Università degli Studi di Udine

Facoltà di Ingegneria

Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale

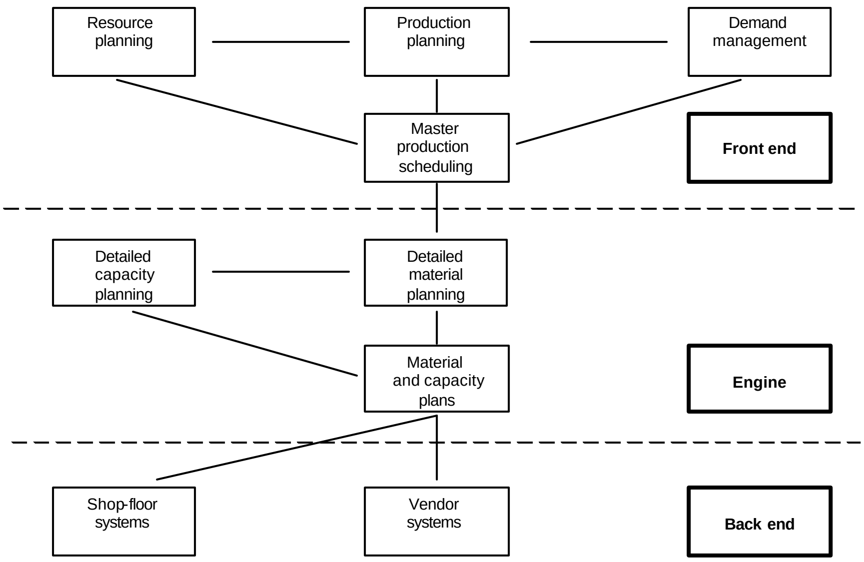
GESTIONE DELLA PRODUZIONE

II PARTE (bis): SISTEMI DI PIANIFICAZIONE E CONTROLLO DELLA PRODUZIONE

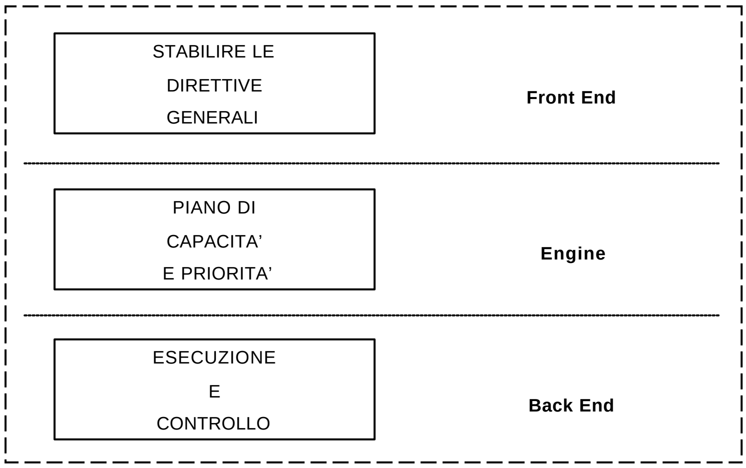
a.a. 2003-2004

prof. ing. Alberto Felice De Toni

MANUFACTURING PLANNING AND CONTROL SYSTEM (1.1)

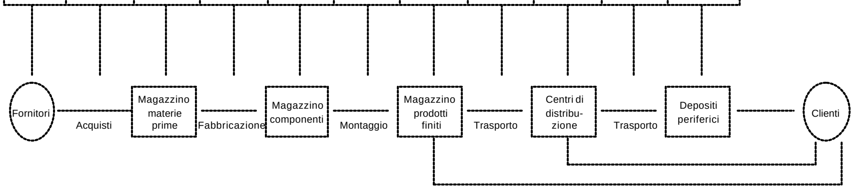


LA STRUTTURA DI MPCS

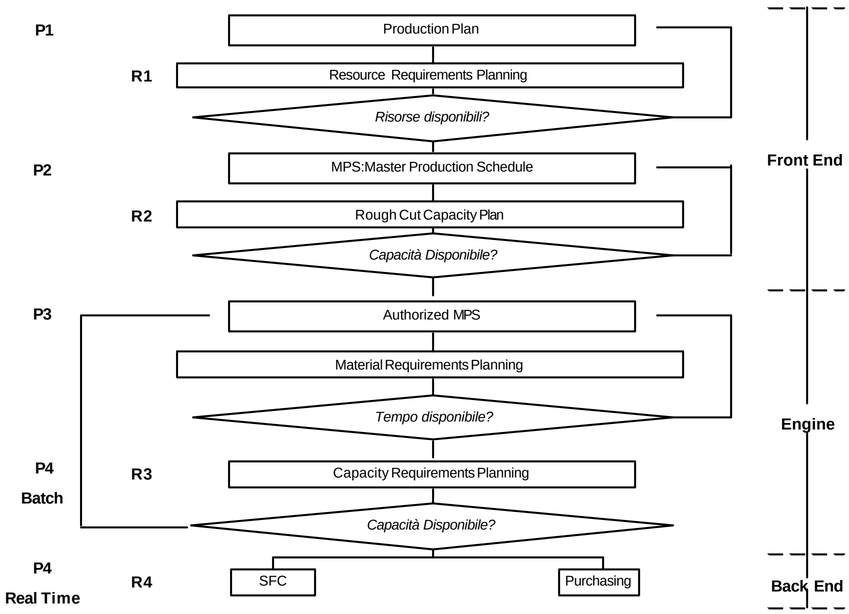


Manufacturing Planning and Control System (1.4)

FASI	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Esempi di problemi gestionali	Come controllare le prestazioni dei fornitori	Come mantenere accurati i dati di giacenza	Come controllare la produzione di componenti	Come determinare i fabbisogni di componenti	Come pianificare la produzione	Come stimare la domanda di ciascun prodotto	Come gestire i mezzi di trasporto	Quanto e quando ordinare	Come scegliere i mezzi di trasporto	Come localizzare i depositi
Tecniche e sistemi	Procedure di valutazione fornitori	Inventario a rotazione	Controllo avanzamento (SFC)	Pianificazione fabbisogno materiali (MRP)	Piano principale di produzione (MPS)	Metodi di previsione con smorzamento esponenziale	Tecniche di schedulazione veicoli	Procedure di gestione scorte a domanda indipendente	Bilanciamento tra costi di trasporto e di giacenza	Tecniche di localizzazione depositi
Elementi di data base	Ordini di acquisto	Giacenze	Cicli di produzione	Distinte basi	Ordini clienti	Dati storici sulle vendite	Costi di trasporto	Scorte di sicurezza	Costi di trasporto	Procedure di ritorno dei clienti

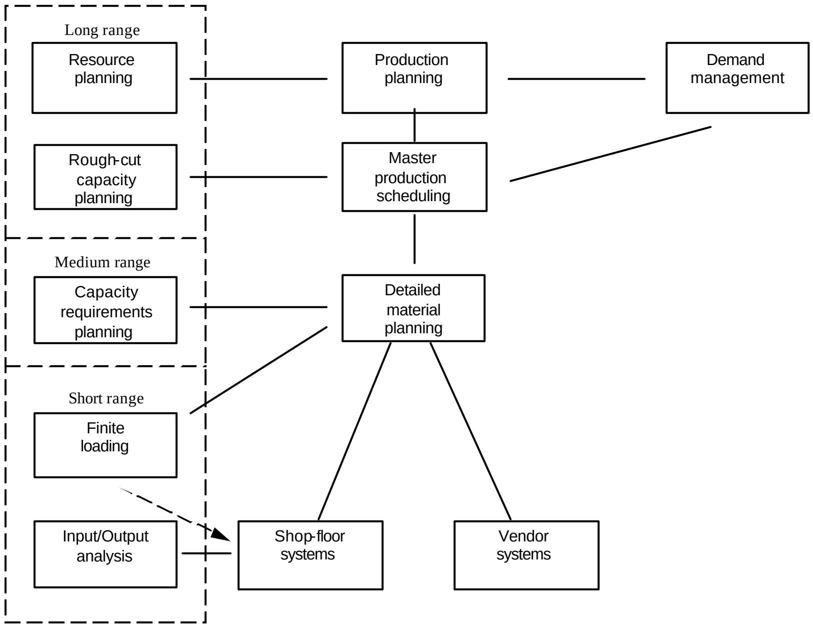


MPCS
Manufacturing Resource Planning (MRP II)



Pianificazione della Capacità

CAPACITY PLANNING IN THE MPC SYSTEM (4.1)



EXAMPLE PROBLEM DATA (4.2)

Master Production Schedule (in units):

	time period													
End product	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	total
A	33	33	33	40	40	40	30	30	30	37	37	37	37	457
B	17	17	17	13	13	13	25	25	25	27	27	27	27	273

direct labor time per end product unit:

End product	Total direct labor in standard hours/unit
A	0,95 hours
B	1,85 hours

Source: W. L. Berry, T. G. Schmitt, and T. E. Vollmann, "Capacity Planning Techniques for Manufacturing Control Systems:Information requirements and Operating Features", Reprinted with permission, november 1982 Journal of Operations Managements, Journal of the American Production and Inventory Control Society, Inc.

