

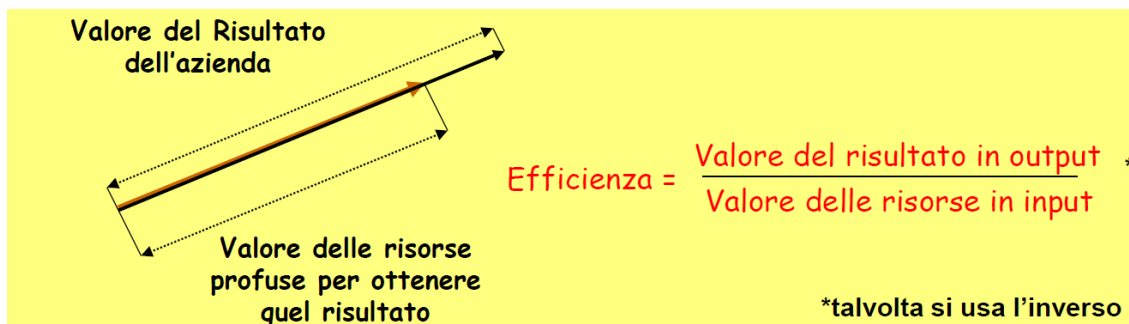
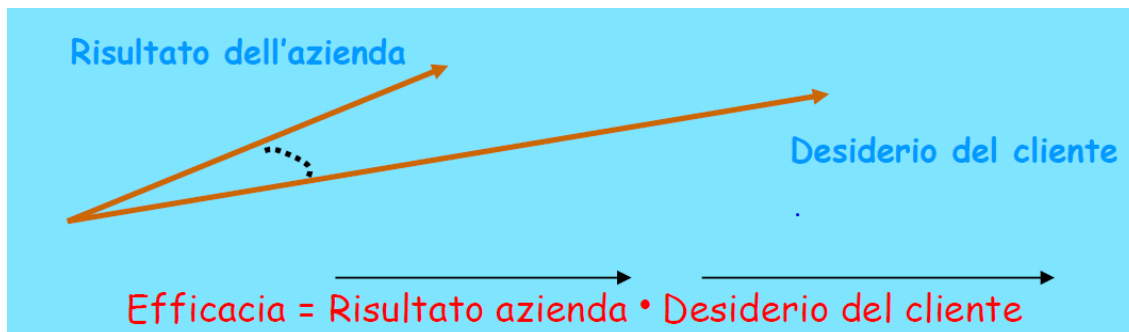
CARATTERISTICHE DEI SISTEMI PRODUTTIVI

Quadro delle prestazioni

Approfondiamo ora l'asse dei sistemi produttivi. Per poter parlare delle caratteristiche e delle peculiarità proprie di ciascuna tipologia di sistema produttivo, è necessario conoscere quali sono le "prestazioni" su cui essi sono misurati. È importante sottolineare che queste prestazioni non possono essere separate dal prodotto finale: ci sarà quindi una commistione con le caratteristiche del prodotto stesso. Prima di affrontare meglio le prestazioni definiamo due importanti termini:

- Efficacia = la capacità di rispondere alle necessità del cliente. Visualizziamo questo concetto come la proiezione del vettore "risultato dell'azienda" sul vettore "desiderio del cliente". Il resto è fatica persa, e quindi la differenza tra i due vettori è fatica persa.
- Efficienza = il rapporto tra il valore del risultato in output sul valore delle risorse in input, quantifica dunque la quantità di risorse utilizzate per realizzare quel dato prodotto.

Un impianto industriale deve essere efficace e dovrebbe essere anche efficiente, l'efficienza non è però sempre garantita.

