.
3. Qualità: la tendenza deve essere quella di cercare di ridurre al minimo i controlli ed anzi, aiutare i fornitori a raggiungere le specifiche di qualità, sia incoraggiando gli stessi ad introdurre controlli di processo piuttosto che di prodotto, sia sviluppando dei rapporti di stretta collaborazione tra i loro uomini della qualità e quelli dei compratori.
4. Spedizioni: i trasporti devono essere programmati ed occorre ottenere un controllo attraverso l'utilizzo di contratti di spedizione, di immagazzinamento e di rimorchio per carichi consolidati, con compagnie controllate in luogo dei comuni corrieri.

I vantaggi derivanti da tale situazione sono:

- Costo dei componenti minore, derivante dalla riduzione delle scorte;
- Qualità, in quanto si favorisce la tempestiva scoperta e la veloce correzione dei difetti riscontrati durante il processo;
- Efficienza amministrativa, essendo limitato il numero di fornitori con i quali dover contrattare;
- Produttività, essendo ridotti i tempi delle riparazioni e delle rilavorazioni, dei collaudi e dei controlli dei componenti.

7.2.6. La Qualità Totale

Il sistema di produzione *Just in Time*, come più volte ricordato, si prefigge l'obiettivo di aumentare la produttività e di ridurre i costi tramite l'eliminazione degli sprechi.
Per porre in pratica i principi *Just in Time*, è necessario rivolgere l'attenzione al problema della qualità, *in quanto una bassa qualità comporta sprechi*.
Tuttavia, questo appena visto, non è l'unico motivo per il quale è necessario porre particolare enfasi sulla qualità nella produzione industriale. Infatti, un'azienda ottiene dei profitti sicuri quando possiede clienti affezionati e non occasionali. La differenza tra i due tipi di clienti risiede nel fatto che i primi si ottengono fornendo loro prodotti e/o servizi di elevata qualità, mentre risulta di secondaria importanza il prezzo, i secondi invece si acquisiscono con prezzi bassi. Un cliente è consolidato quando è soddisfatto del prodotto o servizio che ha acquistato. La soddisfazione del cliente è garantita solo se la qualità, che l'azienda è in grado di fornirgli, aumenta nel tempo ossia se essa è capace di migliorare continuamente la qualità dei propri prodotti e processi produttivi; poiché è dai secondi che scaturiscono le proprietà dei primi.

L'imperativo è dunque quello di migliorare continuamente la qualità dei prodotti e dei processi produttivi.

Quanto appena descritto costituisce la strategia del *Total Quality Control* (TQC), che può essere applicata indipendentemente dal *Just in Time*; ma come già detto i due sistemi di produzione si integrano perfettamente ed è auspicabile la loro contemporanea applicazione. La simbiosi tra *Total Quality Control* e *Just in Time* porta ad una nuova versione del "modello Just in Time" visto finora; si veda in merito a ciò la **fig. 5** che segue.

Le zone a tratteggio B, C, D, E ed F sono quelle di influenza del *Total Quality Control*, mentre la zona J è una novità rispetto alla **fig. 2** vista all'inizio di tale trattazione, riferita al "semplice Just in Time".