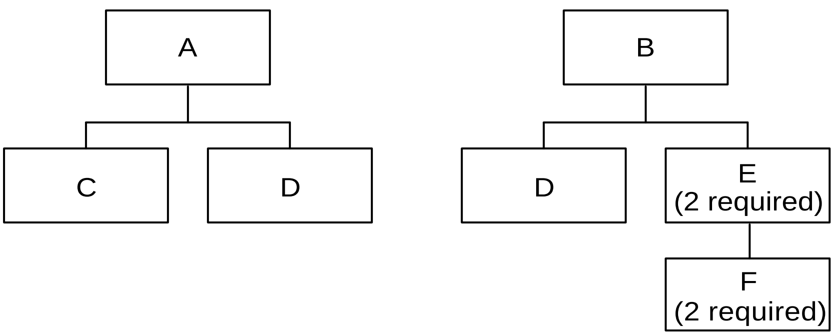
ESTIMATED CAPACITY REQUIREMENTS USING OVERALL FACTORS (CPOF) (IN STANDARD DIRECT LABOR-HOURS) (4.3)

Work center	Historica percentage	Period 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total hours
100	60,3	37,87	37,87	37,87	37,41	37,41	37,41	45,07	45,07	45,07	51,32	51,32	51,32	51,32	566,33
200	30,4	19,09	19,09	19,09	18,86	18,86	18,86	22,72	22,72	22,72	25,87	25,87	25,87	25,87	285,49
300	9,3	5,84	5,84	5,84	5,78	5,78	5,78	6,96	6,96	6,96	7,91	7,91	7,91	7,91	87,38
Total required capacity		62,8*	62,8	62,8	62,05	62,05	62,05	74,75	74,75	74,75	85,1	85,1	85,1	85,1	939,2

*62.80 = (0.95 * 33) + (1.85 * 17) using the standard from figure 4.2

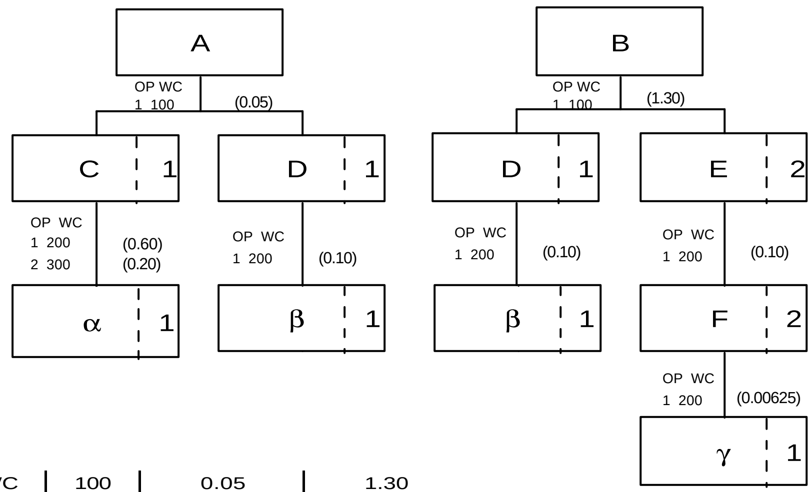
Source: W. L. Berry, T. G. Schmitt, and T. E. Vollmann, "Capacity Planning Techniques for Manufacturing Control Systems:Information requirements and Operating Features", Reprinted with permission, november 1982 Journal of Operations Managements, Journal of the American Production and Inventory Control Society, Inc.

PRODUCT STRUCTURE DATA (4.4)



Source: W. L. Berry, T. G. Schmitt, and T. E. Vollmann, "Capacity Planning Techniques for Manufacturing Control Systems:Information requirements and Operating Features", Reprinted with permission, november 1982 Journal of Operations Managements, Journal of the American Production and Inventory Control Society, Inc.

PRODUCT STRUCTURE AND TOTAL HOURS PER UNIT



WC	100	0.05	1.30
WC	200	(0.60+0.10)	(0.10+2*0.10+4*0.00625)=0.55
WC	300	0.20	0
		0.95	1.85

ROUTING AND STANDARD TIME DATA (4.5)

End products	Lot sizes	Operations	Work center	Standard setup hours	Standard setup hours per unit	Standard run time hours per unit	Total hours per unit
A	40	1 of 1	100	1.00	.025*	.025	0.05¨
B	20	1 of 1	100	1.00	.050 = 1/40	1.250	1.30
Components							
C	40	1 of 2	200	1.00	.025	.575	.60
		2 of 2	300	1.00	.025	.175	.20
D	60	1 of 1	200	2.00	.033	.067	.10
E	100	1 of 1	200	2.00	.020	.080	.10
F	100	1 of 1	200	2.00	.020	.0425	.0625

Bill of capacity

Work center	End product A Total time/unit	End product B Total time/unit
100	.05	1.30
200	.70¤	.55**
300	.20	0.00
Total time/unit	.95	1.85

*.025 = setup time / lot size = 1.0/40
¨.05 = standard setup time per unit + standard run time per unit = .025 + .025
¤.70 = .60 + .10 for one C and one D from figure 4.4

**.55 = .10 + 2(.10) + 4(.0625) for one D, two Es and four Fs.

Source: W. L. Berry, T. G. Schmitt, and T. E. Vollmann, "Capacity Planning Techniques for Manufacturing Control Systems:Information requirements and Operating Features", Reprinted with permission, november 1982 Journal of Operations Managements, Journal of the American Production and Inventory Control Society, Inc.

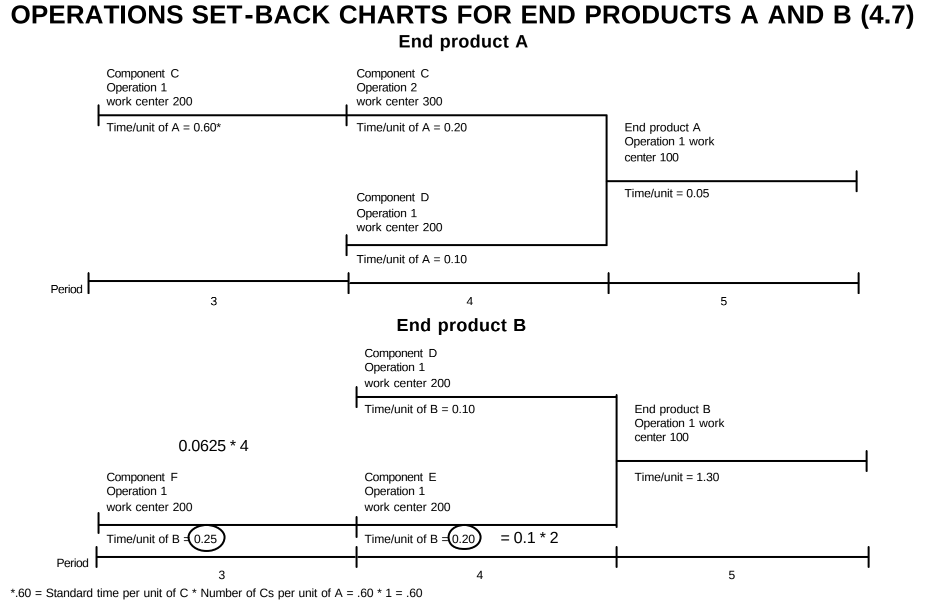
CAPACITY REQUIREMENTS USING CAPACITY BILLS (4.6)

