



Departamento de Ingeniería Industrial y de Sistemas
Pontificia Universidad Católica de Chile

ICS 3213
Gestión de Operaciones

Clase 24: Planificación de corto plazo

*“MRP... asegurar la disponibilidad del material adecuado,
en el lugar preciso, en el momento exacto en que se requiere”*

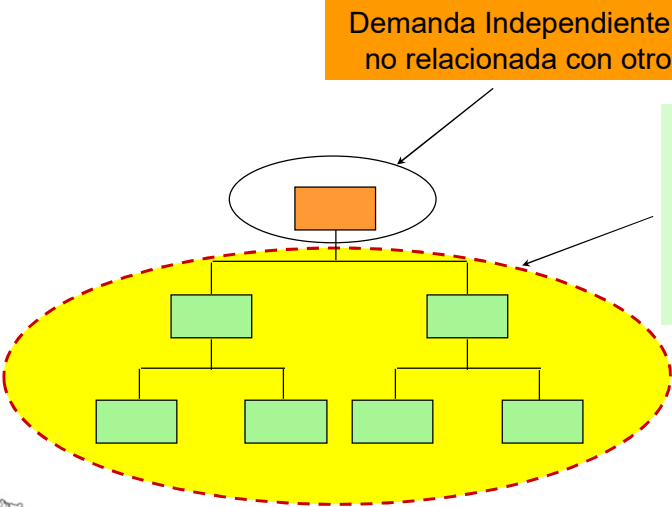
Prof. Juan Carlos Ferrer - 2^{do} Semestre 2024


1

Demanda Independiente vs. Dependiente

Demanda Independiente (Demanda no relacionada con otros ítems)

Demanda Dependiente (Demanda derivada de la demanda de otros ítems)





Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

2

Plan Maestro de Producción

- Problema
 - Construir programas de medio-corto plazo por producto, que cumplan los compromisos
 - Determinar cuándo y en qué cantidad deben ser producidos los productos finales
- ¿Cómo se construye un PMP?
 - Compromisos de entrega establecidos por el área comercial
 - Estimaciones detalladas de demanda
 - Inventarios en mano
 - Lotes de producción



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

3

Plan Maestro de Producción

“Master Production Schedule” (MPS)

| | Abril | | | | Mayo | | | |
|---|-------|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Silla respaldo largo | 150 | | | | | 150 | | |
| Silla cocina | | | | 120 | | | 120 | |
| Silla de escritorio | | 200 | 200 | | 200 | | | 200 |
| Plan agregado de producción para la categoría de sillas | 670 | | | | 670 | | | |

Este es un documento que está “vivo” todo el tiempo, es dinámico.

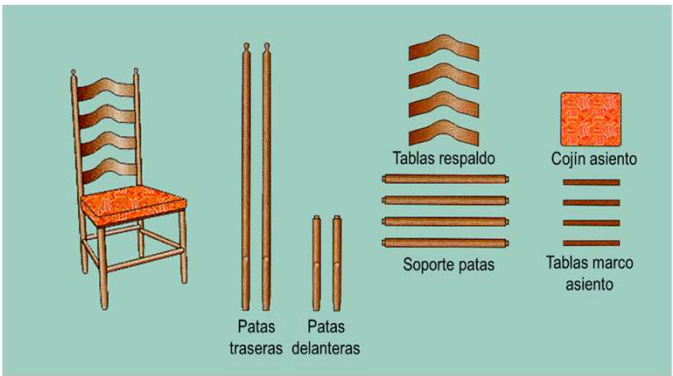


Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

4

Lista de Materiales (receta)

- Productos compuestos por múltiples componentes
- Es necesario conocer las componentes de un producto, y las cantidades de éstas

