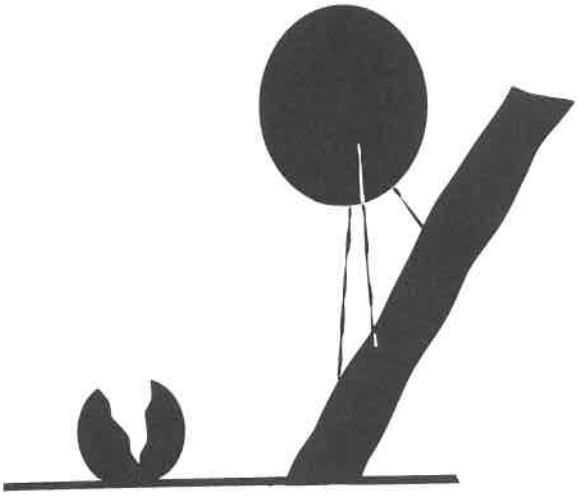
Flessibilità

Alberto De Toni, Stefano Tonchia

Approcci e dimensioni della flessibilità.

Il termine flessibilità ha finito per divenire una parola 'passe-partout" che evoca i significati più diversi connessi direttamente con le problematiche aziendali ed anche derivate da definizioni generali connesse alle più varie discipline quali la biologia, le teorie dei sistemi, ecc.
Quest'articolo intende fornire un contributo di chiarimento al riguardo organizzando attorno ad un filo conduttore la vasta letteratura sviluppata in materia.
Gli aspetti trattati sono: la definizione di flessibilità, le leve per ottenerla, i modi per intenderla, la classificazione, le determinanti, la misurazione.



Introduzione

In questo articolo viene presentata una tassonomia dell'ampia letteratura riguardante la flessibilità produttiva. Il tema è stato trattato da numerosi autori, secondo diversi approcci e considerando le varie dimensioni di flessibilità. La ricchezza del dibattito, che riguarda quantomeno un decennio di pubblicazioni accademiche e manageriali, testimonia l'ampiezza dei contenuti e la difficoltà a pervenire ad un quadro unitario ed univoco. Il presente articolo vuole essere un contributo alla sistematizzazione concettuale della materia, spesso focalizzata sulla sola classificazione delle prestazioni di flessibilità.
Nonostante la letteratura sulla flessibilità sia vasta e articolata (Suarez et al, 1991), permane una certa ambiguità definitoria. «Flexibility has been an elusive quality in manufacturing and operations... The confusion and ambiguity about a concept that often represents a critical competitive capability seriously inhibits its

Sugli Autori. Alberto De Toni, laureato in Ingegneria, dottore di ricerca in Scienza dell'Innovazione Industriale, è professore associato di Organizzazione della Produzione e dei Sistemi Logistici presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Udine - Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale - Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica. E' docente presso il C.U.O.A. (Consorzio Universitario per gli Studi di Organizzazione Aziendale) di Altavilla Vicentina, nell'area Tecnologia e Produzione.
Stefano Tonchia, laureato in Ingegneria Gestionale, dottore di ricerca in Scienza dell'Innovazione Industriale, è docente di Economia Applicata all'Ingegneria presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università di Udine - Diploma Universitario in Ingegneria Elettronica - Dipartimento di Ingegneria Elettrica, Gestionale e Meccanica.

effective management» (Upton, 1994). Fra le cause di ambiguità, l'autore segnala: la considerazione della flessibilità come interna (al sistema produttivo) oppure esterna (cioè percepita dai clienti), la difficoltà a circoscrivere la flessibilità del sistema produttivo (come intendere la flessibilità dei fornitori?), la valutazione della flessibilità in termini potenziali od effettivi, l'enfatizzazione sulla capacità di adattamento (reattiva) oppure di cambiamento (proattiva).
La letteratura sulla flessibilità produttiva viene analizzata nei paragrafi seguenti secondo lo schema proposto in *Tabella 1*, che prevede sei distinti aspetti inerenti al tema in oggetto. I singoli lavori trattano sostanzialmente uno o più aspetti, a partire dalla stessa definizione di flessibilità, relativa a contesti di carattere generale, aziendale e produttivo.

1 - Definizione di flessibilità	■ di natura generale ■ con riferimento all'azienda ■ con riferimento alla produzione
2 - Fattori che determinano la richiesta di flessibilità	■ incertezza ambientale (sia interna che esterna) ■ variabilità dei prodotti e dei processi
3 - Classificazione della flessibilità (dimensioni)	■ orizzontale o per fasi ■ verticale o gerarchica ■ temporale ■ per oggetto della variazione ■ secondo più variabili (mista)
4 - Misurazione della flessibilità	■ indicatori diretti ■ indicatori indiretti ■ indicatori di sintesi
5 - Leve per la flessibilità	■ progettuali o tecnologiche ■ organizzativo-gestionali
6 - Modi di intendere la flessibilità	■ priorità competitiva versus prestazione ■ obiettivo (ex ante) versus risultato (ex post) ■ potenziale versus effettiva ■ strategica versus operativa ■ difensiva versus offensiva ■ per conseguire altre prestazioni

Tabella 1 - Schema proposto di classificazione degli aspetti della flessibilità produttiva trattati in letteratura.

Spesso vengono indagate le cause che spingono e motivano la richiesta di flessibilità, la quale a sua volta viene classificata in svariati modi, che gli autori hanno raggruppato secondo differenti logiche:
1) orizzontale o per fasi;
2) verticale o gerarchica;
3) temporale;
4) per oggetto della variazione (il volume, il mix, le caratteristiche del prodotto o del processo produttivo ecc.);
5) mista ovvero secondo più variabili.
Non sono invece numerosi i contributi riguardanti il tema specifico della misurazione della flessibilità (quali indicatori utilizzare, come sintetizzare le misure ottenute ecc.). Molto trattati sono infine i temi concernenti le leve o determinanti per ottenere flessibilità (distinguibili in leve progettuali o tecnologiche e leve organizzativo-gestionali) e le modalità di intendere la stessa flessibilità (priorità competitiva o prestazione, prestazione come obiettivo cioè "ex ante" oppure come risultato da misurare cioè "ex post", prestazione potenziale oppure effettiva, con valenza strategica od operativa, difensiva oppure offensiva, finalizzata al conseguimento di altre prestazioni).

1 - Definizione di flessibilità

Le definizioni di flessibilità produttiva che si riscontrano in letteratura si riferiscono direttamente al contesto aziendale/produttivo oppure derivano da definizioni generali di flessibilità, applicabili anche ad altri contesti (come quello biologico-evolutivo, antropico, della teoria dei sistemi ecc.).
Da un punto di vista generale, la flessibilità può essere intesa:

- come caratteristica dell'interfaccia fra un sistema e l'ambiente esterno (Correa, 1994). In questo caso la flessibilità assume le funzioni di filtro, cioè di cuscinetto fra le perturbazioni esterne ed il sistema. La flessibilità opera quindi quale ammortizzatore dell'incertezza. Le perturbazioni esterne sono caratterizzate da: i. misura, ii. frequenza, iii. novità, iv. certezza;

- come grado di controllo omeostatico ed efficienza dinamica di un sistema (Mariotti, 1989 e 1995).
Si fa riferimento ad un sistema cibernetico ossia ad un sistema che incorpora meccanismi di misura, controllo e regolazione finalizzati all'omeostasi, cioè alla conservazione dello stato presente a fronte di cambiamenti esogeni. La flessibilità viene quindi intesa innanzitutto come grado di adattamento cibernetico.

Secondo Mariotti, tale modellizzazione risulta spesso semplificativa in quanto:
1) non tiene conto del fatto che l'adattamento avviene entro un orizzonte temporale nel quale le decisioni possono essere riconsiderate;
2) è difficile enumerare "ex ante" tutti i possibili stati futuri (per prevedere le necessarie retro-azioni);
3) l'equilibrio omeostatico viene mantenuto consumando delle risorse ovvero la flessibilità non è gratuita, ed i costi/tempi variano diversamente in funzione delle variazioni.
L'autore sostiene che, man mano che la complessità *(1)* del sistema aumenta, è necessario sostituire al concetto di controllo omeostatico il concetto di "adattamento inter-temporale e all'informazione" (dove gli attori sono sempre passivi ma in grado di dare "valore alle opzioni" e modificare tale "valore" nel tempo) e successivamente di "efficienza dinamica" (se gli attori sono in grado di influenzare i mutamenti esterni);

- come capacità di adattamento/cambiamento (Mandelbaum, 1978; Slack, 1983; Upton, 1994).

La flessibilità intesa come capacità di adattamento/cambiamento in generale è stata considerata ed estesa ai sistemi aziendali con accezioni abbastanza simili da Mandelbaum (1978) e da Slack (1983 e 1987).
Mandelbaum (1978) distingue tra:
- flessibilità di stato;
- flessibilità di azione.

La prima è la capacità di funzionare nonostante il cambiamento delle condizioni operative (permette al sistema di essere "stabile"). La seconda è la capacità di intraprendere azioni a fronte del cambiamento, in particolare di passare da uno stato d'esercizio ad un altro, con brevi transitori e a bassi costi.
Slack (1983) riassume questo concetto distinguendo tra:
- flessibilità di "range";
- flessibilità di risposta.

La prima è un aspetto quasi-statico, tipicamente misurata sul lungo periodo ed avente come elemento di frizione sia il tempo che il costo; la seconda è un aspetto dinamico, di cambiamento da uno stato ad un altro, ed è tipicamente misurata su un orizzonte temporale di breve periodo e in assenza di sensibili variazioni di costo.
I due diversi tipi di flessibilità - di "range" e di risposta - possono essere considerati nel contesto aziendale e posti in relazione con i due principali fattori che portano alla richiesta di flessibilità: la varietà (dei prodotti e dei processi) e l'incertezza della domanda. Come si evince dalla *Figura 1*, la flessibilità di volume (sia di breve che di lungo termine, ovvero sia di risposta che di "range") viene ricercata o consegue da situazioni caratterizzate da elevata incertezza e bassa varietà; viceversa la flessibilità di prodotto (tipicamente di lungo termine, ovvero di "range") si manifesta se la varietà dell'offerta è elevata e l'incertezza è comunque contenuta. Le flessibilità di mix e delle consegne riguardano sia situazioni ad alta incertezza ma bassa varietà che situazioni ad alta varietà ma non elevata incertezza *(2)*.
Slack (1987) conclude che la prestazione di flessibilità può essere analizzata come "range" di valori ovvero numero di stati raggiungibili:
- in assoluto;
- entro un certo limite di tempo;
- entro un certo limite di costo;
- entro un certo limite di tempo e di costo.

Ne consegue che, pur essendo la dimensione intrinseca della flessibilità quella temporale (capacità di muoversi velocemente da una stato all'altro, ovvero di «trasformarsi per adattarsi» *(3)*, essa viene compiutamente descritta da:
- il "range" di stati possibili;
- il tempo necessario per spostarsi da uno stato ad un altro;
- il costo da sostenere per spostarsi appunto di stato.

Tuttavia, poiché sussiste una correlazione fra costi e tempi, tant'è che implicano spesso delle scelte di "trade-off", ci si può ricondurre a due dimensioni: "range" degli stati e tempo di risposta.
Le tesi di Slack (1983 e 1987) vengono riprese da Upton (1994 e 1995), il quale considera la flessibilità composta da più dimensioni ciascuna delle quali si ma-

---

(1) Il concetto di complessità è collegato a due dimensioni: l'incertezza ed il tempo. L'incertezza può essere - riprendendo Simon (1976) - informativa (carenza di informazioni) e cognitiva (limiti soggettivi degli agenti nel prendere decisioni). Il tempo interviene in termini di sequenzialità (si veda il correlato concetto di irreversibilità delle decisioni) e di cumulatività (ovvero di accumulo di conoscenze in grado di migliorare la prestazione decisionale).
(2) Le diversità nei due tipi di flessibilità possono anche spiegare i differenti comportamenti di sistemi produttivi aventi differenti sistemi di pianificazione e controllo della produzione: da uno studio effettuato, Slack e Correa (1992) rilevano che un "plant" gestito con un MRP generalmente presenta una maggiore flessibilità di range ma una minore flessibilità di risposta rispetto ad un "plant" JIT; inoltre, complessivamente le differenze fra "plant" gestiti con un MRP e "plant" JIT sono più rilevanti per quanto riguarda la flessibilità di range che non la flessibilità di risposta.
(3) La flessibilità è stata studiata anche con le reti di Petri, che sono delle strutture grafiche aventi degli "stati" ("condizioni") e delle "transizioni" ("eventi"); ogni transizione (es. inizio lavorazione) ha degli stati di input (es. macchina disponibile, lavoro in attesa) e degli stati di output (es. macchina operante): la flessibilità è funzione dei tempi di raggiungimento degli stati (Barad e Sipper, 1988).

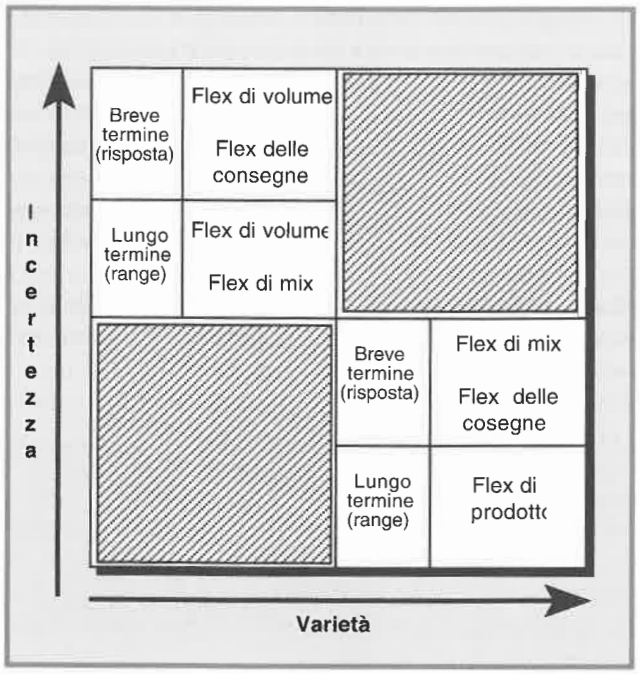


Figura 1 - Flessibilità "di range" e "di risposta" in funzione del grado di varietà dei prodotti/processi e dell'incertezza della domanda *(Slack, 1983).*

nifesta entro orizzonti temporali diversi *(4)* e con tre elementi che la caratterizzano:
- il "range",
- la mobilità (in relazione alle «transition penalties for moving within the range»),
- l'uniformità (delle altre prestazioni oltre il costo - come la qualità - all'interno del "range").

La flessibilità viene così definita come «the ability to change or react with little penalty in time, effort, cost or performance».

Altri autori, come Zelenovich (1982) e Newman et al. (1993), definiscono la flessibilità produttiva senza riferirsi prima a contesti generali bensì riferendosi direttamente al contesto aziendale/produttivo.

Zelenovich (1982) definisce la flessibilità produttiva come la capacità di un sistema produttivo ad adattarsi successivamente a cambiamenti nelle condizioni ambientali e nei requisiti di processo. Questa definizione è importante perché per la prima volta vengono considerate sia la natura esogena che endogena della flessibilità: esogena come conseguenza della domanda di mercato, endogena come sfruttamento delle opportunità offerte dall'innovazione tecnologica.