Work center	Period 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total hours	Projected work center percentage
100	23,75*	23,75	23,75	18,9	18,9	18,9	34	34	34	36,95	36,95	36,95	36,95	377,75	40%
200	32,45	32,45	32,45	35,15	35,15	35,15	34,75	34,75	34,75	40,75	40,75	40,75	40,75	470,05	50%
300	6,6	6,6	6,6	8	8	8	6	6	6	7,4	7,4	7,4	7,4	91,4	10%
Total	62,8	62,8	62,8	62,05	62,05	62,05	74,75	74,75	74,75	85,1	85,1	85,1	85,1	939,2	100%

*23.75 = (33 * .05) + (17 * 1.30) from figure 4.2 and 4.5

Source: W. L. Berry, T. G. Schmitt, and T. E. Vollmann, "Capacity Planning Techniques for Manufacturing Control Systems:Information requirements and Operating Features", Reprinted with permission, november 1982 Journal of Operations Managements, Journal of the American Production and Inventory Control Society, Inc.

OPERATIONS SET-BACK CHARTS FOR END PRODUCTS A AND B (4.7)



*.60 = Standard time per unit of C * Number of Cs per unit of A = .60 * 1 = .60

¤.25 =Standard time per unit of component F * Number of Fs per unit of B =.0625 * 4 = .25

Source: W. L. Berry, T. G. Schmitt, and T. E. Vollmann, "Capacity Planning Techniques for Manufacturing Control Systems:Information requirements and Operating Features", Reprinted with permission, november 1982 Journal of Operations Managements, Journal of the American Production and Inventory Control Society, Inc.

RESOURCE PROFILES BY WORK CENTER (4.8)

Time required during preceding periods for one end product assembled in period 5:

	Time period 3	4	5
End product A			
Work center 100	0,00	0,00	0,05
Work center 200	0,60	0,10	0,00
Work center 300	0,00	0,20	0,00
End product B			
Work center 100	0,00	0,00	1,30
Work center 200	0,25	0,30	0,00

Time-phased capacity requirements generated from MPS for 40 As and 13 Bs in time period 5:

	Time period 3	4	5
40 As			
Work center 100	0,00	0,00	2,00
Work center 200	24,00	4,00	0,00
Work center 300	0,00	8,00	0,00
13 Bs			
Work center 100	0,00	0,00	16,90
Work center 200	3,25	3,90	0,00
Work center 300	0,00	0,00	0,00
Total from period 5 MPS			
Work center 100	0,00	0,00	18,90
Work center 200	27,25	7,90	0,00
Work center 300	0,00	8,00	0,00

Source: W. L. Berry, T. G. Schmitt, and T. E. Vollmann, "Capacity Planning Techniques for Manufacturing Control Systems:Information requirements and Operating Features", Reprinted with permission, november 1982 Journal of Operations Managements, Journal of the American Production and Inventory Control Society, Inc.

CAPACITY REQUIREMENTS USING RESOURCE PROFILES (4.9)

Work center	Past due*	Period 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	Total hours	Projected work center percentage
100	0,00	23,75	23,75	23,75	18,90	18,90	18,90	34,00	34,00	34,00	36,95	36,95	36,95	36,95	377,75	40%
200	56,50	32,45	35,65	35,15	35,15	32,15	34,75	34,75	39,45	40,75	40,75	40,75	11,80	0,00	470,05	50%
300	6,60	6,60	6,60	8,00	8,00	8,00	6,00	6,00	6,00	7,40	7,40	7,40	7,40	0,00	91,40	10%
Total	63,10	62,80	66,00	66,90	62,05	59,05	59,65	74,75	79,45	82,15	85,10	85,10	56,15	36,95	939,20	100%

*This work should be completed already for products to meet the master production schedule in periods 1 and 2. (If not, it is past due and will add to the capacity required in the upcoming periods.)

Source: W. L. Berry, T. G. Schmitt, and T. E. Vollmann, "Capacity Planning Techniques for Manufacturing Control Systems:Information requirements and Operating Features", Reprinted with permission, november 1982 Journal of Operations Managements, Journal of the American Production and Inventory Control Society, Inc.

CRP EXAMPLE: DETAILED CALCULATIONS (4.10)

Product (A)

	Period 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
MPS	33	33	33	40	40	40	30	30	30	37	37	37	37

Component (C)
Lot size = 40
lead time = 2

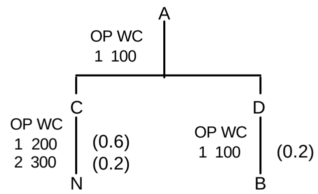
		Period 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Gross requirements		33	33	33	40	40	40	30	30	30	37	37	37	37
Scheduled receipts			40											
Projected available balance	37	4	11	18	18	18	18	28	38	8	11	14	17	20
Planned order releases	40	40	40	40	40	40	40		40	40	40	40		

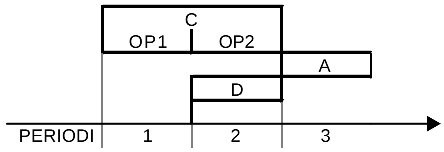
Work Center (300) Capacity Requirements Using CRP

	Period 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Hours of capacity	8	8	8	8	8	8	8	0	8	8	8	8	

Total = (88) → 88

8 ORE = 40 * 0,2





SAMPLE INPUT/OUTPUT REPORT FOR WORK CENTER 200* (AS OF THE END OF PERIOD 5) (4.11)

		week 1	2	3	4	5	
Planned input		15	15	0	10	10	50
Actual input		14	13	5	9	17	58
Cumulative deviation		-1	-3	2	1	8	-
Planned output	-	11	11	11	11	11	55
Actual output		8	10	9	11	9	47
Cumulative deviation		-3	-4	-6	-6	-8	=
Actual backlog	20	+ 6 26	29	25	23	31	11

Desired backlog: 10 hours

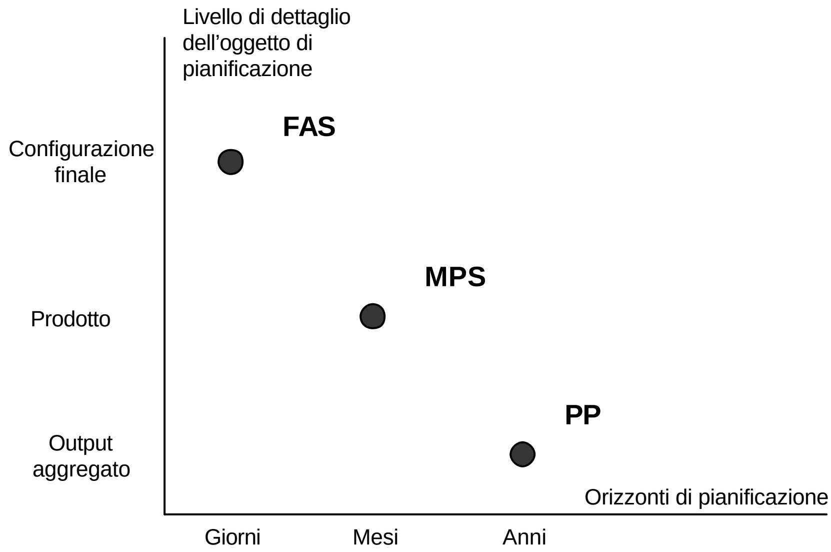
*In standard labor-hours.