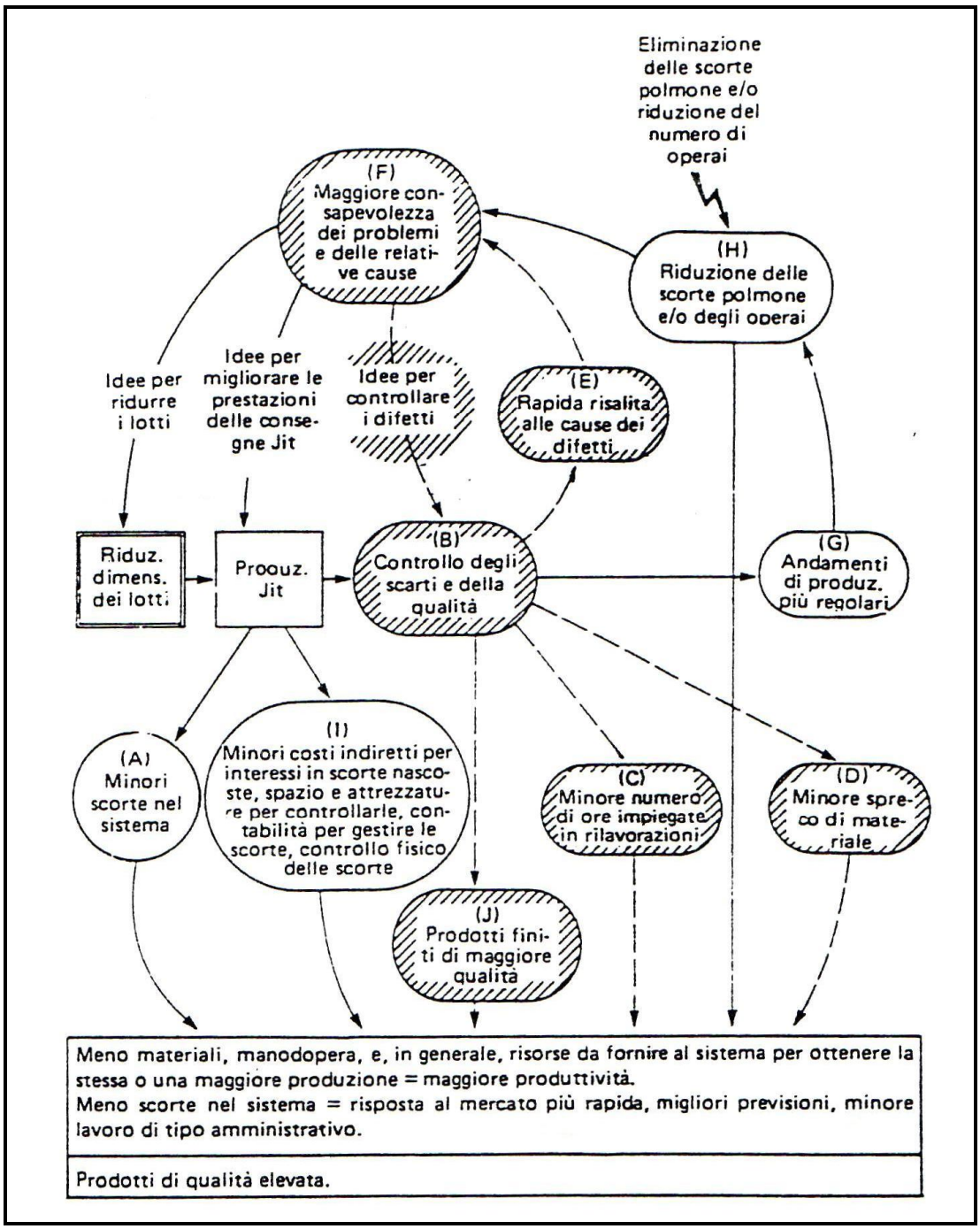


fig. 5 – Il TQC miscelato con la produzione JIT

Il concetto base del *Total Quality Control* può essere sinteticamente espresso con la frase: «la qualità alla fonte». Il suo significato è esplicito: *i possibili problemi ed errori devono essere individuati e corretti appena si manifestano, senza attendere che si diffondano.*

Per mettere in pratica questo concetto bisogna intervenire direttamente sul posto di lavoro; non effettuare, cioè, un semplice campionamento statistico dopo che il lotto è già stato prodotto, ma attuare una politica di prevenzione all'interno del processo produttivo. Per

intervenire sui posti di lavoro è necessario il contributo di tutti gli addetti alla produzione, non bastano i pochi ispettori provenienti dal reparto di controllo della qualità; saranno allora gli stessi operai, opportunamente addestrati, ad effettuare il controllo della qualità alla fonte (il punto B in figura) cioè del pezzo che hanno appena prodotto, rendendosi così subito consapevoli delle cause dei difetti, (il punto F in figura), mentre sarà compito degli operai ancora, dei capi reparto e dei tecnici il controllo della qualità tramite l'analisi degli scarti.

Risultati delle applicazioni delle metodologie Total Quality Control sono la riduzione degli sprechi in termini di materiali e rilavorazioni (i punti C e D in figura), ma soprattutto una maggiore qualità dei prodotti finiti, (punto J in figura), rispetto all'adozione "delle sole metodologie Just in Time".