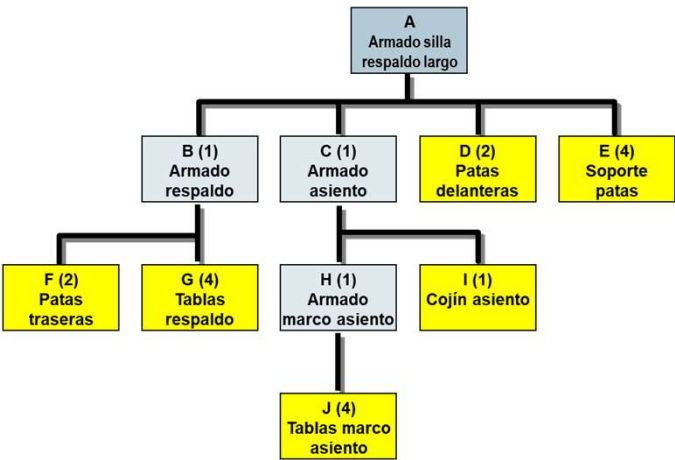


Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

5

Estructura de Lista de Materiales

“Bill of Materials” (BOM)



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

6

Proposición: MRP

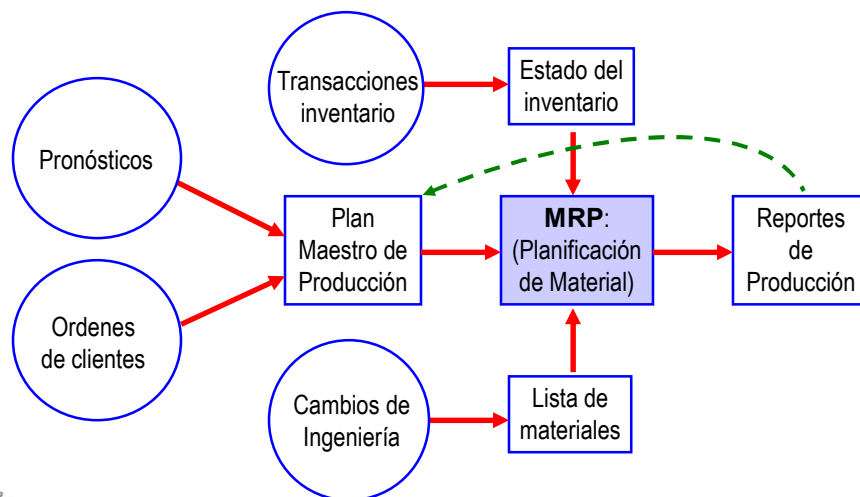
- Determinar
 - Qué componentes se necesita producir
 - Cuántas se necesitan
 - Y cuándo... para cumplir con cierta demanda
- MRP: Material Requirement Planning
 - Concepto desarrollado en los 60 por J. Orlicky y otros en IBM
 - Aumento de popularidad en los 70
 - MRP es un sistema de información (computacional)
 - Esta basado en demanda dependiente



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

9

Estructura de un MRP



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

10

Propósito de MRP

- Coordinación entre Producción e Inventario en grandes sistemas de producción de multi-etapas
- Planificación de la capacidad, programación, y coordinación con proveedores
- Desagregación de la información en el tiempo
- Producción y abastecimiento sincronizado
- Base de datos central para logística e ingeniería



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

11

MRP: Definiciones

- Requerimientos brutos: demanda total de cada ítem en cada período de tiempo
- Recepción programada de antes: recepción esperada para ítems que han sido ordenados previamente
- Inventario en mano proyectado: cantidad disponible esperada de cada ítem al inicio de un período
- Requerimientos netos: cantidad de cada ítem necesitado en cada período después de substraer las respectivas recepciones programadas e inventario en mano, i.e.
$$RN = RB - (R+I)$$
- Recepciones de órdenes: recepciones esperadas de ítems
- Órdenes planificadas para mandar: poner futuras órdenes



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

12

Requerimientos netos de MRP

| Item: Seat subassembly Lot size: 230 units | | | | | | | | |
|---|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Lead time: 2 weeks | Week | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| Gross requirements | 150 | 0 | 0 | 120 | 0 | 150 | 120 | 0 |
| Scheduled receipts | 230 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Projected on-hand inventory 37 | 117 | 117 | 117 | 227 | 227 | 77 | 187 | 187 |
| Planned receipts | | | | 230 | | | 230 | |
| Planned order releases | | 230 | | | 230 | | | |

