

# 5. PLANEACIÓN AGREGADA

La opción **Nuevo Problema (New Problem)** genera una plantilla en la cual se introducirán las características de nuestro problema:

Problem Specification

Problem Type

Simple Model

Transportation Model

General LP Model

Part Time Allowed

Overtime Allowed

Hire/Dismissal Allowed

Subcontracting Allowed

Backorder Allowed

Lost Sales Allowed

Problem Title: Aggregate Planning Problem

Number of Planning Periods	5
Planning Resource Name	employee
Capacity Unit of Planning Resource	hour
Capacity Requirement per Product/Service	1
Initial Number of Planning Resource	1
Initial Inventory(+)/Backorder(-) of Product/Service	0

OK Cancel Help

A continuación se describirán cada uno de los **Tipos de problemas (Problem Type)** admitidos en este módulo:

- **Modelos Simples (Simple Model):** Este tipo de modelos analizan los **costos lineales de producción (linear cost from production)**, los **subcontratos (Subcontracting)**, **ventas pérdidas (Lost Sales)**, **inventarios / pedidos (Inventory / Backorder)**, **tiempos extras (Overtime)**, **contratos / despidos (Hire / Dismissal)**.
- **Modelos de Transportes (Transportation Model):** Representa una relación origen (producción) destino (demanda) entre varios actores a través de un modelo de transporte, considerando tiempos de producción, venta pérdidas, subcontratos, tiempos extras.
- **Modelos generales de Programación Lineal (General L P Model):** Cubre la mayoría de situaciones que pueden presentarse en la Planeación Agregada. Incluye todos los elementos de los dos modelos anteriores.

## 5.1 MODELO DE EJEMPLO

Mediante un ejemplo demostraremos como se introducen los datos para la creación de un modelo simple de Planeación Agregada.

### Ejemplo 5-1:

Según el departamento de pronósticos de la compañía ABC S.A., las demandas de artículos para los próximos seis meses serán:


	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Totales
<b>Pronóstico de la demanda</b>	1800	1500	1100	900	1100	1600	8000
<b>Cantidad de días laborables</b>	22	19	21	21	22	20	125

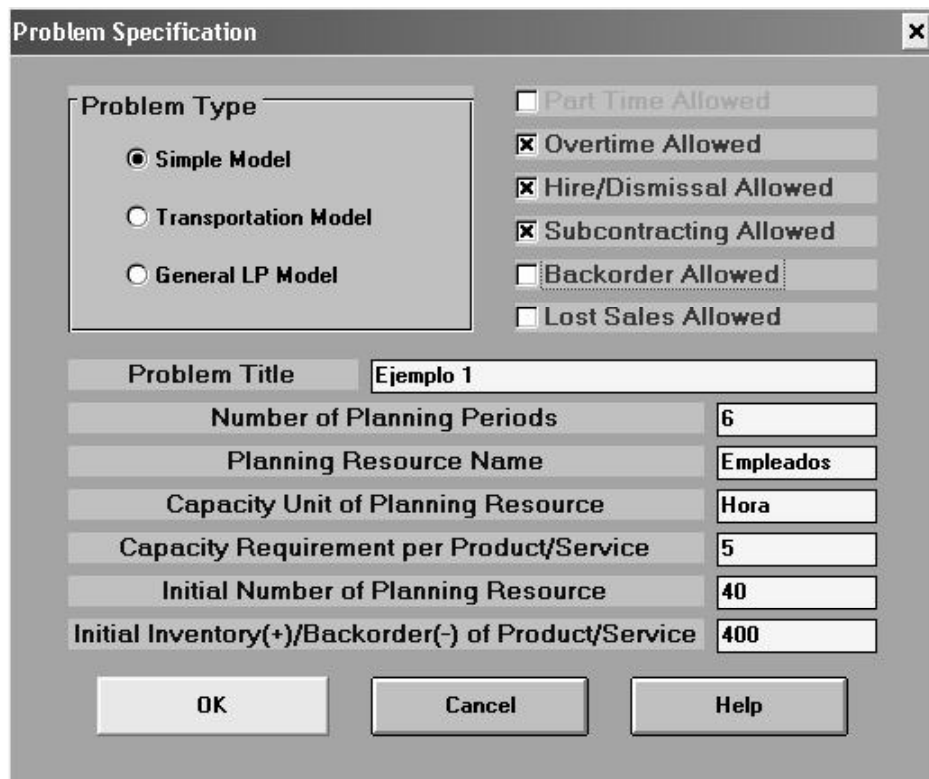
Se desea preparar un plan de producción para la compañía, considerando la siguiente información adicional:

<b>Costo materiales</b>	\$100.000/unidad
<b>Costo de mantener inventario</b>	\$1.50/unidad/mes
<b>Costo marginal por ventas perdidas</b>	\$5.00/unidad/mes
<b>Costo marginal de subcontratación</b>	\$20.00/unidad
<b>Costo de contrataciones y capacitaciones</b>	\$200.00/trabajador
<b>Costo de despidos</b>	\$250.00/trabajador
<b>Horas de trabajo requeridas</b>	5/unidad
<b>Máximo de horas de trabajo extras por mes</b>	8 Horas
<b>Horas laborables normales por día</b>	8 Horas
<b>Costo del tiempo normal</b>	\$4.00/hora
<b>Costo del tiempo extra</b>	\$6.00/hora
<b>Trabajadores disponibles a enero primero</b>	40 Trabajadores
<b>Capacidad máxima que se puede subcontratar</b>	100 Unidades
<b>Inventario inicial</b>	400 unidades

## 5.2 INTRODUCIENDO EL PROBLEMA

Para ingresar la información del problema al **WINQSB**, debemos activar la ventana **Especificaciones del problema (Problem Specification)** pulsando sobre la

opción **Nuevo Problema (New Problem)** en el menú **Archivo (File)** o pulsando directamente sobre el botón 



<b>Problem Specification</b>		
<b>Problem Type</b>	<input type="checkbox"/> Part Time Allowed	
<input checked="" type="radio"/> Simple Model	<input checked="" type="checkbox"/> Overtime Allowed	
<input type="radio"/> Transportation Model	<input checked="" type="checkbox"/> Hire/Dismissal Allowed	
<input type="radio"/> General LP Model	<input checked="" type="checkbox"/> Subcontracting Allowed	
	<input type="checkbox"/> Backorder Allowed	
	<input type="checkbox"/> Lost Sales Allowed	
Problem Title	Ejemplo 1	
Number of Planning Periods	6	
Planning Resource Name	Empleados	
Capacity Unit of Planning Resource	Hora	
Capacity Requirement per Product/Service	5	
Initial Number of Planning Resource	40	
Initial Inventory(+)/Backorder(-) of Product/Service	400	
OK	Cancel	Help

