



ingeniería
industrial
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



Teoría de Colas

Estimación de C_w y C_s

Cuando el C_w es desconocido



Estimación del Costo de Espera

Se puede calcular con bastante certeza cuando las llegadas trabajan para la empresa, de tal forma que se puede calcular de forma razonable los costos en que incurre la empresa cuando sus activos están detenidos.



INDUFIT
MACHINE

Ejercicio 1

La empresa Lucky S.A., es un importador de abarrotes, acaba de abrir un nuevo centro de distribución para la zona del caribe, con la finalidad de dar un mejor servicio a todos los supermercados, pulperías y restaurantes de la zona sur del país. Se necesita abrir ventanillas para la atención de funcionarios, agentes vendedores y rutereros de la empresa para el pago de viáticos, comisiones, caja chica y otros tramites internos. A continuación se adjunta la tabla con los salarios mensuales vigentes al día de hoy para todo el personal que necesita los servicios de ventanillas:

Código	Puesto	Salario neto	Cargas Sociales	Salario bruto	Gasto por Salarios
101	Funcionario encargado de caja chica	¢ 400,000.00	¢ 36,000.00	¢ 436,000.00	¢ 579,880.00
102	Funcionario auditor de servicio	¢ 750,000.00	¢ 67,500.00	¢ 817,500.00	¢ 1,087,275.00
103	Funcionario jefe de ventas	¢ 1,000,000.00	¢ 90,000.00	¢ 1,090,000.00	¢ 1,449,700.00
104	Agente vendedor*	¢ 300,000.00	¢ 27,000.00	¢ 327,000.00	¢ 434,910.00
105	Rutero*	¢ 250,000.00	¢ 22,500.00	¢ 272,500.00	¢ 362,425.00

* No incluye el pago por comisiones de ventas

Las cargas sociales son un 9% para los trabajadores y un 33% para la empresa.

La empresa cuenta con 20 vendedores, 20 ruterros, 5 encargados de caja de chica, 10 auditores de servicio y 1 jefe de ventas. En la tabla siguiente se anota las horas promedio dedicadas por el personal realizando tramites en ventanilla:

Código	Puesto	Días	Tiempo promedio de visita en ventanilla
101	Funcionario encargado de caja chica	Todos los días	2 hrs.
102	Funcionario auditor de servicio	15 días	30 min.
103	Funcionario jefe de ventas	1 día a la semana	25 min.
104	Agente vendedor*	Todos los días	40 min.
105	Rutero*	Todos los días	20 min.

La empresa trabaja 8 horas al día y las ventanillas trabajarán con un horario de 8 a.m., a 12 p.m. de lunes a viernes, suponga mes de 26 días laborales.

Se sabe que el costo del servicio es de $\text{¢}10.000$ por hora, el pago de comisiones el mes pasado ascendió a $\text{¢}30.000.000$ para los vendedores y $\text{¢}10.000.000$ para los ruteros. La tasa de llegada es de 30 personas por hora y la tasa de servicio es de 10 personas por hora determine:

- a) La tasa de servicio óptima y su costo total para los modelos de colas que sean aplicables.
- b) Recomiende el modelo que le de la mejor opción a la empresa, ¿cuántas ventanillas serán necesarias abrir?

Estimación del Costo de Servicio

Se calcularía una tasa de costo a partir de la sumatoria del costo de todos los activos necesarios para poner a trabajar el servidor, más los costos de energía y mantenimiento.



Ejercicio 2

Alexa es dueña de una gran boutique de vestidos de diseñador los cuales tienen muy buena aceptación en el mercado. Sin embargo, estos son bastantes caros y los clientes potenciales se limitan al estrato social medio alto y alto de San José. Este tipo de cliente es muy exigente y no le gusta esperar mucho ya que su tiempo es muy limitado. En los últimos meses las clientes se han quejado porque el tiempo que demoran pagando por sus compras es muy lento lo que desmotiva a la clientela la que opta por dejar el vestido por ahí y abandonar el local perdiendo la empresa una venta. Es por ello que Alexa desea hacer una inversión importante para mejorar su servicio al cliente en cajas. Se sabe que para poner a funcionar una caja se necesita una ventanilla, un mueble de cajas, una silla, una computadora y un cajero o cajera. Todos los activos tienen una vida útil de 3 años y un valor de rescate de un 10% de su valor de compra. El costo de los activos son: ₡15.000.000, ₡25.000.000, ₡350.000, ₡1.000.000 respectivamente y el salario bruto de la persona es de ₡500.000 mensuales. La tienda trabaja 360 días al año, 8 horas al día y 25 días por mes. Si la tasa de llegada es de 35 clientes por hora y la tasa de servicio es de 10 clientes por hora se debe estimar la cantidad de cajeros necesarios. Considere que Alexa estima un costo de espera promedio de ₡3.000 por hora.

Se le pide:

- Calcule la tasa de servicio óptima y los costos respectivos para los modelos de colas aplicables a la tienda de Alexa, conociendo que las cargas sociales son del 9% para los empelados y del 33% para los patronos.
- ¿Cuál modelo de colas le recomienda a Alexa, cuántas cajas debe abrir y cuál es el costo óptimo?



Costo de Espera Desconocido

Dificultad en la estimación del Cw

En una empresa de manufactura el cálculo del Cw es relativamente sencillo (todos los insumos trabajan para la empresa), las horas caídas de producción, más el costo por hora de los demás activos detenidos, mientras taller (servidor) hace las reparaciones requeridas.

Pero si gerencias un restaurante, cómo estimar este costo de espera, ¿cuánto vale el tiempo de los clientes?, ¿y valdrá siempre igual?



Cálculo del Costo de Espera cuando las llegadas NO trabajan para la empresa.

