



DEPARTAMENTO DE INGENIERIA INDUSTRIAL  
Facultad de Cs. Físicas y Matemáticas  
UNIVERSIDAD DE CHILE

Curso: IN47B - Ingeniería de Operaciones  
Sem.: Otoño 2004  
Profs: A. Cataldo - A. Sauré  
Auxs: N. Fritis - M. Olguín  
M. Quiteros - J. Rodríguez

## PAUTA CONTROL 2

### Pregunta 1 (30 %)

1. La estructura del costo unitario promedio está dada por la siguiente expresión:

$$C(Q) = \begin{cases} 0.3 & \text{si } 0 \leq Q < 500 \\ 0,29 + \frac{5}{Q} & \text{si } 500 \leq Q \leq 1000 \\ 0,28 + \frac{15}{Q} & \text{si } 1000 < Q \end{cases}$$

2. Utilizando la función encontrada anteriormente, los costos anuales de compra, pedido e inventarios estarían dados por:

$$G(Q) = S \frac{D}{Q} + iC(Q) \frac{Q}{2} + C(Q)D$$

3. Resolviendo el problema de optimización por intervalos:

$$\begin{aligned} G_0(Q) &= 8 \times \frac{600}{Q} + 0,2 \times 0,3 \times \frac{Q}{2} + 0,3 \times 600 \\ G_1(Q) &= 8 \times \frac{600}{Q} + 0,2 \times (0,29 + \frac{5}{Q}) \times \frac{Q}{2} + (0,29 + \frac{5}{Q}) \times 600 \\ G_2(Q) &= 8 \times \frac{600}{Q} + 0,2 \times (0,28 + \frac{15}{Q}) \times \frac{Q}{2} + (0,28 + \frac{15}{Q}) \times 600 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial G_0(Q)}{\partial Q} &= -\frac{4800}{Q^2} + 0,03 = 0 \\ \frac{\partial G_1(Q)}{\partial Q} &= -\frac{7800}{Q^2} + 0,029 = 0 \\ \frac{\partial G_2(Q)}{\partial Q} &= -\frac{13800}{Q^2} + 0,028 = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow Q_0^* &= \sqrt{\frac{4800}{0,03}} = 400 \\ \Rightarrow Q_1^* &= \sqrt{\frac{7800}{0,029}} \approx 519 \\ \Rightarrow Q_2^* &= \sqrt{\frac{13800}{0,028}} \approx 702 \end{aligned}$$

Como  $Q_2^*$  es no realizable, menor que 1000, bastaría comparar el valor de los costos anuales asociados a  $Q_0^*$  y  $Q_1^*$  para saber cuál es la cantidad óptima de pedido.

$$\begin{aligned} G_0(400) &= 8 \times \frac{600}{400} + 0,2 \times 0,3 \times \frac{400}{2} + 0,3 \times 600 = 204 \\ G_1(519) &= 8 \times \frac{600}{519} + 0,2 \times (0,29 + \frac{5}{519}) \times \frac{519}{2} + (0,29 + \frac{5}{519}) \times 600 \approx 204,13 \end{aligned}$$

Por lo tanto, la cantidad económica de pedido considerando los descuentos incrementales es  $Q^* = 400$  unidades.

4. El costo asociado a la cantidad óptima de pedido es  $G_0(400) = 204$  dólares.
5. Dado que la demanda mensual es de 50  $[\frac{\text{circuitos}}{\text{mes}}]$  y el tiempo de entrega es de 3 meses, se deberían pedir  $Q^*$  unidades cada vez que el inventario alcance las 150 unidades ( $50 \times 3$ ).

**Pregunta 2 (30 %)**

1. Una heurística podría estar estructurada de la siguiente manera:

**Inicialización**

- Dividir la información por medio publicitario.
- Para cada medio publicitario determinar los cuocientes entre el número de consumidores y los costos por aviso que caracterizan a cada uno de sus tramos. Ordenar estos cuocientes de mayor a menor.

**Iteración  $k$**

- Comparar los valores que se encuentran en la primera fila de las listas de los medios y elegir el medio-tramo con mayor valor.
- Para el medio-tramo seleccionado realizar la máxima cantidad de avisos disponibles mientras no se viole el presupuesto. Si se viola, realizar avisos mientras exista presupuesto.
- Descontar del presupuesto el costo de los avisos realizados.
- Eliminar el medio-tramo de la lista correspondiente.

**Condiciones de Salida**

- Salir cuando se haya utilizado todo el presupuesto.
- Salir cuando se haya utilizado la máxima cantidad total de avisos disponibles.

