



Industrial Design Operations

Le Tecnologie: l'assemblaggio

**Marco Raimondi
(mraimondi@liuc.it)**

L'assemblaggio

- **Assemblaggi a posto fisso:**
 - Banchi di lavoro
 - Isole di assemblaggio
- **Assemblaggi in linea:**
 - Linee manuali
 - Linee a ritmo non vincolato
 - Linee a ritmo vincolato
 - Avanzamento continuo
 - Avanzamento intermittente













L'assemblaggio in linea

- **Nella produzione di serie, il lavoro “in linea” è largamente diffuso e si trasforma anche radicalmente, a fronte delle innovazioni tecnologiche e di processo**
- **Dai semplici nastri trasportatori che portano il semilavorato da una postazione di lavoro alla successiva, ai grandi impianti per la produzione automobilistica, ha avuto uno sviluppo immenso, influenzando la condizione della vita di lavoro di milioni di uomini, i livelli di produttività delle aziende, la cultura del mondo industrializzato**
- **Organizzare una linea di montaggio necessita a monte di una accurata progettazione per poter risolvere alcune criticità tipiche di questo tipo di lavoro.**





Linee a ritmo imposto

- **Si considerano linee a trazione meccanizzata le linee di produzione di serie:**
 - costituite da una successione di posti di lavoro (stazioni)
 - su ciascuno dei quali si effettua sempre la stessa operazione tecnologica
 - operando su una serie di gruppi di parti staccate di un prodotto finale
 - che si spostano lungo la linea a mezzo di sistema meccanico a velocità uniforme o a scatti
 - nelle quali la quantità di produzione giornaliera ed i tempi sono predeterminati
- **Il tempo a disposizione di ciascun operatore per eseguire il lavoro assegnato è costante per tutto il turno di lavoro ed è uguale alla cadenza, cioè al tempo di spostamento del prodotto da una stazione ad un'altra stazione successiva.**









Le criticità

- Il vincolo di adeguare i propri ritmi di lavoro al tempo ciclo della linea.
- Il carico di lavoro inteso come quantità di gesti da compiere e di sforzi da applicare.
- Il carico di lavoro inteso come “qualità” dei gesti o atti da compiere; (es. prevalenza o meno di sforzi concentrati, di microgestualità, di grado di attenzione o di attenzione visiva per i controlli, ...)
- L'ergonomia della postazione di lavoro globalmente intesa
- L'affollamento, inteso come alta densità nel rapporto tra postazioni di lavoro utili e lavoratori posizionati
- Le condizioni ambientali e di sicurezza (freddo, caldo, rumore, fumi, polveri, esalazioni, microinfortuni, ...)
- La frequenza di piccoli inconvenienti (pezzi non conformi, anomalie alle attrezzature, disfunzioni impiantistiche, ritardi,) sia sul prodotto che sulle attrezzature o sull'organizzazione logistica
- Il corretto bilanciamento nella distribuzione delle operazioni (Metodo di Kottas Lau o altri)

Cadenza di linea

Per cadenza si intende la velocità con la quale il prodotto o il pezzo da montare, si sposta lungo la linea da una stazione di lavoro alla successiva.

La cadenza di una linea è anche identificabile come Tempo Ciclo di linea.

La formula per determinare il Tempo ciclo è la seguente:

$TC = \text{Durata reale turno} / \text{Produzione impostata}$

Es.

480' = Turno completo di lavoro

30' = Intervallo mensa

450' = Durata reale turno (480-30)

450 = N° pezzi (Produzione impostata)

1' = Tempo Ciclo (450/450)

Numero minimo di operatori in linea

- Gli analisti, dopo aver ricavato un primo tempo totale di attività conseguente alla somma di tutte le attività della linea (da una serie di rilievi, impostano una formula che, a fronte di una produzione data, indica il numero minimo di operatori occorrenti

$$N \text{ oper.min} = (\text{Tempo Totale} \times N.\text{pezzi}) / (\text{Tempo Disp.} \times \text{Saturaz. Max})$$

- Ove:
- N. operatori = numero minimo di operatori necessari
- Tempo totale = Sommatoria dei Tempi attivi
- N°pezzi = Volume produttivo impostato
- Tempo di linea = Tempo di presenza in linea del singolo operatore
- Tempo disponibile = Tempo di presenza in fabbrica dell'operatore
- Saturazione massima