Newman et al. (1993) definiscono la flessibilità come lo strumento fondamentale per far fronte all'incertezza. L'azione di contrasto della flessibilità nei confronti dell'incertezza è rappresentata *(Figura 2)* mediante i due piatti di una bilancia, dove un piatto è costituito dalla flessibilità mentre l'altro è costituito dall'incertezza (esterna: della domanda o della fornitura; o interna all'azienda: guasti, mancanza di materiali, ritardi). La flessibilità viene distinta:
- a livello di singola macchina ("machine", cioè di natura tecnologica);
- a livello di impianto ("plant" cioè di natura gestionale).

Il fulcro di questa bilancia può essere spostato - con ovvie conseguenze per il bilanciamento - intervenendo sui "buffers" del sistema produttivo (magazzini, capacità di riserva, sovrastima dei "lead times"); quindi, nel caso aumenti l'incertezza, è possibile ottenere il bilanciamento o aumentando la flessibilità (ad esempio attraverso una maggiore integrazione fra i reparti della produzione e fra la produzione e le altre funzioni aziendali) oppure spostando il fulcro verso il piatto dell'incertezza (ad esempio, operando con maggiori scorte di magazzino).

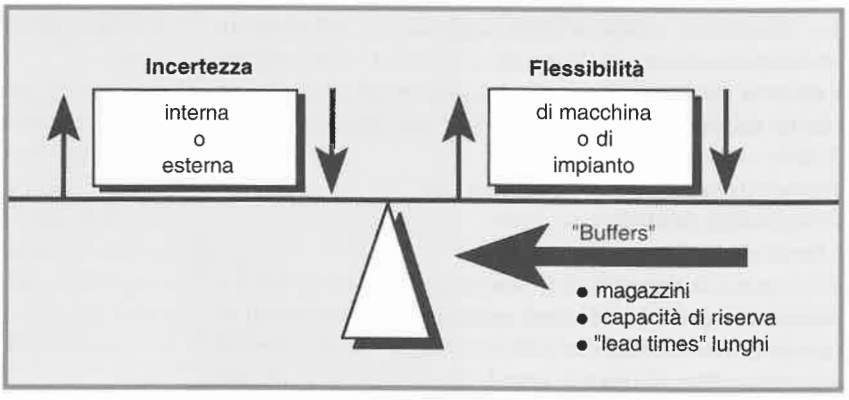
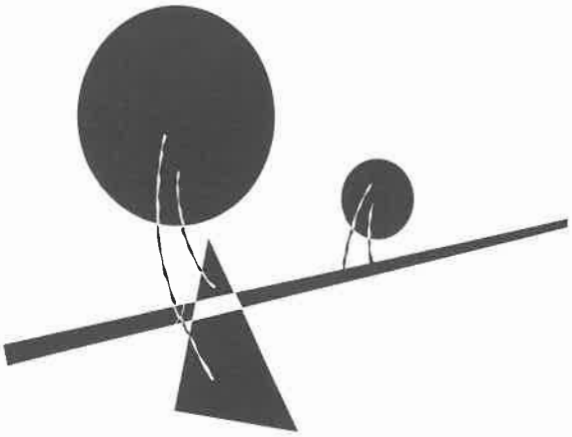


Figura 2 - Incertezza interna ed esterna al sistema produttivo, flessibilità di macchina e d'impianto, ed isolamento del sistema dalle perturbazioni attraverso "buffers". *(Newman et al., 1993)*

E' presente però un circolo vizioso: intervenire sul fulcro può accrescere la complessità del sistema e quindi creare ulteriore incertezza (ad esempio: "lead times" più lunghi possono determinare congestione e incertezza sulla disponibilità delle risorse). La stessa incertezza interna non è indipendente dall'incertezza

(4) Ad esempio: la dimensione "volumi di produzione" determina una flessibilità che può essere valutata nel breve termine oppure nel lungo termine, chiamandosi rispettivamente flessibilità di volume e flessibilità di espansione.

esterna: si pensi alla fornitura e all'integrazione con i fornitori; l'incertezza di fornitura (esterna) ha conseguenze anche sull'incertezza delle operazioni interne (in termini di quantità e qualità dei materiali da lavorare).



2 - Fattori che determinano la richiesta di flessibilità

La letteratura sulle cause principali che spingono verso la richiesta di flessibilità è piuttosto ricca, tuttavia tali motivazioni sono riconducibili sostanzialmente a due fattori (Correa, 1994):

- incertezza ambientale;
- variabilità dei prodotti e dei processi.

Nel primo caso la flessibilità si concretizza nella capacità di fronteggiare gli imprevisti, sia *interni* all'azienda (come i guasti alle macchine) che *esterni* (legati alla domanda di mercato e alla fornitura). Nel secondo caso la flessibilità è la capacità di offrire varietà di prodotti e di eseguire differenti processi produttivi.

Alcuni autori (come Miller et al., 1992) sostengono che la richiesta di flessibilità si giustifica innanzitutto come richiesta che deriva dai clienti, per cui parlano di "customer-driven flexibility"; altri elencano diversi fattori che richiedono flessibilità, come ad esempio Palaniswami (1994) il quale individua cinque fattori:

1) prodotti (ampiezza di gamma, numerosità dei componenti ecc;);
2) processi produttivi (disponibilità di macchine "general purpose", ridotti tempi di attrezzaggio delle macchine ecc.);
3) gestione e controllo (politiche di lottizzazione, di schedulazione, di magazzinaggio ecc.);
4) risorse umane (addestramento e formazione, relazioni sindacali ecc.);
5) relazioni con i fornitori (politiche di comakership ecc.).

Le condizioni al contorno che maggiormente portano alla richiesta di flessibilità, secondo quanto emerge dalla letteratura, possono essere riassunte come:

- la variabilità della domanda (casuale o determinata dalla stagionalità);
- i cicli di vita dei prodotti e delle tecnologie sempre più brevi;
- le gamma produttive sempre più ampie;
- la personalizzazione sempre più spinta;
- i tempi di consegna sempre più ridotti.

Buzacott (1982) sostiene che qualsiasi tentativo di valutare complessivamente la flessibilità di un sistema produttivo deve essere preceduto dalla considerazione della natura dei cambiamenti che il sistema deve affrontare; questi cambiamenti sono per definizione esterni e riguardano:

1) i prodotti,
2) il mix,
3) le quantità caratterizzanti l'offerta, e dipendono:

a) dal progresso tecnologico,
b) dalla domanda di mercato,
c) dalle politiche aziendali.

I cambiamenti interni, secondo Buzacott, devono invece essere guardati come "disturbi" (guasti alle macchine o agli impianti, variabilità dei tempi di lavorazione dovuta a congestione del sistema produttivo, mancanza di materiali da lavorare).

3 - Classificazione della flessibilità

I diversi modi di classificare la flessibilità e le conseguenti numerose dimensioni presentate in letteratura avvalorano la tesi di un concetto ampio e articolato *(5)*. Diventa quindi fondamentale individuare delle variabili di classificazione, ovvero le differenti logiche che sottendono l'interpretazione delle diverse dimensioni della flessibilità.

A nostro avviso, sono individuabili quattro diverse lo-

(5) «La flessibilità è un fenomeno complesso, globale e poliedrico, che investe in maniera pervasiva tutta l'impresa ... vi è una serie di tassonomie molto varie e difficilmente riconducibili ad un modello interpretativo comune ... la flessibilità d'impresa s'impernia in definitiva sulla capacità di far fronte al mutamento; tale capacità è legata a tre importanti variabili che costituiscono le dimensioni fondamentali della flessibilità: 1) la dimensione tecnologica, 2) la dimensione economica, 3) la dimensione temporale; queste ultime due dimensioni considerano i costi del cambiamento ed i tempi di reazione» (Lanzara, 1988).
«Il problema definitorio risente in misura significativa, oltre che della mancanza di un'unificazione concettuale della terminologia, anche di un'estrema variabilità dei campi di applicazione del concetto di flessibilità. Tutto ciò lascia intuire che altre tassonomie potrebbero essere proposte, senza peraltro risolvere il problema dei "residui", cioè di attributi e categorie non facilmente riconducibili all'interno di ciascuno schema concettuale» (Piacentini e Schiattarella, 1988).

Classificazione orizzontale o per fasi	■ catena del valore (Kim, 1991) ■ interna/esterna (Lynch e Cross, 1991) ■ estesa ai fornitori (Kumpe e Bolwijn, 1988) ■ estesa ai servizi (Silvestro, 1993)
Classificazione verticale o gerarchica	■ per livelli (Buzacott, 1982; Gerwin, 1982; Slack, 1987; Swamidass, 1987; Mair, 1994)
Classificazione temporale	■ di adattamento/di progetto (Zelenovich, 1982) ■ per orizzonti temporali (Merchant, 1983)
Classificazione per oggetti (volume, mix ecc.) delle varazioni, in relazione ad altre variabili	■ incertezze ambientali (Gerwin, 1982) ■ perturbazioni del sistema produttivo (Azzone,1989) ■ domanda di mercato e obiettivi della produzione (Colombo e Mariotti, 1985) ■ caratteristiche degli FMS (Browne et al., 1984) ■ caratteristiche tecnologiche e gestionali del sistema produttivo (Brandolese, 1990) ■ funzioni aziendali interessate (Chen et al., 1992) ■ altre prestazioni (Dixon et al., 1990; Bartezzaghi e Turco, 1989)
Classificazione con logica mista	■ temporale/per oggetti (Barad e Sipper, 1988)

Tabella 2 - Schema proposto di sintesi dei contributi inerenti alla classificazione della flessibilità.

giche classificatorie, anche se spesso le tassonomie presentate sono il frutto di logiche miste:
1) orizzontale o per fasi;
2) verticale o gerarchica;
3) temporale;
4) per oggetto della variazione.
Fra le logiche miste, la più diffusa è quella che considera congiuntamente il tempo e l'oggetto della variazione (ad esempio: flessibilità di breve termine legate ai volumi o al mix; flessibilità di medio-lungo termine legate all'innovazione di prodotto e di processo, all'espansione della capacità produttiva ecc.). La *Tabella 2* riassume i contributi significativi, secondo la schematizzazione proposta, che andremo di seguito a descrivere.

3.1 - Classificazione orizzontale della flessibilità

La classificazione orizzontale della flessibilità è finalizzata a circoscrivere l'analisi della stessa (Buzacott, 1982; Harrison, 1993; Upton, 1994). Essa fa riferimento alle singole fasi produttive, e in senso più ampio a tutte le fasi della "catena del valore" (Porter, 1985), comprendendo a monte la progettazione e l'approvvigionamento e a valle la distribuzione ed il servizio ai clienti. Più semplicemente, invece, può distinguere solo tra flessibilità interna all'azienda (della progettazione e della produzione) ed esterna (degli approvvigionamenti e della distribuzione).
Lynch e Cross (1991) considerano infatti due componenti della flessibilità: una interna ed una esterna; la componente esterna è in relazione al soddisfacimento delle richieste del cliente, mentre quella interna al farlo in modo efficiente. Non a caso, nella famosa piramide di Lynch e Cross - *Figura 3*, la cui parte sinistra fa riferimento a prestazioni percepite esternamente mentre la parte destra si riferisce a prestazioni interne, la flessibilità si trova in posizione mediana (con a sinistra la soddisfazione del cliente e a destra la produttività) e aggrega prestazioni di livello inferiore, legate ai tempi di consegna e ai tempi-ciclo.
Kim (1991) analizza la flessibilità lungo la "catena del valore"; in analogia con i "cost drivers" di Porter, vengono individuati dei "flexibility drivers" che determinano la flessibilità delle nove macro-attività generatrici di valore (in parentesi riportiamo, a titolo d'esempio, alcuni "drivers" per ogni tipo di macro-attività):
- attività legate alle infrastrutture ("drivers" quali lo snellimento delle procedure e l'adattabilità dei sistemi informativi);
- gestione delle risorse umane ("drivers" quali l'efficacia della selezione e formazione del personale);
- sviluppo della tecnologia ("drivers" quali l'integrazione prodotto/processo);
- approvvigionamento ("drivers" quali l'Electronic Data Interchange - E.D.I.);
- logistica d'ingresso ("drivers" quali le consegne JIT);
- attività operative ("drivers" quali gli FMS);
- logistica di uscita ("drivers" quali la riduzione della documentazione di spedizione);
- marketing e vendite ("drivers" quali l'integrazione informatica con la produzione);
- servizi ("drivers" quali l'esistenza di un data-base

informativo sui problemi e le soluzioni inerenti al servizio).

Anche Lanzara (1988) affronta il tema della flessibilità in relazione alla "catena del valore": «flessibile è un'impresa che riesce a modificare la propria catena del valore, variando la composizione relativa delle attività della catena stessa e le combinazioni di fattori all'interno di ciascuna attività, in modo da influenzare la propria posizione rispetto ai concorrenti, conseguendo un vantaggio competitivo al variare delle condizioni ambientali interne ed esterne». Ne consegue che la flessibilità è un concetto relativo, che va riferito alla strategia ed alla posizione competitiva dell'impresa.

Kumpe e Bolwijn (1988) si focalizzano sulla flessibilità negli approvvigionamenti, e reputano l'integrazione operativa con i fornitori uno dei modi più efficaci per conseguire la flessibilità produttiva. Bartlett e Ghoshal (1989), tuttavia, osservano come la scelta del parco-fornitori avviene di fatto più sulla base di valutazioni di costo (o tutt'al più di qualità) piuttosto che sulle prestazioni di flessibilità che i fornitori sono in grado di assicurare: questo soprattutto per l'oggettiva maggiore difficoltà di misurazione della flessibilità.

Alcuni autori, come Silvestro (1993), estendono poi il concetto di flessibilità a valle, e considerano anche la flessibilità nell'erogare servizi al cliente (assistenza tecnica, formazione ecc.), in aggiunta alla flessibilità nelle consegne (che riguarda tradizionalmente tipo, quantità e mix di prodotti) (De Toni e Tonchia, 1996a). I due tipi di flessibilità - delle consegne e dei servizi offerti - possono discostarsi fra loro in termini di livello della prestazione.

3.2 - Classificazione verticale della flessibilità

La classificazione verticale (o gerarchica) della flessibilità riguarda il grado di dettaglio dell'oggetto dell'analisi: la flessibilità può essere valutata in relazione a singole risorse di un sistema (livello "micro") oppure all'intero sistema ("flessibilità aggregata" o livello "macro").

Buzacott (1982) e Gerwin (1982 e 1989) distinguono tra flessibilità delle risorse (macchine e mano d'opera) e flessibilità del sistema produttivo nel suo complesso (la quale varia a seconda del tipo di produzioni e dei criteri gestionali). Gerwin (1987) in particolare evidenzia quattro livelli ai quali la flessibilità può essere analizzata e misurata:

- *livello impiantistico e di macchinario;*
- *livello di funzione produttiva e di reparto;*
- *livello di prodotto o linea di prodotti;*
- *livello globale di azienda* (estendendo il concetto ad altre funzioni oltre alla produzione, quali la distribuzione, gli approvvigionamenti, la progettazione, la manutenzione ecc.).