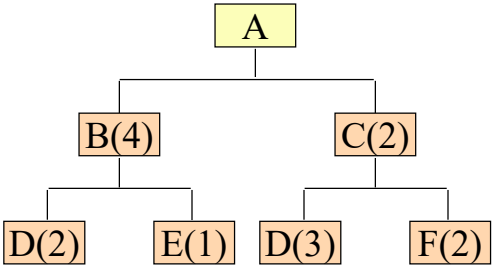


Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

13

Ejemplo de MRP

Estructura de árbol del producto para armar A



Lead Times

| | |
|---|--------|
| A | 1 día |
| B | 2 días |
| C | 1 día |
| D | 3 días |
| E | 4 días |
| F | 1 día |

Demanda

| | |
|--------|------------------|
| Día 10 | 50 A |
| Día 8 | 20 B (Repuestos) |
| Día 6 | 15 D (Repuestos) |



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

14

Ejemplo de MRP

- El número de unidades de "A" son programadas hacia atrás, por el leadtime
- Habrá que poner una orden por 50 en la semana 9 para recibirla en la semana 10

| Day: | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|-----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|
| A | Required | | | | | | | | | | 50 |
| | Order Placement | | | | | | | | | 50 | |

LT = 1 day



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

15

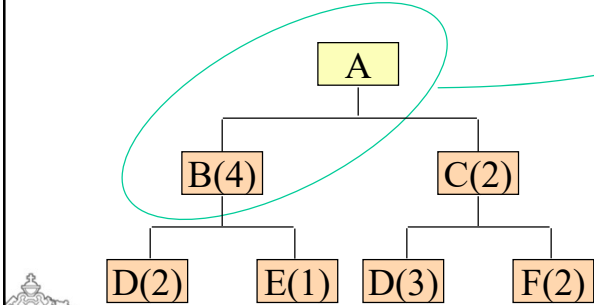
Ejemplo de MRP

| Day: | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|-----------------|---|---|---|---|---|----|-----|----|-----|----|
| A | Required | | | | | | | | | | 50 |
| | Order Placement | | | | | | | | | 50 | |
| B | Required | | | | | | | | 20 | 200 | |
| | Order Placement | | | | | | 20 | 200 | | | |

LT = 2

Repuestos

$4 \times 50 = 200$

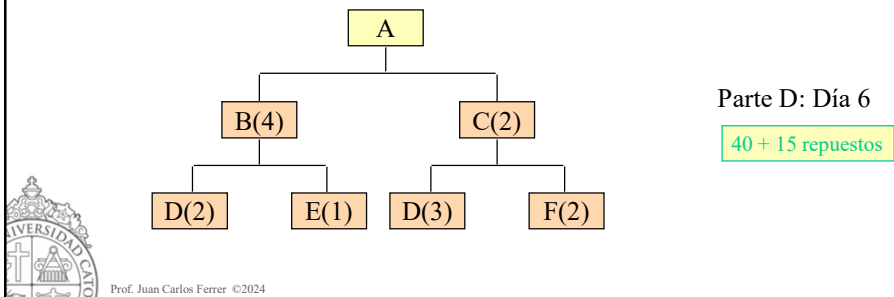


Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

16

Ejemplo de MRP

| Day: | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|------|-----------------|---|----|-----|-----|-----|----|-----|-----|-----|----|
| A | Required | | | | | | | | | | 50 |
| LT=1 | Order Placement | | | | | | | | | 50 | |
| B | Required | | | | | | | | 20 | 200 | |
| LT=2 | Order Placement | | | | | | 20 | 200 | | | |
| C | Required | | | | | | | | | 100 | |
| LT=1 | Order Placement | | | | | | | | 100 | | |
| D | Required | | | | | | 55 | 400 | 300 | | |
| LT=3 | Order Placement | | | 55 | 400 | 300 | | | | | |
| E | Required | | | | | | 20 | 200 | | | |
| LT=4 | Order Placement | | 20 | 200 | | | | | | | |
| F | Required | | | | | | | | 200 | | |
| LT=1 | Order Placement | | | | | | | 200 | | | |