Piano Principale di Produzione MPS

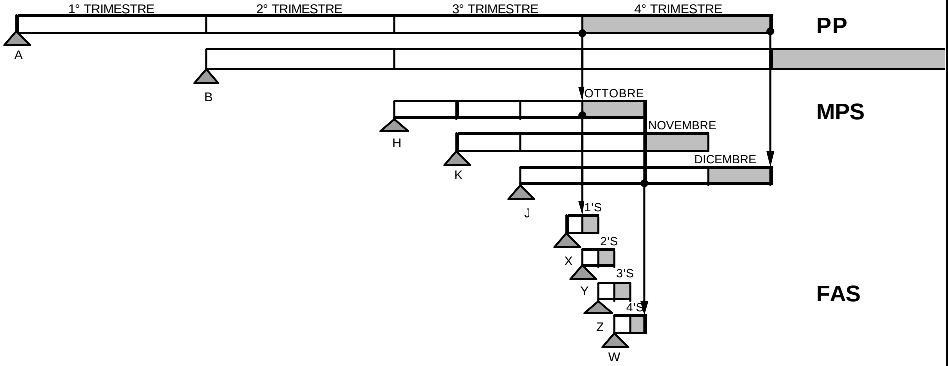
ORIZZONTI DI PIANIFICAZIONE

FAS	MPS	PP
Giorni/Settimane		
	Settimane/Mesi	
		Mesi/Anni

DIFFERENZIAZIONE TRA PP/MPS/FAS



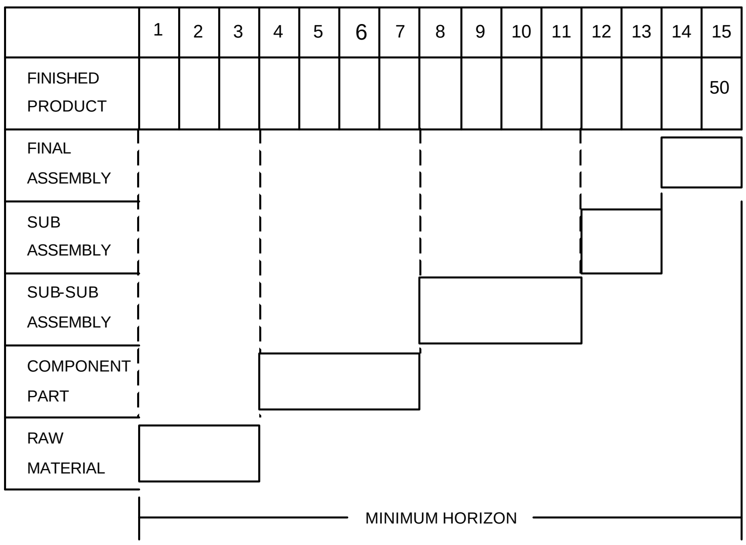
RELAZIONI TRA PP,MPS, FAS



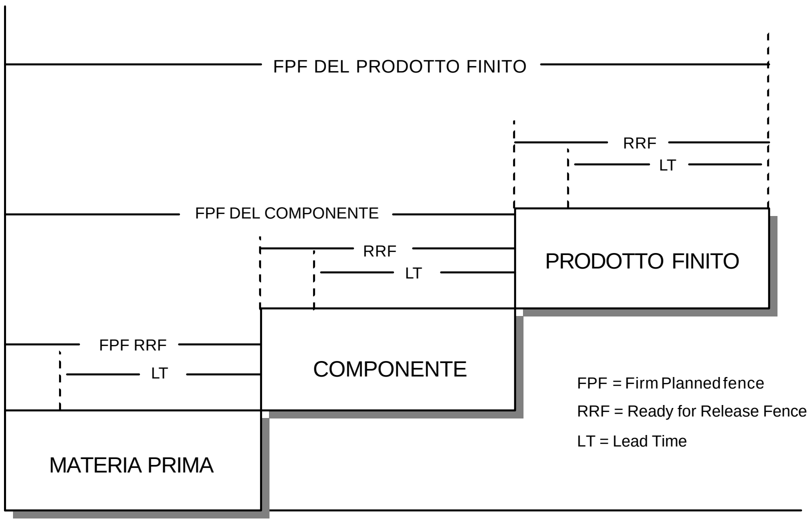
Contenuti della Pianificazione
nei differenti orizzonti temporali e nei differenti livelli

		ORIZZONTI DI PIANIFICAZIONE					
		LUNGO		MEDIO		BREVE	
LIVELLI DI PIANIFICAZIONE	PRIMO (FRONT END)	PIANIFICAZIONE AGGREGATA DELLA QUANTITA' DA PRODURRE **PP**		PIANIFICAZIONE DEI PRODOTTI DA OTTENERE **MPS**		PIANIFICAZIONE DETTAGLIATA DEI PRODOTTI DA OTTENERE **FAS**	
	SECONDO (ENGINE)	RISORSE PRODUTTIVE	MATERIALI	RISORSE PRODUTTIVE	MATERIALI	RISORSE PRODUTTIVE	MATERIALI
		PIANIFICAZIO-NE GREZZA FABBISOGNI DI RISORSE **RCCP**	ORDINI QUADRO	PIANIFICAZIONE DETTAGLIATA FABBISOGNI DI CAPACITA' PRODUTTIVA **CRP**	PIANIFICAZIONE FABBISOGNO MATERIALI (mat. di testa) **MRP**	SCHEDU-LAZIONE PIANIFICATA DELLE OPERAZIONI TERMINALI	VERIFICA FATTIBILITA' & REGOLAZIONE CONSEGNE (mat. term.)
	TERZO (BACK END)			SCHEDU-LAZIONE EFFETTIVA DELLE LAVORAZIONI DI TESTA E INTERMEDIE	DEFINIZIONE SEQUENZE DI PRELIEVO MATERIALI & REGOLAZIONE EFFETTIVA CONSEGNE (mat. di testa)	SCHEDU-LAZIONE EFFETTIVA DELLE OPERAZIONI TERMINALI	DEFINIZIONE SEQUENZE DI PRELIEVO MATERIALI (mat. term.)