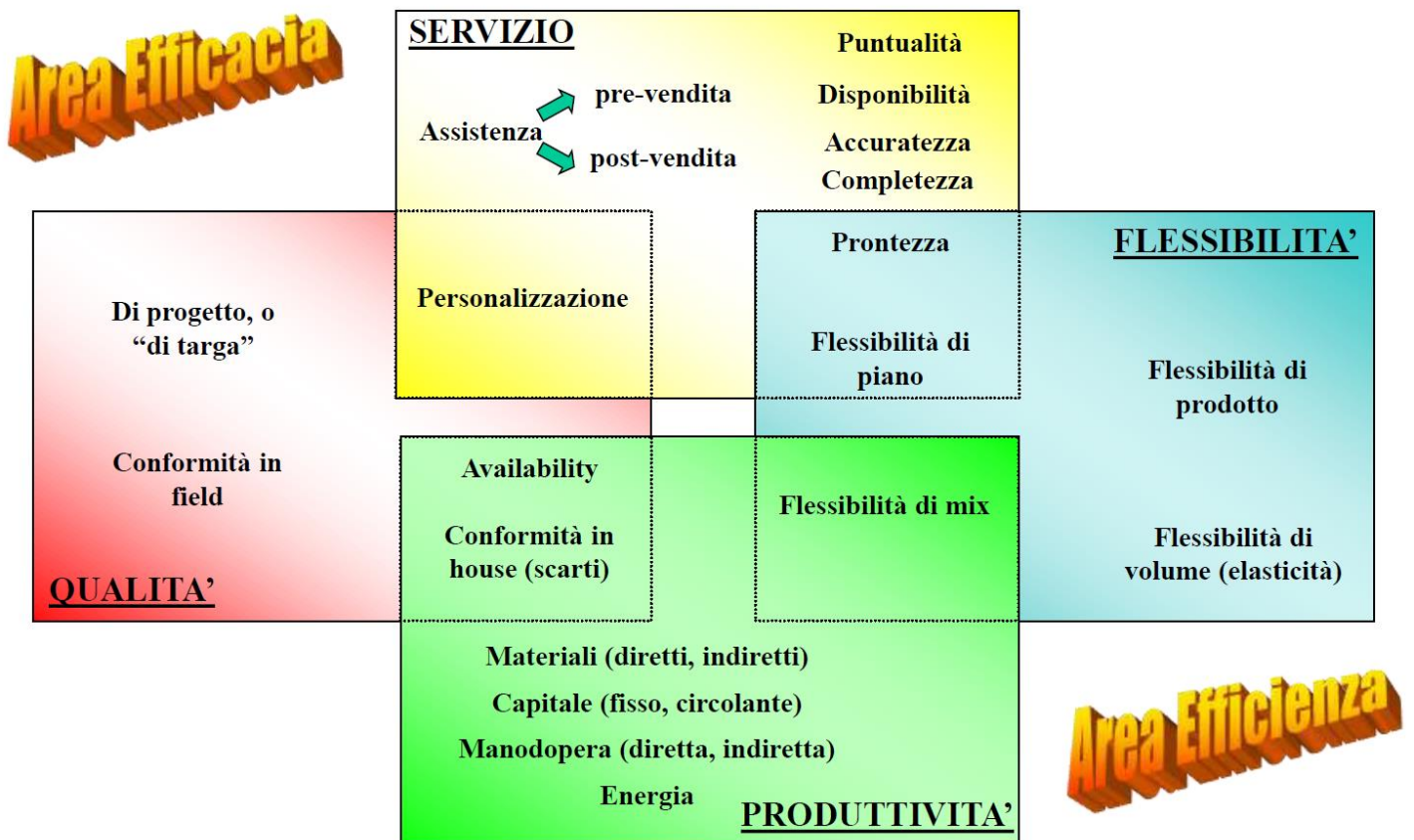


È possibile visualizzare le prestazioni mediante la rappresentazione sotto riportata. I riquadri presenti nel quadro sono 4 e quindi sono presenti 4 diverse prestazioni:

1. Servizio:

- Assistenza
- Personalizzazione
- Puntualità
- Disponibilità = disponibilità a magazzino o a consegna o ad accettare sempre una nova produzione
- Accuratezza = tra ordine fatto e prodotto consegnato tra ordine e merce consegnata.
- Completezza = se manca qualcosa alla merce consegnata rispetto l'ordine effettuato allora si parla di incompletezza
- Prontezza = nella risposta al mercato
- Flessibilità di piano = capacità di variare l'ordine nell'elenco degli oggetti da produrre oggi, in base a disponibilità di fornitori e clienti. La flessibilità dipende dunque dalla flessibilità stessa dei fornitori a monte

2. Qualità = conformità in house cioè scarti dunque occorre più materiale e più ore di lavoro per produrre lo stesso quantitativa di prodotto buono. Si rompe ancora prima di essere acquistato
 - Conformità in field = prodotto che viene fornito e si guasta quando è in mano al cliente stesso. Si rompe quando è già stato acquistato
 - Qualità di progetto o di targa = si presuppone che il prodotto abbia una qualità maggiore rispetto agli altri della stessa categoria
 - Personalizzazione = possibilità di avere delle caratteristiche scelte dal cliente stesso
 - Availability = disponibilità. È il tempo totale che l'impianto usa per produrre rispetto a quello pensato come operativo, cioè quello disponibile. Da idea del tempo che l'impianto rimane fermo a causa dei guasti
3. Flessibilità:
 - Prontezza = nella risposta al mercato
 - Flessibilità di piano = capacità di variare l'ordine nell'elenco degli oggetti da produrre oggi, in base a disponibilità di fornitori e clienti. La flessibilità dipende dunque dalla flessibilità stessa dei fornitori a monte
 - Flessibilità di mix = da valutare in termini di costi opportuni e costi di set up. Si definisce flessibile l'azienda che avendo ben progettato prodotti e il sistema produttivo ha abbattuto i costi di set up
 - Flessibilità di volume (elasticità) = capacità di modificare l'impianto in modo che sia in grado di produrre un volume maggiore. Dipende dalle sue caratteristiche tecniche e dalla capacità della proprietà di prevedere la capacità di espansione
 - Flessibilità di prodotto = tempo richiesto all'ingegnerizzazione e produzione del nuovo prodotto