Seleccionamos **Modelo Simple (Simple Model)** y marcamos las casillas a partir de la información suministrada por el problema:

- **Tiempo Extra (Overtime Allowed)**: En el caso de que se considere trabajar con tiempos extras.
- **Despidos y contrataciones (Hire/Dismissal Allowed)**: Cuando se considere la opción de contratar y despedir empleados según la carga de producción en el periodo.
- **Subcontratación (Subcontracting Allowed)**: Se activa cuando el problema considere la alternativa de subcontratar parte de la producción.
- **Pedidos (Backorder Allowed)**: Cuando se desee trabajar considerando inventarios menores a cero.
- **Ventas Perdidas (Lost Sales Allowed)**: Incluye el costo de las ventas perdidas.

El resto de la información requerida la constituye:

- **Título del problema (Problem Title)**: Se escribe el título con que identificamos el problema.

<b>Problem Title</b>	Ejemplo 1
<b>Number of Planning Periods</b>	6
<b>Planning Resource Name</b>	Empleados
<b>Capacity Unit of Planning Resource</b>	Hora
<b>Capacity Requirement per Product/Service</b>	5
<b>Initial Number of Planning Resource</b>	40
<b>Initial Inventory(+)/Backorder(-) of Product/Service</b>	400

- **Número de periodos planeados (Number of Planning Periods):** Número de periodos incluidos en la planeación del problema.
- **Nombre del recurso planeado (Planning Resource Name):** Nombre del recurso que se va a planear.
- **Unidad de capacidad del recurso planeado (Capacity Unit of Planning Resource)**
- **Requerimiento de capacidad por unidad de producto o servicio (Capacity Requirement per Product/Service):** Unidades requeridas para elaborar un producto o servicio (en este caso el valor indica que se requieren 5 horas por cada unidad).
- **Número inicial de recursos planeados (Initial Number of Planning Resource):** Indica la cantidad de recursos disponibles al comienzo del periodo.
- **Inventario inicial o faltantes de productos o servicios (Initial Inventory(+)/Backorder(-) of Product/Service):** Disponibilidad (o faltantes) de unidades del producto o servicio.

Una vez digitada la información pulsamos sobre el botón **OK** para ingresar los datos faltantes del problema.

DATA ITEM	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6
Forecast Demand						
Initial Number of Empleados	40	40	40	40	40	40
Regular Time Capacity in Hora per Empleados						
Regular Time Cost per Hora						
Undertime Cost per Hora						
Overtime Capacity in Hora per Empleados						
Overtime Cost per Hora						
Hiring Cost per Empleados						
Dismissal Cost per Empleados						
Initial Inventory (+) or Backorder (-)	400					
Maximum Inventory Allowed	M	M	M	M	M	M
Minimum Ending Inventory (Safety Stock)						
Unit Inventory Holding Cost						
Maximum Subcontracting Allowed (Capacity)						
Unit Subcontracting Cost						
Other Unit Production Cost						
Capacity Requirement in Hora per Unit	5	5	5	5	5	5

Explicaremos a continuación uno a uno los nuevos campos requeridos por **WINQSB** para completar el análisis de planeación agregada (recuerde que las palabras **Hora** y **Empleados** fueron definidas al inicio como unidad de capacidad y el nombre del recurso manejado):

- **Pronóstico de la Demanda (Forecast Demand)**: Se introduce la información resultado de un pronóstico de la demanda para los meses objeto del estudio.

DATA ITEM	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6
Forecast Demand	1800	1500	1100	900	1100	1600

- **Número Inicial de Empleados (Initial Numbers of Empleados)**: Cantidad de empleados con que disponemos al comienzo de cada mes.
- **Tiempo regular disponible en hora por empleados (Regular Time Capacity in Hora per Empleados)**: Tiempo máximo disponible por cada mes (en la unidad de tiempo definida). Se calcula multiplicando los días disponibles por mes por las horas disponibles para trabajar, por ejemplo, para el periodo 1 tenemos:

$$\text{Tiempo Disponible} = 22 \text{ días} \times 8 \text{ Horas} / \text{Día} = 176 \text{ horas disponibles}$$

DATA ITEM	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6
Forecast Demand	1800	1500	1100	900	1100	1600
Initial Number of Empleados	40					
Regular Time Capacity in Hora per Empleados	176	152	168	168	176	160

- **Costo regular de la hora (Regular Time Cost per Hora)**: En nuestro caso estimamos el valor de la hora trabajada en \$4.
- **Costo por debajo de la hora (Undertime Cost per Hora)**: En caso de no completar la hora, se debe definir el costo de la misma. En el ejemplo trabajaremos con el costo de la hora completa \$4.
- **Tiempo extra disponible (Overtime Capacity in Hora per Empleados)**: Indicamos el número de horas extras disponibles por cada trabajador.
- **Costo del tiempo Extra (Overtime Cost per Hora)**: Costo de la hora extra.
- **Costo de contratación (Hiring Cost per Empleados)**: Costo de contratar un empleado.
- **Costo de despido (Dismissal Cost per Empleados)**: Costo de despido de un empleado.

DATA ITEM	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6
Forecast Demand	1800	1500	1100	900	1100	1600
Initial Number of Empleados	40					
Regular Time Capacity in Hora per Empleados	176	152	168	168	176	160
Regular Time Cost per Hora	4	4	4	4	4	4
Undertime Cost per Hora	4	4	4	4	4	4
Overtime Capacity in Hora per Empleados	8	8	8	8	8	8
Overtime Cost per Hora	6	6	6	6	6	6
Hiring Cost per Empleados	200	200	200	200	200	200
Dismissal Cost per Empleados	250	250	250	250	250	250

- **Inventario Inicial (Initial Inventory (+) or Backorder (-)):** Inventario inicial con el cual se cuenta (o se contará) al inicio del periodo, órdenes pendientes por cumplir.
- **Nivel máximo de Inventario (Maximun Inventory Allowed):** Nivel máximo de inventario aceptado por la empresa. En el caso de que se trabaje con inventarios máximo tendientes a infinito se especifica con la letra M.
- **Nivel mínimo de inventario aceptado (Minimun Ending Inventory):** Valor del Stock mínimo requerido por la empresa. En nuestro caso colocaremos el valor de cero indicando que trabajaremos con cero inventarios.
- **Costo de mantener una unidad en inventario (Unit Inventory Holding Cost):** El costo de mantener un producto en inventario durante un periodo determinado.

