

Sistemas de Asignación de Clientes en Yield Management Aplicado al Sector Turismo

**José Guadix Martín¹, Pablo Cortés Achedad¹, Jesús Muñuzuri Sanz¹,
Nicolás Ibáñez Rivas¹**

¹ Dpto. de Organización Industrial y Gestión de Empresas. Escuela Superior de Ingenieros de Sevilla. Camino de los Descubrimientos, s/n, 41092 Sevilla. guadix@esi.us.es, pca@esi.us.es, munuzuri@esi.us.es, juannicolas@us.es

Resumen

Durante la elaboración del trabajo se va a tratar de analizar los problemas existentes asociados al modo de utilización de sus unidades de inventario. El problema a resolver es equivalente al de la distribución de capacidad con inventario nulo, principalmente por el carácter perecedero de las unidades de inventario. El sistema Yield Management se puede dividir en tres módulos relacionados. El primero de previsión de la demanda, donde se pueda prever los clientes futuros a corto plazo. Éstas se usan como dato para la aplicación de los modelos de capacidad, tratándose de distribuir esta cantidad prevista entre las distintas categorías bajo la capacidad diaria del establecimiento hotelero. Por último, se realiza el modo de venta de los servicios. Hay que definirle al encargado de ventas una metodología para determinar, ante la llegada de un posible cliente, si se acepta o se rechaza la petición. En este último módulo se encuadra el desarrollo del trabajo.

Palabras clave: Sistemas de Asignación, Simulación, Yield Management, Turismo

1. Introducción

El turismo es un sector de actividad económica muy importante ya que representa el 12% del PIB y España recibe más de 50 millones de turistas al año. Con estos datos España es la segunda potencia turística mundial, sin embargo los ingresos generados se han estancado. Ello es debido, en gran medida, a la necesidad de aumentar la competitividad del sector. Este trabajo se centra en el sector hotelero, donde el 60% de los establecimientos son PYMES familiares.

Estos establecimientos carecen, en su mayoría, de sistemas modernos de gestión, en comparación con los de otros países europeos. Este trabajo ofrece un sistema avanzado de ayuda a la toma de decisiones para la gestión hotelera que sea totalmente flexible para cada uno de los establecimientos de tamaño pequeño y mediano. De esta forma los gestores de los hoteles podrán obtener mayor rendimiento de sus establecimientos a la vez que aumentar los niveles de ocupación. Con ello se mantendrá la buena marcha del número de clientes y se podrán mejorar los ingresos y la competitividad de los establecimientos.

Durante la elaboración del trabajo se va a tratar de analizar los problemas existentes asociados al modo de utilización de sus unidades de inventario. El problema a resolver es equivalente al de la distribución de capacidad con inventario nulo, principalmente por el carácter perecedero de las unidades de inventario.

El sistema Yield Management se puede dividir en tres módulos relacionados. El primero de previsión de la demanda, donde con un histórico de datos, que reflejen el nivel de ocupación pasado, se pueda prever los clientes futuros a corto plazo. Éstas se usan como dato para la aplicación de los modelos de capacidad, tratándose de distribuir esta cantidad prevista entre las distintas categorías bajo la capacidad diaria del establecimiento hotelero. Por último, se realiza el modo de venta de los servicios, el sistema de reservas. Hay que definirle al encargado de ventas una metodología para determinar, ante la llegada de un posible cliente, si se acepta o se rechaza la petición.

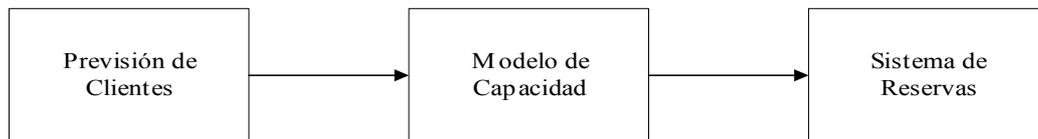


Figura 1. Esquema General

Una vez comparados diferentes sistemas de asignación de los clientes en función de las llegadas, se debe estimar el error de estas soluciones con respecto a la ideal, que se podría obtener si a priori se conociese el número exacto de peticiones de cada categoría que se van a producir. Para ello se incluye en el estudio una simulación de las llegadas de los clientes, Law y Kelton (2000), donde se trata de mejorar el valor de la función objetivo dependiendo del método de asignación elegido.

2. Métodos de Asignación de Clientes

En el módulo de previsión de clientes, indicado anteriormente, se trata de predecir el número de clientes que llegan cada día de cada categoría. De esta forma se puede dividir la capacidad diaria existente entre las distintas categorías puestas a la venta.