4. Produttività:

- Flessibilità di mix = da valutare in termini di costi opportuni e costi di set up. Si definisce flessibile l'azienda che avendo ben progettato prodotti e il sistema produttivo ha abbattuto i costi di set up
- Availability = disponibilità. È il tempo totale che l'impianto usa per produrre rispetto a quello pensato come operativo, cioè quello disponibile. Da idea del tempo che l'impianto rimane fermo a causa dei guasti
- Conformità in house
- Materiali diretti o indiretti = Efficienza con cui si utilizzano queste risorse
- Capitale fisso o circolante (valore di scorte di materia prima, semilavorati e prodotti finiti che si hanno in azienda) = Efficienza con cui si utilizzano queste risorse
- Manodopera diretta o indiretta = Efficienza con cui si utilizzano queste risorse
- Energia = Efficienza con cui si utilizzano questa risorsa

Classificazione di sistemi produttivi per parti

Come abbiamo visto nell'asse produttivo sono presenti due tipi di produzioni: una per parte e una per processo. Continuiamo con l'approfondimento della produzione per parti che si suddivide in:

- Fabbricazione
- Assemblaggio

Ricordiamo che in una stessa fabbrica le due produzioni possono coesistere e non è detto che siano separate nettamente.

Sistemi di fabbricazione: Job shop

Tra i diversi sistemi di fabbricazione il primo che trattiamo è il job shop, detto anche sistema di fabbricazione per reparti. Il job shop è un sistema produttivo per reparti in cui le tecnologie vengono assiemate per affinità. Generalmente in questo tipo di sistema produttivo il volume produttivo viene di fatto suddiviso in lotti che vengono lavorati consequenzialmente, proprio per questo motivo non è corretto affermare che l'intero volume produttivo viene contemporaneamente lavorato. In questo sistema è inoltre possibile anche realizzare diversi prodotti che dunque potranno essere caratterizzati da un ordine di lavorazioni differenti; quando due diversi prodotti richiedono le stesse tecnologie ma utilizzate in ordine diverso si potrebbe presentare un problema secondo cui la produzione dei diversi prodotti va in conflitto con l'utilizzo delle risorse. Diretta conseguenza di questo sistema produttivo è la presenza di numerosi intreccio di flussi di produzione. Questi intrecci potrebbero comportare la formazione di code e quindi allungare notevolmente i tempi di attraversamento del sistema rispetto alla somma dei tempi tecnici. La formazione di code può anche essere dovuto al tempo e allo spazio necessario al trasporto dei prodotti. Si può anche presentare un altro problema relativo allo spazio di immagazzinamento dei componenti quindi sarà necessario prevedere, oltre al magazzino dei prodotti finiti, anche degli ampi spazi per immagazzinare la merce nelle fasi lavorative ogni volta cioè che si realizza un semilavorato, o WIP cioè work in progress. Maggiore è il numero di WIP maggiore sarà lo spazio necessario. Analizziamo ora i pregi di questo sistema di fabbricazione:

- Estrema flessibilità di prodotto e di mix = i macchinari presenti nei reparti sono generici e hanno ampia possibilità tecnologica quindi è possibile effettuare un'ampia varietà di lavorazioni che permette di realizzare una vasta gamma di componenti. Gli operatori sono in grado di usare qualunque tipo di macchinario generico della fabbrica e ciò comporta quindi una flessibilità della produzione elevata. Di fatto da questo pregio ne conseguono i successivi
- Disponibilità di macchine generiche e quindi ita di lavorare un mix potenzialmente infinito di particolari
- Specializzazione della manodopera per aree con controllo e supervisione efficace = gli operatori sono capaci di realizzare qualunque tipo di lavorazione nell'ambito del loro

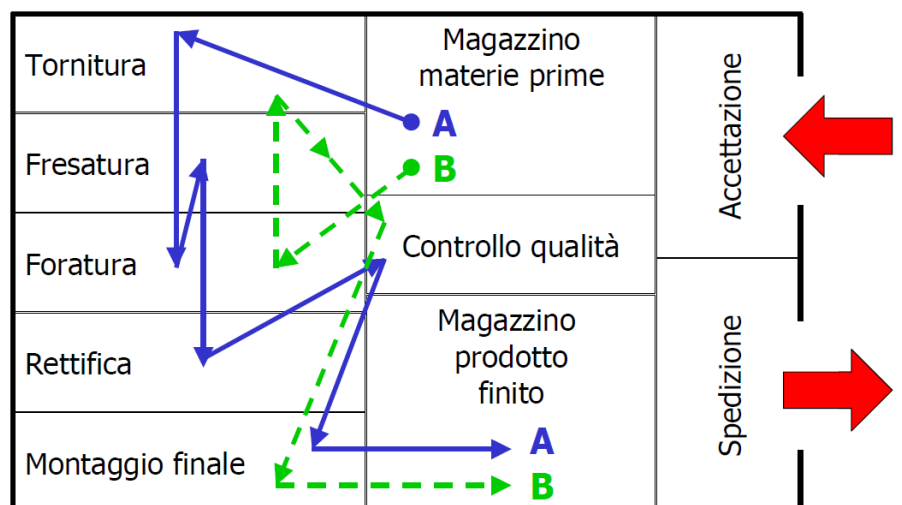
reparto. Sono quindi in grado di trovare velocemente il set up ideale della macchina e contemporaneamente possono controllare il corretto funzionamento della macchina stessa.