Riferendosi in particolare al caso Honda, Mair (1994) distingue tre livelli di flessibilità:

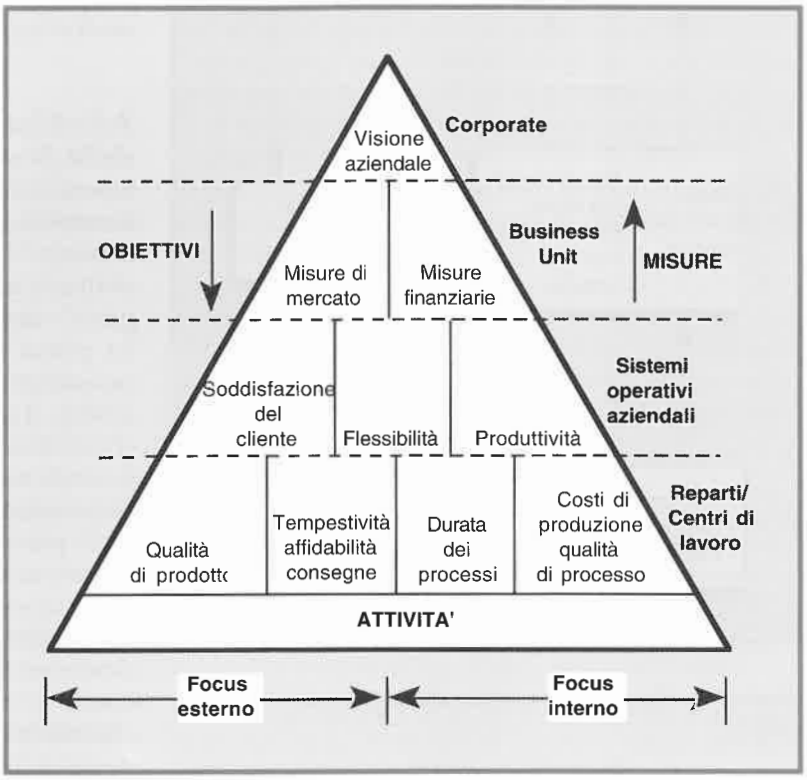


Figura 3 - La piramide di Lynch e Cross (1991).

- un livello "micro", caratterizzato dalle flessibilità delle persone, delle macchine e organizzative;
- un livello di flessibilità di fabbrica;
- un livello di flessibilità del "network" operativo della "corporation" («the global network of flexifactories»).

Swamidass (1988) distingue invece tra flessibilità "machine-level" e flessibilità "plant-level": la prima è di tipo esclusivamente tecnologico; la seconda riguarda anche le "skills" aziendali, le procedure adottate, i sistemi di gestione ecc.

In questo senso, come altri autori affermano (Barad e Sipper, 1988), la flessibilità "di sistema" dipende dalle "attitudini" dei suoi componenti (materiali, macchine e uomini), dalle loro "interconnessioni" e dal-

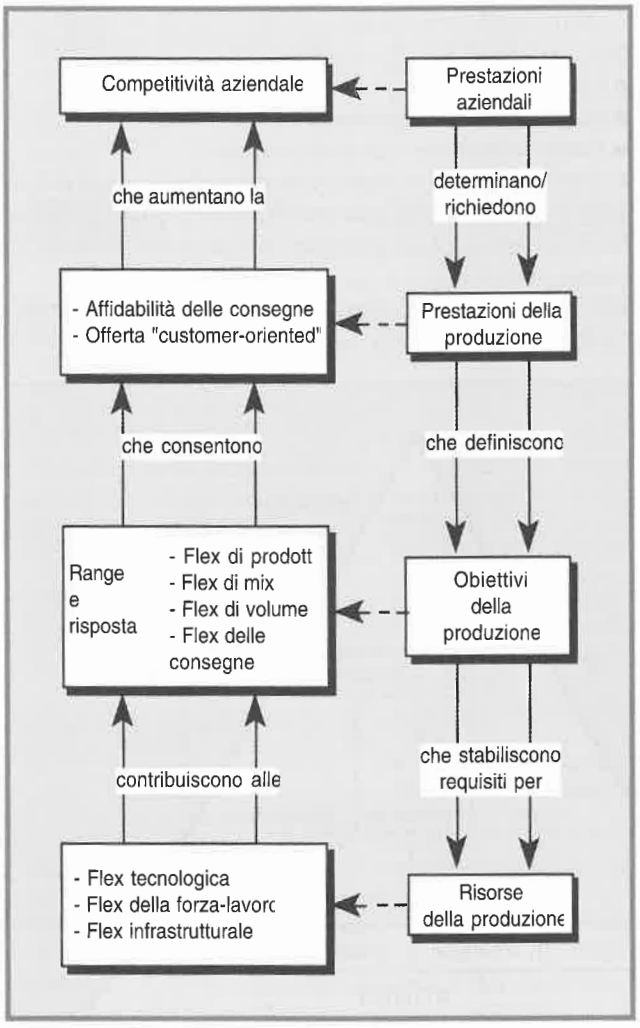


Figura 4 - Quadro gerarchico della flessibilità *(Slack, 1987).*

le modalità operative e di controllo.
Slack (1987 e 1988) introduce il concetto di gerarchia della flessibilità da un punto di vista di collocazione della flessibilità nell'ambito delle altre prestazioni aziendali e più in generale della competitività aziendale; vengono così distinte *(Figura 4)* varie categorie di flessibilità:

- *delle risorse produttive in sè;*
- *degli obiettivi della produzione;*
- *della funzione produzione;*
- *dell'intera azienda.*

Secondo lo schema di Slack, la *flessibilità delle risorse produttive* può derivare dalla *tecnologia impiegata,* dalla *forza-lavoro* o dai *servizi di supporto* alla produzione ("infrastrutture") *(6).*
La *flessibilità degli obiettivi* si manifesta sotto forma di flessibilità al *tipo di prodotto* (relativa all'introduzione di nuovi prodotti e/o alla modifica di prodotti preesistenti, sia in termini qualitativi che in termini di nuove e diverse caratteristiche/funzionalità del prodotto), al *mix di prodotti offerti* (sia in termini di "range" che di risposta - vedi par. 1), al *volume produttivo,* alle consegne (relativa alle modifiche delle date pianificate).
La *flessibilità della funzione produzione* determina affidabilità delle consegne e un'offerta più calibrata sulle esigenze del cliente ("customer-oriented"). A sua volta la flessibilità della produzione porta ad incrementare la *flessibilità complessiva dell'azienda* (che coinvolge anche la ricerca e sviluppo, la progettazione, il marketing, la distribuzione ecc.) *(7).*

3.3 - Classificazione temporale della flessibilità

Zelenovich (1982) è stato il primo a considerare una flessibilità di breve termine (anche chiamata "di adattamento" - adaptation flexibility) distinta da una flessibilità di medio-lungo termine (tipicamente "di progetto" - design adequacy) *(8).*
La prima completa classificazione della flessibilità esclusivamente su base temporale si deve a Merchant (1983), il quale distingue tra:
- flessibilità istantanea (capacità di selezionare in tempo reale la stazione di lavoro più adatta ad eseguire l'operazione richiesta dal ciclo di lavorazione di un certo pezzo);
- flessibilità a brevissimo termine (capacità di modificare la sequenza e il mix dei pezzi in produzione);
- flessibilità a breve termine (capacità di modificare alcune specifiche progettuali dei componenti dei prodotti);
- flessibilità a breve-medio termine (capacità del sistema di funzionare ai massimi livelli di produttività al variare dei volumi di produzione);
- flessibilità a medio termine (possibilità di aggiungere o eliminare pezzi dal mix di parti in produzione);
- flessibilità medio-lungo termine (possibilità di modificare la capacità produttiva aggiungendo o togliendo singole stazioni di lavoro);
- flessibilità a lungo termine (possibilità di adattare il sistema a nuove tipologie di prodotti - mix di com-

(6) Similmente Barad e Sipper (1988), Gupta e Goyal (1989) e Gupta e Somers (1992) distinguono tra flessibilità della tecnologia e delle risorse umane - chiamate flessibilità strutturali - dalla flessibilità infrastrutturale (dei sistemi, delle procedure e delle pratiche che integrano e coordinano le operazioni).
(7) Si veda su questo punto anche Chen et al., 1992.
(8) Una simile distinzione tra una flessibilità "della produzione" e una flessibilità "della progettazione" viene proposta da De Meyer et al. (1989).

ponenti). Le classificazioni della flessibilità su base temporale, proposte in letteratura, si conformano in linea generale al suddetto schema.

3.4 - Classificazione della flessibilità per oggetto della variazione

La classificazione della flessibilità per oggetto della variazioni riguardo alle quali la flessibilità viene considerata, è la classificazione maggiormente adottata in letteratura. Skinner (1985) considera la flessibilità secondo tre dimensioni, in relazione agli oggetti della variazione:
① il *processo*;
② il *prodotto;*
③ il *volume produttivo;*
Buffa (1984) tratta la flessibilità di processo in relazione ai tempi di set-up, e la flessibilità di prodotto in relazione alla varietà dei prodotti. Macbeth (1985a e 1985b) specifica la flessibilità di prodotto sia in relazione alla varietà che all'innovazione di prodotto, mentre la flessibilità al volume viene legata alla possibilità per il cliente di variare le dimensioni dell'ordine.
Pagliarani (1983) distingue tra "elasticità":
① ai *prodotti (9);*
② ai *volumi*;
③ ai *programmi operativi.*
Gerwin è stato il primo a parlare specificatamente di diverse dimensioni di flessibilità (1982), collegandole successivamente (1987 e 1993) ai diversi tipi di incertezze ambientali che le determinano; Gerwin distingue tra flessibilità:
① ai *materiali,* definita come capacità di fronteggiare variazioni impreviste negli inputs, e misurata attraverso le tolleranze dimensionali e le deviazioni massime ammissibili nelle proprietà chimico-fisiche dei materiali stessi;
② al *volume,* definita come capacità di fronteggiare variazioni nella domanda aggregata, e misurata dal rapporto fra la variazione media riscontrata del volume produttivo e la capacità produttiva massima *(10)*;
③ ai *prodotti* ("modification flexibility"), definita come capacità di fronteggiare richieste del mercato in termini di specifiche dei prodotti, misurata dal numero di modifiche *(11)* di progetto avvenute in un certo periodo di tempo, oppure dal rapporto fra investimenti che si rendono necessari per modificare la produzione esistente e il livello globale degli investimenti in impianti;
④ al *mix,* definita come capacità di fronteggiare richieste del mercato in termini di diversità dei prodotti offerti in un certo istante, misurata dall'ampiezza di gamma *(12)*;
⑤ di *"changeover"*, che tiene conto della capacità di variare nel tempo il mix produttivo, in relazione al ciclo di vita dei singoli prodotti *(13);*
⑥ al *ciclo standard* ("re-routing flexibility") *(14)*, misurata dal numero di opzioni di "routing" possibili, importante per fronteggiare i guasti alle macchine *(15)*. Nel 1993 Gerwin propone un «framework concettuale» che prevede anche un "meta-livello" di flessibilità denominato flessibilità strategica.

Azzone (1989) *(16)* introduce il concetto di flessibilità elementari, in quanto misurate da indicatori indipendenti fra di loro; possono essere considerate flessibilità "elementari" le flessibilità:
① di *produzione* (insieme dei prodotti realizzabili con le risorse esistenti ovvero ampiezza di gamma);
② di *prodotto* (capacità di modificare le risorse dell'impresa per introdurre un nuovo prodotto);
③ di *tecnologia* ovvero di operazione (capacità di introdurre nuove operazioni a costi contenuti);
④ di *mix* (capacità di variare, in termini quantitativi, il mix di prodotti attualmente in produzione senza costi addizionali);
⑤ di *volume* (capacità di variare il volume produttivo senza rilevanti conseguenze sui costi di produzione);
⑥ di *espansione* (può essere considerata in relazione al costo sopportato per un'espansione dell'impianto, successivamente alla fase d'avvio dell'impianto stesso) *(17)*.

---

(9) L'elasticità ai prodotti riguarda sia «l'ampiezza di gamma compatibile che i costi o i tempi dell'introduzione di nuovi prodotti».
(10) La flessibilità al volume può essere misurata anche come rapporto fra investimenti che si rendono necessari per ampliare la produzione e il livello globale degli investimenti in impianti (Gustavsson, 1984).
(11) Trattasi comunque di modifiche non sostanziali ai prodotti, altrimenti si fa riferimento alla successiva "change-over flexibility", che riguarda l'innovazione di prodotto.
(12) Una definizione simile è proposta da Chatterjee ei al. (1984). Buzacott (1982) propone invece, quale indicatore della flessibilità di mix, il rapporto fra numero di componenti lavorati da un macchinario o gruppo di macchinari in un certo periodo di tempo ed il numero totale di componenti producibili, oppure il numero di macchine "general purpose" presenti.
(13) Mentre la «mix flexibility is the ability of a manufacturing process to produce a number of different products at the same point in time», la «change-over flexibility is the ability of a process to deal with additions and subtractions from the mix over time».
(14) Rispetto al lavoro del 1993, nel 1987 Gerwin considera in più una "sequencing flexibility", per tener conto dell'incertezza connessa con le consegne dei fornitori.
(15) Una misura alternativa della flessibilità di ciclo è data dal calo del tasso di produttività globale a seguito di un guasto (Buzacott, 1982).
(16) Si vedano anche: Azzone e Bertelè (1989), Azzone e Bertelè (1991), Azzone e Rangone (1993), Azzone (1994).
(17) In Azzone e Bertelè (1991) si riscontra sempre una classificazione secondo sei dimensioni, ma al posto delle flessibilità di mix e di tecnologia sono presenti, con significato diverso, la flessibilità di processo e di ciclo, rispettivamente legate ai tempi di set-up e alla capacità di operare in presenza di guasti alle macchine.