El módulo del modelo de capacidad se modela como un problema de programación lineal mixta para maximizar los ingresos obtenidos en un hotel, una vez que se han previsto los clientes futuros.

En el proceso de la previsión de clientes se tienen unas reservas ya realizadas (ROH: reserve on hand) y unos clientes que se producirán en los días futuros (pick-up). Estos pick-up son los estimados y se optimizan con el modelo de capacidad. Tras resolver los modelos anteriores propuestos se tienen como datos para la simulación las x_{ijk} .

En realidad lo que suele ocurrir es que el número de clientes previstos y distribuidos en cada categoría no es el que se producirá. Las reservas de clientes se van produciendo con unas pautas de comportamiento según sea una categoría barata o cara.

Debido a estas dos características importantes se estudiarán distintas formas de asignación de inventario ante unas llegadas de clientes simuladas. Es importante el método utilizado para simular las llegadas de clientes. Se opta por unas llegadas no homogéneas descritas por una distribución de Poisson que son las que se pueden asimilar más a la realidad.

A continuación se explica como se ha simulado el proceso Poisson no homogéneo con la herramienta Arena 7.0. Para simular el proceso de llegadas Poisson no homogéneo se sigue el algoritmo de aceptación y rechazo, usado por primera vez por Lewis y Shedler (1979), sus pasos son los siguientes:

1. Elegir $\lambda_{\max} \geq \max \{\lambda(t): t \geq 0\}$.
2. Generar un proceso de Poisson con razón λ_{\max} .
3. Sea $\{V_i: i \geq 1\}$ la secuencia de las llegadas generadas por el proceso de Poisson.
4. Aceptar la llegada V_i con probabilidad $\lambda(V_i)/\lambda_{\max} : i \geq 1$.

De esta manera, con la razón λ_{\max} constante y los intervalos de llegadas, se genera un proceso homogéneo de Poisson y se eliminan las llegadas generadas anteriormente con una probabilidad $1 - \lambda(V_i)/\lambda_{\max}$. Este método se puede utilizar para una razón con forma geométrica lineal o curva. Lo único necesario es poder determinar los valores de $\lambda(t)$ en cada llegada. Durante las pruebas futuras se ha creado una razón $\lambda_i(t)$ para cada una de las categorías de las que se modelan sus llegadas.

3. Algoritmos de asignación

Una vez supuesta una distribución del inventario y ante unas llegadas de clientes simuladas mediante un proceso de Poisson no homogéneo, la prioridad que se le asigne a cada categoría también influirá en los ingresos finales obtenidos. Trabajos anteriores realizados sobre la influencia de los algoritmos de asignación en los beneficios obtenidos, entre las que destaca el realizado por Botimer y Belobaba (1999), donde para el sector aéreo se estudia la relación existente entre la política de precios seguida y la forma de asignación de clientes. Otro planteamiento, Morris et al. (2000), relaciona el método de asignación con las ofertas realizadas por los clientes en un tiempo determinado mediante unas subastas. Antes de pujar, el método de asignación ha determinado un precio mínimo para esa jornada y todas las pujas de las subastas inferiores a este precio son rechazadas.

En este trabajo se comparan tres algoritmos de asignación de llegadas:

1. FC-FS (first come-first serve)

Este primer método le asignará cada unidad de inventario a cada cliente en función del orden de llegada, el primero que llega es el primero en ser atendido. De esta forma se irán vendiendo las distintas unidades de inventario hasta que se alcance la capacidad diaria. Dado que es independiente de la distribución de la capacidad realizada, este método se usará como un nivel de referencia respecto a los siguientes. En las sucesivas figuras se distingue el inventario en dos categorías C1 (categoría 1) y C2 (categoría 2), las cuáles llegan a un hotel de capacidad 100 habitaciones. En este caso la asignación de las habitaciones se hace por orden de llegada, de forma que primero vienen dos clientes de la categoría 1, luego vienen cuatro de la categoría 2, tres de la categoría 1 y así sucesivamente hasta completar las 100 habitaciones.