- Possibilità di valutare e incentivare i singoli operatori = il fatto di poter individuare responsabilità e incentivare gli operatori permette di avere un riscontro estremamente positivo sulla qualità del prodotto
- Robustezza ai guasti grazie ai cicli alternativi = se si guasta una macchina tendenzialmente il ritmo produttivo cambia ma la produzione continua, non si ferma, perché essendoci numerose macchine generiche queste possono essere adatte così da effettuare il lavoro di quella guastata. Anche se si dovessero rompere tutte le macchine generiche di quel reparto è possibile spostare buona parte del carico su un reparto che può effettuare la stessa lavorazione.
- Minor duplicazione di macchinari = si acquistano infatti solo il numero di macchinari necessario e non in eccesso, inoltre ponendo le stesse macchine vicine si può ridurre il numero di operai da utilizzare per controllarne il corretto funzionamento. Macchine vicine dello stesso tipo utilizzano le stesse risorse e quindi riducono gli investimenti (motivo per cui il job shop è stato storicamente il primo sistema di fabbricazione).

Questo tipo di sistema di fabbricazione è indirizzata a portafoglio prodotto con ampia varietà di prodotti ma con volume limitato e variabile nel tempo. Analizziamone ora i difetti:

- Elevati semilavorati
- Elevati tempi di attraversamento
- Scarsa saturazione delle macchine = si formeranno infatti delle code su alcune macchinari mentre altre saranno praticamente vuote quindi il numero degli operatori è inferiore rispetto al numero delle macchine perché saranno utilizzati solo nei punti di saturazione
- Livello qualitativo poco costante = dal momento che i prodotti sono lavorati da diversi operatori e da diverse macchine si può avere una lavorazione finale diversa anche se minimamente. Ogni lotto potrebbe quindi essere lavorato in maniera diversa per il fatto che gli operatori, i bloccaggi e gli sbloccaggi sono diversi.
- Necessità di manodopera qualificata = nel lungo termine gli operai sono qualificati perché hanno ricevuto una formazione lunga e di un certo costo. Anche la formazione degli operai rappresenta un investimento per l'azienda.
- Elevato consumo di risorse per la movimentazione interna
- Difficoltà nel seguire i flussi di prodotti = non si riesce a seguire i flussi di produzione perché i lotti sono all'interno del sistema stesso
- Difficoltà nella pianificazione della produzione = difficoltà nel cercare e progettare un ordine per consumare meno risorse e soddisfare di più il cliente.
- Difficoltà nel prevedere i colli di bottiglia = impossibilità di prevedere il macchinario o il reparto dove si accumulano i prodotti e dove si formano dunque le code
- Estrema dipendenza delle prestazioni del mix di prodotti da lavorare = le prestazioni dipendono dall'incastro delle richieste dei singoli prodotti

Il job shop pone l'enfasi sulla capacità tecnologica.



Sistemi di fabbricazione: linee transfer di fabbricazione

Il secondo sistema di fabbricazione sono le linee transfer che consiste nell'aver molti macchinari che permettono di effettuare operazioni automatizzate in successione. Questo sistema permette inoltre di controllare più macchine da una singola posizione e dunque c'è un vantaggio importante in termini di controllo. Le stazioni, cioè le singole macchine, sono disposte in linea, non necessariamente retta, infatti possono anche presentare delle anse. Tra le macchine c'è un mezzo di movimentazione che può essere un nastro trasportatore, una rulliera, o un convogliatore aereo, eventualmente in maniera cadenziate. Quando esce dalla linea produttiva il prodotto è concluso. Sono sistemi realizzati ad hoc. Queste macchine vengono studiate, progettate e realizzate per essere massimamente veloci; i ritmi produttivi sono estremamente elevati. È dunque una soluzione efficiente ma estremamente rigida e proprio per questo motivo è giustificata solo in presenza di volumi produttivi estremamente elevati ma con varietà ridotte. Analizziamone i pregi:

- Flussi di materiali più lineari e razionali = non c'è l'intreccio dei flussi
- Minor costi di movimentazione dei materiali = le macchine sono estremamente vicine e il nastro trasporta i WIP, è come se ci fosse una sovrapposizione delle lavorazioni
- Minor tempo di attraversamento = proprio per la disposizione delle macchine il tempo di attraversamento è simile ai tempi tecnici
- Minor work in progress = non ci sono magazzini o lotti che si accumulano, tutto viene lavorato consequenzialmente e quindi si ha un minor work in progress. Il numero di WIP è tendenzialmente pari al numero dei macchinari.
- Semplificazione nella gestione della produzione
- Maggiore efficienza nell'utilizzo degli spazi = non si hanno né movimentazioni né magazzini, i macchinari sono attaccati l'uno all'altro e quindi si risparmia anche da questo punto di vista
- Indefinito per i gruppi ad aumentare la produttività = l'incentivazione è di gruppo e non dei singoli perché non si può enucleare la produzione stessa; tutta la linea deve funzionare affinché la produzione possa funzionare
- Personale meno qualificato = gli operatori non necessitano di una formazione approfondita e quindi di fatto costano di meno. Possono essere formati velocemente perché tutto è già prestabilito e predefinito a causa del set up già determinati. Anche un operatore inesperto ci impiega poco ad andare a regime perché la curva di esperienza aumenta esponenzialmente, non si hanno varietà e quindi non si hanno difficoltà a causa dell'elevata ripetibilità del compito