Le suddette flessibilità elementari sono classificate in relazione alle perturbazioni che portano a richiedere tali flessibilità, distinguendo le perturbazioni per tipo (quantitative oppure qualitative) e per entità (di "range", piccole o grandi), come riportato in *Tabella 3*.
Colombo e Mariotti (1985 e 1988), notando come spesso vengano presentate due distinte accezioni della flessibilità, una economica, che considera le risposte del sistema produttivo in dipendenza della variabilità della domanda di mercato, e una tecnico-gestionale, che considera le flessibilità operative al volume e al mix nonché la flessibilità all'innovazione (ovvero la capacità di mettere rapidamente in produzione nuovi prodotti o ovviare nuovi processi o modificare i pre-

	Perturbazioni qualitative	Perturbazioni quantitative
Perturbazioni di "range"	PRODUZIONE	MIX
Piccole perturbazioni	PRODOTTO	VOLUME
Grandi perturbazioni	TECNOLOGIA	ESPANSIONE

Tabella 3 - Classificazione delle flessibilità elementari secondo Azzone (1994).

esistenti prodotti e processi), propongono una decomposizione del concetto di flessibilità che permette di unificare l'aspetto micro-economico con quello tecnico-gestionale; tale decomposizione viene effettuata in relazione al tipo di domanda di mercato e alla *funzione-obiettivo della produzione.*
La domanda di mercato può essere:
1) *stazionaria*, quando è nota per quantità e mix;
2) *a debole turbolenza*, quando è incerta e/o fluttuante, comunque in un intervallo noto a priori e senza la caratteristica dell'irreversibilità;
3) *a forte turbolenza*, se presenta i connotati dell'irreversibilità, sia nella quantità che nel mix.
Ne consegue che *(18):*
- se la domanda è *stazionaria*, le prestazioni del sistema produttivo sono misurabili attraverso il parametro "efficienza statica" e la funzione-obiettivo si traduce nella minimizzazione dei costi di produzione (Mills, 1984);
- se la domanda è a *debole turbolenza*, in relazione all'output il sistema può essere "elastico" o "adattabile"; in relazione al mix, invece, il sistema può essere "flessibile" o "versatile" *(19)*. Nel primo caso (elasticità all'output, flessibilità al mix), per ogni valore del livello di produzione all'interno di un certo intervallo, è possibile ottenere dei costi medi che approssimano i costi ottimi corrispondenti al livello medesimo di produzione; nel secondo caso (adattabilità all'output, versatilità al mix), in corrispondenza di almeno un livello di produzione all'interno dell'intervallo, si opera in condizioni di ottimo e nell'intero intervallo la curva dei costi medi non si discosta molto dalla curva dei costi ottimi; la funzione-obiettivo è la minimizzazione dell'integrale dei costi di produzione nel tempo;
- se la domanda è a *forte turbolenza*, il sistema può essere "alterabile" in relazione all'output e "convertibile" in relazione al mix (ovvero sussiste una capacità di adattamento da parte del sistema ai mutamenti irreversibili che avvengono in termini di quantità oppure in termini di mix) *(20)*; la funzione-obiettivo è congiuntamente la minimizzazione dei costi di adattamento e dei tempi di risposta ai mutamenti.
Non sempre, tuttavia, le terminologie adottate concordano; ad esempio, Saraceno (1978) dà i seguenti significati agli attributi proposti da Colombo e Mariotti (1985 e 1988):
- l' "elasticità" è la capacità che ha un impianto di assorbire variazioni della domanda senza che i costi unitari diventino economicamente insostenibili (il grado di elasticità è dunque riconducibile alla struttura dei costi di un'impresa, in altri termini sono i costi fissi a rappresentare un elemento di rigidità);
- l' "adattabilità" è invece la capacità di un'impresa di produrre e commercializzare prodotti differenti, con gli stessi impianti e con costi contenuti (anche in questo caso il riferimento al problema economico è rilevante, tuttavia qui è anche legato alla tipologia della tecnologia utilizzata);

(18) Gli autori sviluppano il lavoro pioneristico di Stigler (1939), integrandolo con la considerazione del mix oltre che delle quantità.
(19) Se l'elasticità e l'adattabilità di un impianto sono delle caratteristiche dell'impianto stesso, al pari della flessibilità e della versatilità, ciò che è anche importante è il grado (di elasticità, adattabilità ecc.) misurato dall'ampiezza dell'intervallo entro cui si ha l'approssimazione con la curva dei costi ottimi.
E' chiaro che l'adattabilità per l'output (e la versatilità per il mix) è una caratteristica più difficile da ottenere, per cui spesso ci si accontenta di perseguire un' "efficienza adattiva" attraverso la costruzione di impianti caratterizzati da semplice elasticità per l'output (e flessibilità per il mix) di funzionamento.
(20) Un impianto sarà tanto più alterabile (oppure convertibile) quanto minori saranno i costi totali di adattamento ed i tempi richiesti per attuare tale adattamento. Trattasi quindi di prestazioni che si possono definire di "efficienza dinamica".

- l'"espandibilità" è la capacità della struttura di essere modificata per far fronte rapidamente ed in modo conveniente ad un'espansione quantitativa della domanda;
- la "convertibilità" infine è la capacità che ha un'impresa di modificare, sempre a costi ed in tempi contenuti, un impianto per renderlo utilizzabile per altre produzioni.

Una classificazione molto citata in letteratura è quella di Browne et al. (1984), che, con particolare riferimento ai sistemi flessibili di produzione (FMS -Flexible Manufacturing Systems), individua otto diversi tipi o dimensioni di flessibilità:
① *machine flexibility:* è la facilità con lui la macchina effettua le modifiche necessarie per produrre un dato "set" di particolari («ease of change to process a given set of part types»); misure di tale flessibilità sono ad esempio:
- i tempi di set-up richiesti dalla macchina utensile per passare da una lavorazione di un particolare ad un altro; comprendono il cambio utensile, il posizionamento del pezzo e la sostituzione dei part-program;
- il tempo necessario per cambiare un utensile rotto od usurato;
- il tempo per modificare il parco utensili a bordo macchina al fine di ottenere un differente "sub-set" di particolari;
- il tempo per il montaggio delle nuove attrezzature richieste ecc.;
② *process flexibility*: è la capacità di produrre un certo "set" di particolari («ability to produce a given set of part types»). Una misura di questa flessibilità è data dal numero di particolari che possono essere prodotti *(21)*;
③ *product flexibility:* è la capacità di produrre un certo "set" di particolari velocemente ed economicamente («ability to change to process new part types»). Può essere misurata dal tempo necessario per passare da un mix di particolari ad un altro non necessariamente dello stesso tipo. La "product flexibility" è la flessibilità più importante dal punto di vista del marketing: il rapido inserimento di nuovi prodotti a costi competitivi consente una risposta efficace ai mutamenti di mercato *(22)*;
④ *routing flexibility:* è la capacità di far fronte a guasti delle apparecchiature continuando a produrre il medesimo "set" di particolari («ability to process a given set of parts on alternative machines»). In altri termini, è la capacità del sistema flessibile di funzionare in modo degradato. Una misura di questa flessibilità è data dal numero dei particolari che possono continuare ad essere prodotti e dal decremento del tasso di produttività. Per ottenere la "routing flexibility "le soluzioni possibili sono due: il particolare viene lavorato secondo un ciclo alternativo che non richiede l'utilizzo delle macchine fuori servizio, oppure le operazioni sono svolte da altre unità. Tale flessibilità può essere: i. potenziale - i cicli di lavorazione dei particolari sono sempre gli stessi (fissi) e solo in caso di rotture entrano in gioco i cicli alternativi; ii. effettiva - medesimi particolari sono lavorati secondo cicli differenti indipendentemente dai guasti;
⑤ *volume flexibility*: è la capacità del sistema flessibile di operare a volumi produttivi più bassi senza eccessivo aumento dei costi unitari di produzione («ability to operate profitably at varying overall levels»). Può essere misurata dalla diminuzione di volume che fa lievitare i costi unitari al massimo valore accettabile;
⑥ *expansion flexibility:* è la possibilità di espandere la capacità produttiva del sistema in maniera modulare quando necessario («ability to easily add capability and capacity»). Questa flessibilità può essere determinata dalle dimensioni in termini di capacità che il sistema può raggiungere;
⑦ *operation flexibility*: è la possibilità di invertire l'ordine con cui sono eseguite le operazioni del ciclo di ciascun particolare («ability to interchange ordering of operations on a part»). Nella maggior parte dei casi la sequenzialità è rigida, ma per alcune operazioni è arbitraria. Non predeterminare nel ciclo quale deve essere l'operazione successiva o la macchina successiva, incrementa notevolmente la flessibilità. Le decisioni vengono prese in real-time dal sistema di controllo in funzione dello stato dell'impianto;
⑧ *production flexibility*: è l'universo dei particolari che un impianto può produrre («the universe of part types that can be processed»). Potremo definire tale flessibilità come il mix potenziale dei particolari producibili.

Brandolese (1990) e Brandolese et al. (1991) considerano distintamente la *flessibilità* (come caratteristica "software" o gestionale del sistema produttivo nel suo complesso) e la versatilità (come caratteristica "hardware" o intrinseca al sistema produttivo, caratteristica che si riferisce esclusivamente a macchinari ed impianti e che è condizione necessaria ma non sufficiente per ottenere flessibilità).

---

(21) Browne et al. (1984) considerano la flessibilità di processo a livello di singola macchina, mentre Buzacott (1982) non distingue fra questo tipo di flessibilità (che l'autore chiama anche "job flexibility") a livello di macchina e a livello di gruppo di macchine.
(22) Per queste tre prime dimensioni della flessibilità esaminate, l'oggetto della variazione è rispettivamente: l'attrezzaggio della macchina, il particolare lavorato, il mix di prodotti.

Riguardo alla flessibilità, possono essere considerate tre dimensioni:
① capacità di modificare un piano di produzione prestabilito (modifiche nei tempi);
② capacità di riassortire una gamma ampia di prodotti (modifiche nelle quantità, in termini relativi fra i prodotti e assoluti di produzione complessiva);
③ capacità di ingegnerizzare/industrializzare un nuovo prodotto (modifiche nella qualità dell'offerta).
La versatilità, invece, ha due dimensioni principali, che possono essere indipendenti (per esempio, un impianto può essere più riconfigurabile e al tempo stesso meno convertibile di un altro):
① la *riconfigurabilità* (tiene conto dell'ampiezza del "set" di operazioni eseguibili e dell'efficienza con cui è possibile eseguirle, nonché della compatibilità fra le varie operazioni del "set" in termini di costi e tempi di attrezzaggio);
② la *convertibilità* (tiene conto delle difficoltà di messa a punto di un impianto nella fase di industrializzazione di nuovi prodotti, comprese le necessarie modifiche impiantistiche, di "layout" e ai sistemi ausiliari).

Chen et al. (1992) considerano una flessibilità aggregata di sistema, derivante da tre tipi di flessibilità, che si riferiscono alle funzioni aziendali di produzione e marketing, e alle caratteristiche infrastrutturali:

❶ ***flessibilità della produzione,*** in cui si distinguono le seguenti flessibilità:
① di *macchina* (capacità di effettuare differenti operazioni e con ridotti tempi di attrezzaggio);
② di *processo* (capacità di lavorare un certo insieme di componenti con processi, sequenze di operazioni, materiali diversi);
③ di *"routing"* (possibilità di ricorrere a cicli alternativi);
④ della *forza-lavoro*;
⑤ di *"handling"* dei materiali (dipendente dai mezzi di trasporto interni);
⑥ di *programmazione;*

❷ ***flessibilità del marketing***, in cui si distinguono le seguenti flessibilità:
① di *prodotto*;
② di *volume;*
③ di *mix*;
④ di *espansione;*

❸ ***flessibilità infrastrutturale*** (cioè dell'organizzazione in se stessa).

Vanno infine considerati quei contributi (come Dixon et al., 1990; Bartezzaghi e Turco, 1989) che, pur classificando la flessibilità per oggetti, la trattano in relazione alle altre prestazioni.
Dixon et al. (1990) propongono la seguente classificazione della flessibilità:

1. *associata alla qualità:*
1.1 - relativamente ai materiali (capacità di affrontare variazioni nei materiali acquistati);
1.2 - relativamente all'output (capacità di variare le caratteristiche dei prodotti);

2. *associata al prodotto:*
2.1 - nell'introduzione di nuovi prodotti;
2.2 - nella modifica di prodotti esistenti;

3. *associata al servizio:*
3.1 - consegne (capacità di modificare il contenuto dell'ordine e/o la data di consegna);
3.2 - volume (capacità di variare l'ammontare della produzione aggregata);
3.3 - mix (capacità di modificare la varietà di prodotti in un dato periodo di tempo senza rilevanti costi aggiuntivi);

4. *associata ai costi*, ovvero flessibilità nell'utilizzo delle risorse (materiali, mano d'opera, capitali).

La distinzione proposta è importante non solo perché diversi sono gli indicatori, ma soprattutto perché differenti sono gli obiettivi strategici e le azioni da intraprendere per perseguirli. Secondo gli autori, ogni azienda, perciò, dovrebbe definire chiaramente quali sono le flessibilità prioritarie.
Di particolare interesse è anche il contributo di Bartezzaghi e Turco (1989) e Bartezzaghi (1991), i quali, dopo aver distinto per un sistema produttivo quattro prestazioni-chiave (produttività, qualità, flessibilità e servizio), fanno notare come ci siano dei legami fra le suddette prestazioni, in particolare tra flessibilità e produttività *(23)*.
Le dimensioni della flessibilità individuate da Bartezzaghi e Turco sono:
① la *flessibilità di prodotto* (misurata in termini di varietà dell'output in un dato periodo di tempo, e in costi e tempi dell'introduzione di un nuovo prodotto);

(23) Diversi autori (Warnecke et al., 1981; Gustavsson, 1984; Mandelbaum e Buzacott, 1986) hanno studiato le relazioni tra flessibilità, produttività e investimenti: ad esempio, si riscontra che, a parità di produttività, gli investimenti richiesti per incrementare il grado di flessibilità di un sistema produttivo hanno un andamento quantomeno quadratico.

	Domanda	Processo	Prodotto
Breve termine	Varietà di set-up, ridotti tempi di set-up *Domanda turbolenta*	Possibilità di routing alternativi *Rotture, guasti*	Lavorazioni non speciali *Forniture variabili*
Lungo termine	Facilità di espansione o di modifica alle macchine *Mercati in crescita/declino*	Possibilità di modificare i process *Tecnologie in evoluzione*	Capacità/velocità di ingegnerizzazione nuovi prodotti *Brevi cicli di vita dei prodotti*

Figura 5 - Caratteristiche del sistema produttivo (nelle caselle) e fonti d'incertezza (su sfondo tratteggiato) per flessibilità distinte a seconda dell'orizzonte temporale e dell'oggetto della variazionez *(Valletti et al., 1993).*

② la *flessibilità di volume* (nel breve e medio termine legata soprattutto alla flessibilità della forza-lavoro, nel lungo periodo chiamata invece flessibilità di espansione in quanto legata soprattutto ai tempi e ai costi per incrementare la capacità produttiva degli impianti);
③ la *flessibilità di mix;*
④ la prontezza (capacità di variare le date delle consegne e/o della programmazione interna).
Bartezzaghi (1991), oltre a sottolineare come la flessibilità sia in gran parte una misura di un comportamento potenziale, verificabile soprattutto a posteriori, rimarca il fatto che le diverse flessibilità possono essere in "trade-off" fra di loro (ad esempio: un sistema produttivo flessibile al volume può non esserlo riguardo al mix o all'introduzione di un nuovo prodotto).

3.5 - Classificazione della flessibilità secondo più variabili (mista)

Come anticipato, seppur prevalgono in letteratura classificazioni della flessibilità in riferimento ad un'unica variabile (la fase, il livello di aggregazione, l'orizzonte temporale o l'oggetto delle variazioni considerate), a volte vengono adottate logiche miste; le più diffuse sono quelle che considerano congiuntamente l'oggetto della variazione ed il tempo (Barad e Sipper, 1988; Valletti et al., 1993; Bellandi, 1994) oppure il livello gerarchico (Sciarelli, 1987).

Barad e Sipper (1988) considerano nove classi di flessibilità: le otto proposte da Browne et al. (1984) e la cosiddetta "transfer flexibility" (definita come la capacità di effettuare le lavorazioni dei componenti su macchine differenti). Gli autori distinguono quindi come componenti di una flessibilità di breve-medio termine e come componenti di una flessibilità di lungo periodo:

di breve-medio termine:
① la flessibilità di macchina;
② la flessibilità di processo;
③ la flessibilità di "transfer";
④ la flessibilità di "routing" *(24);*
⑤ la flessibilità delle operazioni;
⑥ la flessibilità di volume;

di lungo termine:
① la flessibilità di prodotto;
② la flessibilità di produzione;
③ la flessibilità di espansione.

