

Gestión de Operaciones

Capítulo 10: Planeación Agregada



Introducción

- Características:
 - Horizonte típico: 12 meses.
 - Agregación de productos en demanda y producción:
 - Criterios:
 - Tipo de demanda.
 - Forma de producción.
 - Costos.
 - Se maneja la oferta y en menor grado la demanda.



Introducción

- Objetivos típicos:
 - Maximización de beneficios (minimización de costos).
 - Minimizar inventarios.
 - Buen servicio.
 - Flexibilidad en la producción futura.
 - Buenas relaciones laborales.
 - Deben ser consistentes con el nivel estratégico.
- Instalaciones se consideran fijas.



Opciones de Toma de Decisiones

- 1.- Para Manejar la Demanda:
 - Precios:
 - Rebajar precios para alisar la demanda.
 - Ejemplos:
 - Cines los días miércoles.
 - Tarifas de hoteles fuera de temporada.
 - Liquidaciones: venta de ropa en fin de temporada.
 - Yield Management: líneas aéreas.
 - Publicidad:
 - Ejemplos:
 - Turismo.
 - Cosméticos.



Opciones de Toma de Decisiones

- Ventas pendientes:
 - Ejemplo:
 - Autos.
- Desarrollo de productos complementarios:
 - Ejemplos:
 - Restaurant tipo almuerzo ofrece comidas.
 - Tiendas de deportes combinan ski con deportes náuticos.



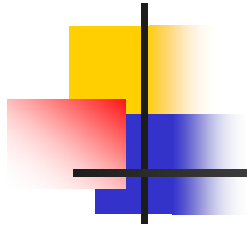
Opciones de Toma de Decisiones

- 2.- Para Manejar la Oferta:
 - Contrataciones y despidos:
 - Altos costos asociados.
 - Horas extras y semanas cortas:
 - Ejemplo: Europa.
 - Uso de mano de obra temporal.
 - Uso de inventarios:
 - Para alisar la producción en demandas estacionales.



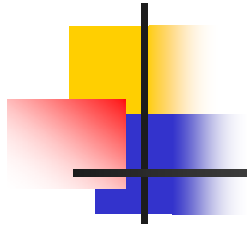
Opciones de Toma de Decisiones

- Subcontratistas: (Maquila)
 - Ejemplos:
 - Ropa.
 - Juguetes.
- Arreglos de cooperación (alianzas estratégicas o tácticas):
 - Redes de producción.
 - Ejemplos:
 - Aerolíneas.
 - Hoteles.



Estrategias Puras

- Nivelar la Fuerza de Trabajo y Capacidad:
 - Cualquier variación en la demanda debe absorberse mediante el uso de inventarios, tiempo extra, subcontrataciones, arreglos de cooperación o cualquiera de las opciones que influyen en la demanda.
 - Se puede incurrir en ventas perdidas.



Estrategias Puras

- Seguir la Demanda:
 - En este caso la fuerza de trabajo absorbe todos los cambios en la demanda, sin necesidad de mantener inventarios ni utilizar alguna de las variables disponibles para la planeación agregada.
- Pueden utilizarse estas dos estrategias puras junto combinaciones entre ellas para satisfacer las fluctuaciones de la demanda.



Costos

- 1.- Costo de contratación y despido:
 - Contratación:
 - Reclutamiento.
 - Selección.
 - Capacitación.
 - Adaptación.
 - Despido:
 - Costo social.
 - Pago de desahucio.
 - Pérdida de gente capacitada a veces.



Costos

- 2.- Costos de horas extras y horas no trabajadas:
 - Ejemplo:
 - Trabajos de mantención en una consultora,
 - Chilectra

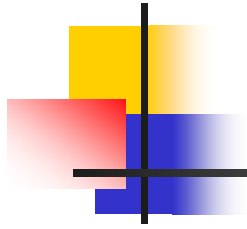
- 3.- Costos de inventario:
 - Capital.
 - Bodega.
 - Perdidas.
 - Obsolescencia.



Costos

- 4.- Costos de subcontratistas y mano de obra eventual:
 - Pagos.
 - Perdidas de productividad.

- 5.- Costo de agotamiento de inventario:
 - Ventas perdidas.
 - Ventas pendientes.