Analizziamo ora i difetti di questo tipo di sistema di fabbricazione:

- Forte dipendenza dei guasti = se non funziona un macchinario o un operatore o un mezzo di movimentazione la linea produttiva è ferma. Questi sistemi hanno dunque un problema notevole sull'affidabilità. Spesso il livello di affidabilità del singolo macchinario di questo sistema di fabbricazione è maggiore di quello dei macchinari impiegati nel job shop.
- Estrema sensibilità alle modifiche del prodotto = per cambiare le caratteristiche del prodotto occorre bloccare la produzione e cambiare i set up di uno o più macchinari
- Produttività delle linee dipendente dai colli di bottiglia = la velocità della linea dipenda dalla macchina. Possiamo considerare la produzione come un tubo all'interno del quale fluisce del fluido a una certa velocità. Il flusso cioè la velocità di produzione dipende dalla sezione del tubo stesso, minore è la sezione, minore sarà la velocità di produzione. Le sezioni strette sono proprio i colli di bottiglia
- Esigenza di supervisione generale = per avviare la produzione occorre un tempo estremamente lungo e un investimento su un numero elevate di macchine. Proprio perché il sistema produttivo viene fatto ad hoc avrà un costo maggiore. Aggiungere un macchinario in parallelo comporta anche la riprogettazione del sistema di trasporto.

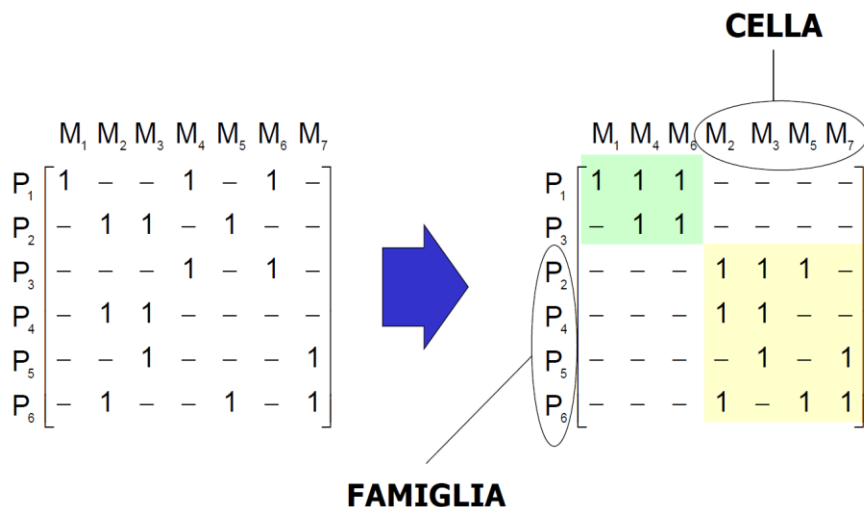
Le linee transfer pongono l'enfasi sulla capacità produttiva.

Sistemi di fabbricazione: celle

La situazione intermedia che è adatta a volumi e varietà intermedia è rappresentata dalle celle. Il principio di questo sistema di fabbricazione è destinare una famiglia di prodotti, cioè prodotti che hanno omogeneità morfologiche, di materiale e delle lavorazioni tecnologiche, un numero specifico di macchinari per produrle. L'insieme delle macchine che cooperano per la produzione di una famiglia di prodotti è detta cella. In questo sistema di fabbricazione i flussi diventano lineari e quindi di fatto non esistono flussi tra cella e cella. Inoltre le macchine sono vicine quindi la movimentazione è ridotta. Durante il processo all'interno di una cella inoltre i WIP sono ridotti. L'utensileria viene scelta ad hoc per i prodotti che compongono la famiglia di prodotti. La velocità di produzione è maggiore del job shop così come il controllo del processo. Se due famiglie diverse sono lavorate dallo stesso macchinario può essere necessario duplicare la macchina. La duplicazione della macchina può comportare dei costi aggiuntivi quali un aumento del costo di investimento, costi di esercizio, costi di energia e forse costi di manodopera. Il problema consiste nel comprendere se vale o meno la pena comprare la macchina e duplicarla. Nello specifico:

- Se la macchina è poco costosa conviene utilizzare due macchine e applicare la duplicazione
- Se la macchina è molto costosa conviene utilizzarla in condivisione tra le due celle. In questo caso si ha in realtà un flusso intercellulare, al contrario di quanto detto precedentemente. Chiaramente questa opzione amplifica gli eventuali problemi dovuto alla rottura del macchinario.

La creazione delle celle viene fatta ragionando come se fossero matrici dove si indicano se i prodotti necessitano o meno di uno specifico macchinario (1: necessitano di quel macchinario o di quella lavorazione mentre 0: necessitano di quel macchinario o di quella lavorazione) la matrice che si ottiene è detta matrice delle lavorazioni. Esiste anche un'altra matrice nota come matrice delle sequenze di lavorazione in questo caso, noto il macchinario che serve per ogni prodotto, si indica la sequenza delle lavorazioni da effettuare sul dato oggetto.