Anche Valletti et al. (1993) classificano la flessibilità su base temporale e in relazione all'oggetto della variazione (conseguenza di incertezze e perturbazioni), ottenendo una matrice delle flessibilità di breve, medio e lungo termine in funzione dell'oggetto della variazione: la domanda, il processo, il prodotto *(Figura 5).*
Gli elementi della matrice individuano le caratteristiche di flessibilità possedute da un sistema produttivo contraddistinto da tale flessibilità, nonché le fonti d'incertezza che possono essere fronteggiate da un sistema dotato della flessibilità descritta.
Bellandi et al. (1994) distinguono la flessibilità di medio-lungo termine dalla flessibilità di breve termine, quest'ultima caratterizzata da cinque tipi di flessibilità:
① flessibilità al cliente (riguarda la prontezza nelle consegne);
② flessibilità al prodotto (riguarda la capacità di differenziare i prodotti);
③ flessibilità al mix (riguarda la capacità di alternare i diversi prodotti sulle linee di produzione);

(24) La flessibilità di "routing" considera il mix attualmente in produzione e dipende sia dalla flessibilità di processo sia dalla flessibilità di "transfer" (che invece sono entrambe caratteristiche di

④ flessibilità al volume (riguarda la capacità di variare i volumi senza costi addizionali);
⑤ flessibilità al "routing" (riguarda la capacità di lavorare con macchine e presso centri di lavoro diversi).

Infine Sciarelli (1987) sostiene che per definire più compiutamente il concetto di flessibilità bisogna partire dagli elementi intorno ai quali ruota il sistema impresa, e cioè: le strategie, le strutture organizzative e le risorse da impiegare, considerate su tre distinti livelli gerarchici:

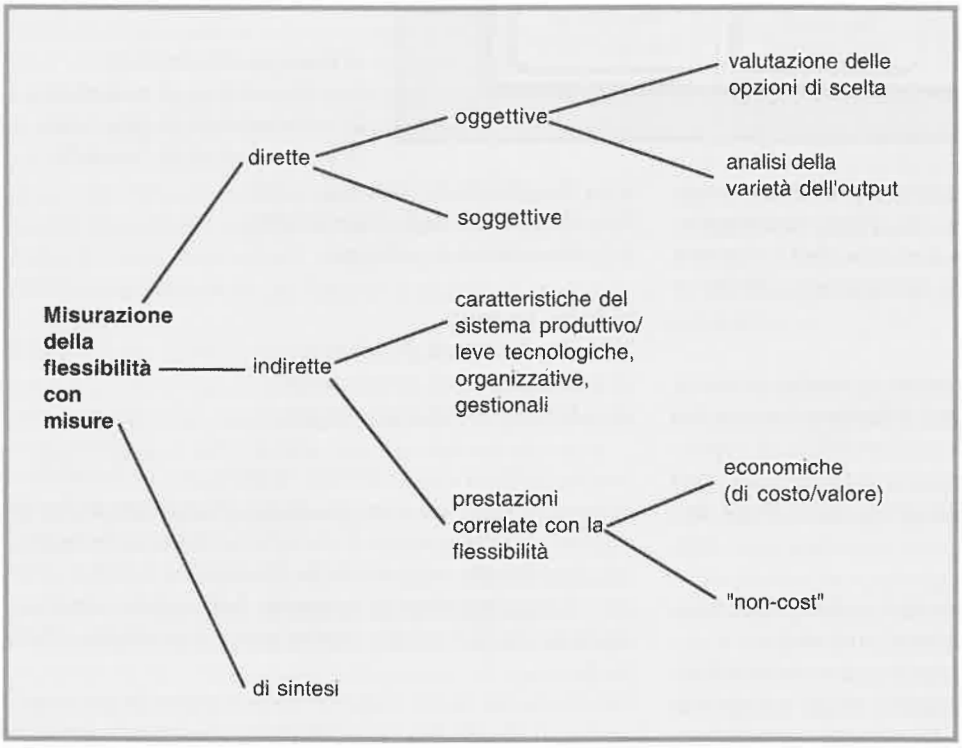


Figura 6 - Schema proposto di classificazione dei tipi di misure della flessibilità.

① flessibilità strategica (intesa come abilità dell'impresa di adattarsi a notevoli mutamenti dell'ambiente interno ed esterno);
② flessibilità strutturale (legata alla capacità della struttura aziendale di adeguarsi al cambiamento di strategia; tale tipo di flessibilità è quindi funzione del modello organizzativo adottato e del grado di burocrazia interna);
③ flessibilità operativa (legata alla capacità di adattare risorse disponibili alle variazioni di strategia/struttura, funzione delle relative modalità d'impiego e quindi della loro polivalenza e mobilità).
Gli "oggetti delle variazioni" ai diversi suddetti livelli sono inoltre in relazione con le aree aziendali:

❶ produzione;
❷ marketing;
❸ finanza;
❹ risorse umane *(25)*.

4 - Misurazione della flessibilità

A fronte dell'importanza e dell'interesse costante che la flessibilità suscita in ambito accademico e manageriale, la misurazione della flessibilità rappresenta ancora un tema tutt'altro che sviluppato, sia per la multi-dimensionalità che caratterizza la flessibilità sia per la carenza di indicatori che la possano misurare direttamente: «in spite of the need, no well-accepted operazionalizations exist» (Gerwin, 1993) *(26)*.
In *Figura 6* viene riportato uno schema che gli autori propongono per classificare le diverse misure (o indicatori) della flessibilità:
- dirette (oggettive oppure soggettive);
- indirette (relative a qualche caratteristica del sistema produttivo che può determinare flessibilità oppure a prestazioni collegate con la flessibilità);
- di sintesi.

Le misure dirette di tipo oggettivo consistono principalmente:
a) nella valutazione delle possibili opzioni di scelta ad un certo istante ("approccio decisionale" - Mandelbaum e Buzacott, 1990); Yao (1983) e Kumar (1987) propongono l'"entropia" come indicatore di flessibilità, in quanto, oltre a considerare la varietà di opzioni, è caratterizzante in termini di aleatorietà e gradi di libertà;
b) nell'analisi della varietà di qualche caratteristica

(25) Classificazione adottata anche - ad esempio - da Chen et al., 1992 (vedi par. 3.4).
(26) La difficoltà di misurazione della flessibilità produttiva può rendere ardua la giustificazione finanziaria di investimenti atti ad incrementare la flessibilità di un sistema produttivo (Hill e Chambers, 1991) senza ricorrere a costose soluzioni tipo FMS - Flexible Manufacturing Systems, relativamente ai quali, invece, la letteratura è abbondante (vedi par. 5).

dell'output (Fiegenbaum e Karnani, 1991); questo approccio è chiaramente di tipo "ex post" (cioè è necessario poter disporre di dati di confronto fra output in diversi momenti di tempo); inoltre non vengono evidenziate né quali sono state le cause della variabilità né se questa variabilità sia stata di fatto una prestazione volutamente conseguita o invece una forma di adeguamento con sostenimento di costi indesiderati (non sempre di facile individuazione - si pensi alla considerazione delle opportunità di guadagno mancate in conseguenza di minori livelli di flessibilità).

Le misure dirette di tipo soggettivo sono invece percettive, e si basano ad esempio su scale di Likert: vengono espressi giudizi relativi ad aspetti concernenti la flessibilità, manifestando il grado di accordo/disaccordo su affermazioni precise (Gerwin e Tarondeau, 1989).

Vista la difficoltà di oggettivare le effettive prestazioni di flessibilità, diversi autori (fra cui Gerwin, 1987; Slack, 1987; Silvestro, 1993) propongono di ricorrere ad indicatori indiretti della flessibilità. Le misure indirette vengono rilevate considerando:

a) le caratteristiche del sistema produttivo che possono consentire la flessibilità produttiva (per questo chiamate anche "leve" per la flessibilità - vedi par. 5); tali caratteristiche possono essere di natura tecnologica (ad esempio, la disponibilità di sovracapacità produttiva, l'entità dei tempi di set-up ecc.) od organizzativo-gestionale (ad esempio, la polivalenza funzionale della manodopera ed il "team working", la progettazione modulare - De Toni e Zipponi, 1991 - ecc.);

b) le prestazioni in qualche modo collegate con la flessibilità (vedi par. 6); queste possono essere: 1) economiche (di costo o valore); "non-cost" (come i tempi di sviluppo-prodotto, i tempi delle consegne, la qualità, il servizio al cliente).

Il primo è anche noto come "approccio economico": si cerca di quantificare costi/ricavi in connessione a differenti ipotizzati livelli di flessibilità; oppure si stimano le perdite economiche conseguenti un mancato o lento adeguamento alle mutate condizioni ambientali (Buzacott, 1982; Son e Park, 1987). Un altro approccio è il riferimento ad un criterio prestazionale "non-cost" diverso dalla flessibilità (come l'aumento/decremento della produttività, a fronte di eventi quali cambiamenti nel mix o guasti alle macchine - Gupta e Buzacott, 1989). In entrambi i casi, le esistenti interdipendenze fra le diverse prestazioni "non-cost" e fra queste ed i risultati economici non consentono di individuare relazioni causali dirette fra la flessibilità e, di volta in volta, una sola variabile.

L'esistenza di diverse dimensioni della flessibilità (vedi par. 3) fa sì che vengano effettuate misure parziali della flessibilità di un sistema produttivo; ciò richiede in seconda istanza delle procedure di sintesi per arrivare ad un unico indicatore aggregato che tenga conto delle singole e diverse flessibilità *(27)*.

La sintesi di misure di flessibilità viene considerata nella classificazione verticale della flessibilità (Buzacott, 1982; Chen, 1992; Gerwin, 1987; Mair, 1994; Slack, 1987 e 1988, Swamidass, 1988 - par. 3.2).

A conclusione del paragrafo, riportiamo due proposte di misurazione della flessibilità: una (Tonchia, 1993) di tipo analitico-differenziale (riconducibile alla sopraddetta analisi della varietà dell'output); un'altra (Brill e Mandelbaum, 1989), sempre di tipo analitico-differenziale ma riconducibile alla misurazione della flessibilità tramite riferimento ad altre prestazioni (nella fattispecie, ad una non specificata "prestazione di macchina" - ad esempio la produttività). Tonchia (1993) propone la seguente formula, derivante dalla fattorizzazione del volume annuo in dimensione dei lotti e frequenza delle consegne. L'analisi variazionale è valida per deviazioni modeste (quindi di breve periodo) rispetto ai valori annui:

$$\text{volume/anno} = (\text{quantità/n°consegne})*(\text{n°consegne/anno})$$

ove (quantità/n°consegne) è la dimensione media dei lotti e (n°consegne/anno) è la frequenza delle consegne; derivando, si ottiene:

$$\frac{d}{dt}(\text{volume/anno}) = (\text{n° consegne/anno}) \times \frac{d}{dt}(\text{quantità/n° consegne}) + (\text{quantità/n°consegne}) \times \frac{d}{dt}(\text{n°consegne/anno})$$

ovvero la flessibilità ai volumi è espressa come somma pesata (rispettivamente sulla frequenza delle consegne e sulla dimensione dei lotti) della variabilità nel tempo della dimensione dei lotti e della frequenza delle consegne.

(27) La sintetizzazione delle misure può essere considerata sia una misurazione (nel senso di processo che produce una misura, ancorché di sintesi) sia una misura (ancorché sintetica). La sintetizzazione delle misure richiede delle regole di composizione delle misure elementari in misure aggregate, e il soddisfacimento di alcune caratteristiche dei dati elementari di partenza, che, per essere operazionalizzati insieme, devono possedere le caratteristiche di completezza, omogeneità e fasatura. Fra i vantaggi degli indicatori sintetici, si possono ricordare: il compendio per l'alta direzione e per le decisioni di medio-lungo periodo, la completezza, l'essenzialità e maneggevolezza; fra gli svantaggi: lo sforzo di calcolo e la perdita di informazioni a seguito del processo di sintetizzazione (Tonchia, 1995).

Brill e Mandelbaum (1989), invece, introducono la funzione $F_{M,T}$:

$$F_{M,T} = \frac{\int_{-r}^{+r} e(r)\ dr}{\bar{e}\ 2r}$$

definita come flessibilità della macchina "M" relativamente al suo task od obiettivo "T", al variare della *condizione operativa* di macchina "r"; $\bar{e}$ è il valore della *prestazione di macchina* nella *condizione operativa standard* r=0, mentre e(r) è il valore della suddetta prestazione nell'intorno ±r *(Figura 7)*. Una tipica prestazione di macchina è la sua produttività (pezzi lavorati nell'unità di tempo o per energia e lubrificanti consumati) oppure la qualità delle lavorazioni (numero di scarti e ammontare degli sfridi).
La prestazione di macchina considerata è quella che meglio consente di valutare l'ottenimento del task indicato. La condizione operativa standard per definizione permette il conseguimento del massimo valore della prestazione di macchina (= max e(r)). Pertanto la flessibilità viene misurata come perdita percentuale di prestazione per una perturbazione Δr della condizione operativa di funzionamento.
Un siffatto tipo di misurazione pone almeno tre problemi pratici:
- la definizione chiara, univoca e concorde della prestazione di macchina;

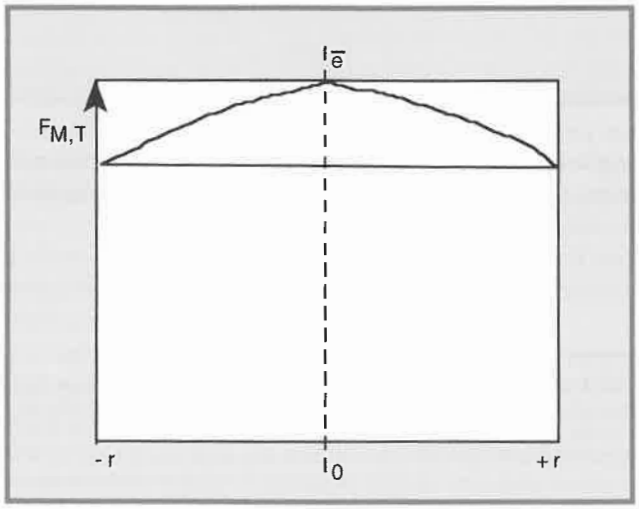


Figura 7 - La flessibilità FM,T della macchina "M" relativamente al suo task "T" al variare della condizione operativa di macchina "r" (valore della prestazione di macchina nella condizione operativa standard r=0) *(Brill e Mandelbaum, 1989).*

- il calcolo dell'andamento della funzione e(r) per tutti i valori dell'intorno (da ricavarsi in maniera empirica);
- la definizione di un'unica funzione $F_{M*,T*}$ dei valori delle funzioni $F_{M,T}$ relativi alle singole macchine, ove il task T* non presenta semplicemente le caratteristiche di sommabilità dei singoli task T.

5 - Leve per la flessibilità

Un altro ambito di ricerca relativo alla flessibilità produttiva riguarda le leve (tecniche, metodi e criteri) da adottare per conseguire tale flessibilità. Numerosi sono i contributi di letteratura, tuttavia in questo caso significativamente concordi; in particolare, le suddette leve vengono distinte in:
- *leve progettuali* o tecnologiche o d'impianto o "hardware";
- *leve organizzativo-gestionali* o "software".