DATA ITEM	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6
Forecast Demand	1800	1500	1100	900	1100	1600
Initial Number of Empleados	40					
Regular Time Capacity in Hora per Empleados	176	152	168	168	176	160
Regular Time Cost per Hora	4	4	4	4	4	4
Undertime Cost per Hora	4	4	4	4	4	4
Overtime Capacity in Hora per Empleados	0	0	0	0	0	0
Overtime Cost per Hora	6	6	6	6	6	6
Hiring Cost per Empleados	200	200	200	200	200	200
Dismissal Cost per Empleados	250	250	250	250	250	250
Initial Inventory (+) or Backorder (-)	400					
Maximum Inventory Allowed	M	M	M	M	M	M
Minimum Ending Inventory (Safety Stock)	0	0	0	0	0	0
Unit Inventory Holding Cost	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5

- **Capacidad máxima posible a subcontratar (Maximun Subcontracting Allowed):** Valor máximo que podría ser subcontratado en caso de que la producción no alcance el valor demandado.
- **Costo de la unidad subcontratada (Unit Subcontracting Cost):** Valor de cada unidad que es elaborada por subcontratos.
- **Otros costos unitarios de producción (Other Unit Production Cost):** En caso de que existan otros costos unitarios adicionales se anotaran en este apartado.

DATA ITEM	Period 1	Period 2	Period 3	Period 4	Period 5	Period 6
Forecast Demand	1800	1500	1100	900	1100	1600
Initial Number of Empleados	40					
Regular Time Capacity in Hora per Empleados	176	152	168	168	176	160
Regular Time Cost per Hora	4	4	4	4	4	4
Undertime Cost per Hora	4	4	4	4	4	4
Overtime Capacity in Hora per Empleados	8	8	8	8	8	8
Overtime Cost per Hora	6	6	6	6	6	6
Hiring Cost per Empleados	200	200	200	200	200	200
Dismissal Cost per Empleados	250	250	250	250	250	250
Initial Inventory (+) or Backorder (-)	400					
Maximum Inventory Allowed	M	M	M	M	M	M
Minimum Ending Inventory (Safety Stock)	0	0	0	0	0	0
Unit Inventory Holding Cost	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Maximum Subcontracting Allowed (Capacity)	100	100	100	100	100	100
Unit Subcontracting Cost	20	20	20	20	20	20
Other Unit Production Cost	0	0	0	0	0	0
Capacity Requirement in Hora per Unit	5					

La última fila corresponde al **Requerimiento de capacidad por unidad de producto o servicio (Capacity Requirement per Product/Service)** introducido en la ventana de especificaciones del problema. Una vez concluida la digitación de los datos procedemos a solucionar el problema:



Aparecerá una nueva ventana donde se podrán establecer distintos parámetros para llegar a una solución óptima.

<b>Solution Method</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input checked="" type="radio"/> <b>Constant Average Production (Level Strategy)</b></li> <li><input type="radio"/> Periodic Average Production (Level Strategy)</li> <li><input type="radio"/> Constant Regular Time Empleados (Level Strategy)</li> <li><input type="radio"/> Constant with Initial Empleados (Level Strategy)</li> <li><input type="radio"/> Constant with Minimum Empleados (Level Strategy)</li> <li><input type="radio"/> Up-to-demand with Regular Time Empleados</li> <li><input type="radio"/> Up-to-demand with Regular and Overtime Empleados</li> <li><input type="radio"/> Up-to-demand with No Hiring/Dismissal</li> <li><input type="radio"/> User Assigns/Adjusts Production</li> <li><input type="radio"/> Linear Programming Optimal Solution</li> </ul>		<b>Proposed Average Production:</b> <input type="text" value="1267"/>												
<b>Production Priority If Needed</b> <table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;"><u>Enter Priority [1 to 5]</u></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Overtime</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Hiring/dismissal</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="2"/></td> </tr> <tr> <td><input checked="" type="checkbox"/> Subcontracting</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="3"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Backorder</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="4"/></td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/> Lost-sales</td> <td style="text-align: center;"><input type="text" value="5"/></td> </tr> </table>			<u>Enter Priority [1 to 5]</u>	<input checked="" type="checkbox"/> Overtime	<input type="text" value="1"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Hiring/dismissal	<input type="text" value="2"/>	<input checked="" type="checkbox"/> Subcontracting	<input type="text" value="3"/>	<input type="checkbox"/> Backorder	<input type="text" value="4"/>	<input type="checkbox"/> Lost-sales	<input type="text" value="5"/>	<b>Production Quantity</b> <ul style="list-style-type: none"> <li><input type="radio"/> Fraction allowed</li> <li><input checked="" type="radio"/> Whole number</li> <li><input type="radio"/> in 10s</li> <li><input type="radio"/> in 100s</li> <li><input type="radio"/> in 1000s</li> <li><input type="radio"/> in lot-size: <input type="text" value="1"/></li> </ul>
	<u>Enter Priority [1 to 5]</u>													
<input checked="" type="checkbox"/> Overtime	<input type="text" value="1"/>													
<input checked="" type="checkbox"/> Hiring/dismissal	<input type="text" value="2"/>													
<input checked="" type="checkbox"/> Subcontracting	<input type="text" value="3"/>													
<input type="checkbox"/> Backorder	<input type="text" value="4"/>													
<input type="checkbox"/> Lost-sales	<input type="text" value="5"/>													
		<input type="button" value="OK"/>  <input type="button" value="Cancel"/>  <input type="button" value="Help"/>												

### 5.3 ESTABLECIENDO EL MÉTODO DE SOLUCIÓN

WINQSB nos permite elegir entre 10 métodos distintos para la consecución de la planeación agregada. Los más destacados son:

- **Promedio de producción constante (Constant Average Production):** Se especifica el promedio de producción el cual se mantendrá constante durante los meses.
- **Promedio de producción periódico (Periodic Average Production):** Mantener la producción constantes por periodos.
- **Tiempo constante de capacidad para empleados (Constant Regular Time Empleados):** Se mantienen los tiempos de capacidad para el recurso estudiado.
- **Cantidad inicial de empleados constantes (Constant With Initial Empleados):** Se mantienen constantes la cantidad de empleados (no se contratan ni se despiden).
- **Cantidad mínima de empleados constantes (Constant With Minimun Empleados):** Cantidad mínima de empleados que se mantendrán constantes.