17

Reportes primarios de MRP

- **Ordenes planeadas** para ser enviadas en un tiempo futuro
- **Envío de órdenes** para ejecutar las órdenes planeadas
- **Cambio en plazos de entrega** de órdenes en proceso debido a reprogramación
- **Cancelaciones** de órdenes en proceso debido a cancelaciones de órdenes en el PMP
- **Datos de estado del inventario**



18

Reportes secundarios de MRP

- **Reportes de planificación**, por ejemplo, pronosticar requerimientos de inventario sobre un período de tiempo.
- **Reportes de desempeño** usados para determinar acuerdo entre uso y costos, actuales y programados.
- **Reportes de excepción** usado para destacar serias discrepancias, tales como órdenes tardías o fuera de plazo.



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

19

Tamaño del lote en sistemas MRP

Determinar el tamaño de los lotes en un sistema MRP es un problema complicado

- Algunas técnicas usadas:
 - Lot-for-lot (L4L)
 - Economic order quantity (EOQ)
 - Least total cost (LTC)
 - Least unit cost (LUC)
- Ejemplo
 - Costo por ítem: \$10
 - Costo por orden (setup): \$47
 - Costo inventario: 0.5% del costo ítem




Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

20

Lote a Lote

- Minimiza costo de inventario
- Produce justo lo necesario
- Hace pedidos según requerimientos

| Semana | Requerimien tos netos | Cantidad de la Producción | Inventario Final | Costo de Mant. | Costo de Prep. | Costo Total |
|--------|--------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1 | 50 | 50 | 0 | 0 | 47 | 47 |
| 2 | 60 | 60 | 0 | 0 | 47 | 94 |
| 3 | 70 | 70 | 0 | 0 | 47 | 141 |
| 4 | 60 | 60 | 0 | 0 | 47 | 188 |
| 5 | 95 | 95 | 0 | 0 | 47 | 235 |
| 6 | 75 | 75 | 0 | 0 | 47 | 282 |
| 7 | 60 | 60 | 0 | 0 | 47 | 329 |
| 8 | 55 | 55 | 0 | 0 | 47 | 376 |



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024


21

EOQ

- Demanda determinística, constante y continua.
- Lead Time = 0, horizonte infinito.

• $Q = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$

| Semana | Requerimien tos netos | Cantidad de la Producción | Inventario Final | Costo de Mant. | Costo de Prep. | Costo Total |
|--------|--------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|-------------------|----------------|
| 1 | 50 | 351 | 301 | 15,1 | 47 | 62,1 |
| 2 | 60 | 0 | 241 | 12,1 | 0 | 74,1 |
| 3 | 70 | 0 | 171 | 8,55 | 0 | 82,65 |
| 4 | 60 | 0 | 111 | 5,55 | 0 | 88,2 |
| 5 | 95 | 0 | 16 | 0,8 | 0 | 89 |
| 6 | 75 | 351 | 292 | 14,6 | 47 | 150,6 |
| 7 | 60 | 0 | 232 | 11,6 | 0 | 162,2 |
| 8 | 55 | 0 | 177 | 8,85 | 0 | 171,1 |



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

22

Menor costo total

| Semana | Cantidad Ordenada | Costo de Mant. | Costo de Preparac. | Costo Total |
|--------|-------------------|----------------|--------------------|-------------|
| 1 | 50 | 0 | 47 | 47 |
| 1-2 | 110 | 3 | 47 | 50 |
| 1-3 | 180 | 10 | 47 | 57 |
| 1-4 | 240 | 19 | 47 | 66 |
| 1-5 | 335 | 38 | 47 | 85 |
| 1-6 | 410 | 56,75 | 47 | 103,8 |
| 6 | 75 | 0 | 47 | 47 |
| 6-7 | 135 | 3 | 47 | 50 |
| 6-8 | 190 | 8,5 | 47 | 55,5 |