Al primo tipo di leve si riconduce tutto il vasto filone di studi relativi alle tecnologie flessibili di produzione (FMS - Flexible Manufacturing Systems). Fra i contributi, ricordiamo quelli di: Buzacott e Shanthikumar, 1980; Hutchinson e Holland, 1982; Suri, 1985; Warnecke e Steinhilper, 1985; Buzacott e Yao, 1986; De Toni, 1986; Miltenburg, 1987; Hundy e Hamblin, 1988; Babbar e Rai, 1990; Kaighobadi e Venkatesh, 1994.
Nelson (1986) addirittura identifica la flessibilità con l'adozione di tecnologie flessibili di produzione. Gli autori concordano piuttosto con l'interpretazione di Jaikumar (1986), il quale sostiene che l'impiego di FMS si traduce essenzialmente nell'applicazione concreta di una strategia di flessibilità volta a conseguire la flessibilità produttiva attraverso la leva tecnologico-progettuale (si vedano a riguardo anche: Goldhar e Jelinek, 1985, e Lim, 1987).
Al secondo tipo di leve si riconducono gli studi sui criteri gestionali e le soluzioni organizzative più adatte a conseguire flessibilità (Graham e Rosenthal, 1986; Carlsson, 1989 e 1992), ivi compresi gli studi che considerano anche le influenze del sistema-paese in cui l'azienda opera, la cultura e la formazione scolastico-professionale, i rapporti sindacali ecc. (Jaikumar, 1986; Gerwin e Tarondeau, 1989).

6 - Modi di intendere la flessibilità

La flessibilità può essere considerata in vari modi a seconda di diversi impieghi, finalità o funzioni rispetto a cui può essere analizzata; in particolare:

1) come priorità competitiva (o fattore critico di successo) oppure prestazione (De Meyer et al., 1989;

Nakane e Hall, 1990 e 1991; De Toni e Tonchia, 1996b);
2) come obiettivo di prestazione (cioè "ex ante") oppure prestazione-risultato (cioè "ex post") (Swamidass e Newell, 1987; Slack, 1983; Slack e Correa, 1992);
3) come prestazione potenziale oppure effettiva (Bartezzaghi, 1991; Upton, 1994);
4) come fatto strategico oppure operativo (Gustavsson, 1984; Frazelle, 1986; Kim, 1991; Chambers, 1992, Gerwin, 1993);
5) in senso proattivo cioè offensivo piuttosto che reattivo cioè difensivo (Swamidass, 1988; Gerwin, 1993; Newman et al., 1993);
6) in relazione ad altre prestazioni, in particolare per conseguire altre prestazioni (Gustavsson, 1984; Mandelbaum e Buzacott, 1986; Gerwin, 1987; Slack, 1987; Bartezzaghi e Turco, 1989; Da Villa, 1991; Benjaafar, 1993).

Esaminiamo brevemente questi punti.
La flessibilità è considerata una priorità competitiva o fattore critico di successo (KSF - Key Successful Factor) nell'attuale scenario competitivo, caratterizzato da elevata turbolenza della domanda, dalla continua ricerca di migliori prodotti/processi e da competitori che hanno fatto della loro disponibilità di "risorse flessibili" (umane e tecnologiche) una fonte di vantaggio competitivo. Proprio per questo la flessibilità viene spesso trattata come priorità competitiva da perseguire piuttosto che come grandezza da misurare.
Ad un livello inferiore, di prestazione piuttosto che di priorità competitiva, una stessa prestazione può essere considerata in termini di obiettivo (quindi "ex ante") oppure in termini di risultato ottenuto (quindi "ex post").
Un'altra interpretazione è quella che distingue fra prestazione potenziale (valutata come stima) e prestazione effettiva (valutata come misura effettiva). La potenzialità può anche essere considerata da un punto di vista probabilistico (valore della probabilità di conseguire effettivamente tale prestazione).
Si può poi distinguere una flessibilità strategica, legata alla capacità dell'impresa di variare con successo nel tempo il mix delle proprie priorità competitive, e una flessibilità operativa, che è invece da intendersi come capacità di reagire positivamente ai cambiamenti provenienti dall'esterno o dall'interno mano a mano che questi avvengono.
Questa distinzione viene a volte correlata con l'orizzonte temporale entro cui la flessibilità viene valutata: di breve termine e quindi operativa; di medio-lungo termine e quindi strategica. Gustavsson (1984) sostiene che la flessibilità presenta diversi aspetti perché viene richiesta a fronte di problemi che si manifestano su diversi orizzonti temporali:
1) problemi operativi (come guasti, mancanza di materiali),
2) problemi tattici (come quelli derivanti da cambiamenti nei progetti o nei livelli di produzione),
3) problemi strategici (legati ad investimenti in nuovi impianti e macchinari, a seguito di espansione produttiva o per il lancio di un nuovo prodotto).
Per Frazelle (1986) la flessibilità di lungo termine coincide con la capacità di gestire nel tempo le più appropriate tecnologie di processo.
Chambers (1992) considera la flessibilità nell'ambito della strategia manifatturiera, rifacendosi allo schema di Hill (1989) di sviluppo della strategia manifatturiera. Ai primi due stadi (definizione degli obiettivi aziendali e di marketing) sono collegate le flessibilità di prodotto e di volume, volume che può essere aggregato oppure specificato nel mix; al terzo stadio (definizione degli obiettivi qualificanti rispetto ai concorrenti) sono collegate le flessibilità che impattano direttamente sulle prestazioni di prezzo, qualità e servizio (Chambers segnala la flessibilità di attrezzaggio, di qualità e di consegna *(28)*; al quarto e quinto stadio (scelta dei processi e delle infrastrutture) sono collegate le flessibilità di processo e di programmazione.
In chiave strategica, la flessibilità può essere intesa in senso proattivo (offensivo) oppure reattivo (difensivo). Gerwin (1993) ha approfondito tale distinzione individuando quattro diverse strategie che hanno implicazioni sulla flessibilità:
- strategia di adattamento (reattiva);
- strategia di ricollocamento (proattiva);
- strategia di "banking" ovvero di accumulo di capacità di riserva (reattiva/proattiva);
- strategia di riduzione/contenimento dell'incertezza (proattiva).

Le prime tre strategie richiedono flessibilità, mentre l'ultima fa sì che vengano limitate le richieste di flessibilità.
In un'ottica difensiva la misura della flessibilità può essere correlata con il perseguimento di "economie di scopo", tipiche degli FMS (Goldhar e Jelinek, 1983), consentendo, per un dato livello di produzione, riduzioni di costo in relazione a particolari mix produttivi (Oelve, 1985).
L'interpretazione della flessibilità in chiave difensi-

(28) La flessibilità di consegna è richiesta quando: a) il "lead time" del cliente è inferiore al "lead time" di produzione; b) quando il cliente modifica (nei tempi e/o nelle quantità) ordini in corso.

Il dilemma etico della flessibilità

Carlo Turati

Le organizzazioni hanno bisogno di flessibilità? La risposta è, naturalmente, sì. Ma è il come a non essere altrettanto scontato. Un principio inevitabile delle relazioni tra corpi fisici assume che, con ogni probabilità, il guadagno di flessibilità dell'uno non è del tutto neutro rispetto a tutti gli altri.

In altri termini, non è scontato che la maggior capacità di un soggetto di comportarsi flessibilmente, non imponga agli altri di farsi carico del costo della sua flessibilità. Il che, altrimenti tradotto, significa che il mantenimento di una condizione di flessibilità da parte di un'impresa scarica sul sistema degli attori esterni una domanda di flessibilità.

Paradossalmente, quindi, quando un'organizzazione persegue maggiore flessibilità, essa sta spesso solo assumendo un maggior grado di rigidità, trasferendo ad altri attori il carico di adattabilità e versatilità richiesta dalle nuove condizioni del competere.

Gli esempi non mancano: dall'impresa vuota che sposta sul proprio sistema di fornitura il carico degli investimenti in tecnologia, riservandosi il diritto di disegno dell'innovazione (ma non pagandone direttamente le conseguenze economico finanziarie) e di orchestrator; alle forme reticolari che scaricano sugli anelli estremi della galassia produttiva e commerciale il costo dell'adattamento alle dinamiche della domanda e della competizione.

La flessibilità presa alla leggera può essere dunque fonte di numerosi equivoci e semplificazioni.

Sul piano della progettazione delle organizzazioni, la semplificazione più grave consiste nel ridurre il problema ad una mera equivalenza "flessibilità = deburocratizzazione". Infatti, se è vero che le patologie burocratiche hanno creato condizioni di rigidità; lo è altrettanto che la semplice rinuncia alla certezza della burocrazia (le regole, le procedure, il sistema di "tribunali" interni costituito dalla scala gerarchica) non consente da sè un rinnovamento delle organizzazioni, quanto piuttosto una condizione diffusa di arbitrio potenziale, non controbilanciato da una "certezza del diritto" organizzativo.

In tale situazione il rischio maggiore è che la domanda iniziale di flessibilità si risolva in catene di flessibilità-rigidità nelle quali le parti forti possono "irrigidirsi" attorno alla propria area d'azione core, mentre gli anelli deboli sono chiamati a farsi carico della domanda di flessibilità del sistema.

Ogni riflessione sulla dimensione etica della flessibilità non può prescindere dalle conseguenze della flessibilità scaricata; e dal costo umano che questo comporta.

Con alcune precauzioni necessarie, che tengono conto della natura della transazione istituita, ma con un tratto assoluto su cui riflettere: la flessibilità, se esasperata, è una potenziale fonte di incertezza, dunque di stress, dunque di riduzioni nella qualità della prestazione. O, di converso, per poter mantenere un'elevata qualità della prestazione in condizioni di elevata incertezza occorre sostituire le certezze contrattuali con asimmetrie di potere negoziale delle parti.

La più neutrale delle posizioni riguarda i livelli più alti della gerarchia aziendale, dove la la flessibilità prende la veste del temporary management. Esso rappresenta la risposta dell'organizzazione ad un duplice bisogno di: mantenimento di una professionalità tecnica intatta e sempre aggiornata, senza il rischio di un appiattimento della stessa alle routine e alle inerzie della vicenda organizzativa; e di riduzione dei costi a tempo indeterminato.

In un certo senso, questa soluzione risponde ad una domanda parallela a quella di consulenza. La consulenza consente di distribuire sul mercato i costi di

saturazione di capacità intellettuali; il temporary management attribuisce a questo fabbisogno una dimensione spazio-temporale che tiene conto dei ritmi naturali di sviluppo dell'impresa, nonché della varietà delle competenze richieste per governare la varietà delle contingenze organizzative. Tale visione è coerente con quella del sistema organizzativo come sistema di competenze in continua evoluzione.

Diverso è il discorso dell'assorbimento dell'incertezza della domanda di prodotti/servizi generata del mercato. Senza volerci inerpicare nella permanente polemica "saturazione dell'esistente creazione di nuova occupazione", la realtà corrente mostra una situazione paradossale totalmente sbilanciata verso il primo corno del trade-off, secondo una prassi ricorrente nelle economie fordiste: la massima utilizzazione degli impianti con la minimizzazione dei costi strutturali.

Questo è particolarmente vero per le imprese industriali in cui la paura della recessione è tale da non indurre a nuovo irrigidimento dell'organismo personale, mentre l'andamento positivo della domanda richiede di far fronte ad una domanda crescente di capacità di lavoro. In molti casi, questo ha significato un ampio ricorso allo strumento degli straordinari (con punte di 20 turni settimanali - tre turni al giorno dal lunedì al sabato e due turni alla domenica).

Dunque, flessibilità richiesta ai dipendenti sul tempo di lavoro, scontata in una minor flessibilità consentita alle persone sul fronte della propria vita privata.

Diverso ancora è il caso dei settori di servizio attraversati dal ricorso massiccio al part-time e all'impiego delle cosiddette "fasce deboli" (donne, studenti, immigrati extra-comunitari).

Il fenomeno è particolarmente evidente in settori come la ristorazione "veloce" o la grande distribuzione dove il part-time è strutturale. In questi casi, l'uso del part-time consente turni più serrati in presenza di elevata anomia, nonché di non investire in programmi di arricchimento delle mansioni o in programmi di gestione della risorsa umana che tengano conto di piani di sviluppo.

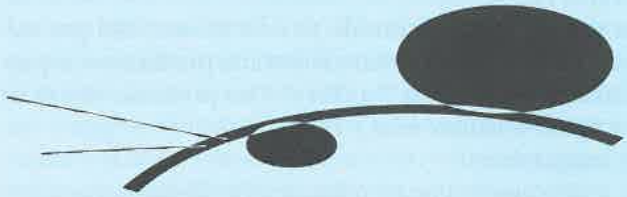
Sulla valenza organizzativa di queste strategie non è possibile obiettare alcunché, essendo percorsi quasi-necessari per bilanciare la instabilità della domanda, i picchi giornalieri e settimanali, con il contenimento dei costi strutturali. Anzi, se proprio si vuole cercare anche una spiegazione "sociale", il frazionamento del tempo, e l'uso massiccio di risorse altamente volatili (ad esempio, gli studenti) consente di optare per una soluzione di mercato secondario del lavoro, limando, ad esempio, l'identificazione delle persone con l'azienda.

Rimangono alcune zone d'ombra sulle conseguenze "psicologiche" di una simile organizzazione del lavoro: lo scambio di certezza tra datore di lavoro e dipendente, sia sotto il profilo retributivo, sia sotto quello della stabilità occupazionale; l'accentuarsi di fenomeni di stress, imposto da ritmi elevati e mansioni ripetitive; lo stravolgimento degli orari di vita, quando il part-time diventa verticale o in forma di monte-ore a disposizione del datore di lavoro. Rimane, infine, una perplessità di fondo in merito al rischio che tali manovre, soprattutto sul fronte industriale, possano soffocare l'innovazione organizzativa, attraverso la ricerca di una flessibilità "povera", poco sensibile, cioè, agli spazi di sviluppo delle strutture e dei meccanismi e delle tecnologie.

La sfida per il management nella flessibilità è perciò duplice: morale e organizzativa nel senso più nobile del termine. Una sfida che si consuma a tre livelli: l'accettazione della segmentazione come azione economica, della polimorfia come regola e del management della diversità come strategia.

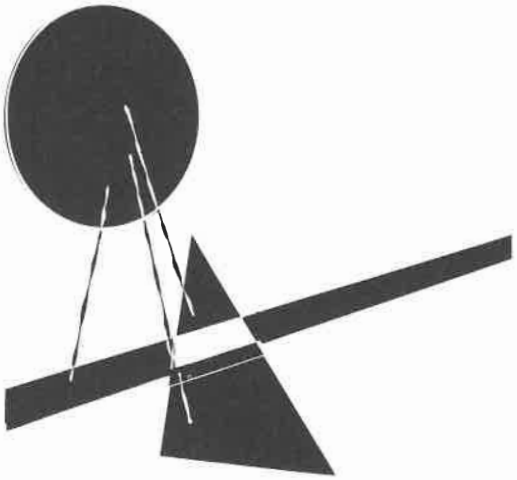
Una sfida non risolvibile con la semplice declinazione delle leve e delle possibilità, ma piuttosto con la definizione di strategie sistemiche, anche a livello di politiche sociali, che evitino di sfuggire alla valutazione delle diseconomie esterne generate da un ricorso massiccio e non regolato agli strumenti della flessibilità.