In luogo della denominazione *Total Quality Control* è, spesso, usata la dizione *Company Wide Quality Control* (CWQC), cioè "controllo esteso a tutta la società", intendendo che tutte le unità organizzative dell'impresa quali la progettazione, la produzione, il collaudo, il marketing e la consegna, devono prendere parte all'attività di controllo della qualità.

Tuttavia nell'espressione Total Quality Control, l'aggettivo totale ha un significato più esteso rispetto a quanto precedentemente esposto, volendo significare che il controllo della qualità non solo deve avvenire in ogni funzione organizzativa dell'azienda, ma deve coinvolgere tutti i dipendenti (gli operai, i quadri, i venditori), ritenendo i lavoratori ad ogni livello i responsabili della qualità ed addestrandoli circa le tecniche del controllo della qualità.

L'obiettivo del *Total Quality Control* è quello di realizzare il miglioramento continuo della qualità, l'aspetto operativo è di tener viva l'attitudine al miglioramento ed il limite da raggiungere è la "perfezione".

Non basta, quindi, prefiggersi il raggiungimento di certi obiettivi fissi, gli standard, in determinati lassi di tempo e controllare che, dopo tale intervallo, i prodotti e i processi siano entro gli standard, sentendosi appagati da tali risultati. Con un simile atteggiamento, rivolto al breve termine, si è condotti ad accettare una certa percentuale di difetti; se, invece, si tende verso la perfezione, il difetto scontato non esiste più. A tal riguardo i giapponesi sono più propensi ad usare il termine "*zero difetti*" piuttosto che perfezione, per evidenziare questo principio e la considerazione che l'esatta conformità alle specifiche di progetto è realistica.

Tuttavia il termine perfezione esplicita meglio l'essenza della strategia del marketing giapponese: migliorare ad oltranza la qualità, così da aumentare la quota di mercato e la sua stessa dimensione e con essa i profitti.

È necessario, poi, avere sempre presente il concetto che la qualità ha la priorità sui volumi, ossia il principio del rispetto delle specifiche al di là delle possibili pressioni del reparto produzione. Da quest'ultimo principio discende quello di "fermare la linea" ("jidoka") per correggere i problemi di qualità. A compendio del controllo del processo, si inserisce l'autocorrezione degli errori, cioè l'operaio o il gruppo di lavoro che ha prodotto le parti difettose esegue le loro rilavorazioni, così da poter correggere gli errori nella successiva produzione e prendere consapevolezza della propria responsabilità nell'ambito della qualità.

Il principio del miglioramento della qualità per progetti prevede di contare sulle idee di tutti i dipendenti per migliorare le operazioni dell'azienda, tramite il sistema dei suggerimenti individuali oppure l'attività dei Circoli di controllo della qualità (CQ). Un'apposita commissione è, poi, incaricata di esaminare tutte le proposte e i progetti di intervento, per definire i più validi e farli realizzare.

7.3. QUALITA' TOTALE E TEORIA ORGANIZZATIVA: UN CAMMINO PARALLELO

7.3.1. Storia della qualità

Cos'è la Qualità Totale? Quando si sviluppa? Come si sviluppa? Evoluzione o rivoluzione? Per meglio comprendere la definizione attuale di qualità, tracciamo l'evoluzione del suo significato nel corso degli anni. Si veda a tal proposito lo schema riportato in **fig. 6**. Il problema della qualità si affaccia agli inizi del '900 con la produzione industriale di massa. Le nuove tecnologie permettono la produzione di grandi quantitativi di manufatti a costi accessibili ad un numero sempre maggiore di consumatori. La qualità del prodotto è ancora una preoccupazione maggiormente radicata in chi acquista. Ma non appena i mercati si allargano e cresce la spinta competitiva, ci si comincia a porre il problema di far arrivare sul mercato prodotti veramente idonei a soddisfare le esigenze, ancorché limitate, del consumatore.