Criterio: seleccionar el tamaño de lote que tenga los costos de preparación y de mantención más parecidos

| Semana | Req. netos | Cantidad de la Producción | Inventario Final | Costo de Mant. | Costo de Prep. | Costo Total |
|--------|------------|---------------------------|------------------|----------------|----------------|-------------|
| 1 | 50 | 335 | 285 | 14,3 | 47 | 61,3 |
| 2 | 60 | 0 | 225 | 11,3 | 0 | 72,5 |
| 3 | 70 | 0 | 155 | 7,75 | 0 | 80,25 |
| 4 | 60 | 0 | 95 | 4,75 | 0 | 85 |
| 5 | 95 | 0 | 0 | 0 | 0 | 85 |
| 6 | 75 | 190 | 115 | 5,75 | 47 | 137,8 |
| 7 | 60 | 0 | 55 | 2,75 | 0 | 140,5 |
| 8 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 140,5 |

23

Menor costo unitario

| Semana | Cantidad Ordenada | Costo de Mant. | Costo de Preparac. | Costo Total | Costo Unitario |
|--------|-------------------|----------------|--------------------|-------------|----------------|
| 1 | 50 | 0 | 47 | 47 | 0,9400 |
| 1-2 | 110 | 3 | 47 | 50 | 0,4545 |
| 1-3 | 180 | 10 | 47 | 57 | 0,3167 |
| 1-4 | 240 | 19 | 47 | 66 | 0,2750 |
| 1-5 | 335 | 38 | 47 | 85 | 0,2537 |
| 1-6 | 410 | 56,75 | 47 | 103,75 | 0,2530 |
| 1-7 | 470 | 74,75 | 47 | 121,75 | 0,2590 |
| 1-8 | 525 | 94 | 47 | 141 | 0,2686 |
| 7 | 60 | 0 | 47 | 47 | 0,7833 |
| 7-8 | 115 | 2,75 | 47 | 49,75 | 0,4326 |

| Semana | Req. netos | Cantidad de la Producción | Inventario Final | Costo de Mant. | Costo de Prep. | Costo Total |
|--------|------------|---------------------------|------------------|----------------|----------------|-------------|
| 1 | 50 | 410 | 360 | 18,00 | 47 | 65,00 |
| 2 | 60 | 0 | 300 | 15,00 | 0 | 80,00 |
| 3 | 70 | 0 | 230 | 11,50 | 0 | 91,50 |
| 4 | 60 | 0 | 170 | 8,50 | 0 | 100,00 |
| 5 | 95 | 0 | 75 | 3,75 | 0 | 103,75 |
| 6 | 75 | 0 | 0 | 0 | 0 | 103,75 |
| 7 | 60 | 115 | 55 | 2,75 | 47 | 153,50 |
| 8 | 55 | 0 | 0 | 0 | 0 | 153,50 |

24

Críticas de MRP

- Modelo determinístico
- Sistema Push
- Grandes requerimientos de datos
- Dificultad y costo de instalación y mantención

¿Qué sucede si lo queremos sofisticar?

Por ejemplo considerar capacidad limitada en los centros de trabajo

Respuesta: **MRP II**



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

25

Manufacturing Resource Planning (MRP II)

- Origen
 - Querer incorporar una toma de decisiones más complicada e incluir factores de capacidad en los sistemas MRP
- Objetivo
 - Planificar y monitorear todos los recursos de una empresa:
 - Manufactura
 - Marketing
 - Finanzas
 - Ingeniería



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024

26

De MRP II a ERP

- Sistemas complejos de gestión
- Incorporan áreas como:
 - Ventas y comercialización
 - Contabilidad y finanzas
 - Manejo de personas
 - Operaciones y logística
- Garantizan un manejo eficiente y consistente de información
- Reportan a todo el personal lo que cada uno necesita ver (operarios y gerentes)
- Algunos nombres conocidos (SAP, Oracle, SAGE, IFS, etc.)



Prof. Juan Carlos Ferrer ©2024