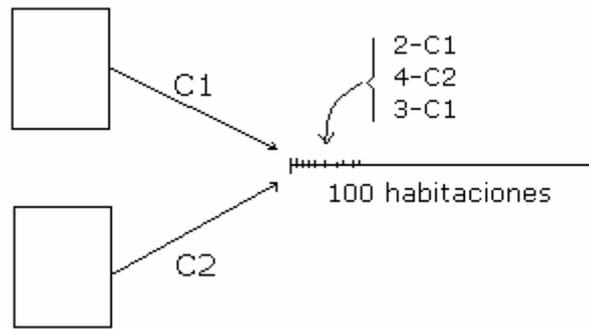


Figura 2. Método FC-FS

2. DISTINCT

En este algoritmo se tiene como dato la cantidad de unidades para cada categoría y duración de estancia, x_{ijk} obtenidas del modelo de capacidad. De esta forma se divide la capacidad global diaria en distintas categorías. Cada una de estas categorías solo se podrá ocupar por un cliente de sus características. Al darse el caso de llegar el número máximo de reservas previstas, dicha categoría se agota y se cierra.

Hay que distinguir las peticiones para distintas longitudes de estancias. Puede haber días que una categoría esté más solicitada que en otros. También puede ocurrir que haya días con categorías (segmentos) semi-vacías.

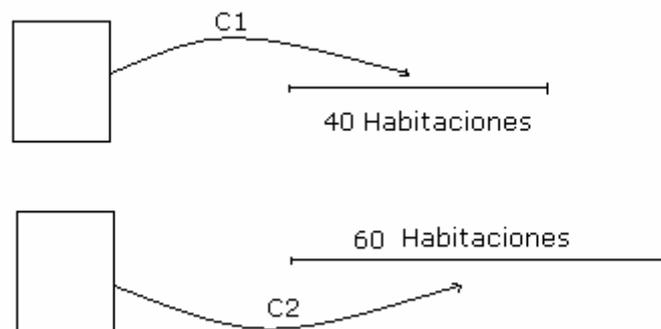


Figura 3. Método distinct

3. ANIDADO

Este método de asignación se suele usar en la práctica habitual de las compañías aéreas, siendo referenciado por primera vez por Williamson (1988). Para anidar el inventario, las distintas estancias y categorías deben ser clasificadas por su contribución a los ingresos totales del hotel. Tras esta clasificación, una categoría puede usar su inventario más el de las inferiores.

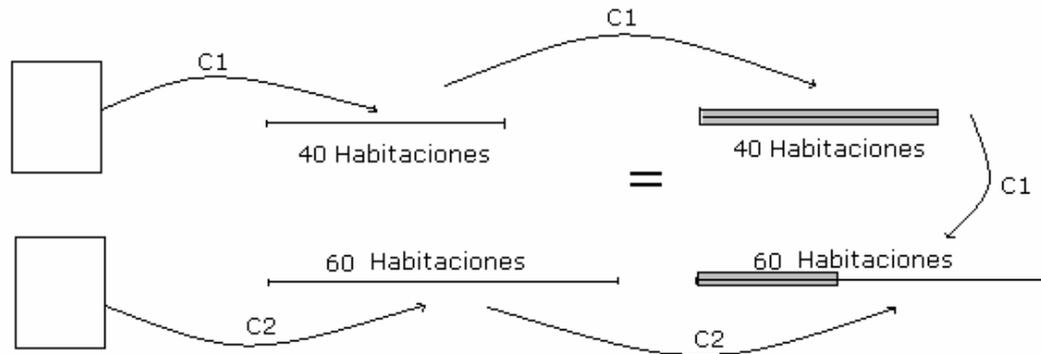


Figura 4. Método anidado

En el ejemplo de la figura 4. se observa que al llenarse completamente las 40 habitaciones de la categoría 1 y sobrar parte de las 60 habitaciones de la categoría 2, los clientes de la categoría 1 empiezan a usar el inventario de la categoría 2.

Pero hay que ver qué tipo de medida usar para la clasificación:

- Si se usa el precio para clasificar las distintas categorías, no se tiene en cuenta la duración de la estancia.
- Debe contemplarse la diferencia entre pagar mucho por un día o pagar menos por varios días, siempre que los ingresos generados por varios días sean mayores que el día individual. Esta clasificación, por ingreso total, tiene en cuenta la longitud de la estancia, pero olvida las características de los días en uso. Para un establecimiento no es lo mismo ocupar una habitación un día de alta ocupación que un día con vacantes.
- Se debe considerarse de distinta forma una estancia en un periodo de máxima afluencia que en un periodo con pocos ocupantes. Una forma de reflejar esto es usar los precios duales. Los precios duales de la restricción de capacidad de cada día, reflejan lo que se podría ganar si se tuviese una habitación extra ese día. La suma de los precios duales de todos los días de una estancia indica el coste de oportunidad de esa estancia. Ante una posible estancia, se hace la suma de los precios duales de la misma, y se acepta sólo si los ingresos generados son mayores que la suma de los duales. Es decir, sólo si el ingreso es mayor que el coste de oportunidad. Luego esta última medida se obtiene, para cada posible estancia, restando los ingresos obtenidos de la suma de los costes de oportunidad de la estancia.

