



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
ESCUELA SUPERIOR DE CIUDAD SAHAGÚN

Planeación agregada utilizando programación lineal

Área Académica: Licenciatura en Ingeniería Industrial

Profesor(a): Dra. Francisca Santana Robles

Periodo: Julio - diciembre 2017.

Resumen

La planeación agregada es un proceso mediante el cual la compañía determina los niveles de capacidad, producción, subcontratación, inventario, faltantes e incluso precios durante un horizonte de tiempo específico. Permite desarrollar un plan integral para toda la compañía, el cual se hace por familias de productos más que por SKU (Stock Keeping Unit). El objetivo de la planeación agregada es satisfacer la demanda, al mismo tiempo que se maximizan las utilidades de la organización. En el presente trabajo, se aborda un ejemplo de un modelo de programación lineal para la optimización de un plan agregado.



Abstract

Aggregate planning is a process by which the company determines the levels of capacity, production, subcontracting, inventory, missing and even prices during a specific time horizon. It allows developing a comprehensive plan for the entire company, which is done by product families rather than by SKU (Stock Keeping Unit). The objective of aggregate planning is to satisfy the demand, while maximizing the profits of the organization. In the present work, an example of a linear programming model for the optimization of an aggregate plan is addressed.

Keywords: Aggregate planning, Linear programming, Supply Chain.



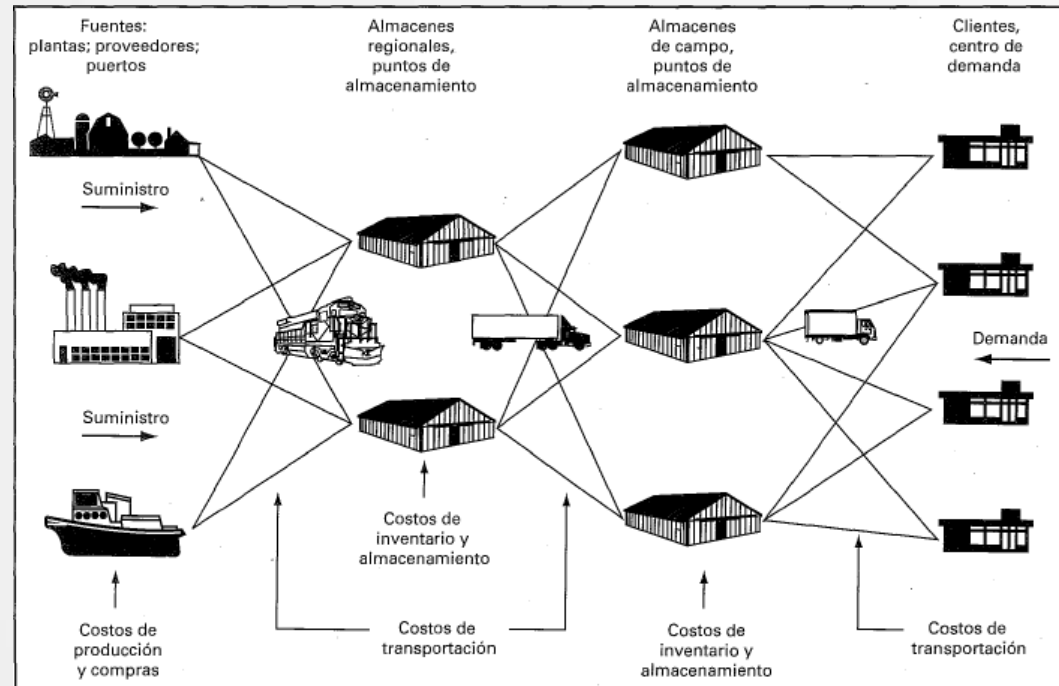
Planeación agregada

“La planeación agregada tiene un impacto significativo en el desempeño de la cadena de suministro y debe ser vista como una actividad que involucra a todos los socios de la cadena.”
(Chopra y Meindl, 2013)



El rol de la planeación agregada en una cadena de suministro

La planeación agregada es un proceso mediante el cual una compañía determina los niveles ideales de capacidad, producción, subcontratación, inventario, faltantes e incluso precios (Chopra y Meindl, 2013).



Fuente: Ballou, 2004



El problema de planeación agregada

“Dado el pronóstico de la demanda para cada uno de los periodos en el horizonte de planeación, determinar los niveles de producción, inventario y capacidad (interna y externa) para cada periodo que maximicen las utilidades de la empresa durante el horizonte de planeación.” (Chopra y Meindl, 2013).



Un planificador requiere la siguiente información

- Pronóstico de la demanda agregada
- Costos de producción
- Costos de mano de obra (tiempo regular y tiempo extra)
- Costo de subcontratar la producción
- Costo de cambiar la capacidad (costo de contratar y costo de despedir)
- Horas de mano de obra/máquina requeridas por unidad



Un planificador requiere la siguiente información

- Costo de mantener inventario
- Costo de desabasto o de órdenes pendientes
- Restricciones
- Límites en el tiempo extra
- Límites en despidos
- Límites en capital disponible
- Límites en desabastos y pendientes
- Restricciones de proveedores para la empresa



Ejemplo

Un fabricante de equipo de jardinería con plantas en México fabrica seis familias de productos en su planta. La tabla 1 muestra los costos, ingresos, tiempos de producción, tiempos de preparación y tamaños de lote históricos de producción para cada familia.