Podremos priorizar para algunos de estos métodos si el problema esta enfocado más hacia una solución con subcontratación, despidos, subcontratos o ventas perdidas (la valoración se hace colocando a las casillas que están activadas un valor entre el 1 y el 5, siendo 1 el ítem que tendrá más importancia).

	Enter Priority [1 to 5]
<input checked="" type="checkbox"/> Overtime	1
<input checked="" type="checkbox"/> Hiring/dismissal	2
<input checked="" type="checkbox"/> Subcontracting	3
<input type="checkbox"/> Backorder	4
<input type="checkbox"/> Lost-sales	5

## 5.4 SOLUCIONANDO UN PROBLEMA DE PLANEACIÓN AGREGADA

La solución se hará basada en la estrategia de mantener un nivel constante de 40 empleados al comienzo de cada mes, seleccionando la opción **Cantidad inicial de empleados constantes** (*Constant With Initial Empleados*).

Solution Method	Proposed Number of Initial Empleadoss:	Production Quantity
<input type="radio"/> Constant Average Production (Level Strategy)	40	<input type="radio"/> Fraction allowed
<input type="radio"/> Periodic Average Production (Level Strategy)		
<input type="radio"/> Constant Regular Time Empleados (Level Strategy)	40	<input checked="" type="radio"/> Whole number
<input checked="" type="radio"/> Constant with Initial Empleados (Level Strategy)		
<input type="radio"/> Constant with Minimum Empleados (Level Strategy)		
<input type="radio"/> Up-to-demand with Regular Time Empleados		
<input type="radio"/> Up-to-demand with Regular and Overtime Empleados		
<input type="radio"/> Up-to-demand with No Hiring/Dismissal		
<input type="radio"/> User Assigns/Adjusts Production		
<input type="radio"/> Linear Programming Optimal Solution		
		<input type="radio"/> in 10s
		<input type="radio"/> in 100s
	<input type="radio"/> in 1000s	
	<input type="radio"/> in lot-size: 1	

Esta solución impide la contratación y despidos de empleados. Pulsamos en el botón **OK** y analicemos los resultados:

11-26-2005 12:59:28	Demand	Regular Production	Overtime Production	Subcontracting Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Empleadoss
Initial						400,00			40,00
Period 1	1.800,00	1.408,00	0,00	0,00	1.408,00	8,00	0,00	0,00	40,00
Period 2	1.500,00	1.216,00	0,00	0,00	1.216,00	0,00	0,00	0,00	40,00
Period 3	1.100,00	1.344,00	0,00	0,00	1.344,00	0,00	0,00	0,00	40,00
Period 4	900,00	1.344,00	0,00	0,00	1.344,00	412,00	0,00	0,00	40,00
Period 5	1.100,00	1.408,00	0,00	0,00	1.408,00	720,00	0,00	0,00	40,00
Period 6	1.600,00	1.280,00	0,00	0,00	1.280,00	400,00	0,00	0,00	40,00
Total	8.000,00	8.000,00	0,00	0,00	8.000,00	1.540,00	0,00	0,00	

En este caso, la cantidad de empleados es suficiente para satisfacer la demanda, por lo cual no es necesario trabajar horas extras ni subcontratar parte de la producción.

Manteniendo este nivel máximo de producción con 40 empleados, al final del sexto periodo se tendrá un inventario final de 1540 unidades.

Para observar los costos de esta estrategia seleccionaremos en el menú **Resultados (Results)** la opción **Mostrar análisis de costos (Show Cost Analysis)**



El costo total de esta estrategia es de \$162.310.

11-26-2005 13:01:46	Regular Time	Overtime	Subcontracting Cost	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$28.160	0	0	\$12	0	0	\$28.172
Period 2	\$24.320	0	0	0	0	0	\$24.320
Period 3	\$26.880	0	0	0	0	0	\$26.880
Period 4	\$26.880	0	0	\$618	0	0	\$27.498
Period 5	\$28.160	0	0	\$1.080	0	0	\$29.240
Period 6	\$25.600	0	0	\$600	0	0	\$26.200
Total	\$160.000	0	0	\$2.310	0	0	\$162.310

Cerremos la ventana que muestra la solución y procedamos a resolver nuevamente el ejercicio, esta vez marcando el primer método de solución **Promedio de producción constante (Constant Average Production)** y pulsando en el botón **OK**.

**Solution Method**

- Constant Average Production (Level Strategy)
- Periodic Average Production (Level Strategy)
- Constant Regular Time Empleados (Level Strategy)
- Constant with Initial Empleados (Level Strategy)
- Constant with Minimum Empleados (Level Strategy)
- Up-to-demand with Regular Time Empleados
- Up-to-demand with Regular and Overtime Empleados
- Up-to-demand with No Hiring/Dismissal
- User Assigns/Adjusts Production
- Linear Programming Optimal Solution

**Proposed Average Production:**

1267

**Production Quantity**

- Fraction allowed
- Whole number
- in 10s
- in 100s
- in 1000s
- in lot-size:

**Production Priority If Needed**

Enter Priority (1 to 5)

- Overtime
- Hiring/dismissal
- Subcontracting
- Backorder
- Lost-sales

OK

Cancel

Help

Los nuevos resultados son:

11-26-2005 13:06:56	Demand	Regular Production	Overtime Production	Subcontracting Production	Total Production	Ending Inventory	Hiring	Dismissal	Number of Empleadoss
Initial						400,00			40,00
Period 1	1.800,00	1.267,00	0,00	0,00	1.267,00	0,00	0,00	0,00	40,00
Period 2	1.500,00	1.216,00	0,00	0,00	1.216,00	0,00	0,00	0,00	40,00
Period 3	1.100,00	1.267,00	0,00	0,00	1.267,00	0,00	0,00	0,00	40,00
Period 4	900,00	1.267,00	0,00	0,00	1.267,00	117,00	0,00	0,00	40,00
Period 5	1.100,00	1.267,00	0,00	0,00	1.267,00	284,00	0,00	0,00	40,00
Period 6	1.600,00	1.267,00	0,00	0,00	1.267,00	0,00	0,00	0,00	40,00
<b>Total</b>	<b>8.000,00</b>	<b>7.551,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	<b>7.551,00</b>	<b>401,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	