Esquemas de Solución

- 1.- Reglas de Decisión por Lógica:
 - Producir entre una forma nivelada y una siguiendo la demanda.
 - Notación:
 - P_t : producción en t.
 - F_t : pronóstico para t.
 - α : constante de suavización.
 - Regla:

$$P_t = (1 - \alpha)P_{t-1} + \alpha(F_t - P_{t-1}), \quad 0 \leq \alpha \leq 1.$$



Esquemas de Solución Ejemplo simple de Un producto

■ 2.- Simulación:

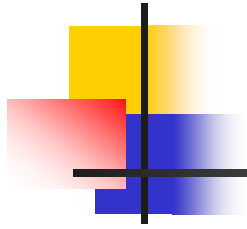
- Paquetes comerciales:
- Convenientes para casos complejos de producción

■ 3.- Programación Lineal:

Uso frecuente y exitoso

■ Notación:

- P_t : cantidad a producir en el período t .
- F_t : demanda a satisfacer en el período t .
- I_t : nivel de inventario del período t al $t+1$.



Esquemas de Solución

- R_t : producción de la mano de obra en tiempo normal en el período t .
- O_t : producción de la mano de obra en sobretiempo en el período t .
- S_t : producción de los subcontratistas en el período t .
- H_t : producción añadida por contrataciones.
- L_t : producción perdida por despidos.



Esquemas de Solución

- Modelo básico:

- Capacidad de producción:

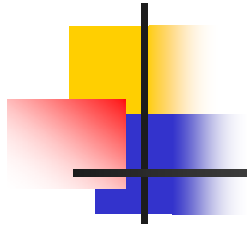
$$P_t = R_t + O_t + S_t \quad \forall t.$$

- Conservación de flujo:

$$I_{t-1} + P_t = F_t + I_t \quad \forall t.$$

- Disponibilidad de sobretiempo:

$$O_t \leq 0.2R_t \quad \forall t.$$



Esquemas de Solución

- Función Objetivo:

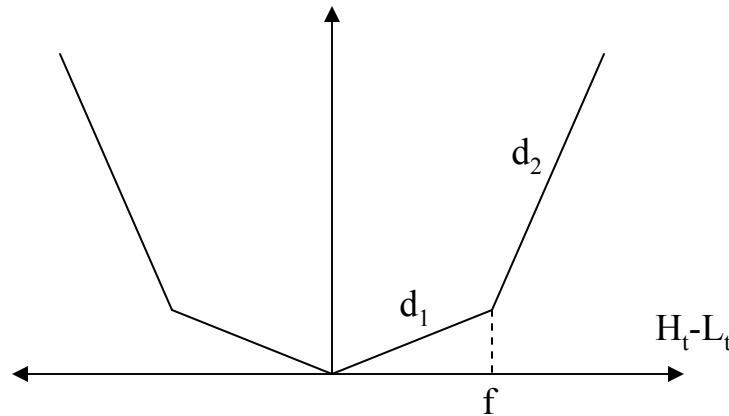
$$\text{Min } z = \sum_t (a_t R_t + b_t O_t + c_t I_t + d_t S_t)$$

- Agregando contrataciones y despidos:

$$R_t = R_{t-1} + H_t - L_t \quad \forall t.$$

Esquemas de Solución

- Modelo de contrataciones:



Modelo de Costos



Esquemas de Solución

- Para el caso no lineal a tramos:

$$H_t = H_t^1 + H_t^2 \quad \forall t.$$

$$H_t^1 \leq f \quad \forall t.$$

- En la función objetivo el costo es de:

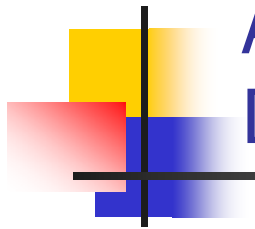
$$z = \sum_t (a_t R_t + b_t O_t + c_t I_t + d_t S_t + d_1 H_t^1 + d_2 H_t^2)$$

Como $d_1 < d_2$, primero H_t^1 alcanza valor f antes que H_t^2 pueda ser > 0 .



Agregación y Desagregación de Información y Decisiones.

- A nivel de planeación agregada no se ve el detalle de cada producto.
- Ejemplo:
 - Una fábrica de calzado, con 500 modelos y 8 números por modelo \Rightarrow 4.000 decisiones de producción.
 - Este número se puede reducir por ejemplo a 50 agregando por similitud en:
 - Costo de producción.
 - Tipo de demanda.
 - Precio.
 - Forma de producir.
 - Uso de recursos.