Familia	Costo-material/unidad (\$)	Ingreso/unidad (\$)	Tiempo de preparación/lote (hrs.)	Tamaño de lote promedio	Tiempo de producción neto/unidad (horas)	Tiempo de producción neto/unidad (horas)	Parte en porcentaje de las unidades vendidas
A	15	54	8	50	5.60	5.76	10
B	7	30	6	150	3.00	3.04	25
C	9	39	8	100	3.80	3.88	20
D	12	49	10	50	4.80	5.00	10
E	9	36	6	100	3.60	3.66	20
F	13	48	5	75	4.30	4.37	15



Pronóstico de la demanda

Mes	Demanda
Enero	1,600
Febrero	3,000
Marzo	3,200
Abril	3,800
Mayo	2,200
Junio	2,200



Pronóstico de la demanda

	Costo
Costo de material	\$10/unidad
Costo de manejo de inventario	\$2/unidad/mes
Costo marginal de desabasto	\$5/unidad/mes
Costo de contratación y capacitación	\$300/trabajador
Costo de despidos	\$500/trabajador
Horas de mano de obra requeridas	4/unidad
Costo del tiempo regular	\$4/hora
Costo del tiempo extra	\$6/hora
Costo de subcontratación	\$30/unidad



Producción: Planeación agregada

La PL permite realizar un plan agregado para aumentar la capacidad de producción de una empresa; al mismo tiempo que se minimizan los costos de producción y se cumple con la demanda del cliente.



Solicitud del problema a través de LINGO

```
Lingo Model - PlaneaciónAgregada estudio de caso (1)

Model:

!W = Tamaño de fuerza de trabajo;
!H = Número de empleados contratados;
!L = Número de empleos despedidos;
!P = Número de unidades producidas;
!I = Inventario al final del mes;
!S = Número de unidades faltantes;
!C = Número de unidades subcontratadas;
!O = Número de horas de tiempo extra trabajadas;

Min = ((3692.69*W1+ 3928.4*W2 + 3614.128*W3 + 3771.264*W4 + 3456.99*W5 +
3221.288*W6)+ (33.28*O1+33.28*O2+33.28*O3+33.28*O4+33.28*O5+33.28*O6)+

(1141.66*H1+ 1141.66*H2 +1141.66*H3 +1141.66*H4 +1141.66*H5 +1141.66*H6)+
(5256.76*L1 + 5256.76*L2 +5256.76*L3 +5256.76*L4 + 5256.76*L5 +5256.76*L6)

+ (9200*I1+ 9200*I2 +9200*I3 + 9200*I4 + 9200*I5 +9200*I6)+(2*P1 + 2*P2 +
2*P3 + 2*P4 +2*P5 +2*P6));

!Datos;

W0 = 10;
I0 = 0;
D1 = 4730;
D2 = 3636;
D3 = 2236;
D4 = 1816;
D5 = 4183;
D6 = 4052;
!Fuerza de trabajo, contratación y despido;

W1 - W0 - H1 + L1 = 0;

@GIN(W1);
```

Solution Report - PlaneaciónAgregada estudio de caso (1)

Global optimal solution found.

Objective value:	496426.0
Objective bound:	496426.0
Infeasibilities:	0.000000
Extended solver steps:	0
Total solver iterations:	35
Elapsed runtime seconds:	0.07

Model Class: MILP

Total variables:	30
Nonlinear variables:	0
Integer variables:	6

Total constraints:	25
Nonlinear constraints:	0

Total nonzeros:	83
Nonlinear nonzeros:	0

Variable	Value	Reduced Cost
W1	21.00000	1092.198
W2	18.00000	3928.400
W3	11.00000	-2784.292
W4	11.00000	3771.264
W5	20.00000	-5541.922
W6	20.00000	4362.948
O1	470.6000	0.000000
O2	0.000000	33.28000
O3	0.000000	33.28000
O4	0.000000	33.28000
O5	29.90000	0.000000
O6	0.000000	33.28000
H1	11.00000	0.000000
H2	0.000000	0.000000



Conclusiones

Lingo es una herramienta poderosa para formular y solucionar problemas lineales. Una de sus grandes ventajas, es que la sintaxis utilizada es muy semejante al lenguaje del modelo matemático, lo cual permite expresar un problema de forma muy similar a la notación matemática. Otra ventaja, es que permite manejar una gran cantidad de variables en el modelo.



Referencias

1. Taha H.A. (2012). *Investigación de Operaciones*. México: Pearson.
2. Bazaraa M.S., Jarvis J.J. & Sherali H.D. (2011). *Programación lineal y flujo en redes*. México: Limusa.
3. Hillier F.S. & Liberman G.J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: McGraw-Hill.
4. Ballou R. (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Educación.
5. Chopra S. & Meindl P. (2013). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Education.
6. Shapiro J. (2007). *Modeling the Supply Chain*. USA: Thomson.