La estimación del Costo de Espera en empresas de servicio contemplan partidas como:

- 1- Análisis ABC de productos vendidos.
- 2- Cálculo ponderado de ventas por hora con base en el ABC anterior.
- 3- Cálculo de tasa de abandono por hora.
- 4- Cálculo del costo de espera utilizando el valor esperado de ventas por hora y multiplicarlo por la tasa de abandono por hora.

Un Gran Inconveniente

El problema con el cálculo anterior es que NO toma en cuenta un Factor Crítico del Éxito cuando se trabaja en servicios, el NIVEL DE SATISFACCIÓN DEL CLIENTE.

¿Y cuánto vale este nivel?





1. Variabilidad de llegada: ¡Lo quiero AHORA!



2. Solicitar variabilidad: lo quiero a MI MANERA!



3. Variabilidad de la capacidad: servirme como soy.



4. Variabilidad del esfuerzo: me sirven, no me sirvo.



5. Variabilidad de las preferencias subjetivas: entender mi idiosincrasia.

Sólo Hay
una
Primera
Impresión.

Concentrarse en el Nivel de Servicio

Por eso, en casos como estos, las empresas descartan encontrar una tasa de servicio de costo óptimo, dada la dificultad de estimar un costo de espera que contemple algo tan subjetivo como el valor del tiempo para una persona.

En su lugar las empresas se concentran en establecer una **meta de servicio**, que los haga competitivos. Una vez que se tiene esa meta, se instalan los servidores necesarios para alcanzarla.



Wq_{MAX}

Se hace un estudio de los competidores, analizando su desempeño y se establece como meta el tiempo máximo que se desea que esperen los clientes en la fila antes de ser atendidos.



μ requerida

Una vez que se tiene el Wq_{MAX} , se busca la tasa de servicio requerida para alcanzar la meta de servicio establecida.



Cálculo Tasa de Servicio

Una Cola Un Servidor

Con un poco de álgebra se puede encontrar una fórmula que obtenga esa tasa de servicio requerida.

Longitud promedio de la cola

$$Lq = \frac{\lambda^2}{\mu(\mu - \lambda)}$$

Tiempo de espera promedio en la cola

$$Wq = \frac{Lq}{\lambda}$$

Tasa de servicio requerida.

$$\mu_{\text{requerida}} = \frac{\lambda}{2} + \sqrt{\frac{\lambda^2}{4} + \frac{\lambda}{Wq}}$$

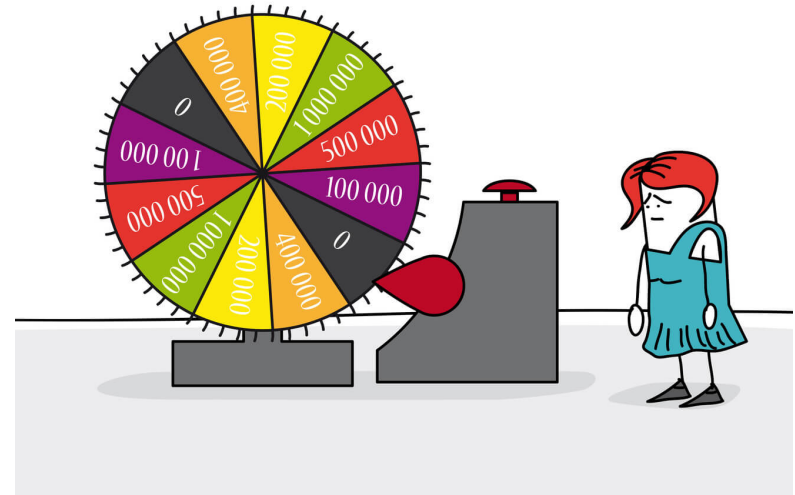
Ejercicio 3

Costo de espera desconocido

La Ozella Fish Co. le compra a botes camaroneros independientes, su pesca de camarón para posteriormente empacarlo y venderlo a cadenas de supermercados en todo el país. Cuando estos botes llegan durante la temporada de pesca, hay que descargarlos tan rápido como sea posible para que puedan volver al mar. Si el patrón de llegada de los botes es aleatorio y el tiempo de descarga también lo es, ¿cuál es el número de trabajadores que la empresa debe utilizar para descargar los botes, si se quiere que estos esperen como máximo 10 minutos antes de ser atendidos en el muelle? Los botes llegan a una tasa promedio de uno por hora y cada trabajador descarga $\frac{1}{2}$ bote por hora

Cálculo Tasa de Servicio Servidores Múltiples

A diferencia del modelo de una cola un servidor, en servidores múltiples NO podemos obtener esa fórmula que nos da la tasa de servicio requerida, habrá que buscarla aumentando servidores.



Ejercicio 4

Evaluación del sistema con costos de espera desconocidos

La compañía Fast Food Inc., desea instalar un restaurante de comidas rápidas en un nuevo centro comercial. El propietario requiere determinar que sistema de colas, con la correspondiente cantidad de servidores, sería el más indicado para su nuevo local: el de una cola varios servidores, o el de varias filas varios servidores, tomando en consideración que se tiene como meta proyectada un tiempo de espera máximo de 2 minutos antes de ser atendidos.

De acuerdo con datos históricos de otros restaurantes con características similares, se puede esperar que los clientes lleguen de acuerdo con una distribución de Poisson a una velocidad promedio de 45 clientes por hora y el estándar de tiempo que un cajero necesita para atender a un cliente de acuerdo al sistema de varias filas varios servidores es de 3 minutos por cliente, mientras que el sistema de una fila varios servidores tarda en promedio 3.75 minutos por cliente, ambos con una distribución exponencial.

Determine cuál sería el sistema de colas que usted recomendaría.