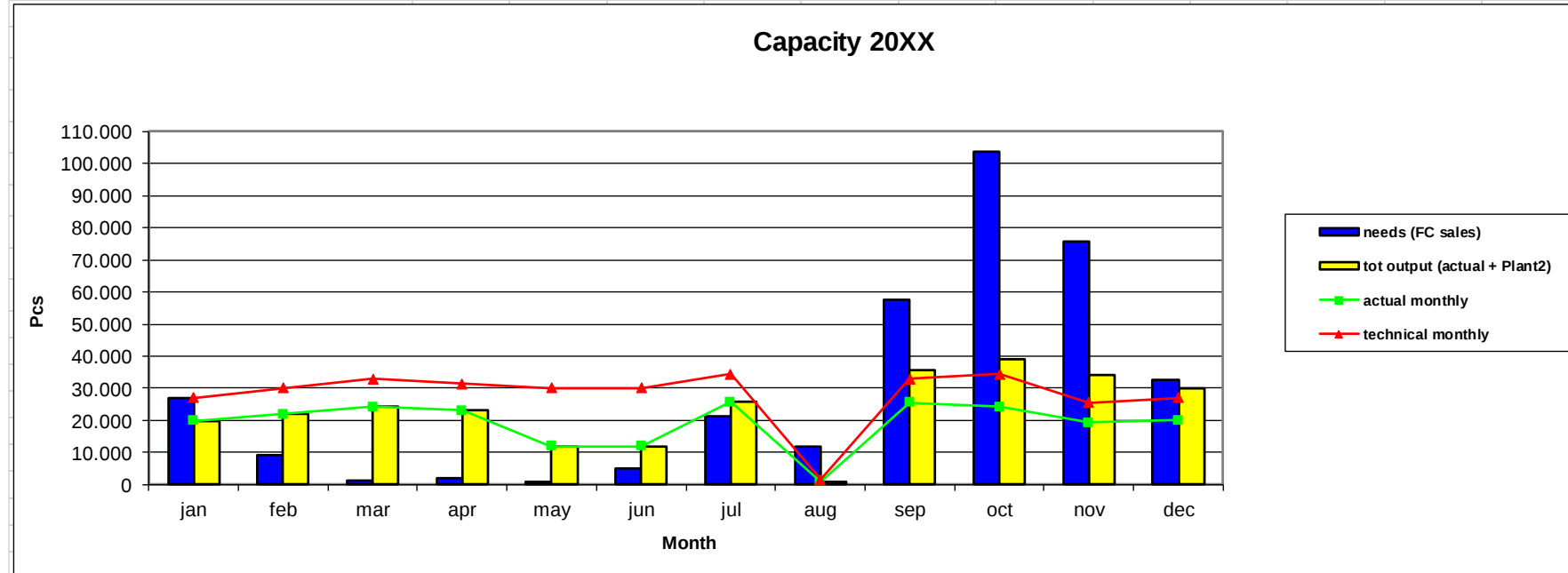
Esempio

ESEMPIO DI CALCOLO

T.ciclo	Sommatoria dei tempi delle fasi attive (minuti)		23
Qtà prod.	Volume produttivo (pezzi/turno)		178
T.oper.	Tempo effettivo presenza in linea (minuti)		412
T cart.	Tempo effettivo di cartellino (minuti)		450
%sat.	Livello di saturazione massimo		87%
T.prod.	Tempo uomo necessario per turno (minuti)	$= T.Ciclo \times Qtà \text{ prod.} = 23 \times 178 =$	4094
T.eff.disp.	Tempo utile effettivo disponibile (minuti)	$= T.oper. \times \%sat. = 412 \times 0,87 =$	358
	Numero di operatori minimo (qtà)	$= T.prod. / T.eff.disp. = 4094 / 358 =$	11

Dimensionamento reparto assemblaggio

	Capacity 20XX - Assembly											
	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
working days (5 per week)	18	20	22	21	20	20	23	1	22	23	17	18
planned shifts daily	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
max technical per shift	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500	1500
max actual per shift	1103	1099	1099	1103	600	600	1116	1071	1163	1054	1137	1117
technical monthly	27.000	30.000	33.000	31.500	30.000	30.000	34.500	1.500	33.000	34.500	25.500	27.000
actual monthly	19.853	21.971	24.169	23.155	12.000	12.000	25.679	1.071	25.581	24.231	19.326	20.101
needs (FC sales)	27.018	9.032	1.321	1.856	962	5.171	21.434	11.798	57.493	103.497	75.707	32.696
from Plant2	0	0	0	0	0	0	0	0	10.000	15.000	15.000	10.000
tot output (actual + Plant2)	19.853	21.971	24.169	23.155	12.000	12.000	25.679	1.071	35.581	39.231	34.326	30.101



	Staff needed and employment/reduction plan*											
	jan	feb	mar	apr	may	jun	jul	aug	sep	oct	nov	dec
Persons available now/future	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55	55
Persons total	47	48	47	48	27	27	45	40	48	48	51	49
To employ/reduce*	-8	-7	-8	-7	-28	-28	-10	-15	-7	-7	-4	-6