E' troppo fresca la crisi di sistemi altamente flessibili, come il Giappone, per non lasciarci un'eredità di riflessioni; sono troppo violenti gli effetti di parole d'ordine come "liberalizzazione a tutti i costi" su sistemi solidi (come quello statunitense sotto la spinta reaganiana) per non farci pensare alla necessità di una nuova epoca della ragione socio-economica, in cui mediare la ragionevole irragionevolezza delle parti forti, con la irragionevole ragionevolezza di quelle deboli. Per trasformare la flessibilità da minaccia in opportunità.



va/offensiva si riscontra anche studiando la flessibilità del servizio (Correa e Gianesi, 1994); è possibile cercare di gestire le fonti di incertezza e variabilità (attraverso opportune tecniche previsionali, sconti sulle prenotazioni ecc.) oppure affrontare l'incertezza e la variabilità attraverso la flessibilità (riguardo alla gamma dei servizi offerti, ai tempi e ai luoghi di fornitura, alla confezione e ai servizi accessori ecc).
La flessibilità può anche avere la funzione di permettere il conseguimento di altre prestazioni. Slack (1987), oltre a sostenere che la flessibilità non è comunque una prestazione richiesta in equal misura in contesti competitivi diversi e per diverse modalità produttive, fa notare come essa non sia fine a se stessa e non conduca direttamente a risultati misurabili in termini economici, ma sia strumentale per conseguire altre prestazioni, e quindi venga giudicata per l'impatto che ha sulle medesime; la flessibilità può essere uno strumento per migliorare:
- l'affidabilità delle consegne (vi sono coinvolti soprattutto i responsabili degli acquisti, della qualità e della programmazione);
- la produttività degli impianti e della mano d'opera (interessa i responsabili della produzione);
- la capacità di essere "customer-oriented" (interessa soprattutto gli uomini del marketing, della ricerca e sviluppo e della progettazione).

Una tesi analoga è sostenuta da Da Villa (1991), in relazione alle prestazioni:
- servizio al mercato;
- contenimento del circolante;
- contenimento dei costi logistici.
Gerwin (1987) correla la prestazione di flessibilità ai benefici economici conseguenti ad un aumento delle vendite e della soddisfazione del cliente.
Infine - come già detto con riferimento alla "strategia di riduzione/contenimento dell'incertezza" (Gerwin, 1993) - la flessibilità può addirittura non essere perseguita, e i managers trovare soluzioni alternative (Slack, 1987): sul fronte esterno, cercando di stabilizzare per quanto possibile la domanda; sul fronte interno, ricorrendo a tecniche quali ad esempio la manutenzione preventiva, e - anche qualora si rendesse necessario possedere una certa flessibilità operativa - comunque richiederla primariamente ai soggetti esterni con cui l'impresa interagisce (fornitori, terzisti ecc.).
La soluzione tradizionale per far fronte alle perturbazioni è quella di isolare il sistema produttivo, o parti di esso, attraverso "buffers", che possono essere di tre tipi (Newman et al., 1993):
1) magazzini;
2) sovracapacità produttiva, anche detta "capacità di riserva";
3) "lead times" sovrastimati.
Il ruolo che possono assumere gli "ammortizzatori" nella gestione dell'incertezza, relativamente al funzionamento dei sistemi operativi aziendali, è trattato da Caputo (1994).



7 - Conclusioni

A valle della rassegna della letteratura, ci sembra utile fare delle brevi considerazioni conclusive sviluppate attorno ad un filo conduttore che attraversi i vari aspetti trattati (dalla definizione di flessibilità alle leve per ottenerla, dai modi di intenderla alla classificazione, dalle determinanti alla misurazione).
La flessibilità va distinta innanzi tutto tra flessibilità di stato e flessibilità d'azione (Mandelbaum, 1978). La prima è la capacità di funzionare nonostante il cambiamento delle condizioni operative. La seconda è la capacità di intraprendere azioni a fronte del cambiamento, in particolare di passare da uno stato d'esercizio ad un altro, con brevi transitori e a bassi costi.
Slack (1987) riprende questi concetti proponendo una flessibilità di "range" e una flessibilità di "risposta", sottolineando come la prima sia una flessibilità di natura sostanzialmente statica ("range" degli stati possibili), mentre la seconda di natura dinamica (tempo di risposta).
Mariotti (1989) propone di distinguere tra "controllo omeostatico", ovvero capacità di conservazione dello stato presente a fronte di cambiamenti esogeni, "adattamento inter-temporale e all'informazione" (dove gli attori sono sempre passivi ma in grado di dare "valore alle opzioni" e modificare tale "valore" nel tempo) ed "efficienza dinamica" (se gli attori sono in grado di influenzare i mutamenti esterni).
Vari autori convergono quindi su una distinzione tra

flessibilità di natura "statica" e di natura "dinamica". Al crescere della complessità del sistema l'importanza della seconda rispetto alla prima diventa maggiore. Il concetto di complessità è collegato a due dimensioni: l'incertezza ed il tempo. L'incertezza può essere (Simon, 1976): informativa (carenza di informazioni) e cognitiva (limiti soggettivi degli agenti nel prendere decisioni). Il tempo interviene in termini di sequenzialità (per la irreversibilità delle decisioni) e di cumulatività (per l'accumulo di conoscenze in grado di migliorare la prestazione decisionale).

La distinzione tra flessibilità statica e dinamica consente di discernere anche tra le leve per ottenere la flessibilità stessa. Le leve per acquisire flessibilità statica sono riconducibili sostanzialmente a quelle tecnologico-impiantistiche (come i sistemi automatici per la produzione flessibile, i quali vengono progettati una volta definiti ex-ante i gradi di libertà del sistema), mentre le leve per conseguire flessibilità dinamica sono ascrivibili a quelle classificate come organizzativo-gestionali.

La flessibilità acquisita mediante impianti automatici presenta limiti notevoli: è ottenuta presupponendo un patrimonio informativo costante e un'assenza di apprendimento. Uno dei primi autori a concettualizzare questo limite è stato Schonberger (1986) che con il termine "automazione frugale" ha voluto sottolineare come la flessibilità non va intesa tanto come capacità di produrre un numero elevato di codici diversi in bassi volumi unitari, quanto piuttosto come la capacità di muoversi da una produzione efficiente ad un'altra altrettanto efficiente attraverso soprattutto leve organizzativo-gestionali, richiedendo minori investimenti in capitale fisso (donde l'attributo di "frugale").

L'enfasi si sposta cioè da una flessibilità statica, incorporata in impianti automatizzati ed integrati, ad una flessibilità dinamica intesa come flessibilità "inter-temporale" ottenuta con macchine meno sofisticate che lasciano spazi maggiori all'impresa per sfruttare in pieno il processo di apprendimento sui processi e sui prodotti e per percorrere traiettorie innovative in relazione a nuove e non prevedibili esigenze del mercato.

La maggiore potenzialità al cambiamento derivante dai maggiori gradi di libertà decisionali dell'impresa, ottenute grazie a maggiori conoscenze sui contesti interni ed esterni, conducono a considerare la flessibilità innanzi tutto come priorità competitiva o fattore critico di successo.

L'importanza di una produzione dinamica (e cioè di una flessibilità dinamica) ottenuta grazie a processi di apprendimento (leve organizzativo-gestionali) è sottolineata da autori come Hayes, Wheelwright e Clark (1988) che sintetizzano in modo brillante, nel titolo di un loro famoso libro, il concetto della dinamicità in relazione all'apprendimento: "Dynamic Manufacturing - Creating the Learning Organization".

L'ambito d'intervento entro cui azionare le leve operative (progettuali-tecnologiche oppure organizzativo-gestionali) è sia interno che esterno all'impresa. Ciò richiama sia la cosiddetta classificazione verticale della flessibilità articolata a livello di risorse, funzioni, azienda e "network" (Gerwin, 1987; Mair, 1994), sia la cosiddetta classificazione orizzontale della flessibilità, articolata secondo lo schema della catena operativa del valore con azioni su approvvigionamenti, progettazione, produzione e distribuzione (Kim, 1991). A tale riguardo va segnalato che l'integrazione operativa con i fornitori è considerata da autori come Kumpe e Bolwijn (1988) uno dei modi più efficaci per conseguire flessibilità produttiva.

Le azioni interne sulle fasi di progettazione e produzione volte ad ottenere flessibilità possono percorrere strade tradizionali come sovracapacità progettuali-produttive e sovrascorte a tutti i livelli: materie prime, semilavorati e prodotti finiti (Newman et al., 1993), oppure vie più innovative come attivazione di programmi quali Just-in-Time, Concurrent Engineering e Total Quality Management.

Per quanto attiene alle determinanti di flessibilità esse sono riconducibili a variabili quali l'incertezza crescente della domanda, la durata sempre più breve dei cicli di vita dei prodotti e delle tecnologie, la gamma produttiva sempre più ampia, la personalizzazione dei prodotti sempre più spinta, i tempi di consegna sempre più brevi. Di conseguenza la flessibilità, intesa questa volta come prestazione, può essere richiesta rispetto a variabili quali volumi di produzione, mix, introduzione di nuovi prodotti, ecc., come analizzato trattando della classificazione della flessibilità per oggetto della variazione; questo richiede un'analisi dei "trade-off" fra prestazioni (Bartezzaghi, 1991) in sede di scelte di configurazione e di funzionamento del sistema produttivo. Un argomento fondamentale come quello della misurazione della flessibilità, vede ancora grandi spazi per la ricerca. Infatti non sono ancora sufficientemente accettate alcune operazionalizzazioni proposte riguardo alla misurazione dei livelli di flessibilità: sia indicatori diretti o indiretti (come quelli che considerano i valori delle determinanti di flessibilità) che indicatori di sintesi.

In conclusione l'analisi della letteratura evidenzia un quadro articolato e complesso, con questioni ancora aperte, la cui sistematizzazione complessiva richiede un maggior sforzo di ricerca sia teorica (volta a formulare schemi concettuali unitari) che empirica (finalizzata a validare le numerose tesi presentate).

BIBLIOGRAFIA CITATA

Azzone G., «La valutazione degli investimenti», in Bertelè U. (a cura di), *Le nuove tecnologie per le decisioni di impresa,* MIP - Politecnico di Milano, 1989.

Azzone G., *Innovare il sistema di controllo di gestione,* ETAS libri, Milano, 1994.

Azzone G., Bertelè U., «Measuring the Economic Effectiveness of Flexible Automation: A New Approach», *International Journal of Production Research,* vol.27, n°5, pg.735-746, 1989.

Azzone G., Bertelè U., «Techniques for Measuring the Economic Effectiveness of Automation and Manufacturing Systems», in Leondes C. T. (ed.), *Control and Dynamic Systems,* Academic Press, San Diego, CA, 1991.

Azzone G., Rangone A., «La misura delle prestazioni in contesti innovativi», *Atti del 4° Convegno Nazionale AiIG,* Roma, 1993.

Babbar S., Rai A., «Computer Integrated Manufacturing: An Implementation Framework», *International Journal of Operations & Production Management,* vol.10, n°1, pg.42-50, 1990.

Barad M., Sipper D., «Flexibility in Manufacturing Systems: Definitions and Petri Net Modelling», *International Journal of Production Research,* vol.26, n°2, pg.237-248, 1988.

Bartezzaghi E., *Il sistema produttivo: introduzione,* Enciclopedia dell'azienda, Pirola, Milano, 1991.

Bartezzaghi E., Turco F., «The Impact of Just-in-time on Production System Performance: An Analitical Framework», *International Journal of Operations & Production Management,* vol.9, n°8, pg.40-62, 1989.

Bartlett C.A., Ghoshal S., *Managing Across Borders,* Harvard Business School Press, Boston, MA, 1989.

Bellandi G., Chiavaccini R., Pratali P., «La gestione dei sistemi aziendali: un approccio operativo alla valutazione di performance», *Atti del 5° Convegno Nazionale AiIG "Leve strategiche nei mercati integrati",* Napoli, 1994.

Benjaafar S., «Flexibility and Performance of Manufacturing Systems», in Orpana V., Lukka A. (eds.), *Production Research* 1993, Elsevier, 1993.

Bessant J., Haywood B., «Flexibility in Manufacturing Systems», *Omega,* vol.14, n°6, pg.465-473, 1986.

Brandolese A., «Flessibilità e versatilità nei sistemi produttivi», *Economia & Management,* vol.16, 1990.

Brandolese A., Pozzetti A., Sianesi A., *Gestione della produzione industriale,* Hoepli, Milano, 1991.

Brill P.H., Mandelbaum M., «On Measures of Flexibility in Manufacturing Systems», *International Journal of Production Research,* vol.27, pg.747-756, 1989.

Browne J., Dubois D., Rathmill K., Sethi S.P., Stecke K.E., «Classification of Flexible Manufacturing Systems», *The FMS Magazine,* vol.2, n°2, pg. 114-117, 1984.

Buffa E.S., *Meeting the Competitive Challenge: Manufacturing Strategy of US Companies,* Irwin, Homewood, IL, 1984.

Buzacott J.A., «The Fundamental Principles of Flexibility in Manufacturing Systems», *Proceedings of the 1th International Congress on Flexible Manufacturing Systems,* pg.13-22, Brighton, England, 1982.

Buzacott J.A., Shanthikumar J.G., «Models for Understanding Flexible Manufacturing Systems», *AIIE Transactions,* n°12, pg.339, 1980.

Buzacott J.A., Yao D.D., «Flexible Manufacturing Systems: A Review of Analytical Models», *Management Science,* vol.32, n°7, pg.890-905, 1986.

Caputo M., «Incertezza, flessibilità ed ammortizzatori», *Logistica Management,* pg.59-69, maggio 1994.

Carlsson B., «Flexibility and the Theory of the Firm», *International Journal of Industrial Organization,* vol.7, pg.179-203, 1989.

Carlsson B., «Management of Flexible Manufacturing», *Omega,* vol.20, n°1, pg.11-22, 1992.

Chambers S., «Flexibility in the Context of Manufacturing Strategy», in Voss C.A. (ed.), *Manufacturing Strategy - Process and Content,* Chapman & Hall, London, 1992.

Chatterjee A., Coehn M.A., Maxwell W.L., Miller L.L., «Manufacturing Flexibility: Models and Measurement», in Stecke K.E., Suri R. (eds.), *Proceedings of the 1th ORSA/TIMS Special Interest Conference on Flexible Manufacturing Systems,* pg.49-64, Ann Arbor, MI, august 1984.

Chen I.J., Calantone R.J., Chung C.H., «The Marketing-Manufacturing Interface and Manufacturing Flexibility», *Omega,* vol.20, n°4, pg.431-443, 1992.

Colombo M.G., Mariotti S., «Automazione e diffusione: modelli interpretativi», in Mariotti S., Cainarca G.C., Colombo M.G. (a cura di), *Automazione, flessibilità e integrazione,* Istituto Macchine Utensili - CNR, Milano, 1988.

Colombo M.G., Mariotti S., «Note economiche sull'automazione flessibile», *Economia e Politica Industriale,* vol.48, pg.61-94, 1985.