MATRICE DELLE LAVORAZIONI

	M ₁	M ₄	M ₆	M ₂	M ₃	M ₅	M ₇
P ₁	1	1	1	-	-	-	-
P ₃	-	1	1	-	-	-	-
P ₂	①	-	-	1	1	1	-
P ₄	-	-	-	1	1	-	-
P ₅	-	-	-	-	1	-	1
P ₆	-	-	-	1	-	1	1

MATRICE DELLE SEQUENZE DI LAVORAZIONE

	M ₁	M ₄	M ₆	M ₂	M ₃	M ₅	M ₇
P ₁	2	3	1	-	-	-	-
P ₃	-	1	2	-	-	-	-
P ₂	③	-	-	1	4	2	-
P ₄	-	-	-	2	1	-	-
P ₅	-	-	-	-	-	1	2
P ₆	-	-	-	1	-	2	3

Vediamo ora i pregi di delle celle:

- Lead time più contenuti = grazie al fatto che si linearizza il flusso e che si hanno utensili e bloccaggi utilizzabili per tutti i prodotti
- WIP ridotti = se tutto fluisce molto velocemente il numero di semilavorati diminuisce
- Realizzazione dei flussi produttivi = è possibile tenere sotto controllo i flussi produttivi e quindi si può sapere precisamente dove si trovano determinati lotti; di conseguenza è possibile conoscere il grado di avanzamento della produzione
- Orientamento al cliente = questo sistema di fabbricazione permette, su richiesta del cliente, di dedicargli dei macchinari
- Manodopera interfungibile e forme organizzative avanzate = gli operatori sono capaci di effettuare operazioni su diverse macchinari e quindi lavorare diverse tecnologie. Gli operatori vengono quindi formati su una tecnologia specifica e poi la loro conoscenza viene estesa anche ad altre tecnologie. Gli operatori sono quindi interfungibili e in quanto tali possono essere interscambiati tra loro. In questo sistema (forma organizzativa avanzata) non ci sono problemi di assenteismo etc.
- Riduzione dei set up
- Miglior utilizzo dello spazio
- Maggior saturazione delle macchine = si duplica un macchinario solo quando satura un certo volume. Quando si effettua la duplicazione bisogna stare attenti a distribuire correttamente il volume di produzione altrimenti si rischia di avere delle macchine poco utilizzate
- Riduzione del lavoro di trasporto e movimentazione = le macchine sono così vicine che il trasporto e la movimentazione può non essere necessaria

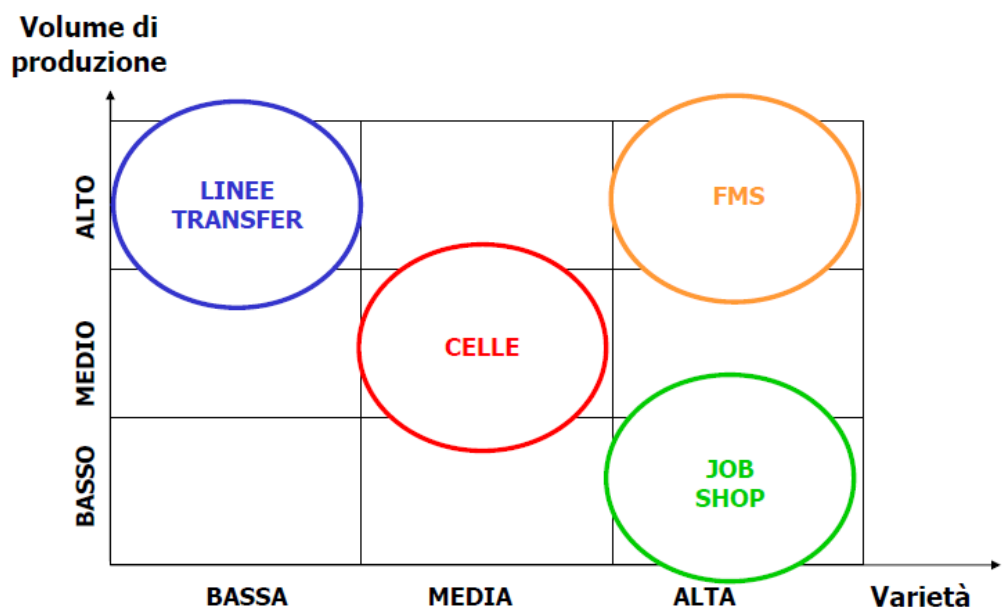
Analizziamo ora i difetti:

- Sbilanciamento dei carichi di lavoro tra le varie celle = quando il prodotto è nuovo e inizia il suo ciclo di vita le macchine non sono tutte usate nel primo periodo. Le celle di fatto soffrono sia durante questo periodo sia durante il periodo di fine produzione.
- Difficoltà nell'ottenere celle completamente autonome
- Elevati costi di implementazione = affinché si possa procedere con la realizzazione di un sistema di fabbricazione a celle può risultare elevato l'investimento necessario
- Problemi a gestire turbolenze di mix
- Maggiore qualificazione del personale