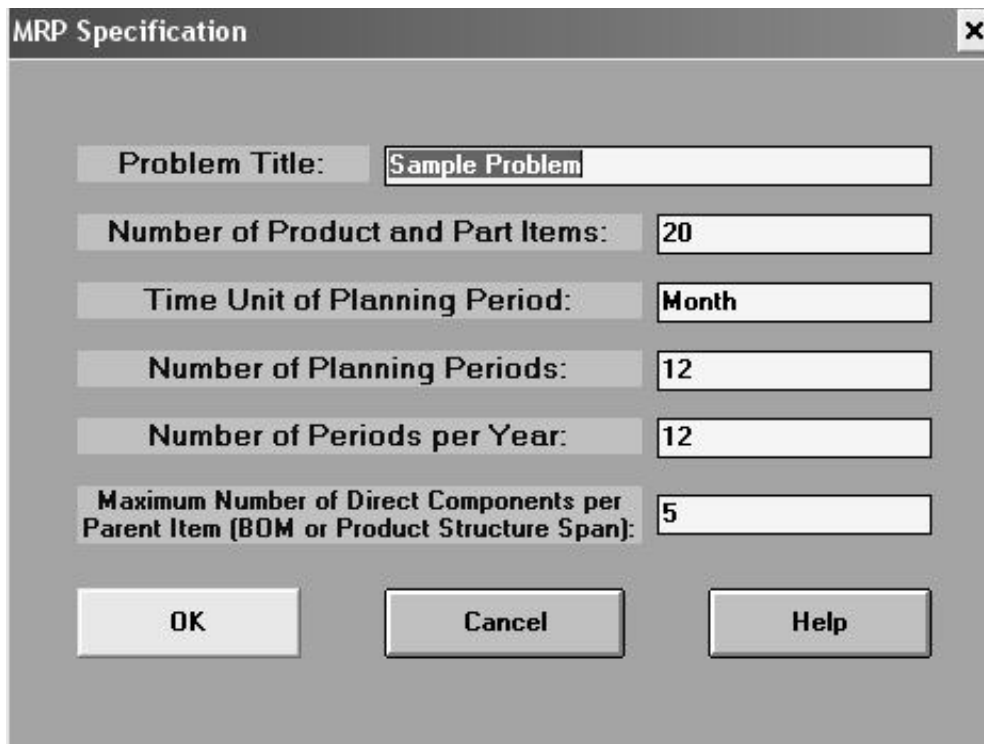
En este caso la producción se mantiene constante a un valor cercano a las 1267 unidades. Los costos totales son de aproximadamente \$160.602.

11-26-2005 13:08:26	Regular Time	Undertime	Overtime	Subcontracting Cost	Inventory Holding Cost	Hiring	Dismissal	TOTAL COST
Period 1	\$25.340	\$2.820	0	0	0	0	0	\$28.160
Period 2	\$24.320	0	0	0	0	0	0	\$24.320
Period 3	\$25.340	\$1.540	0	0	0	0	0	\$26.880
Period 4	\$25.340	\$1.540	0	0	\$ 175,50	0	0	\$ 27.055,50
Period 5	\$25.340	\$2.820	0	0	\$426	0	0	\$28.586
Period 6	\$25.340	\$260	0	0	0	0	0	\$25.600
<b>Total</b>	<b>\$151.020</b>	<b>\$8.980</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>\$ 601,50</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>\$ 160.601,50</b>

En el mismo menú **Resultados (Results)** se podrá seleccionar la opción **Mostrar análisis gráfico (Show Graphics Analisis)** para mostrar los resultados de la planeación en modo gráfico.

# 9. PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

La opción **Nuevo Problema (New Problem)** genera una plantilla en el cual se introducirán las características de nuestro problema:



MRP Specification

Problem Title: Sample Problem

Number of Product and Part Items: 20

Time Unit of Planning Period: Month

Number of Planning Periods: 12

Number of Periods per Year: 12

Maximum Number of Direct Components per Parent Item (BOM or Product Structure Span): 5

OK Cancel Help

A continuación se describirá la ventana de **Especificaciones para el MRP (MRP Specification)**:

- **Título del problema (Problem Title)**: Nombre con el cual se identificará el problema.
- **Número de productos y piezas (Number of Product and Part Items)**: Se aclara el número de piezas que componen el producto final (incluyen los subensambles).
- **Unidad de Tiempo (Time Unit of Planning Period)**: Unidad de tiempo establecida para controlar los periodos en el MRP.
- **Número de periodos planeados (Number of Planning Periods)**: Cantidad de periodos que se desean considerar en el modelo MRP.
- **Número de periodos por años (Number of Periods per Year)**: Especificar cuantos periodos son incluidos en un año.

- **Número máximo de componentes directos (Maximun Number of Direct Components per Parent Item):** Número máximo de productos (o ítems) que salen directamente de un producto intermedio o producto final.

## 9.1 EJEMPLO DE PLANEACIÓN DE REQUERIMIENTO DE MATERIALES

Mediante un ejemplo demostraremos como se introducen los datos para la creación de un modelo **MRP**.

### Ejemplo 9-1:

Para la construcción de una mesa sencilla es necesario tener los siguientes materiales:

No.	ID	Detalle	Unidad	Cantidad
1	A-01	Roble (1 mt x 0.2 mt)	Und	4
2	A-02	Roble (1,2 mt x 1,2 mt)	Und	1
3	A-03	Tintilla	Litro	¼
4	A-04	Alcohol	Litro	¼
5	A-05	Pintura para Acabado	Litro	¼
6	B-01	Clavos de acero 2"	Und	16
7	B-02	Colbón	Und	1
8	B-03	Lija No. 100	Und	2

El primer paso es tomar las 4 tablas (A-01) y cortarlas hasta lograr la medida deseada para las 4 patas de la mesa. Luego se toma la tabla que hará de base de la mesa (A-02) y se corta según la medida y forma deseada. Las patas y la base se juntan agregando el Colbón para madera (B-02) y luego asegurándolas con los 16 clavos de acero (B-01).



Cuando la mesa esta armada, se procede a pulir con la lija No. 100 (B-03). Se pasa una capa de tintilla, la cual había sido mezclada con alcohol (A-03 y A-04). Al día siguiente, una vez secado se pinta con la pintura para acabado (A-04) quedando lista la mesa.