Agregación y Desagregación de Información y Decisiones.

- Debe existir consistencia entre el nivel táctico y la producción detallada posterior.
- Una vez agregado se tiene una caja negra, es decir, debe dar lo mismo cuanto se hace de cada modelo.
 - Ejemplo: no se pueden agregar mocasines con bototos.
- La solución agregada indica:
 - Plan general de producción.
 - Plan financiero.
 - Publicidad.
 - Requerimientos de personal y maquinarias.
 - Materia prima necesaria.



Producción y Diseño de Caminos

■ Parámetros:

$a_s : \frac{\text{m}^3}{\text{Ha}}$ en el rodal s.

A_s : área del rodal s.

U_{ij} : capacidad camino (i, j).

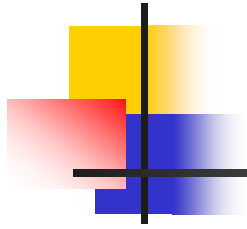
d_j^t : demanda del destino j en el período t.

w_t : precio de venta en el período t.

c_{st} : costo unitario de cosecha del rodal s en el período t.

f_{ij}^t : costo unitario de transporte en el arco (i, j) en el período t.

e_{ij}^t : costo fijo de construcción de un camino en el arco (i, j) en el período t.



Producción y Diseño de Caminos

- Variables:

X_{st} : número de hectareas del rodal s cortadas en t .

Y_{st} : volumen de madera que sale de s en t .

F_{ij}^t : flujo de madera en camino (i, j) en t .

$Z_{ij}^t = \begin{cases} 1 & \text{si se construye camino } (i, j) \text{ en } t. \\ 0 & \sim \end{cases}$



Producción y Diseño de Caminos

- Restricciones:

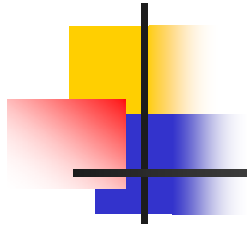
- Producción de madera por rodal:

$$\sum_{s \in [i]} a_s X_{st} = Y_{it} \quad \forall i, t.$$

$[i]$: conjunto de todos los rodales que cargan su madera en el origen i .

- Área por cortar:

$$\sum_t X_{st} \leq A_s \quad \forall s.$$



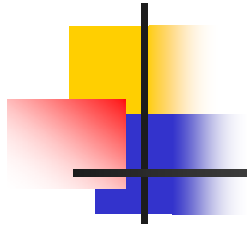
Producción y Diseño de Caminos

- Conservación de flujo:

$$\sum_i F_{ij}^t - \sum_r F_{jr}^t = \begin{cases} Y_{jt} & \text{si } j \text{ es origen.} \\ 0 & \text{si } j \text{ es intersección.} \\ -d_j^t & \text{si } j \text{ es destino.} \end{cases}$$

- Flujo puede existir sólo si se construye camino:

$$F_{ij}^t \leq U_{ij} \sum_{f \leq t} Z_{ij}^f \quad \forall i, j, t.$$



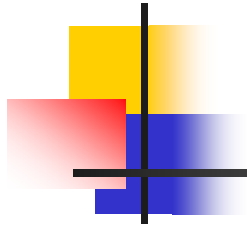
Producción y Diseño de Caminos

- Naturaleza de las variables:

$$X_{st} \geq 0, Y_{st} \geq 0 \quad \forall s, t.$$

$$F_{ij}^t \geq 0 \quad \forall i, j, t.$$

$$Z_{ij}^t \in \{0,1\} \quad \forall i, j, t.$$



Producción y Diseño de Caminos

- Función Objetivo:

$$Max z = \sum_t \left(\underbrace{\sum_j \sum_d F_{jd}^t w_t}_{\text{Ventas}} - \underbrace{\sum_{st} X_{st} c_{st}}_{\text{Costo Cosecha}} - \underbrace{\sum_i \sum_{\mathcal{D}} F_{ij}^t f_{ij}^t}_{\text{Costo Transporte}} - \underbrace{\sum_i \sum_{\mathcal{D}} Z_{ij}^t e_{ij}^t}_{\text{Costo Construcción}} \right)$$