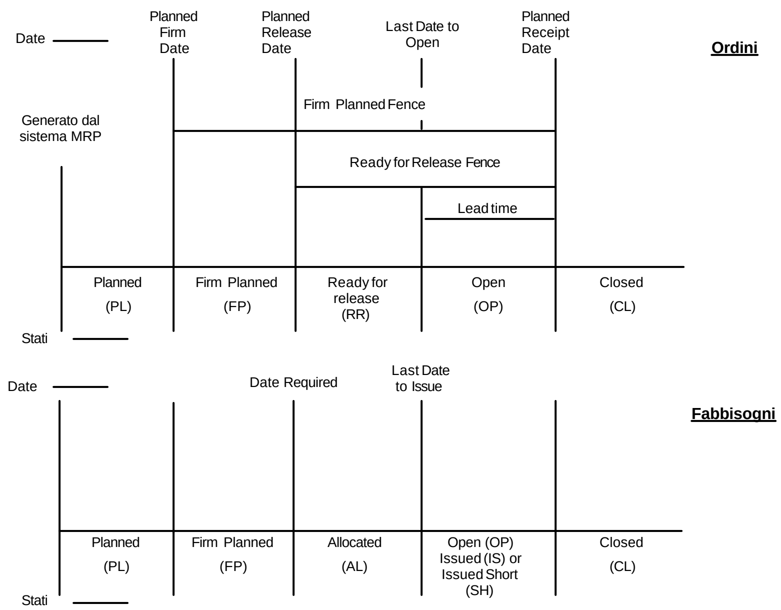
MASTER PRORODUCTION SCHEDULE



INTERVALLI TEMPORALI

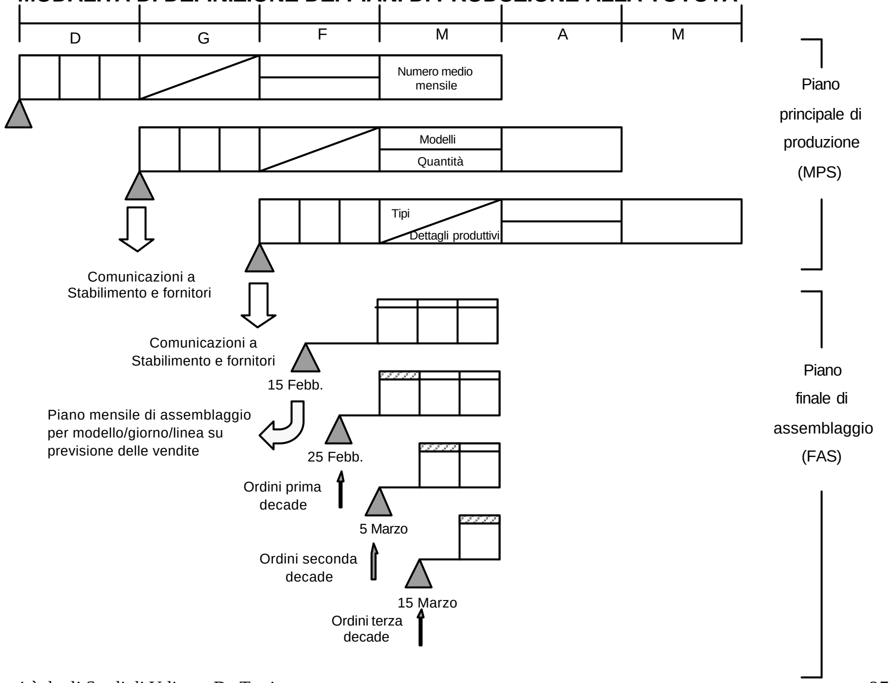


STATI DEGLI ORDINI E DEI FABBISOGNI



Fonte: Cincom System, 1983,

MODALITÀ DI DEFINIZIONE DEI PIANI DI PRODUZIONE ALLA TOYOTA

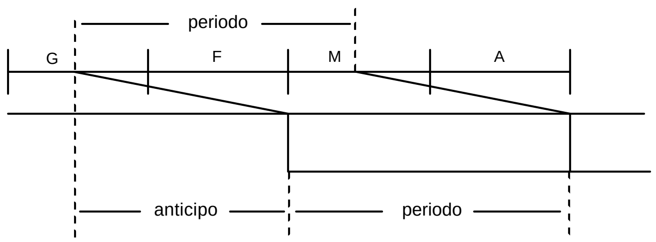


ANTICIPO PERIODO

ANTICIPO = Intervallo tra la data di emissione commessa e l'inizio della commessa.

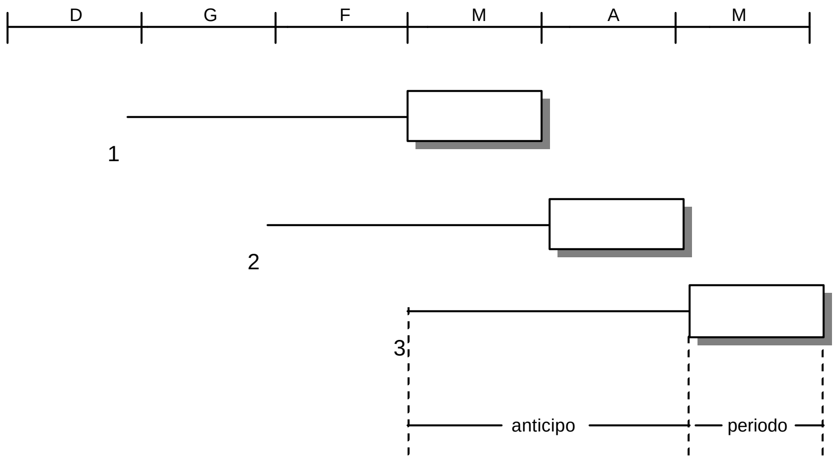
PERIODO = Intervallo tra le date di emissione di due commesse consecutive.

= Intervallo di tempo durante il quale si svolge una commessa.

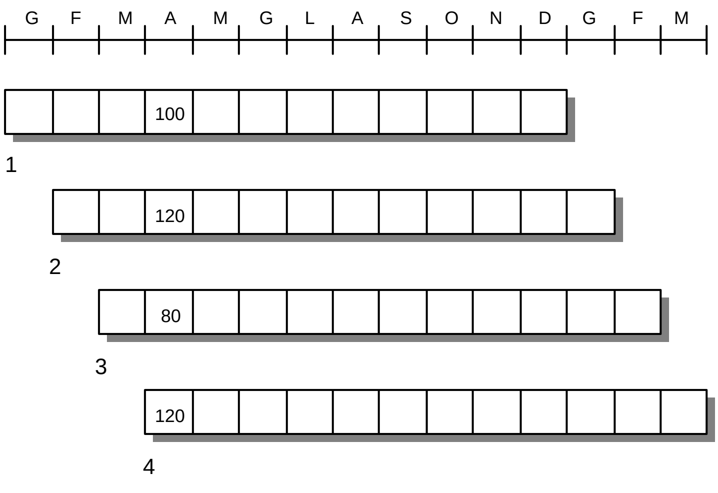


La decisione riguarda il montaggio (reparto terminale) e l'anticipo copre i reparti a monte (approvvigionamenti e produzione).

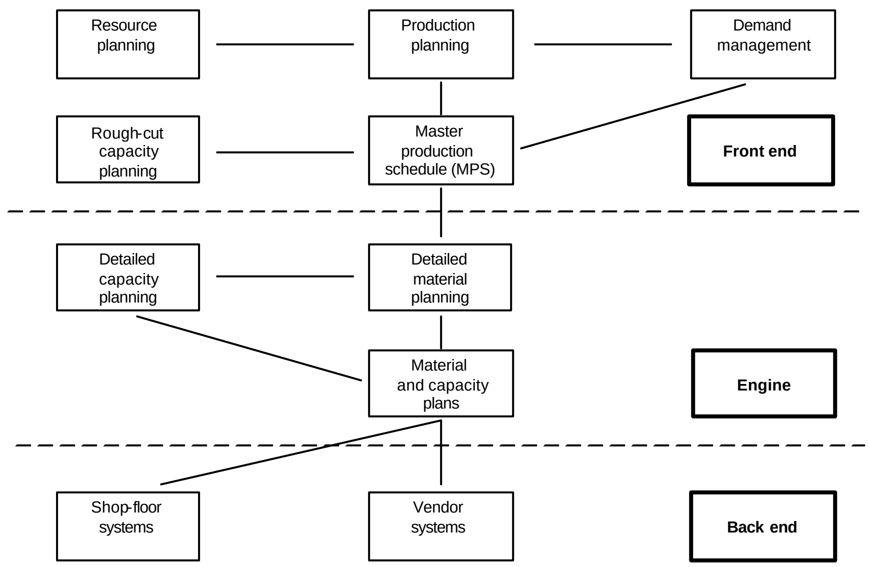
MODELLO ANTICIPO-PERIODO (AP)



MODELLO " MASTER PRODUCTION SCHEDULE" (MPS)



MANUFACTURING PLANNING AND CONTROL SYSTEM (8.1)

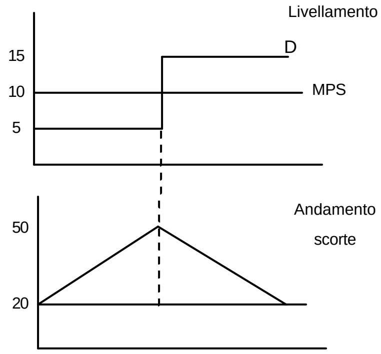


MPS EXAMPLE (8.2)

	Week number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forecast	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Available	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
MPS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
On hand	20											

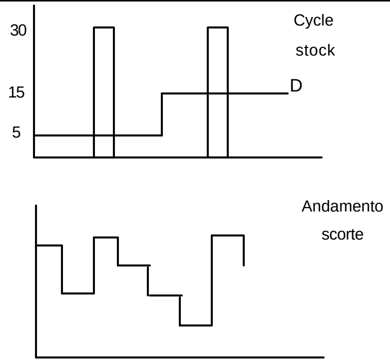
A LEVEL PRODUCTION MPS APPROCH TO SEASONAL SALES (LIVELLAMENTO) (8.3)

	Week number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forecast	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
Available	25	30	35	40	45	50	45	40	35	30	25	20
MPS	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
On hand	20											



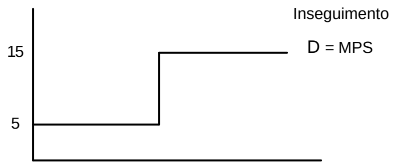
A CHASE SALES MPS APPROCH TO SEASONAL SALES (INSEGUIMENTO) (8.4)