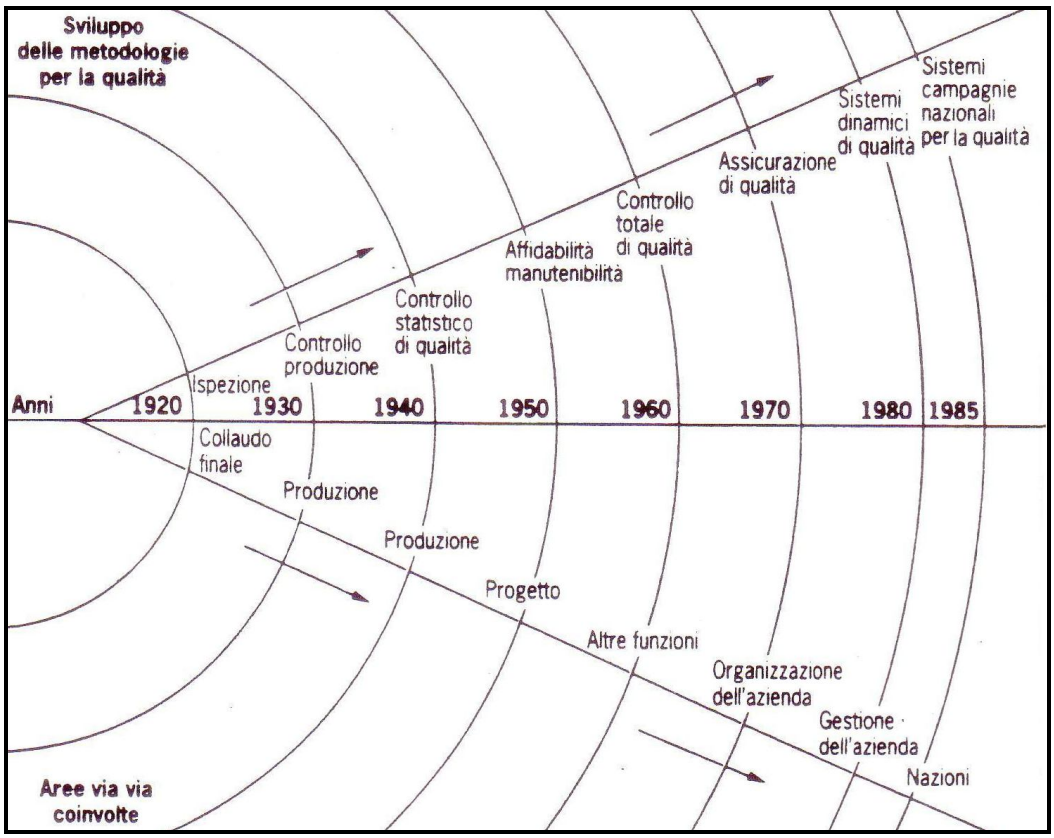


fig. 6 – Evoluzione dell'orizzonte della Qualità e relative metodologie

Il problema si sostanzia nell'individuare un meccanismo operativo che consenta la separazione dei prodotti "buoni" da quelli di "scarto" e tale compito viene affidato al "processo di collaudo". Gli anni passano, si migliorano le tecniche di controllo (con l'introduzione di fasi di verifica nel processo produttivo), ma bisogna aspettare gli anni '50 per iniziare a vedere i primi processi di "pianificazione" della qualità; inizia la sistematizzazione del processo di controllo. Nasce "l'Assicurazione della Qualità" o "Garanzia della Qualità". Sempre in quell'epoca prende origine il processo Total Quality Control, di cui abbiamo già parlato a suo tempo. Questo diventa lo strumento per produrre (e quindi non solo controllare) beni e sevizi che soddisfino le richieste del cliente, sempre più interessato alla qualità dei prodotti, senza perdere efficienza. Si riconosce che la qualità dei prodotti e dei servizi è il risultato congiunto degli sforzi di tutte le funzioni aziendali e che ciò che conta non è più solo la qualità dei prodotti, ma anche quella dei processi aziendali. Questi concetti trovano, in particolare, ampio sviluppo e fertile campo di applicazione, come a suo tempo detto, nel sistema giapponese. La logica che sta alla base di tale processo è che un prodotto tecnicamente perfetto, ma che non soddisfa le richieste del consumatore, non è un prodotto di qualità. E' proprio in quest'ottica che tutti gli

operatori aziendali siano coinvolti nel processo e che tutte le funzioni aziendali cooperino al raggiungimento degli obiettivi.