Le celle di fabbricazione sono dei buoni compromessi ma sotto particolari condizioni

Sistemi di fabbricazione: FMS

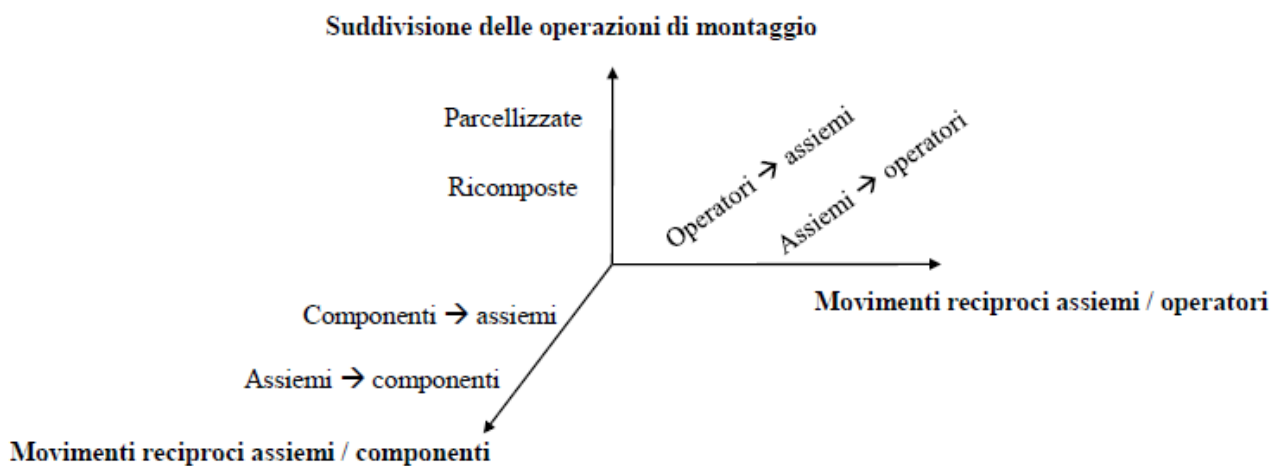
Se si volesse avere un sistema velocissimo che produca quindi un alto volume di produzione e sia in grado di realizzare un'ampia varietà di prodotti bisognerebbe ricorrere al FMS cioè il sistema di produzione flessibile. Il problema di questo sistema di fabbricazione è principalmente l'elevato costo, il più alto tra tutti i sistemi di fabbricazione a causa del costo della progettazione prodotti. Da un punto di vista dei costi infatti il job shop è quello più economico, seguito dalle celle e poi dalle linee transfer.



Sistemi di assemblaggio: introduzione

Durante l'assemblaggio si hanno dei flussi che arrivano sul componente e che fanno crescere l'oggetto stesso. Finché l'operazione di assemblaggio è fortemente automatizzata i tempi sono precisissimi, se invece si ha qualcosa di meno automatizzato, e ha quindi un forte contributo umano, i tempi sono molto variabili, magari mediamente sono fissati ma nel caso specifico possono variare notevolmente. Questo fattore impatta maggiormente la fase di dimensionamento e occorre dunque prevedere questa variabilità. Così come la fabbricazione anche l'assemblaggio può avvenire secondo le modalità per parti, in celle o in linee. Analizzeremo queste classificazioni a breve prima però introduciamo una classificazione forse più interessante che può essere rappresentata e visualizzata mediante degli assi cartesiani:

- Suddivisione delle operazioni di montaggio = guardando il singolo operatore si vuole sapere se le operazioni di sua responsabilità sono una quantità notevole sul totale delle operazioni (ricomposte) oppure sono una quantità limitata (parcellizzata).
- Movimento reciproco assiemi / componenti = dai componenti agli assiemi o viceversa
- Movimenti reciproci assieme / operatore = dagli operatori all'insieme o viceversa



Sistemi di assemblaggio: posto fisso

Ritorniamo ora alla classificazione introdotta anche nei sistemi per fabbricazione e iniziamo ad analizzare l'assemblaggio a posto fisso. In questo sistema di assemblaggio i componenti vanno verso l'assieme che viene fissato in un certo punto e cresce rimanendo in quello stesso posto per ragioni essenzialmente di volume e di massa (esempio realizzazione nave). Ogni operatore esegue un ciclo completo sul prodotto. I pregi di questo sistema di assemblaggio sono:

- Investimento ridotto in sistemi di handling
- Diversificazione delle mansioni degli operatori = gli operatori sono in grado di vedere tutto il ciclo di montaggio di loro competenza. Si è in grado di bilanciare bene il lavoro
- Efficacia organizzativa
- Facilità di assegnazione di mansioni di controllo agli operatori
- Flessibilità di prodotto = si hanno più squadre che sono flessibili e che permettono una velocità di esecuzione maggiore
- Pieno utilizzo e completo bilanciamento delle stazioni di lavorazione

Vediamo i difetti:

- Necessità di far confluire tutti i componenti e tutte le attrezzature alle posizioni di montaggio
- Non si presta all'ottenimento di elevati livelli di automazione
- Richiede tempi unitari di montaggio elevati, dovuti al basso livello di automazione e all'elevata complessità delle operazioni
- Il tempo di ciclo corrisponde al tempo totale di assemblaggio, perciò per volumi elevati è necessario moltiplicare (parallelizzare) le postazioni di montaggio

- Aumento dei costi e della complessità dei flussi di componenti in caso di parallelizzazione dei posti fissi
- Necessità di operatori ad elevato livello professionale, e quindi elevati tempi di addestramento per avviare nuovi operatori
- Difficoltà di addestramento della manodopera e quindi bassa resa di velocità
- Notevole ingombro per aree di stoccaggio e trasferimento delle parti da assemblare

Sistemi di assemblaggio: in linea

In questo sistema di assemblaggio il componente passa su una linea e gli operatori lavorano poi sul componente dunque è l'insieme che si sposta verso i componenti. Sulla linea c'è un alto livello di parcellizzazione quindi la quota del lavoro manuale è limitata rispetto al ciclo di produzione del prodotto. Analizziamone i pregi:

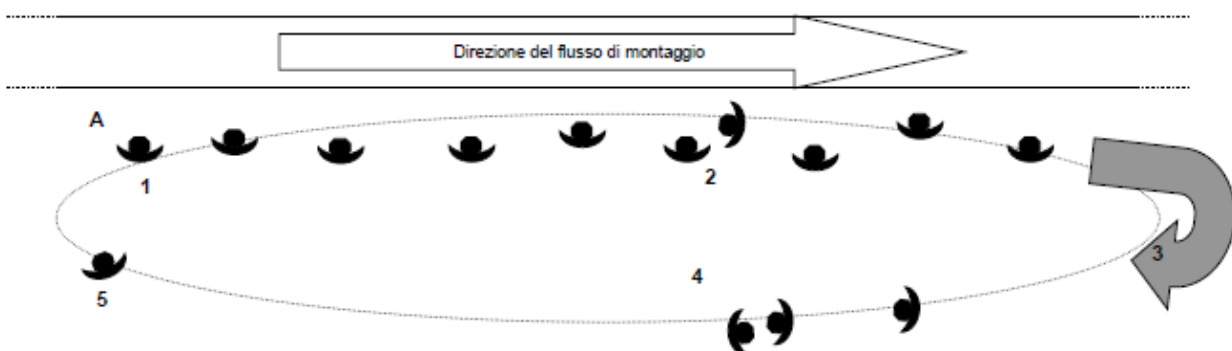
- Ridotti tempi ciclo = da quanto l'assieme entra nella linea a quando il prodotto esce finito il tempo è limitato
- Ridotto WIP
- Efficiente utilizzo dello spazio
- Ridotto costo di manodopera
- Flussi delle parti lineari = i flussi convergenti sulle diverse stazioni sono assolutamente importanti e interessanti al contrario della fabbricazione in linea dove i flussi in uscita non erano importanti in quanto scarti
- Elevata efficienza dell'assemblaggio

Analizziamo i difetti:

- Elevati investimenti in capitale fisso
- Difficile bilanciamento dei carichi di lavoro tra diverse stazioni ed operatori = fino a che gli operatori non finiscono il loro lavoro, tutta la linea è ferma. Nel caso di bilanciamento perfetto chiaramente l'operatore riesce a fare la stessa operazione nello stesso tempo facendo sì che la produzione in linea sia sempre continua. Nelle macchine il bilanciamento è garanzia del mantenimento di tempo mentre con l'operazione umana ciò non è garantito
- Tempo di lavorazione non deterministico, a fronte di cadenze di avanzamento fisse
- Lavoro ripetitivo ed alienante
- Lungo tempo di avvio di nuove produzione
- Flessibilità molto basse di mix, di volume e di piano

Sistemi di assemblaggio: a isola

Si basa sull'idea di isolare una parte del sistema produttivo e in qualche modo fornire libertà di organizzazione del lavoro alla squadra di operatori. L'idea è quindi tendenzialmente di avere delle squadre in grado di fare una notevole quantità di operazione di montaggio, se non tutte. Normalmente si ha un assieme che si sposta verso i componenti e l'operatore si sposta verso l'assieme. Normalmente è un sistema di assemblaggio adatto ad oggetti di medio-grande dimensione caratterizzati da elevati volumi. Questo tipo di assemblaggio è stato anche applicato alla linea ottenendo così un sistema di produzione abbastanza efficiente:



Analizziamone i pregi:

- Maggiore allargamento ed arricchimento dei compiti lavorativi rispetto alla linea di montaggio tradizionale
- Maggiore flessibilità ed elasticità rispetto alla linea di montaggio tradizionale
- Orientamento al lavoro di squadra
- Totale bilanciamento degli operatori
- Notevole elasticità legata alla possibilità di variare il numero di operatori in linea

Analizziamone i difetti:

- Maggiore qualificazione della forza alloro rispetto alla linea
- Maggiori requisiti di formazioni ed addestramento
- Difficoltà di realizzare elevati livelli di automatizzazione
- Gli operatori lavorano in piedi