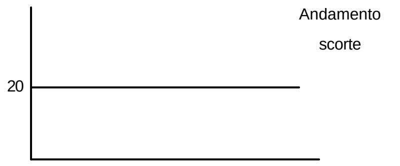
	Week number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forecast	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
Available	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
MPS	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
On hand	20											



LOT SIZING IN THE MPS (CYCLE STOCK) (8.5)

	Week number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forecast	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
Available	15	10	5	30	25	20	5	20	5	20	5	20
MPS				30				30		30		30
On hand	20											





ORDER PROMISING EXAMPLE: WEEK 1 (8.8)

	Week number											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Forecast	5	5	5	5	5	5	15	15	15	15	15	15
Orders	5	3	2									
Available	15	10	5	30	25	20	5	20	5	20	5	20
ATP	10			30				30		30		30
MPS				30				30		30		30
On hand	20											

ATP = 20 - (5 + 3 + 2) = 10

ORDER PROMISING EXAMPLE: WEEK 2 (8.9)

	Week number											
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Forecast	10	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15
Orders	5	5	2									
Available	30	20	10	30	20	5	20	5	20	5	20	5
ATP	28			30			30		30		30	
MPS	30			30			30		30		30	
On hand	10											

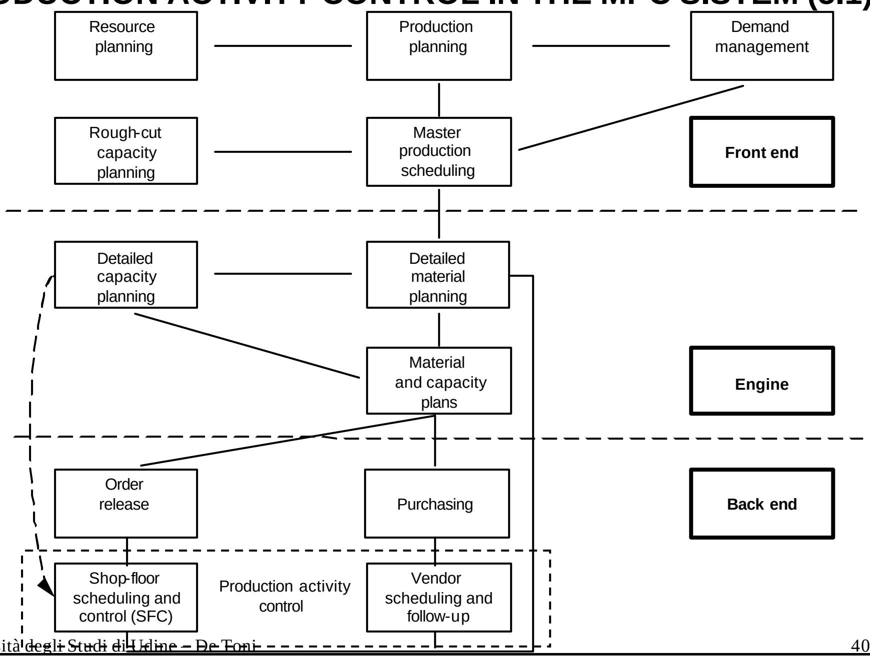
ATP = (30 + 10) - (5 + 5 + 2) = 28

ORDER PROMISING EXAMPLE: WEEK 3 (8.10)

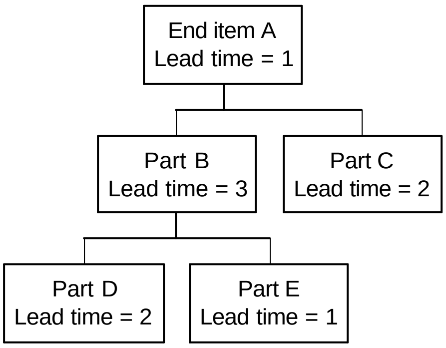
	Week number											
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Forecast	10	10	10	10	15	15	15	15	15	15	15	15
Orders	20	2		35								
Available	10	0	20	-15	-30	-15	-30	-15	-30	-15	-30	-45
ATP	3		0			20		30		30		
MPS			30			30		30		30		
On hand	30											

Controllo Avanzamenti

PRODUCTION ACTIVITY CONTROL IN THE MPC SISTEM (5.1)



EXAMPLE PRODUCT STRUCTURE DIAGRAM (5.2)



ROUTING DATE AND OPERATION SET-BACK CHART (5.3)

Part D routing

Operation	Work center	Run time	Setup time	Move time	Queue time	Total time	Rounded time
1	101	1,4	0,4	0,3	2	4,1	4
2	109	1,5	0,5	0,3	2,5	4,8	5
3	103	0,1	0,1	0,2	0,5	0,9	1

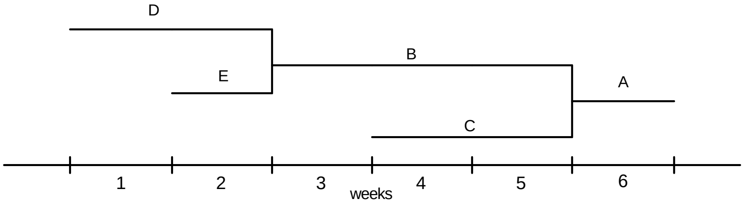
Total lead time (days) 10

Part E routing

Operation	Work center	Run time	Setup time	Move time	Queue time	Total time	Rounded time
1	101	0,3	0,1	0,2	0,5	1,1	1
2	107	0,2	0,1	0,3	0,5	1,1	1
3	103	0,3	0,2	0,1	1,5	2,1	2
4	109	0,1	1	0,2	0,5	0,9	1

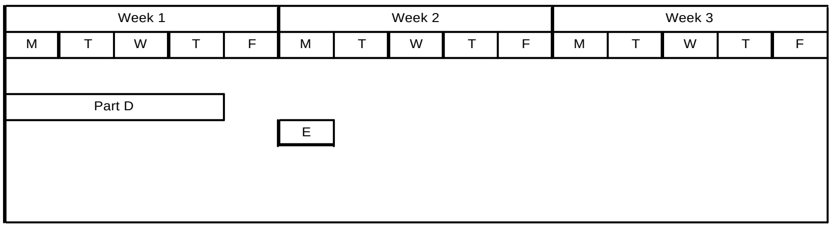
Total lead time (days) 5

RETICOLO TEMPORALE o DISTINTA BASE PIANIFICATA

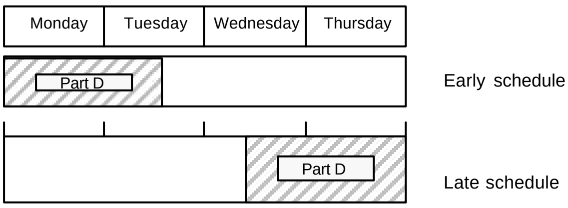


WORK CENTER 101 SCHEDULES (5.4)

Part D and E with MRP lead times

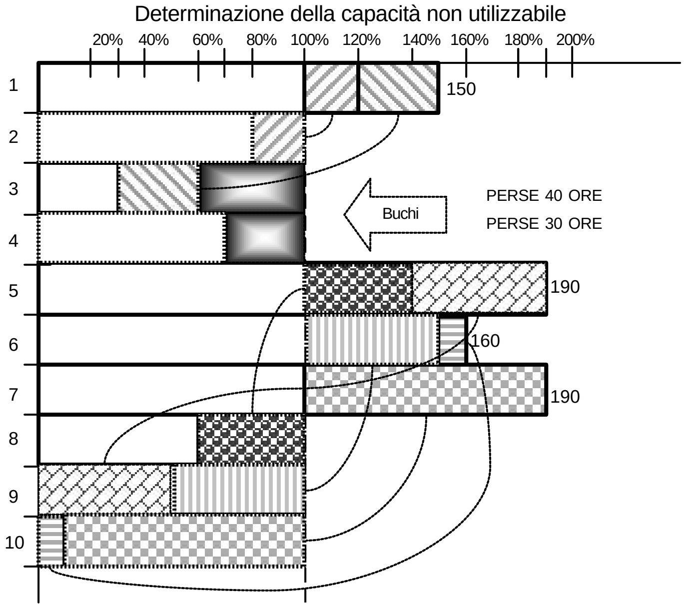


Alternative detailed schedules for Part D
(Set-up and run time only)