2. La aplicación del procedimiento descrito anteriormente se grafica como sigue:

**Inicialización**

Medio - Tramo	Cons./US\$
Diario 01-10	0,90
Diario 11-20	0,78
Diario 21-30	0,50
Televisión 01-05	0,83
Televisión 06-10	0,75
Televisión 11-15	0,63

### Iteración 1

Medio - Tramo	Cons./US\$	
Diario 01-10	0,90	←
Diario 11-20	0,78	
Diario 21-30	0,50	
Televisión 01-05	0,83	
Televisión 06-10	0,75	
Televisión 11-15	0,63	

Realizar 10 avisos en Diario a un costo de  $10 \times 1.000 = 10.000$ .

### Iteración 2

Medio - Tramo	Cons./US\$	
Diario 01-10	0,90	✓
Diario 11-20	0,78	
Diario 21-30	0,50	
Televisión 01-05	0,83	←
Televisión 06-10	0,75	
Televisión 11-15	0,63	

Realizar 5 avisos en Televisión a un costo de  $5 \times 12.000 = 60.000$ . Costo acumulado  $10.000 + 60.000 = 70.000$ .

### Iteración 3

Medio - Tramo	Cons./US\$	
Diario 01-10	0,90	✓
Diario 11-20	0,78	←
Diario 21-30	0,50	
Televisión 01-05	0,83	✓
Televisión 06-10	0,75	
Televisión 11-15	0,63	

Realizar 10 avisos en Diario a un costo de  $10 \times 900 = 9.000$ . Costo acumulado  $70.000 + 9.000 = 79.000$ .

#### Iteración 4

Medio - Tramo	Cons./US\$	
Diario 01-10	0,90	✓
Diario 11-20	0,78	✓
Diario 21-30	0,50	
Televisión 01-05	0,83	✓
Televisión 06-10	0,75	←
Televisión 11-15	0,63	

Realizar 5 avisos en Televisión a un costo de  $5 \times 10.000 = 50.000$ . Costo acumulado  $79.000 + 50.000 = 129.000$ .

#### Iteración 5

Medio - Tramo	Cons./US\$	
Diario 01-10	0,90	✓
Diario 11-20	0,78	✓
Diario 21-30	0,50	
Televisión 01-05	0,83	✓
Televisión 06-10	0,75	✓
Televisión 11-15	0,63	←

Realizar 5 avisos en Televisión a un costo de  $5 \times 8.000 = 40.000$ , excede el presupuesto (costo acumulado  $129.000 + 40.000 = 169.000$ ).

De esta manera, sólo se pueden realizar dos avisos más en Televisión a un costo de  $2 \times 8.000 = 16.000$ . Costo acumulado de  $129.000 + 16.000 = 145.000$ .

#### Condición de Salida

- No queda presupuesto disponible.

Finalmente, se puede concluir que son necesarios 20 avisos en Diario y 12 avisos en Televisión para generar  $10 \times 900 + 10 \times 700 + 0 \times 400 + 5 \times 10000 + 5 \times 7500 + 2 \times 5000 = 113500$  nuevos consumidores.

#### Pregunta 3 (40 %)

1. Nombre y explique brevemente 3 maneras de *materializar* el servicio otorgado por un hotel en sus habitaciones.

#### Respuesta:

Una de las consecuencias de la naturaleza intangible de los servicios es la necesidad de “*materializar*” éstos, es decir, de hacer que el cliente se percate que ha sido servido. Algunos ejemplos podrían ser:

- a) Sellos de papel en los baños de las habitaciones para mostrar que éstos han sido limpiados.
  - b) Chocolates o dulces en los cojines de las camas de las habitaciones con el fin de transmitir a los clientes alguno de los siguientes mensajes “*Nos preocupamos por Ud.*”, “*Vinimos a ver que todo estuviera bien*” o “*Buenas noches*”.
  - c) Encuestas de calidad de servicio, que entre otras cosas, listan todas las actividades (servicios) adicionales que el hotel le entrega al cliente. Comúnmente éstas sirven para medir la calidad del servicio entregado por el personal del hotel, pero además permiten mostrar al cliente un listado con todas las cosas que se han hecho sin que él se de cuenta.
2. Nombre al menos 4 formas en que los restaurantes gestionan los tiempos de espera de sus clientes. Indique a qué principio de la gestión de los tiempos de espera corresponden.

**Respuesta:**

Los principios relacionados a la percepción de los tiempos de espera son: tiempo desocupado parece más largo que el ocupado (1), tiempo en pre-proceso parece más largo que el tiempo en proceso (2), la ansiedad aumenta la duración de los tiempos de espera (3), espera de duración incierta parece más larga que espera finita y con certeza (4), esperas inexplicadas parecen más largas que aquellas con explicaciones convincentes (5), esperas injustas parecen más largas que esperas justas (6), mientras más se valora el servicio menores parecen las esperas (7) y esperas en solitario parecen más largas que en grupo (8). Algunos ejemplos podrían ser:

- (1) Pantallas de televisión en áreas de espera y comedores.
  - (1) Espejos en áreas de espera y comedores.
  - (1) Revistas en áreas de espera.
  - (2) Menús dispuestos en áreas de espera para que los clientes puedan decidir qué ordenar antes de estar sentados.
  - (3) Música suave e instalaciones confortables para aliviar la ansiedad de quienes esperan.
  - (1) Barra en áreas de espera.
  - (4 y 5) Mantener a los clientes informados de las demoras.
  - (2) Tomar órdenes en el área de espera para apurar la preparación de los pedidos de los clientes.
  - (1) Servir bebidas y tragos, junto con algún bocadillo, inmediatamente.
3. ¿Qué valor tiene la razón entre los niveles máximos de inventario que alcanzan los sistemas EPQ y EOQ para un producto dado? Considere los mismo parámetros para ambos sistemas y una tasa de producción  $P$  anual.

**Respuesta:**

El nivel máximo de inventario para un sistema EPQ es  $(1 - \frac{D}{P})Q$  unidades, en cambio para el sistema EOQ es igual a  $Q$  unidades (donde  $Q$  es la cantidad de pedido). Por esto, la razón entre los inventarios máximos es  $(1 - \frac{D}{P})$ .

4. ¿Qué razón hace que la resolución del problema de abastecimiento multiproducto mediante la optimización de la cantidad monetaria de pedido sea inadecuada cuando se trabaja con productos con características muy diferentes? Explique claramente su respuesta.

**Respuesta:**

Cuando se trabaja con productos muy distintos es natural pensar que sus ciclos de pedido deberían ser diferentes, ya sea por sus características físicas o costos (relación entre los costos de pedido y de inventario). No obstante, la optimización de la cantidad monetaria de pedido considera un ciclo único de pedido para todos los productos, es decir, se piden todos los productos cada cierta cantidad de tiempo definida. Una manera lógica de obtener mejores resultados sería permitir que los productos se pidan en períodos de tiempo distintos.

5. De acuerdo a lo visto en clases, ¿cuál es la principal ventaja y la principal desventaja de la resolución de modelos de programación lineal utilizando MS Excel? Justifique claramente sus respuestas.

**Respuesta:**

De acuerdo a lo expuesto en clases, las principales ventajas de utilizar MS Excel para este caso son su interfaz gráfica, la posibilidad de administrar datos en planillas de cálculo y, sin duda, su disponibilidad. Esta herramienta permite administrar modelos y datos al mismo tiempo, se encuentra en la mayoría de los computadores y permite generar reportes gráficos, por ejemplo. En cambio, su principal desventaja es que los modelos deben ser ingresados por extensión y no por notación, a diferencia de otras herramientas de optimización vistas en el curso. Esto no permite manejar modelos de programación lineal muy grandes.

6. Según lo expuesto en la Charla “*Sistema de Evaluación y Planificación Minera de Largo Plazo*” responda:

a) ¿Cuáles son la principales decisiones que apoya el sistema desarrollado?

**Respuesta:**

El sistema apoya las siguientes decisiones mineras:

- ¿Qué recursos extraer?
- ¿En qué instante hacerlo?
- ¿Con cuál tecnología?
- ¿Cuándo y cuáles inversiones realizar?

b) Sin considerar la etapa de extracción minera, y según su criterio, ¿cuál es la restricción más importante que se impone sobre la variables del problema de producción minero?

**Respuesta:**

Considerando el enfoque de flujo en redes mediante el cual se abordó la etapa de transporte y producción de cobre, las restricciones que adquieren mayor importancia son las de capacidades instaladas de transporte y proceso, junto con las de conservación de masa.

- c) ¿Qué desafío está enfrentando actualmente el equipo de desarrollo del sistema? ¿Cuál es la importancia de su incorporación?

**Respuesta:**

Una vez desarrollados e implementados independientemente modelos (sistemas) de planificación y evaluación para minería cielo abierto y subterránea, el desafío que enfrenta el equipo es el desarrollo de un modelo (sistema) de planificación integrado que reúna las características de operación de ambos tipos de minería e incluya su competencia por capacidad en los procesos productivos. De esto último su importancia.