Estos tres métodos: FCFS, distinct y anidado son los que se van a usar, en el epígrafe siguiente, como técnicas con las que los clientes van ocupando las distribuciones de inventario obtenidas por los cuatro modelos anteriores planteados en este trabajo. De esta forma se puede comprobar mediante una simulación el modelo que proporciona mejores resultados.

4. Experiencias Computacionales

En este apartado se van a exponer las dimensiones y los resultados obtenidos tras la resolución de una batería de problemas. Se han realizado diversas comparaciones con dichos resultados y una posterior interpretación de los mismos.

Para el desarrollo de estas pruebas se ha utilizado una batería de ocho problemas. Los datos necesarios tales como estancias por categoría y distribución de demandas, se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Límites de estancias y demandas para cada problema

Problema	Estancias	Límites Demandas
1	[21, 3, 3]	[[0, 25],[0, 25],[0, 25]]
2	[21, 7, 3]	[[0, 25],[0, 25],[0, 25]]
3	[21, 7, 7]	[[0, 25],[0, 25],[0, 25]]
4	[21, 21, 7]	[[0, 25],[0, 25],[0, 25]]
5	[21, 3, 3]	[[0, 35],[0, 35],[0, 35]]
6	[21, 7, 3]	[[0, 35],[0, 35],[0, 35]]
7	[21, 7, 7]	[[0, 35],[0, 35],[0, 35]]
8	[21, 21, 7]	[[0, 35],[0, 35],[0, 35]]

Para la resolución de los diferentes problemas se conoce de antemano el número de días de estudio, la capacidad diaria del hotel y el número de categorías del hotel para clientes individuales. Para este caso, el número de días de estudio será 180, la capacidad diaria del hotel será constante e igual a 200; y el número de categorías del hotel serán cinco, quedando fijado el precio para cada una de ellas tal como se indica en la tabla 2.

Tabla 2. Precios de Categorías Individuales

Categoría	Precio
Premiere / Lujo	170 €
Business / Superior	140 €
Standard / Normal	120 €
Economy / Descuento	90 €
Supereconomy / Superdescuento	60 €

Tras la previsión del número de clientes de las distintas categorías que aparecerán cada día, se optimiza esta afluencia a la capacidad disponible en el hotel, usando un modelo considerando una demanda determinista o estocástica. Como las llegadas de clientes discreparán de los valores previstos y las llegadas no se producen todas al unísono, sino que unas reservas se producen antes que otras, se incluye un análisis de tres métodos de asignación distintos, para ver cuál de ellas se comporta mejor ante distintas circunstancias.

En concreto se han simulado las llegadas de las distintas categorías para una duración de 30 días. Éstas se asimilaron a un proceso de llegadas de Poisson no homogéneo, con una razón de llegadas $\lambda(t)$ variable con el tiempo.

Para asemejar el proceso a la realidad, la razón $\lambda(t)$ se relacionó de dos formas con el valor de los clientes previstos. De una forma directa, el total de clientes que solicitan una habitación es

directamente proporcional al valor anteriormente previsto. Mientras que otra situación, relacionada de forma inversa, las solicitudes diarias resultan unos valores que difieren de los previstos. De esta forma, se simulan las situaciones que pueden aparecer, que la previsión concuerde con la realidad, o que el valor previsto difiera mucho del posteriormente producido. Tras estas formas de los procesos de llegadas, se simulan las distintas posibilidades antes comentadas de asignación del inventario.

El primer método de asignación es FC-FS (el primero que llega tiene preferencia, first come first serve). Se comienzan a vender las habitaciones a los clientes con el límite de la capacidad total del hotel, por lo que el hecho que diferencia a los clientes es el reservar antes su habitación.

Otro método usado fue Distinct, donde a priori se ha repartido capacidad total en las distintas categorías. Estos valores son los que usa como límite para poder vender a los distintos clientes que solicitan los servicios. Este valor será único, en el caso de considerar demanda determinista, o múltiple si la demanda se considera estocástica en los tres escenarios antes resueltos.

Por último, el método Nested, anidado, es similar al anterior salvo que todas las categorías pueden disponer de los servicios reservados a categorías inferiores. De este modo el cliente dispuesto a desembolsar precios superiores tiene preferencia.