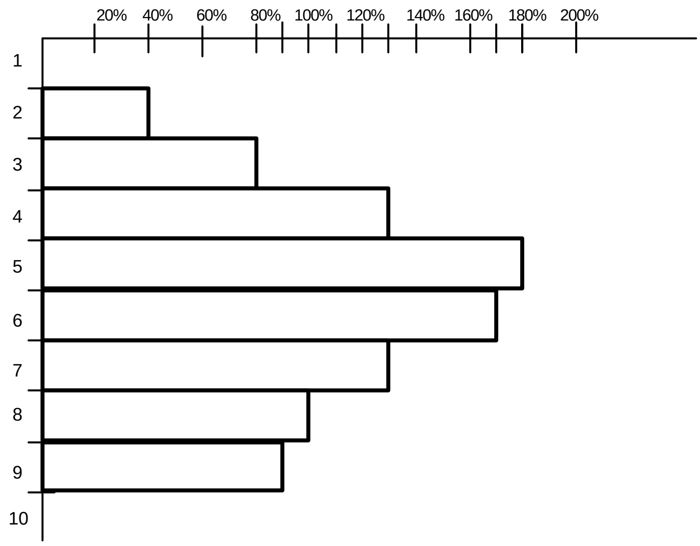
CARICO AL PIU' PRESTO

Determinazione della capacità non utilizzabile



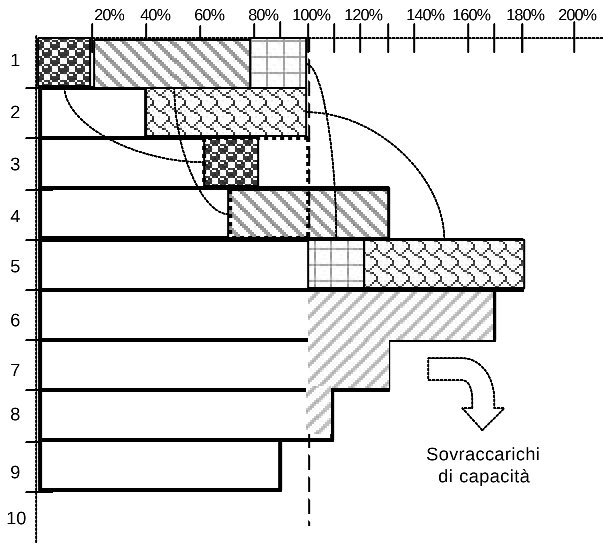
CARICO AL PIU' TARDI

Determinazione dei sovraccarichi



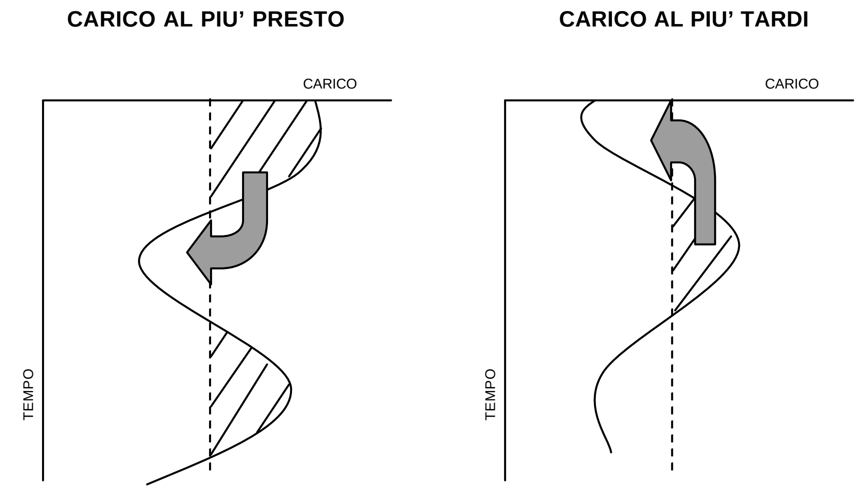
CARICO AL PIU' TARDI

Determinazione dei sovraccarichi



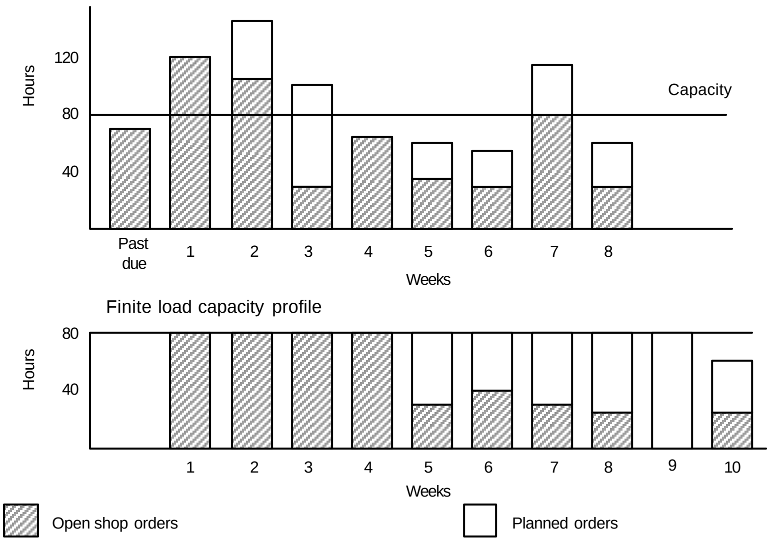
Cumulato iesimo da anticipare	Sottocarico(+) o Sovraccarico(-)	Perdita di capacità	Cumulato iesimo da anticipare
0	100		100
100	60		160
160	20	-40	140
140	-30	-30	80
80	-80		0
0	-70		-70
0	-30		-30
0	-10		-10
0	10		10
10	100		110

POSTICIPI E ANTICIPI



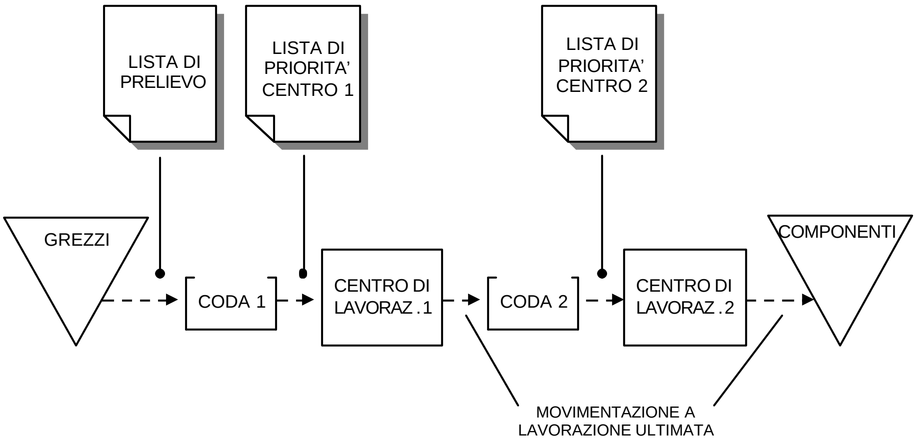
INFINITE VERSUS FINITE LOADING (5.5)