La información de compra de los productos, como la información de las cantidades disponibles son las siguientes:

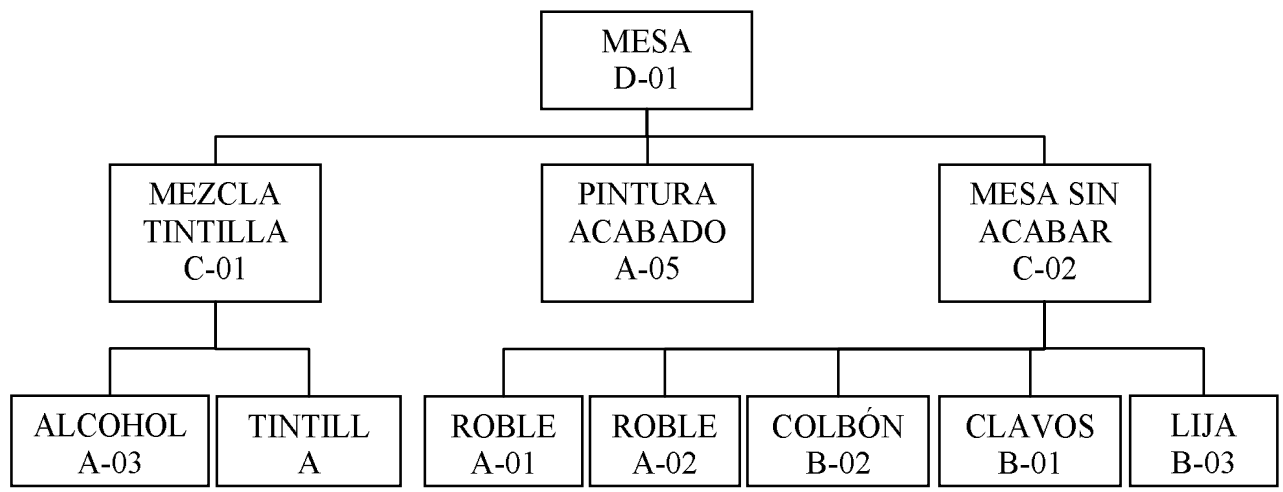
ID	Cantidad mínima vendida	Costo unitario	Costo Almacenaje Anual	Periodo de entrega	Inventario Inicial
A-01	10 Unid.	1200	350	2 días	15 Unid
A-02	10 Unid	1500	350	2 días	15 Unid
A-03	1 Litro	500	120	Inmediato	10 Litros
A-04	1 Litro	700	120	Inmediato	5 Litros
A-05	1 Litro	1000	120	Inmediato	5 Litros
B-01	100 Unid	300	20	Inmediato	250 Unid
B-02	1 Unid	100	20	Inmediato	10 Unid
B-03	1 Unid	100	5	Inmediato	10 Unid

Los costos de los productos intermedios de la mezcla de la tintilla y el armado de la mesa son de \$500 y \$400 respectivamente. La mesa terminada agrega un costo de \$1000. El costo de almacenamiento de los productos intermedios al año es de \$50. Las capacidades de suministros de los proveedores serán consideradas infinitas. La demanda proyectada para el próximo mes es de:

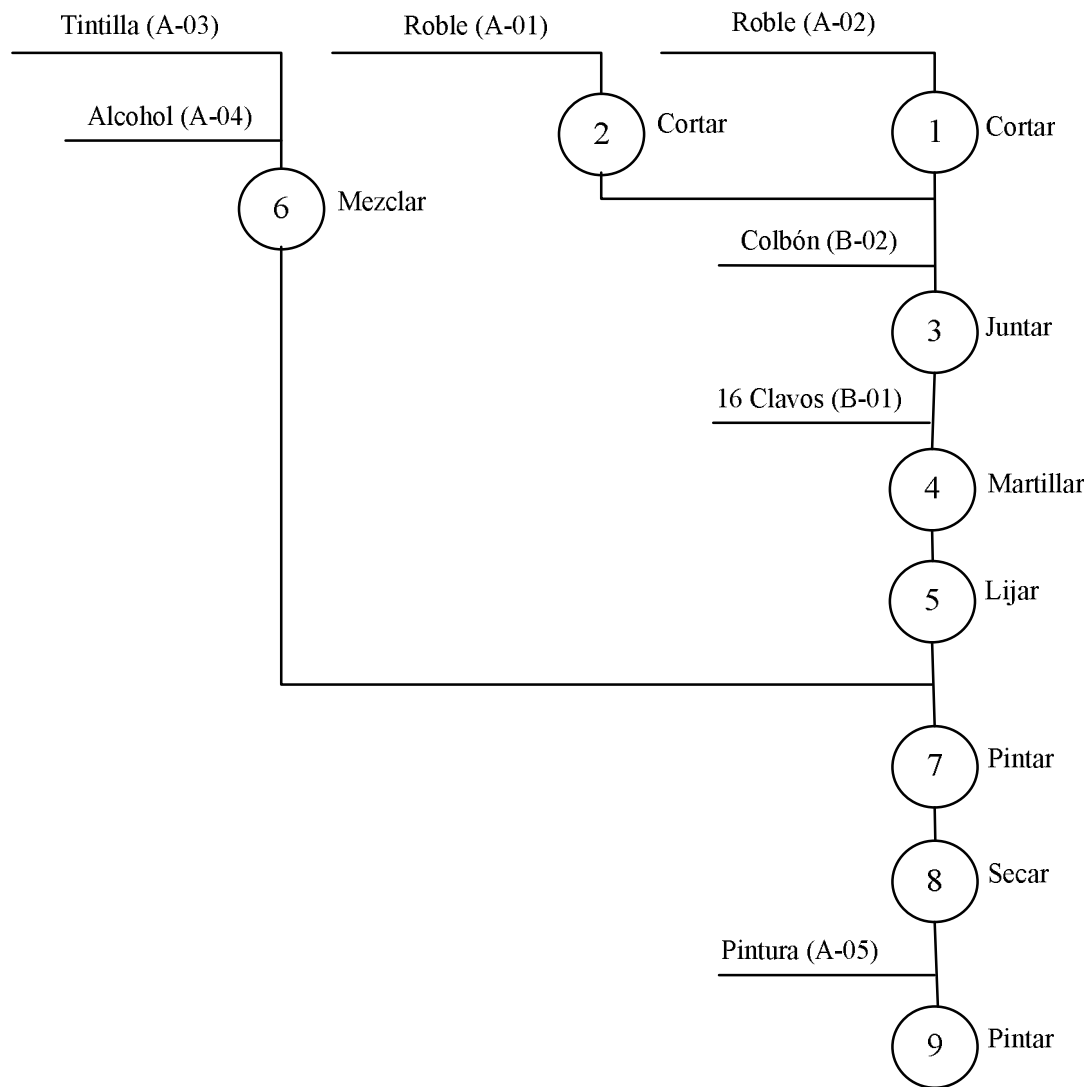
Mes Enero	Demanda
Semana 1	100
Semana 2	160
Semana 3	160
Semana 4	240

Se desea crear un plan MRP para el próximo año.