Tras la aplicación de los tres métodos se comparan los ingresos entre ellos y respecto al valor óptimo de la función objetivo. Éste se obtiene a posteriori del valor del total de llegadas y se elige qué distribución de clientes hubiese sido la que proporcionaría mayores ingresos. Los porcentajes de error que aparecen en los distintos modelos de asignación han sido calculados mediante la expresión:

$$\frac{(\text{Solución óptima} - \text{Solución modelo asignación})}{\text{Solución óptima}} \times 100 \quad (1)$$

A continuación, se muestran en la tabla 3, a modo resumen, los resultados obtenidos de ingresos diarios promedios, según el modelo de distribución capacidad aplicado y el método de asignación de clientes, para las mismas llegadas de Poisson no homogéneas.

Tabla 3. Resumen de los resultados de las heurísticas

	FCFS		Distinct		Anidado		Óptimo
	Ingresos	% error	Ingresos	% error	Ingresos	% error	Ingresos
DP	20710	16,1	22860	7,4	23300	5,6	24680
DGP	20730	16,4	23030	7,2	23480	5,4	24810
SP	20710	16,1	23000	6,8	23440	5,0	24680
SGP	20730	16,4	23090	6,9	23490	5,3	24810

En cuanto a los resultados medios obtenidos, resultan unos ingresos mayores si se dispone el inventario mediante una distribución anidada que de las otras dos formas. Las causas son

debidas a que en épocas de demanda alta, todos los clientes de precio superior pueden optar a un servicio, aunque sea de una categoría más barata.

Sin embargo puede darse unas situaciones particulares, donde si la demanda es baja y la previsión no ha sido acertada, que la distribución no sea buena y el número totales de clientes sea inferior a la capacidad de ese día. En este caso, pueden obtenerse unos resultados aplicando la heurística FCFS superiores a las otras dos. Esta situación es una muy particular, y que al largo plazo el coste de oportunidad de este método siempre sería inferior a lo que se gana usando el método anidado.

Otra particularidad que se pudo observar en los resultados desagregados, son los días en los que el método distinct obtiene un ingreso superior al anidado. Si se analiza la distribución final de clientes por cada una de las asignaciones, se puede observar que el método anidado no distingue de ninguna forma a los clientes por la duración. Esto quiere decir que trata de igual forma a un cliente que vaya a estar una sola noche que una semana, pudiendo ocurrir que en una misma estancia haya periodos de mayor y otros de menor demanda. Para evitar esta deficiencia del método anidado, se sugiere el usar como precio para diferenciar las categorías superiores el precio dual de las restricciones diarias, de manera que el precio dispuesto a pagar se compara con el valor medio de los precios duales de los días que contemplan la estancia.

De estos resultados se obtiene el modelo con los mayores ingresos previstos, que es el estocástico con posibilidad de grupos de clientes e inventario anidado. Salvo que se puedan determinar claramente unas épocas del año que cumplan los requisitos de difícil previsión con una baja demanda de habitaciones, donde se sugiere el uso del mismo modelo con un método de asignación FCFS.

5. Conclusiones

Los sistemas de asignación de las unidades de inventario en empresas del sector servicios son necesarios debido al patrón variable de comportamiento que presentan los clientes en sus llegadas a consumir el servicio prestado. En este trabajo se han modelado dichas llegadas mediante un proceso Poisson no homogéneo y ante tres algoritmos diferentes ver los ingresos finales obtenidos. El algoritmo que mejores resultados promedios presenta difiere del óptimo en un 5%, por lo que se considera dicho procedimiento apto para posibles mejoras orientadas a diferenciar distintas épocas del año.

Referencias

- Botimer, T. C.; Belobaba, P. P. (1999). Airline pricing and fare product differentiation: A new theoretical framework. *Journal of the Operational Research Society*, Vol 50, No 11, pp. 1085-1097.
- Law, A. M. y Kelton, W. D. (2000). *Simulation Modeling and Analysis*. Mc-Graw Hill.
- Lewis, P. A. y Shedler, G. S. (1979). Simulation of Nonhomogeneous Poisson Processes by Thinning. *Naval Research Logistics Quarterly*, Vol. 26, pp. 403-413.
- Morris, J.; Ree, P.; Maes P. (2000). Sardine: Dynamic Seller Strategies in an Auction Marketplace. *Proceedings de la 2nd ACM Conferencia sobre Comercio Electrónico*, Minneapolis, pp. 128-134.
- Williamson, E. (1992). *Airline Network Seat Inventory Control: Methodologies and Revenue Impacts*. PhD thesis, Massachusetts Institute of Technology.