Correa H.L., *Managing Unplanned Change,* Avebury London, 1994.

Correa H.L., Gianesi I.G.N., «Service Operations Flexibility», *1th EOMA Conference,* pg.385-390, Cambridge University Press, 1994.

Cox T., «Towards the Measurement of Manufacturing Flexibility», *Production & Inventory Management Journal,* pg.68-89, first quarter 1989.

Da Villa F., *Logistica manifatturiera,* ETAS libri, Milano, 1991.

De Meyer A., Nakane J., Miller J., Ferdows K., «Flexibility: The Next Competitive Battle», *Strategic Management Journal*, vol.10, pg.135-144, 1989.
De Toni A., *Problemi di gestione e controllo degli FMS*, Tesi di Dottorato, Università di Padova, 1986.
De Toni A., Zipponi L., «Operating Levels in Product and Process Design», *International Journal of Operations & Production Management*, vol.11, n°6, pg.38-54, 1991.
De Toni A., Tonchia S., «Lean Organization, Management-by-process and Performance Measurement», *International Journal of Operations & Production Management*, vol.16, n°2, pg.224-240, 1996.
De Toni A., Tonchia S., «Strategie di produzione e prestazioni: un'analisi critica», *Finanza Marketing e Produzione*, anno XIV, n°1, pg.181-204, 1996.
de Groote X., «Flexibility and Marketing/Manufacturing Coordination», *International Journal of Production Economics*, vol.36, n°2, 1994.
Dixon J.R., Nanni A.J. jr., Vollmann T.E., *The New Performance Challenge (Measuring Operations for World-Class Competition)*, Irwin, Homewood, IL, 1990.
Ettlie J.E., Penner-Hahn J.D., «Flexibility Ratios and Manufacturing Strategy», *Management Science*, vol.40, n°11, pg.1444-1454, 1994.
Fiegenbaum A., Karnani A., «Output Flexibility: A Competitive Advantage for Small Firms», *Strategic Management Journal*, vol.12, n°2, pg.101-114, 1991.
Frazelle E.H., «Flexibility: A Strategic Response in Changing Times», *Industrial Engineering*, march 1986.
Gerwin D., «Do's and Don'ts of Computerised Manufacture», *Harvard Business Review*, vol.60, n°2, pg.107-116, march/april 1982.
Gerwin D., «An Agenda for Research on the Flexibility of Manufacturing Processes», *International Journal of Operations & Production Management*, vol.7, n°1, pg.38-49, 1987.
Gerwin D., «Manufacturing Flexibility in the CAM Era», *Business Horizons*, vol.32, n°1, pg.78-84, 1989.
Gerwin D., «Manufacturing Flexibility: A Strategic Perspective», *Management Science*, vol.39, n°4, pg.395-410, 1993.
Gerwin D., Tarondeau J.-C., «International Comparisons of Manufacturing Flexibility», in Ferdows K. (ed.), *Managing International Manufacturing*, North-Holland, Amsterdam, 1989.
Goldhar J.D., Jelinek M., «Plan for Economies of Scope», *Harvard Business Review*, vol.61, n°5, pg.141-148, nov./dec. 1983.
Goldhar J.D., Jelinek M., «Computer-Integrated Flexible Manufacturing: Organizational, Economic and Strategic Implications», *Interfaces*, vol.15, n°3, pg.94-105, 1985.
Graham M., Rosenthal S., «Flexible Manufacturing Systems Require Flexible People», *Human Systems Management*, vol.6, pg.211-222, 1986.
Gupta D., Buzacott J.A., «A Framework for Understanding Flexibility of Manufacturing Systems», *Journal of Manufacturing Systems*, vol.8, n°2, pg.89-97, 1989.
Gupta Y.P., Goyal S., «Flexibility of the Manufacturing Systems: Concepts and Measurement», *European Journal of Operations Research*, vol.43, pg.119-135, 1989.
Gupta Y.P., Somers T.M., «The Measurement of Manufacturing Flexibility», *European Journal of Operational Research*, vol.60, pg.166-182, 1992.
Gustavsson S.O., «Flexibility and Productivity in Complex Production Processes», *International Journal of Production Research*, vol.22, n°5, pg.801-808, 1984.
Harrison M., *Operations Management Strategy*, Pitman Publ., London, 1993.
Hayes R.H., Wheelwright S.C., Clark K.B., *Dynamic Manufacturing (Creating the Learning Organization)*, The Free Press, New York, 1988.
Hill T., *Manufacturing Strategy - Text and Cases*, Irwin, Homewood, IL, 1989.
Hill T., Chambers S., «Flexibility: A Manufacturing Conundrum», *International Journal of Operations & Production Management*, vol.11, n°2, pg.5-13, 1991.
Hundy B.B., Hamblin D.J., «Risk and Assessment of Investment in New Technology», *International Journal of Production Research*, vol.26, n°11, 1988.
Hutchinson G.K., Holland J.R., «The Economic Value of Flexible Automation», *Journal of Manufacturing Systems*, vol.1, n°2, 1982.
Hyun J.H., Ahn B.H., «A Unifying Framework for Manufacturing Flexibility», *Manufacturing Review*, vol.5, n°4, pg.251-260, 1992.
Jaikumar R., «Post-Industrial Revolution», *Harvard Business Review*, nov./dec. 1986.
Kaighobadi M., Venkatesh K., «Flexible Manufacturing Systems: An Overview, *International Journal of Operations & Production Management*», vol.14, n°4, pg.26-49, 1994.
Kim C., «Issues on Manufacturing Flexibility», *Integrated Manufacturing Systems*, vol.2, n°2, pg.4-13, 1991.
Kumar V., «Entropic Measures of Manufacturing Flexibility», *International Journal of Production Research*, vol.25, pg.7, pg.957-966, 1987.
Kumpe T., Bolwijn P.T., «Manufacturing: The New Case for Vertical Integration», *Harvard Business Review*, march/april 1988.
Lanzara R., *Le strategie di flessibilità produttiva*, Giappichelli Editore, Torino, 1988.
Lim S.H., «Flexible Manufacturing Systems and Ma-

nufacturing Flexibility in the United Kingdom», *International Journal of Operations & Production Management,* vol.7, n°6, pg.44-54, 1987.
Lynch R.L., Cross K.F., Measure Up! *(Yardsticks for Continuous Improvement),* Blackwell, Cambridge, MA, 1991.
Macbeth D.K., «The Flexible Manufacturing Mission: Some Implications for Management», *International Journal of Operations & Production Management,* vol.5, n°1, pg.26-31, 1985.
Macbeth D.K., «Flexible Manufacturing: The Hope for European Industry?», *European Management Journal,* vol.3, n°1, pg.27-32, 1985.
Mair A., «Honda's Global Flexifactory Network», *International Journal of Operations & Production Management,* vol.14, n°3, pg.6-23, 1994.
Mandelbaum M., *Flexibility in Decision Making: An Exploration and Unification,* Doctoral Dissertation, Dept. of Industrial Engineering, University of Toronto, Canada, 1978.
Mandelbaum M., Buzacott J.A., «Flexibility and Its use: A Formal Decision Process and Manufacturing View», *Proceedings of the 2nd ORSA/TIMS Special International Conference on Flexible Manufacturing Systems,* pg.119-130, Ann Arbor, MI, 1986.
Mandelbaum M., Buzacott J.A., «Flexibility and Decision Making», *European Journal of Operations Research,* vol.44, n°1, pg.17-27, 1990.
Mariotti S., «Efficienza, rapporti fra imprese ed automazione flessibile», in Mariotti S., Cainarca G.C., Colombo M.G., Raimondi A. (a cura di), *L'impatto dei sistemi di automazione flessibile sulla struttura industriale e sui rapporti fra imprese,* Mediocredito Lombardo, Milano, 1989.
Mariotti S., «Flessibilità: lezioni e limiti della "lean production"», *Economia & Management,* n°2, pg.30-43, 1995.
Merchant M.E., «Current Status of and Potential for Automation in the Metal Working Manufacturing Industry», *Annals of CIRP,* vol.32, n°2, 1983.
Miller J.G., De Meyer A., Nakane J., *Benchmarking Global Manufacturing,* Irwin/APICS, Homewood, IL, 1992.
Mills D.E., «Demand Fluctuations and Endogeneous Firm Flexibility», *Journal of Industrial Economics,* n°33, 1984.
Miltenburg G.J., «Economic Evaluation and Analysis of Flexible Manufacturing Systems», *Engineering Costs and Production Economics,* n°12, pg.79-92, 1987.
Nakane J., Hall R.W., *Flexibility Manufacturing Battlefield in the 90s,* Association for Manufacturing Excellence, Chicago, 1990.
Nakane J., Hall R.W., «Holonic Manufacturing: Flexibility - The Competitive Battle in the 1990s», *Production Planning & Control,* vol.2, n°1, pg.2-13, 1991.
Nelson C.A., «A Scoring Model for Flexible Manufacturing Systems Project Selection», *European Journal of Operational Research,* n°24, pg.346-359, 1986.
Newman W.R., Hanna M., Maffei M.J., «Dealing with the Uncertainties of Manufacturing: Flexibility, Buffers and Integration», *International Journal of Operations & Production Management,* vol.13, n°1, pg.19-34, 1993.
Oelve N.G., «Appropriate Corporate Scope: The Concept and Its Consequences for Management», *EIASM International Conference on Economies of Scope,* Brussels, may 1985.
Pagliarani G., *Il sistema operativo nelle aziende industriali,* CEDAM, Padova, 1983.
Palaniswami S., «Measuring and Managing Flexibility: A Strategic Weapon for Manufacturing Firms», *8th International Working Seminar on Production Economics,* vol.3, pg.479-489, Innsbruck, 1994.
Piacentini P., Schiattarella R., «La rilevanza delle flessibilità interne ed esterne: dall'approccio macroeconomico ad un'analisi comportamentalistica per tipologia di impresa», in *La flessibilità nell'impresa e nel mercato del lavoro: Teoria e verifiche empiriche,* Fondazione G. Brodolini, Roma, 1988.
Porter M., *Competitive Advantage: Creating and Substaining Superior Performance,* The Free Press, New York, 1985.
Saraceno P., *La produzione industriale,* Libreria Universitaria Editrice, Venezia, 1978.
Schonberger R.J., *World Class Manufacturing (The Principles of Simplicity Applied),* The Free Press, New York, 1986.
Sciarelli S., *L'impresa flessibile,* CEDAM, Padova, 1987.
Sethi A.K., Sethi S.P., «Flexibility in Manufacturing: A Survey», *International Journal of Flexible Manufacturing Systems,* vol.2, n°4, pg.289-328, 1990.
Silvestro R., «The Measurement of Service Flexibility», *8th OMA Conference,* Warwick, 1993.
Simon H.A., «From Substantive to Procedural Rationality», in Lattis S.J. (ed.), *Method and Appraisal in Economics,* Cambridge University Press, Cambridge, 1976.
Skinner W., *Manufacturing: The Formidable Competitive Weapon,* John Wiley & Sons, New York, NY, 1985.
Slack N., «Flexibility as a Manufacturing Objective», *International Journal of Operations & Production Management,* vol.3, n°3, pg.4-13, 1983.
Slack N., «The Flexibility of Manufacturing Systems», *International Journal of Operations & Production Management,* vol.7, n°4, pg.35-45, 1987.

Slack N., «Manufacturing Systems Flexibility: An Assessment Procedure», *Computer Integrated Manufacturing Systems*, vol.1, n°1, pg.25-31, 1988.
Slack N., Correa H., «The Flexibility of Push and Pull», *International Journal of Operations & Production Management*, vol.12, n°4, pg.82-92, 1992.
Son Y.K., Park C.S., «Economic Measures of Productivity Quality and Flexibility in Advanced Manufacturing Systems», *Journal of Manufacturing Systems*, vol.6, n°3, pg.193-206, 1987.
Stigler G.J., «Production and Distribution in the Short Run», *Journal of Political Economy*, vol.47, n°3, pg.305-327, 1939.
Suarez F.F., Cusumano M.A., Fine C.H., *Flexibility and Performance: A Literature Critique and Strategic Framework*, working paper #50-91, Sloan School of Management, MIT, Cambridge, MA, 1991.
Suri R., «An Overview of Evaluative Models for Flexible Manufacturing Systems», *Annals of Operations Research*, n°3, pg.13, 1985.
Swamidass P.M., Manufacturing Flexibility, Operations *Management Association, Monograph* n°2, Waco, TX, january 1988.
Swamidass P.M., Newell W.T., «Manufacturing Strategy, Environmental Uncertainty and Performance: A Path Analytic Model», *Management Science*, vol.33, n°4, pg.509-524, 1987.
Tonchia S., *Cos'è e come si misura la flessibilità della produzione*, Collana Studi e Ricerche, n°5, Istituto di Economia e Organizzazione Aziendale, Università di Udine, 1993.
Tonchia S., *Sistemi di misurazione delle prestazioni in produzione (Teoria ed evidenze empiriche sulla struttura, le caratteristiche e gli indicatori di prestazione)*, Tesi di Dottorato, Università di Padova, Febbraio 1995.
Upton D.M., «The Management of Manufacturing Flexibility», *California Management Review*, pg.72-89, winter 1994.
Upton D.M., «Flexibility as Process Mobility: The Management of Plant Capabilities for Quick Response Manufacturing», *Journal of Operations Management*, vol.12, n°3-4, pg.205-224, 1995.
Valletti T., Cantamessa M., Rossetto S., «Il capital-back per la scelta degli investimenti in tecnologie avanzate», *Atti del 1° Convegno della Associazione Italiana di Tecnologia Meccanica (AITEM)*, pg.309-316, Ancona, 1993.
Warnecke H.-J., Bullinger H.J., Koelle J.H., «German Manufacturing Industry Approaches to Increasing Flexibility and Productivity», *Proceedings of the World Productivity Congress*, Detroit, MI, 1981.
Warnecke H.-J., Steinhilper R., *Flexible Manufacturing Systems*, IFS Publ., Bedford, UK, 1985.
Webster D., Tyberghein M., «Measuring Flexibility of Job Shop Layout», *International Journal of Production Research*, vol.18, n°1, 1980.
Yao D.D., «Material and Information Flows in Flexible Manufacturing Systems», *Material Flow*, n°2, pg.143-149, 1985.
Zelenovich D.M., «Flexibility: A Condition for Effective Production Systems», *International Journal of Production Research*, vol.20, n°3, pg.319, 1982.

L'ECO DELLA STAMPA
Agenzia di ritagli e informazioni da giornali e riviste

Come leggere più di 5000 testate con meno di 2000 lire al giorno?

Con l'esperienza maturata in 90 anni di attività "L'ECO" legge e ritaglia articoli e notizie — su qualsiasi nome o argomento di Vostro interesse — pubblicati da più di 100 quotidiani (e 120 loro edizioni locali), 600 settimanali, 350 quindicinali, 2.200 mensili e 2.000 altre testate periodiche.

per informazioni

INVIATECI UN FAX CON IL VS. INDIRIZZO AI NUMERI: (02) 76.110.346 - 76.111.051
ECOSTAMPA MEDIA MONITOR Via G. Compagnoni, 28 - 20129 Milano
Tel. (02) 76.110.307 - 76.110.698 - 76.110.122 - 76.110.638 - 76.111.392