A continuación se muestra como sería la explosión de materiales (BOM) de nuestro producto:



Otra forma de mirar el proceso completo es a través del diagrama de operaciones del proceso (solo se muestran los materiales directos):



## 9.2 INTRODUCCIÓN DEL PROBLEMA DE EJEMPLO

Para ingresar el problema del ejemplo debemos tener en cuenta que existen entre productos y productos intermedios un total de 11 ítems (incluyendo la mesa terminada), el periodo a proyectar son 4 semanas (52 en un año) y los ítems máximos que dependen de un producto intermedio son 5 (los que dependen de la mesa sin acabar):



**Problem Title:**

**Number of Product and Part Items:**

**Time Unit of Planning Period:**

**Number of Planning Periods:**

**Number of Periods per Year:**

**Maximum Number of Direct Components per Parent Item (BOM or Product Structure Span):**

La primera pantalla que aparece corresponde a la **Plantilla maestra (Item Master)**, donde ingresaremos la información sobre la identificación de los productos, los tiempos de entrega de los proveedores, los costos y el tipo de inventario que se utilizará.

No	Item ID	ABC Class	Source Code	Material Type	Unit Measure	Lead Time	Lot Size	LS Multiplier	Scrap %	Annual Demand	Unit Cost	Setup Cost	Holding Annual Cost	Shortage Annual Cost
1	1				Each									M
2	2				Each									M
3	3				Each									M
4	4				Each									M
5	5				Each									M
6	6				Each									M
7	7				Each									M
8	8				Each									M
9	9				Each									M
10	10				Each									M
11	11				Each									M

Las columnas **ABC Class** y **Source Code** son opcionales. En esta última ingresaremos el código del producto. En la columna **Material Type** (también opcional) ingresamos información de si el ítem es producto terminado (**PT**), un subensamble (**SE**) o material directo (**MD**).

En la columna **Unidad de medida (Unit Measure)** ingresamos las unidades definidas por cada ítem. Hasta el momento la tabla debería quedar como sigue:

No	Item ID	ABC Class	Source Code	Material Type	Unit Measure
1	1		D-01	PT	Und
2	2		C-01	SE	Lt
3	3		C-02	SE	Und
4	4		B-01	MD	Und
5	5		B-02	MD	Und
6	6		B-03	MD	Und
7	7		A-01	MD	Und
8	8		A-02	MD	Und
9	9		A-03	MD	Lt
10	10		A-04	MD	Lt
11	11		A-05	MD	Lt

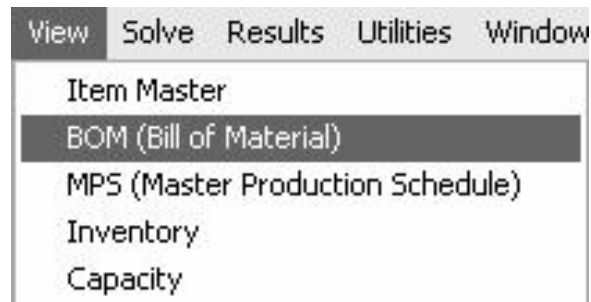
En la columna **Lead Time** colocaremos el tiempo en que se tarda el proveedor en hacer llegar el producto al cliente. En **Tamaño del lote (lot Size)** se incluye el modelo de inventario que se llevará para cada ítem (ver capítulo de modelo y sistemas de inventarios para más información). Para nuestro caso optaremos por el modelo **FOQ** correspondiente a **Cantidad de Orden Fija**.

Saltamos a la columna correspondiente al **Costo unitario (Unit Cost)** y **Costo anual de almacenamiento (Holding Annual Cost)**. Si queremos ingresar información adicional sobre los productos, los escribiremos en la columna **Item Description**.

La tabla final debería verse así:

No	Item ID	ABC Class	Source Code	Material Type	Unit Measure	Lead Time	Lot Size	LS Multiplier	Scrap %	Annual Demand	Unit Cost	Setup Cost	Holding Annual Cost	Shortage Annual Cost
1	1		D-01	PT	Und	1	FOQ				1000		50	M
2	2		C-01	SE	Lt	0	FOQ				500		50	M
3	3		C-02	SE	Und	0	FOQ				400		50	M
4	4		B-01	MD	Und	0	FOQ				300		20	M
5	5		B-02	MD	Und	0	FOQ				100		20	M
6	6		B-03	MD	Und	0	FOQ				100		5	M
7	7		A-01	MD	Und	2	FOQ				1200		350	M
8	8		A-02	MD	Und	2	FOQ				1500		350	M
9	9		A-03	MD	Lt	0	FOQ				500		120	M
10	10		A-04	MD	Lt	0	FOQ				700		120	M
11	11		A-05	MD	Lt	0	FOQ				1000		120	M

Para ingresar la explosión de materiales debemos marcar la opción **BOM** del menú **Ver (View)**.



En esta nueva ventana aparece lo que consideramos los materiales ligados a los productos intermedios o el producto final.

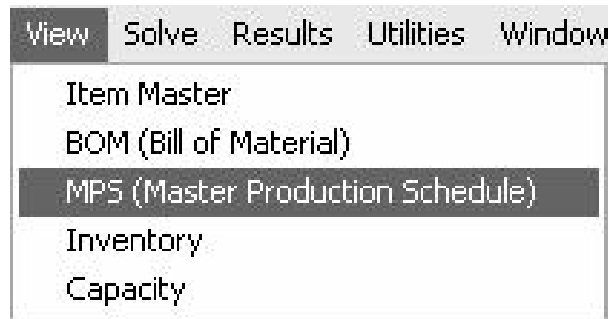
Item ID	Component ID/Usage	Component ID/Usage	Component ID/Usage	Component ID/Usage	Component ID/Usage
1	2/0,5	11/0,25	3/1		
2	9/0,25	10/0,25			
3	7/4	8/1	5/1	4/16	6/2
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

Observemos detenidamente la primera fila (correspondiente a la mesa terminada D-01):

- La mesa depende de tres productos directamente
- El primero de ellos es la Mezcla sencilla (C-01) que resulta de la mezcla de  $\frac{1}{4}$  de alcohol con  $\frac{1}{4}$  de tintilla. Esta notación la identificamos en WINQSB como 2/0,5, donde 2 equivale al segundo ítem y 0,5 a los litros que resultan de la mezcla.
- El valor 11/0,25 equivale al ítem 11 (Pintura de acabado A-05) con  $\frac{1}{4}$  de litro.
- El valor 3/1 equivale al tercer ítem (Mesa sin acabar C-02) con una unidad.