Crp Profile for work center 101



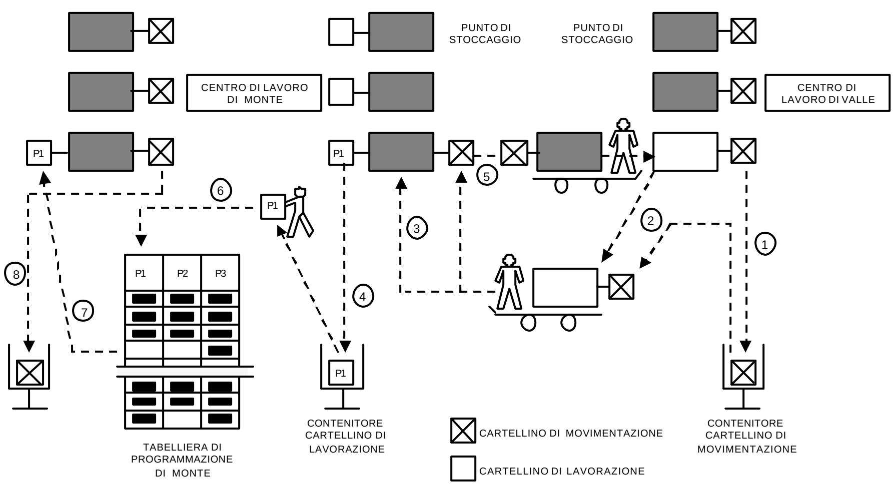
MPCS - BACK END

Supporto a logiche “push” di controllo avanzamento: **Dispatching**



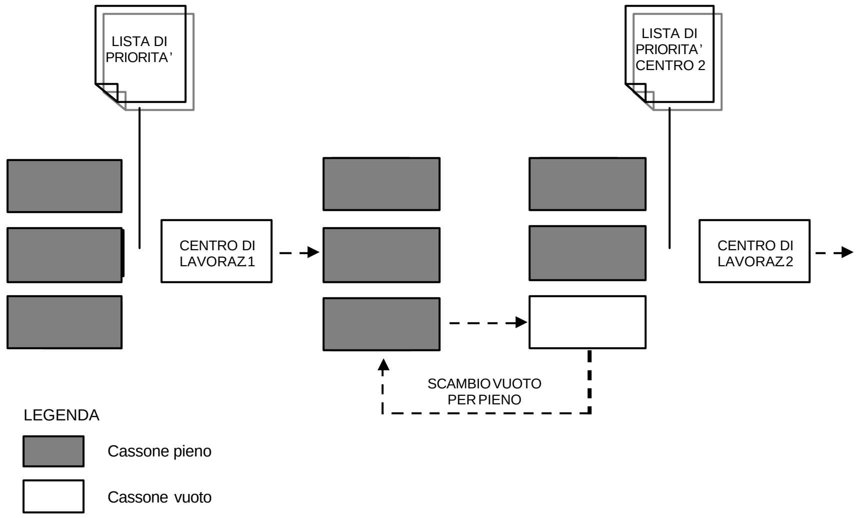
MPCS - BACK END

Supporto a logiche “pull” di controllo avanzamento**: Kanban**

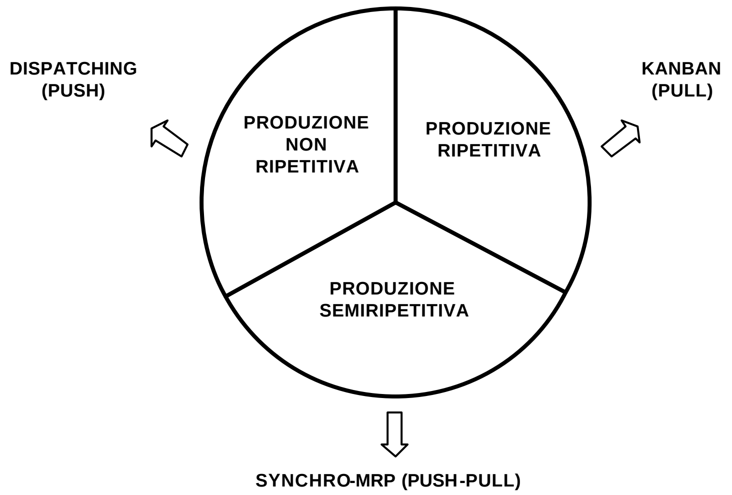


MPCS - BACK END

Supporto a logiche miste “push-pull” di controllo avanzamento:
Synchro-MRP



ASSEGNAZIONE PRIORITA' DI LAVORAZIONE, PRELIEVO E MOVIMENTAZIONE



Condizioni di applicabilità delle tecniche di assegnazione priorità di lavorazione, prelievo e movimentazione

REGOLE DI PRIORITÀ (1 di 3)

1. **MINPRT*(minimum processing time per* operation):** si dà la priorità all'operazione che ha la durata minore. Si ritiene in questo modo di poter alimentare più copiosamente le macchine che, nel ciclo di lavorazione, si trovano a valle della macchina considerata.
2. **MINSOP*(minimum slack time per operation)*:** lo slittamento (slack) è la differenza tra tempo che rimane (da "oggi" alla data di fine richiesta) e tempo di lavorazione (relativo a tutte le lavorazioni non ancora fatte). Se lo slittamento è nullo, il lotto dovrebbe passare da una lavorazione all'altra senza sosta in fila d'attesa (altrimenti si va in ritardo). L'indice da calcolare è: slack diviso il numero di operazioni ancora da eseguire; esso indica quanto tempo in media un lotto può stare in una delle file di attesa che deve ancora superare per completare il suo ciclo. E quindi: priorità al lotto che ha quell'indice più piccolo.

REGOLE DI PRIORITÀ (2 di 3)

3. **FCFS*(first come, first served)*:** primo arrivato, primo servito. È un criterio che si ispira alla "buona educazione".
4. **MINSD*(minimum planned start date per operation)*:** ogni operazione possiede una data di inizio programmata; questa è determinata dai risultati ottenuti nelle operazioni precedenti a quella in esame (che possono aver generato urgenze); si dà priorità all'operazione che ha la più "piccola" data di inizio programmata.
5. **MINDD*(minimum due date per order):*** si dà la priorità all'ordine che ha la data di consegna più vicina (si prescinde dal tempo necessario alle lavorazioni del ciclo che non sono ancora state eseguite).
6. **RANDOM*(random selection)*:** questa regola assegna la priorità a caso. Non si tratta di una regola usata in pratica. Il ricercatore intendeva solo confrontarla con le altre.

REGOLE DI PRIORITÀ (3 di 3)

7. **MINPRT con troncamento:** si dà la priorità all'operazione con la durata minore, ad eccezione del caso di un lavoro che ha già aspettato in coda per un periodo maggiore di un prefissato valore (dato che l'operazione ha durata "grande");senza questa variante certe operazioni rischierebbero di non essere mai eseguite (ci sarebbe sempre un lavoro con priorità maggiore presente nella fila di attesa).
8. **CR *(critical ratio)*:** si dà priorità all'operazione che ha il minor valore del rapporto critico, cioè tempo residuo prima della consegna fissata diviso tempo residuo di lavorazione, cioè:

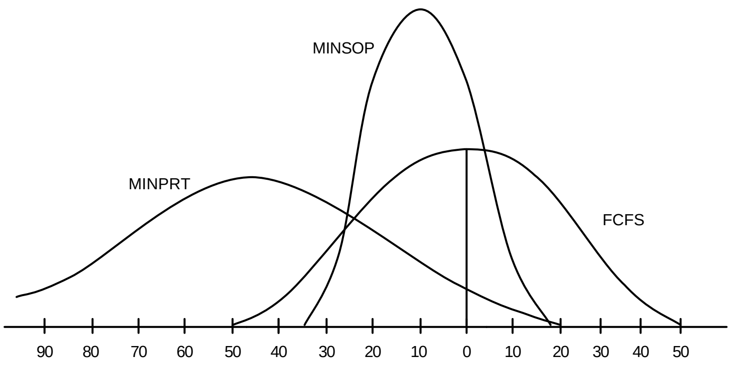
$$\frac{\text{Data di consegna - oggi}}{\text{Lead time rimanente}}$$

CONFRONTO 5 REGOLE DI PRIORITÀ (1 di 2)

Regola	Anticipo medio sulla data di consegna (in giorni)	Varianza	% lavori in ritardo
1 FCFS	0.5	41.1	44.8
2 MINDD	15.5	20.8	17.7
3 MINS	13.1	20.8	22.0
4 MINSOP	12.8	15	3.7
5 MINPRT	44.9	53.7	5.0

Confronto dei risultati di 5 regole di priorità (la regola 3 considera lo slack a differenza della 4 che considera lo slack per operazione

CONFRONTO 5 REGOLE DI PRIORITÀ (2 di 2)



Distribuzione dei risultati della simulazione per le regole FCFS, MINSOP e MINPRT