7.3.2. Componenti fondamentali della "Qualità Totale"

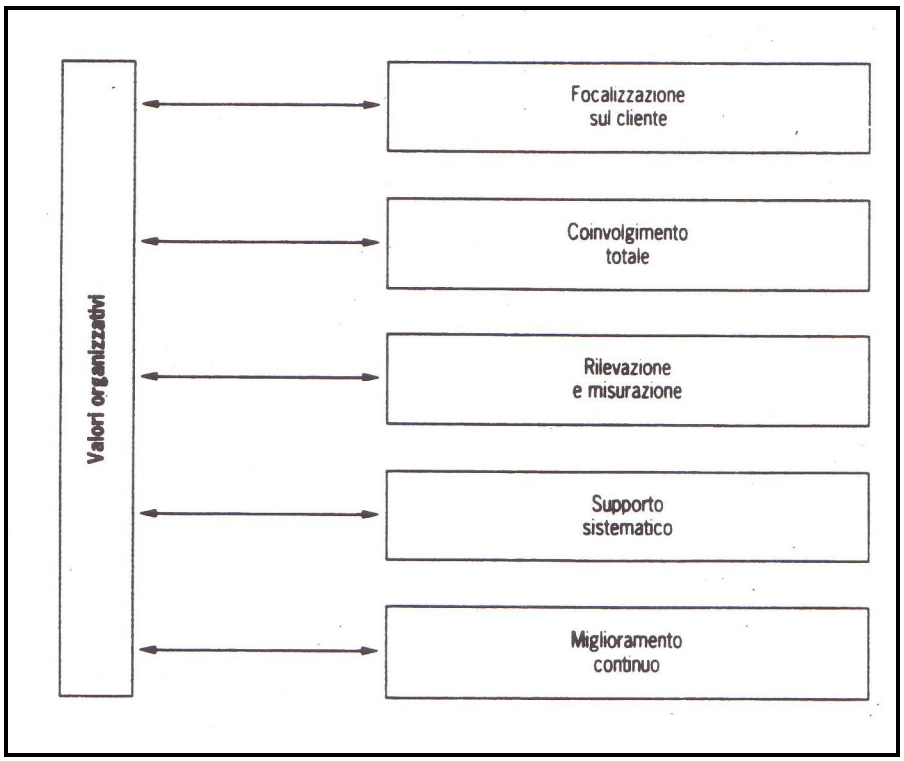


fig. 7 – Componenti fondamentali della Qualità Totale

Il TQC può essere distinto in quattro parti fondamentali:

1. la cultura ed i valori della qualità;
2. la gestione delle risorse umane al fine della qualità (coinvolgimento totale);
3. la focalizzazione sul cliente;
4. il sistema qualità (miglioramento continuo, rilevazione e misurazione).

Si vuole sottolineare che il miglioramento della qualità in tutte le funzioni aziendali comporta una riduzione dei costi. Dunque "lavorare per la qualità" ha il duplice vantaggio:

a) per il consumatore che trova soddisfatte tutte le sue esigenze nella richiesta di un determinato prodotto;
b) per l'impresa che vede aumentati i suoi profitti.

"Qualità ed efficienza" sono dunque due concetti che non possono essere disgiunti. La novità sta proprio nel *disconoscimento* dell'equazione: qualità = costo. L'indicatore utilizzato per misurare il costo della qualità è composto dai "costi di prevenzione per la qualità" a cui si devono sottrarre i "minori costi che derivano dalla diminuzione di scarti, rilavorazioni, ecc.": il risultato netto risulta essere > 0.

7.3.3. Qualità totale e teoria organizzativa

Arriviamo dunque al nodo centrale di questo discorso. Il TQC viene abitualmente presentato come quel sistema manageriale che supera definitivamente il "sistema tayloristico", inteso come un invalicabile separazione fra ruoli decisionali e ruoli esecutivi, e come un sistema dove le operazioni vengono scomposte, parcellizzate e attribuite agli individui secondo un criterio di "massima efficienza", con la conseguente "alienazione" dell'uomo dal lavoro. Ma cerchiamo di capire meglio.

Tutto il pensiero di Taylor, che si sviluppò a cavallo fra il XIX ed il XX secolo, si può ricondurre alla ricerca di una maggior efficienza dei sistemi produttivi. Il suo pensiero deriva dall'osservazione empirica (ricordiamo che egli era capo-squadra alla "Midvale Steel Company") che l'inefficienza ed i costi troppo elevati derivavano dalla mancanza di una rigorosa metodologia di lavoro, e da un volontario rallentamento da parte dei lavoratori dei ritmi di lavoro (il timore che una maggior produttività avrebbe portato al licenziamento di molti e la consapevolezza che una maggior efficienza non si sarebbe comunque tradotta in un maggior salario, portavano gli uomini a rallentare i ritmi di lavoro). Il sistema che propone Taylor porta con sé una "*rivoluzione mentale*": si può produrre di più (il concetto di qualità era ancora allo stato embrionale) ad un costo inferiore, e i benefici di ciò vanno distribuiti fra la proprietà e i lavoratori, con la conseguente risoluzione del conflitto strutturale e sociale tra di essi, ma affinché ciò si realizzi è "necessario che ci sia un radicale mutamento di mentalità dei lavoratori impiegati, e ci sia un'analoga rivoluzione di atteggiamento mentale da parte della direzione; senza questa rivoluzione l'organizzazione scientifica non potrà mai esistere". Citando ancora le parole dell'autore, "la grande rivoluzione nell'atteggiamento mentale delle due parti che si verifica con l'organizzazione scientifica è che ambo le parti distolgono il loro interesse dalla divisione del surplus, considerata la questione principale, e insieme lo concentrano per aumentare l'entità del surplus, finché esso diventi così grande che non sarà più necessario litigare su come venga

diviso". Se l'efficienza era l'ossessione di Taylor, il fine ultimo a cui tendeva, la vera rivoluzione stava nel superamento dell'antagonismo fra lavoratori e proprietari. Ma questo non si realizzò mai in maniera effettiva. Anzi egli fu accusato da più parti di aver dato vita ad un sistema di lavoro che alienava gli uomini e li costringeva a lavorare in condizioni molto vicine allo sfruttamento.

La Qualità Totale consente all'azienda di soddisfare i clienti e, a parità di altre condizioni, di essere competitiva, potendo così soddisfare le esigenze di tutti i portatori di interesse, alimentando quella partecipazione e quel coinvolgimento che sono le premesse necessarie per il miglioramento continuo verso un'azienda sempre più di Qualità; il maggior salario del lavoratore che collabora con la direzione ed il maggior profitto del capitalista eliminano alla radice il conflitto aziendale mai risolto nei sistemi tayloristici. La soddisfazione del cliente per i prodotti di maggior qualità comporta l'innescarsi di "circoli virtuosi" e la conseguente possibilità per l'impresa di continuare ad alimentare il miglioramento dei rapporti con il mercato.

Dello "Scientific Management" ideato da Taylor (che appunto andava a sostituire l'antico approccio empirico), senza dubbio la "Qualità Totale" conserva il rigore metodologico e scientifico che sono la base della "prevenzione e del miglioramento continuo", ma , per così dire, ne migliora profondamente gli aspetti andando a considerare non solo l'ottimizzazione dei processi produttivi, ma considerando anche i "sistemi umani", che fino ad allora non erano mai stati assolutamente esaminati, con un analisi e un studio accurati sulle motivazioni che influenzano gli uomini. In definitiva la Qualità Totale pone attenzione ed esalta la persona umana come motore del sistema.
Le tecniche di TQC si prefiggono, la completa soddisfazione del "**cliente**". Nell'ambito aziendale, il cliente è rappresentato dalla fase produttiva situata a valle, sia in termini di prodotto costruito, sia di processo sviluppato. Nel caso in cui l'analisi migliorativa consideri la prestazione umana quale oggetto di applicazione, il cliente da soddisfare diviene la persona impegnata nelle operazioni produttive a valle di quella presa in esame. Il personale addetto alla produzione diventa il cliente del progettista del posto di lavoro, ovvero, dell'analisi ergonomica necessaria alla sua definizione.
Le motivazioni sul lavoro non possono essere spiegate solo in termini economici; il ruolo dei capi diretti e i loro rapporti con gli operai hanno un'essenziale importanza nel definire l'equazione del morale e della produttività, lo spirito di gruppo, le norme sociali, i rapporti

interpersonali esercitano un ruolo decisivo per quanto riguarda il raggiungimento degli obiettivi produttivi. Si arriva così a formulare la teoria secondo la quale esistono fattori "motivanti" e fattori "ambientali o igienici" che, se presenti producono non insoddisfazione, mentre se mancano, provocano insoddisfazione.

Ma quali sono i fattori cosiddetti "motivanti"?

1. i risultati;
2. il riconoscimento;
3. il lavoro stesso;
4. la responsabilità;
5. la promozione.

I fattori "ambientali" invece:

1. la politica e l'amministrazione di impresa;
2. la supervisione;
3. la retribuzione;
4. le relazioni interpersonali;
5. le condizioni di lavoro.

Su tali premesse deriva che per motivare gli individui bisogna far leva sui fattori di "soddisfazione", mentre gli altri fattori devono essere presenti a monte per evitare atteggiamenti negativi da parte dei lavoratori.

Dunque in definitiva possiamo dire che qualunque attività di lavoro è caratterizzata da fasi fondamentali quali la "pianificazione", la "realizzazione delle decisioni contenute nel piano", la "verifica dei risultati" e la "decisione di mantenere o correggere il piano". E questa è la caratteristica distintiva di un sistema di "Scientific Management"; la "Qualità Totale" consente una appropriazione da parte dei lavoratori dell'intero ciclo, senza lasciare le fasi di pianificazione, verifica e decisione al solo management. È proprio qui il nodo centrale di tutta questa trattazione: **si è voluto mettere in risalto che in qualunque Progettazione e Gestione di un qualunque Processo produttivo, gli ingredienti per così dire del successo, le leve su cui far forza sono proprio "*Qualità Totale*" e "*Teoria organizzativa*"; appunto, come preannunciato nel titolo: "*un cammino parallelo*".**

- Bibliografia -

- AA.VV, “Il bilancio di esercizio secondo la quarta direttiva CEE”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, gennaio 1997.

- AA.VV., “Guida al nuovo bilancio”, copia di materiale informativo, gennaio 1997.

- Bagdadli S., “Qualità Totale e teoria organizzativa: un cammino parallelo”, ed. SDA Bocconi, Gennaio 1995.

- De Risi P., “Progettare in Qualità”, ed. Il Sole 24 ore.

- Fedele L., “Dispense del corso di Sicurezza degli Impianti Industriali”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Il sistema azienda”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, gennaio 1996.

- Fedele L., “L’Analisi Costi-Volume-Profitto (CVP)”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Lo studio di fattibilità degli investimenti industriali”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Criteri e metodi per l’analisi degli investimenti industriali”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Progettare e gestire la Manutenzione”, ed. McGraw Hill.

- Fedele L., “Servizi generali dei sistemi di produzione”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Servizio trasporti e logistica industriale”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Servizio acqua potabile ed industriale”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Servizio acqua ed olio ad alta pressione”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Servizio di scarico effluenti. Rifiuti solidi, liquidi e gassosi”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Fedele L., “Servizio antincendio”, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”.

- Masturzi E., “Organizzazione e gestione della produzione industriale”, Liguori Editore, Napoli 1990.

- Moore J.M., “Progettazione e layout degli impianti”, Franco Angeli, 1993.

- Pareschi A., “Impianti Industriali”, Progetto Leonardo, Bologna 1994.

- Rispoli M., “L’impresa industriale”, ed. Il Mulino, Bologna 1984.

- Rosa L., “La Progettazione degli Impianti Industriali Meccanici”, Università di Padova - Facoltà di Ingegneria.

- Tronci M., “Criteri di ubicazione degli impianti industriali”, dispensa didattica, Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, luglio 1993.

- Tronci M., “Il Just In Time”, dispensa didattica, Università degli Studi di Cassino, maggio 1993.