El mismo formato se emplea para los artículos 2 y 3 (C-01 y C-02), el primero con dos artículos de base, y el segundo con los cinco artículos restantes.

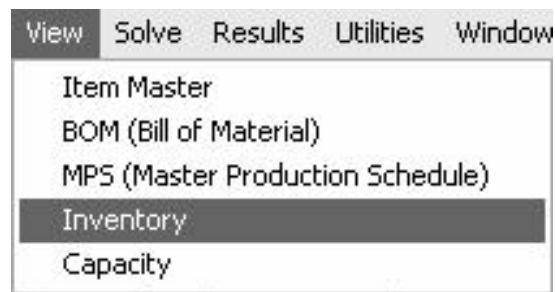
Para especificar la demanda procedemos a activar la **Programación maestra de producción (Master Production Schedule)**



En él colocamos la demanda semanal para el producto terminado:

Item ID	Overdue Requirement	Semana 1 Requirement	Semana 2 Requirement	Semana 3 Requirement	Semana 4 Requirement
1		100	160	160	240
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					

En **Inventory (Inventario)** especificamos las cantidades disponibles para cada semana:



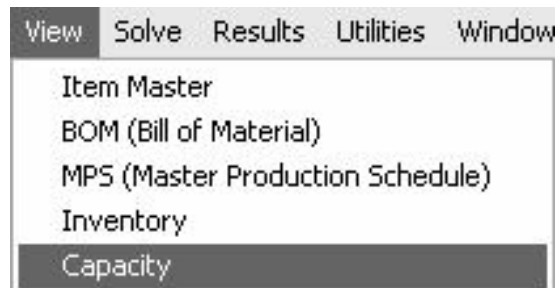
La primera columna llamada **Safety Stock** permite asignar el mínimo nivel de inventario que debe tener la empresa según sus políticas.

En **On Hand Inventory** especificamos la cantidad de inventario disponible al inicio del periodo.

En las demás columnas colocamos las cantidades que ya fueron ordenadas y están pendientes de entrega al inicio del periodo (**Overdue Planned Receipt**) y durante el desarrollo del mismo (**Semana # Planned Receipt**).

Item ID	Safety Stock	On Hand Inventory	Overdue Planned Receipt	Semana 1 Planned Receipt	Semana 2 Planned Receipt	Semana 3 Planned Receipt	Semana 4 Planned Receipt
1							
2							
3							
4		250					
5		10					
6		10					
7		15					
8		15					
9		10					
10		5					
11		5					

La última ventana corresponde a la capacidad máxima de los proveedores y de la empresa que fabrica el producto (**Capacity**).



De forma predeterminada las casillas están marcadas con **M** indicando una capacidad infinita.

Item ID	Semana 1 Capacity	Semana 2 Capacity	Semana 3 Capacity	Semana 4 Capacity
1	M	M	M	M
2	M	M	M	M
3	M	M	M	M
4	M	M	M	M
5	M	M	M	M
6	M	M	M	M
7	M	M	M	M
8	M	M	M	M
9	M	M	M	M
10	M	M	M	M
11	M	M	M	M

Para resolver el problema seleccionamos la opción **Explotar requerimiento de materiales (Explode Material Requirements)**.

Podremos elegir entre distintos tipos de reportes:

Marcamos **Source Code** para que realice el reporte de acuerdo a los códigos asignados y pulsamos **OK**.

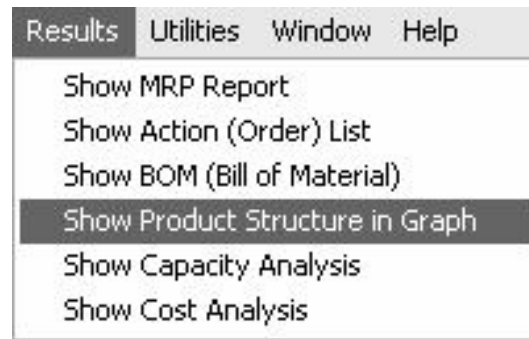
La pantalla resultante muestra la planeación de requerimientos:

11-30-2005	Overdue	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Total
<b>Item: 1</b>		LT = 1	SS = 0	LS = FOQ	UM = Und	ABC =
Gross Requirement	0	100	160	160	240	660
Scheduled Receipt	0	0	0	0	0	0
Projected On Hand	0	0	0	0	0	
Projected Net Requirement	0	100	160	160	240	660
Planned Order Receipt	0	100	160	160	240	660
Planned Order Release	100	160	160	240	0	660
<b>Item: 2</b>		LT = 0	SS = 0	LS = FOQ	UM = Lt	ABC =
Gross Requirement	500	800	800	1.200	0	3.300
Scheduled Receipt	0	0	0	0	0	0
Projected On Hand	0	0	0	0	0	
Projected Net Requirement	500	800	800	1.200	0	3.300
Planned Order Receipt	500	800	800	1.200	0	3.300
Planned Order Release	500	800	800	1.200	0	3.300

A continuación describiremos los campos usados:

- **Requerimiento (Gross Requirement)**: Unidades requeridas por semana.
- **Programación de recepciones (Scheduled Receipt)**: Unidades que fueron ordenadas con anterioridad a la programación.
- **Órdenes planeadas a recibir (Planned Order Receipt)**: Ordenes que se recibirán al comienzo de la semana.
- **Órdenes planeadas pendientes (Planned Order Release)**: Ordenes que se pedirán a los otros departamentos o directamente al proveedor (depende del tiempo de entrega programado).

Para ver la estructura completa de explosión de materiales pulsamos sobre **Mostrar gráfico de la estructura del producto (Show Product Structure in Graph)**:



Pulsando directamente sobre el botón **OK** tenemos:

