

YIELD MANAGEMENT APLICADO AL SECTOR HOTELERO: UN ENFOQUE DESDE EL MODELADO MATEMÁTICO*

*José Guadix Martín***

*Luis Onieva Giménez****

*Pablo Cortés Achedad*****

*Jesús Muñuzuri Sanz******

*Víctor Quesada Ibargüen******

* Investigación financiada por el Ministerio de Educación y Ciencia de España, a través del proyecto de investigación de referencia DPI2005-09132-C04-01 y de título *Sistema avanzado de ayuda a la toma de decisiones para la gestión hotelera*. El artículo se recibió el 07-05-2007 y se aprobó el 20-05-2008.

** Doctor en Ingeniería Industrial, Universidad de Sevilla, España, 2004; Ingeniero Industrial, Universidad de Sevilla, 2000. Profesor contratado de la Universidad de Sevilla. Correo electrónico: guadix@esi.us.es.

*** Doctor en Ingeniería Industrial, Universidad de Sevilla, España, 1986; Ingeniero Industrial, Universidad de Sevilla, 1983. Catedrático de Organización de Empresas, Universidad de Sevilla. Correo electrónico: onieva@esi.us.es.

**** Doctor en Ingeniería Industrial, Universidad de Sevilla, España, 2000; Ingeniero Industrial, Universidad de Sevilla, 1996. Profesor titular de Organización de Empresas de la Universidad de Sevilla, España. Correo electrónico: pca@esi.us.es.

***** Doctor en Ingeniería Industrial, Universidad de Sevilla, España, 2003; Ingeniero Industrial, Universidad de Sevilla, 1998. Profesor contratado, Universidad de Sevilla. Correo electrónico: munuzuri@esi.us.es

***** Doctor en Ingeniería Industrial, Universidad de Sevilla, España, 2005; Ingeniero Industrial, Universidad de Sevilla, 1983. Parte del Grupo Métodos Cuantitativos de Gestión, Universidad de Cartagena, Colombia. Correo electrónico: quesastoque@une.net.co.

Yield management aplicado al sector hotelero: un enfoque desde el modelado matemático

RESUMEN

Las empresas del sector servicios, caracterizadas por la simultaneidad de la producción del servicio y su consumo, no disponen de un sistema de almacenamiento de su producto, por ser perecedero. La filosofía de la técnica de yield management es vender cada unidad de inventario al tipo de cliente adecuado, en el instante adecuado y al precio adecuado. Con estos criterios se asignan los clientes a las distintas categorías de inventario, de manera que se aproveche la demanda existente, con el objetivo de maximizar los ingresos o los beneficios. Mediante modelos matemáticos, en este trabajo se aplica y valida esta técnica en el caso de las empresas del sector hotelero español.

Palabras clave: yield management, sector servicios, modelado matemático, previsión de la demanda.

Yield Management Applied to the Hotel Industry: A Mathematical Modeling Approach

ABSTRACT

Service sector companies, characterized by the simultaneous nature of service production and consumption, do not have a product storage system because their products are perishable. The philosophy behind the yield management technique is to sell each unit of stock to the right type of customer, at the right time, and at the right price. Using those criteria, customers are assigned to distinct stock categories, to take the best advantage of the existing demand, for the purpose of maximizing revenues or profits. Using mathematical models, this article applies the yield management technique to hotel industry companies in Spain and validates it.

Key words: Yield management, service sector, mathematical modeling, demand forecasting.

Introducción

El turismo es un sector de actividad económica muy importante en España, ya que representa el 12% del PIB y 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 debido, en gran medida, a la pérdida de competitividad del sector, sin descartar la caída en los índices de ocupación y los precios, por la sobreoferta hotelera de los últimos años (Exceltur, 2003). Este trabajo se centra en el sector hotelero, donde un gran número de los establecimientos son pymes familiares—48% y 39% de estos correspondían a organizaciones del tipo persona física¹, en 1999 y 2005, respectivamente, (Moral, 2006)—y carecen, en su mayoría, de sistemas modernos de gestión, en comparación con los de otros países europeos.

Se ofrece un sistema avanzado de ayuda en la toma de decisiones para la gestión de empresas del sector servicios, totalmente flexible en cuanto a su posibilidad de aplicación a cada establecimiento, sea este de tamaño pequeño o mediano. En los últimos años se ha incrementado el interés por el uso de las técnicas de *yield management* para poder maximizar los ingresos en actividades con restricciones de capacidad.

El *yield management*, también denominado *revenue management* (dirección por rendimientos), consiste en adaptar la oferta a la demanda existente, actuando sobre los pre-

cios y la gestión del inventario, de modo que se maximicen los ingresos obtenidos. Al aumentar la importancia de las empresas del sector servicios, esta técnica resulta de un interés primordial. Las empresas del sector servicios, como compañías aéreas, hoteles, alquiler de coches, restaurantes, etc., deben gestionar sus unidades de inventario, asientos de avión, flota de vehículos, camiones, mesas, etc. como un inventario perecedero.

En este trabajo se trata de analizar los problemas existentes asociados con el modo de utilizar las unidades de inventario en una entidad hotelera. El problema que se debe resolver es equivalente al de la distribución de capacidad con inventario nulo, principalmente por el carácter perecedero de las unidades de inventario. De esta forma, los gestores de los hoteles podrán obtener un mayor rendimiento de sus establecimientos, al tiempo que aumentan la ocupación. Con ello se mantendrá un adecuado número de clientes y se podrán mejorar los ingresos y la competitividad de los establecimientos.

En este documento se muestra la importancia que tiene en el sector servicios la gestión de sus unidades de inventario. Para ello se propone la técnica del *yield management*, sustentada por su uso en distintos tipos de empresas. Así mismo, por un lado, se exponen las características necesarias para su aplicación y las componentes que la forman; por el otro, se presenta una metodología novedosa para un análisis completo del problema de *yield management*, que consta de previsión de clientes, modelo de distribución del inventario y reglas de asignación de ventas de

¹ Esta forma de organización social es frecuente en las pequeñas empresas.

habitaciones. Esta metodología se presenta para el caso particular de establecimientos hoteleros, aunque se podría aplicar a otros sectores que cumplan los requisitos que se expondrán a continuación. Para finalizar, se complementa con la gestión de las relaciones con los clientes, por lo que resulta en una herramienta compacta de gestión.

1. Requisitos para aplicarlo

Para aplicar la técnica del *yield management* (Kimes, 1989), las empresas necesitan cumplir seis requisitos:

- La empresa está operando con una capacidad fija.
- La demanda puede estar claramente segmentada en conjuntos diferenciados.
- El inventario es perecedero.
- El producto se puede vender por adelantado.
- La demanda fluctúa suficientemente.
- Los costes marginales de venta son bajos y los posibles costes de adición de capacidad extra son altos.

Sin embargo, conviene analizar con mayor detenimiento cada una de estas características, para así alcanzar un mayor grado de conocimiento de la técnica:

Capacidad fija. El *yield management* es apropiado para las empresas imposibilitadas para adaptar rápidamente su capacidad

ante un eventual cambio de demanda. Por ejemplo, si todas las habitaciones de un hotel están ocupadas, es muy difícil añadir una nueva, aunque el cliente se podría alojar en otro hotel que la empresa tuviera en la misma ciudad. Para las compañías aéreas, si todos los asientos de un vuelo están ocupados, un nuevo viajero sólo podría ser transportado en un vuelo posterior. Por estas razones se habla de capacidad fija, aunque con un poco de flexibilidad.

Mercado segmentado. Para que el *yield management* sea efectivo, la empresa debe poder segmentar el mercado en diferentes tipos de clientes. Por ejemplo, las compañías aéreas distinguen entre clientes sensibles en el binomio tiempo-precio. Esto se pone de manifiesto si se le ofrece a un cliente la “vuelta el sábado por la noche”, para de ese modo obtener mayor descuento en el precio. Básicamente, se debe intuir qué clientes son los más sensibles a un cambio en el precio por un cambio de servicio, por lo que se desarrollarán distintas estrategias de mercado para los distintos tipos de clientes.

Inventario perecedero. Uno de los factores que diferencian las empresas de servicios de las demás empresas es el tipo de inventario. En las de servicios, el inventario es perecedero, y cuando la compañía tiene la capacidad restringida, el problema se acentúa al no ser posible un aumento en dicha capacidad. Los asientos no vendidos en un vuelo, las habitaciones libres de un hotel o los coches sin alquilar representan unidades de inventario perdidas. Si una compañía puede minimizar este inventario caducado, operará más eficazmente.

Producto vendido por adelantado. Una de las prácticas más comunes en este tipo de empresas es el uso de un sistema de reservas, en el que las unidades del inventario son vendidas para un uso posterior. Este sistema de reservas le permite a la empresa operar con alguna mayor seguridad, al saber que su capacidad será usada en un futuro. Pero cuando el producto es susceptible de venta por adelantado, aparece otro grado de incertidumbre. El gestor de la empresa debe decidir si acepta una reserva de un cliente a un precio menor o si espera a que aparezca un cliente que pague su precio normal. Con un buen sistema de *yield management* se intenta controlar esta situación.

Fluctuación de la demanda. La mayoría de las empresas debe responder a variaciones en su demanda, y los gestores tienen que saber convivir con esta característica. La técnica del *yield management* se aplica potenciando el uso del servicio en las épocas de baja demanda (bajando el precio) o incrementando los ingresos, cuando la demanda es elevada (aumentando el precio). Si el gestor prevé

los valles y picos de demanda, podrá acomodarse a ellos.

Costes marginales de venta bajos y costes de posible adición de capacidad extra altos. Para que una aplicación del *Yield Management* sea efectiva, el coste de vender una unidad adicional de inventario debe ser bajo, al mismo tiempo que supone un coste marginal de inversión alto del incremento unitario de capacidad. Para empresas con restricciones de capacidad, operar con capacidad adicional es bastante costoso. Sin embargo, el coste de la venta de una unidad de capacidad existente es relativamente bajo.

2. Sectores de aplicación

Los distintos sectores que se van a considerar tienen peculiaridades en la duración del servicio prestado y en la cuantía del precio percibido por la prestación del servicio, por lo que son susceptibles de ser gestionados mediante sistemas de *yield management*. Estas características pueden esquematizarse como lo muestra el Gráfico 1.

Gráfico 1

Sectores según duración y precio del servicio

		Precio	
		Fijo	Variable
Duración	Predeterminada	Salas de cine Estadios Auditorios	Hoteles Avión Alquiler de coches Líneas de cruceros
	Aleatoria	Restaurantes Cursos Museos Parques de atracciones	Hospitales

Fuente: Withiam (2001).

Según se muestra en el Gráfico 1, los sectores que normalmente cumplen los requisitos expuestos son los que aparecen en el cuadrante superior derecho (hoteles, transporte aéreo, etc.), al presentar un servicio con una duración fijada y con un precio variable. Los sectores situados en el cuadrante superior izquierdo (cines, estadios, auditorios, etc.) presentan un precio fijo para un servicio de duración prefijada. Los sectores del cuadrante inferior izquierdo (restaurantes, museos, etc.) tienen unos precios fijos para una duración aleatoria. El cuadrante que resta, el inferior derecho, engloba a sectores como el hospitalario, que presenta precios diferentes (centros públicos y privados) y se desconoce la duración de la estancia del cliente o paciente, en este caso.

Como separación entre los distintos cuadrantes se utilizan líneas discontinuas para resaltar que muchos sectores no pertenecen exclusivamente a uno de ellos, sino que por sus características pueden pertenecer a más de uno. La aplicación de las técnicas de *yield management* se ha centrado generalmente en las empresas que caracterizan al cuadrante superior derecho, ya que al presentar una duración fijada, lo que se intenta es maximizar los ingresos obtenidos con base en la determinación del precio de los servicios.

Conviene comentar brevemente los dos conceptos que se han usado para distinguir los sectores. En cuanto a la duración del servicio, es necesario que la empresa preste especial atención al tiempo que los clientes utilizan cada servicio. Para ello se debe cuantificar con exactitud su magnitud, disminuir las incertidumbres de las llegadas y reducir el

tiempo muerto existente entre clientes (periodos de espera). Se puede definir la duración como una medida del servicio en términos de tiempo (número de noches o de horas) o de eventos (número de comidas, de vuelos, etc.). Sin embargo, es más aconsejable medir la duración en tiempo que en número de eventos para poder llevar a cabo un mejor control.

En los sectores en los que más se aplican las técnicas de *yield management*, el precio varía según el instante de la reserva, las restricciones impuestas, etc. Como contraste, los sectores que aparecen en la mitad izquierda del Gráfico 1 operan con clientes que, para el mismo servicio y en el mismo instante, presentan idéntico precio. Las empresas ofrecen un repertorio de precios entre los que deben elegir los clientes. La determinación de los mejores precios es difícil, debido a que se suele carecer de información sobre las elasticidades para los distintos precios.

3. Componentes del problema

A menudo, las empresas que poseen bienes o servicios perecederos deben vender una cantidad fija de estos en un corto y acotado horizonte temporal. Además, si el mercado está formado por clientes dispuestos a pagar distintos precios por los productos, es posible segmentarlo para el uso de los servicios. Por lo tanto, aparece la oportunidad de vender los productos, a diferentes segmentos de clientes, con distintos precios. Basados en lo expuesto, las empresas se encuentran ante la necesidad de elegir un procedimiento para conseguir que los segmentos de inventario similares se ajusten a la demanda existente para, de este modo, maximizar los ingresos

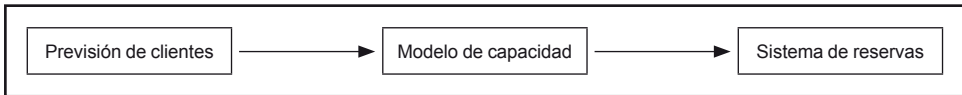
o beneficios. Este conjunto de decisiones es el que se agrupa bajo la denominación genérica de *yield management* o *revenue management*.

Las técnicas de *yield management* ayudan tanto en la toma de decisiones como en el modo de conseguir que las categorías de inventario similares se ajusten a la demanda existente, para así maximizar los ingresos o beneficios. En definitiva, el problema se reduce a cuánto y a qué precio se debe vender en cada segmento de mercado. El sistema *yield management* se puede dividir en tres

módulos relacionados (Gráfico 2). El primero, de *previsión de la demanda*, donde con un histórico de datos, que reflejen la tasa de ocupación pasada, se pueden prever los clientes futuros a corto plazo. El segundo, los *modelos de capacidad*, que tratan de distribuir la cantidad prevista entre las distintas categorías bajo la capacidad diaria del establecimiento. Por último, el *sistema de reservas*, que es el modo de venta de los servicios. En consecuencia, 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.

Gráfico 2

Componentes de la técnica de *yield management*



Fuente: elaboración propia.

3.1 Previsión de la demanda de los clientes

La importancia de la previsión de la demanda de los clientes en las empresas del sector servicios surge de la incertidumbre asociada con una magnitud futurible. Se necesita una previsión ajustada para ayudar en la toma de decisiones estructurales, también llamadas *decisiones a largo plazo*. Estas decisiones repercuten en la estrategia de la empresa, y en el sector hotelero podría implicar la construcción de un nuevo hotel o la remodelación de uno ya existente.

Además, la gestión de un establecimiento hotelero debe incluir un sistema de previsión a corto plazo, donde con datos históricos, que

reflejen la ocupación pasada, se pueda prever el futuro a corto plazo. De esta forma, es posible la mejora en la gestión a corto plazo, ya que se puede planificar mejor el día a día. Los métodos de previsión normalmente utilizados se pueden clasificar en tres grandes conjuntos (Lee, 1990): los históricos, las reservas y los híbridos (Gráfico 3).

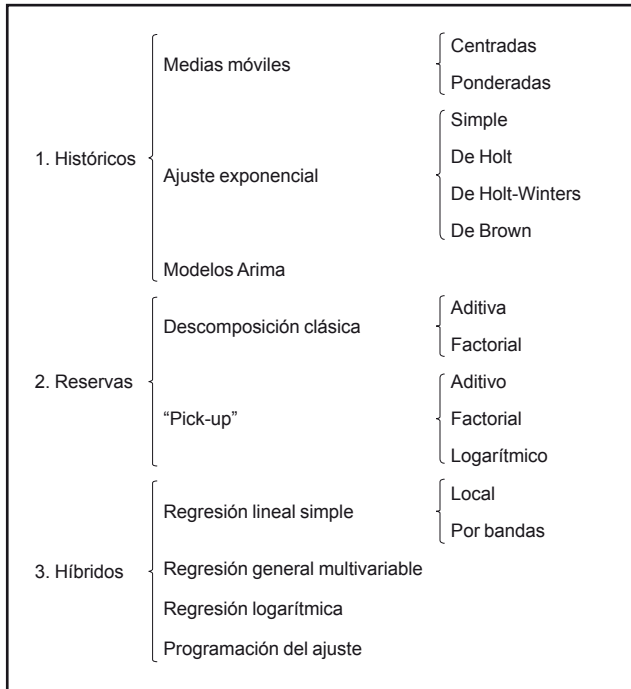
El método de previsión histórico se refiere a que, basados en un histórico de datos que reflejan la ocupación pasada, se puedan prever los clientes futuros a corto plazo. En el proceso de la previsión de clientes se tienen unas reservas ya realizadas (*reserves on hand*) y unos clientes que se producirán en los días futuros (*pick-up*). Estos deben ser estimados. Poco se ha investigado sobre el mejor méto-

do de previsión que se debe aplicar. Investigaciones en la industria hotelera y en líneas aéreas muestran que los modelos de alisado exponencial producen los pronósticos más

ajustados y que las previsiones desagregadas ofrecen resultados más exactos que las previsiones agregadas (González, Talón y Figueroa, 2004).

Gráfico 3

Clasificación de los métodos de previsión



Fuente: Lee (1990).

Estos métodos son aplicables a cualquier establecimiento hotelero, ya que, para un histórico de datos diferente, se puede determinar sin mayor dificultad qué método se adapta mejor a las circunstancias que rodean las tasas de pernoctaciones de cada hotel. Las técnicas expuestas en este apartado se han aplicado a diversas series de datos sobre las reservas y pernoctaciones sucedidas en los hoteles pertenecientes a una cadena hotelera líder en la comunidad de Andalucía, donde

sus hoteles están integrados en la naturaleza, por lo que el cliente es de perfil turístico.

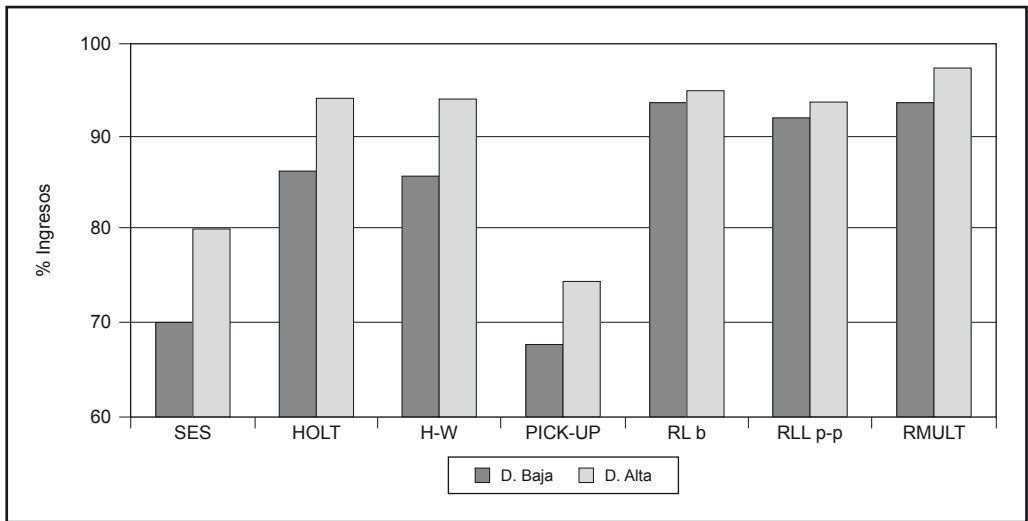
Se ha representado el tanto por ciento de ingresos alcanzados en función de cada método, en caso de haberse optado por uno u otro. En los dos años de estudio de los datos se pudo apreciar cómo hay períodos en los que la demanda es menor que en otros. Gracias a un método de descomposición, en el que se distinguen las tendencias sufridas por

los clientes, se diferenciaron entre demanda alta y demanda baja. Si la previsión hubiera coincidido con los clientes después observados, los ingresos alcanzados serían del 100%. Como no coinciden, en los casos en que la

previsión ha sido menor, se considera que los ingresos alcanzados corresponden al número previsto. Mientras que en los casos que la previsión ha sido mayor, los ingresos serán el número de clientes observado (Gráfico 4).

Gráfico 4

Comparativa de los distintos métodos ante distintas demandas



Fuente: elaboración propia.

En el Gráfico 4 se aprecia el comportamiento de los métodos según si nos encontramos en periodos de demanda alta o baja. En el caso de demanda alta, el mejor es el de la regresión multivariable, mientras que si se analizaran en conjunto, el mejor sería el de regresión lineal por bandas.

Del mismo modo, la previsión tiene una gran influencia en los clientes. Normalmente se pueden señalar dos tipos extremos de comportamiento, el cliente de negocios y el vacacional o cliente de ocio. El vacacional planea su estancia con bastante antelación y desea precios bajos. El de negocios dispone

de menos tiempo para hacer su reserva y el precio no es un factor primordial. Si se realiza una buena previsión, junto con el modo de funcionamiento de las técnicas del *yield management*, la empresa puede maximizar sus ingresos y conseguir también para los clientes un mayor grado de satisfacción y de adaptación a sus prioridades.

3.2 Modelo de distribución del inventario

Bien es sabido que los recursos limitados por la capacidad, por ejemplo, las habitaciones de hotel, en especial en temporada alta, son

un bien escaso que la dirección de la empresa (el hotel) debe gestionar de la mejor manera para obtener el mayor beneficio posible. Esto permite que la dirección use muchas estrategias con la idea de aumentar sus beneficios. Además, en el caso que nos ocupa, este bien es perecedero, es decir, los recursos (las habitaciones) que no se usen en un día generarán una pérdida de ingresos, puesto que podrán utilizarse los siguientes días, pero nunca se podrá recuperar el beneficio económico correspondiente a ese día concreto. Por ello, la política seguida por la dirección para gestionar sus bienes (las habitaciones junto con los servicios adyacentes) y tratar de conseguir que sean plenamente utilizados es de una importancia capital para la buena gestión de una empresa de este tipo.

Con los datos disponibles de la previsión se pueden utilizar diversos modelos matemáticos que tratan de maximizar los ingresos generados por la venta de los servicios, sujetos a las restricciones de la capacidad total y del número de clientes esperado en cada segmento. De esta forma se tiene la capacidad total de la empresa dividida en distintas categorías que tendrán un nivel tarifario distinto.

El problema se modela referido al caso particular de la gestión de un establecimiento hotelero, aunque podría referirse a cualquier otra actividad a la que se puedan aplicar las técnicas de *yield management*. Para plantear y resolver el problema de gestión de recursos es necesario conocer:

- N: el número de días para los que se pretende optimizar.

- C: el número de categorías con precios distintos en las que se segmenta el hotel.

Además, se considera como premisa de base que se dispone de los siguientes datos adicionales:

- P_j : los precios para las distintas categorías del hotel, donde j varía entre 1 y C.
- E_j : el número máximo de días de estancia en el hotel para cada categoría j .
- d_{ijk} : las demandas previstas para cada día i , categoría j y número de días de estancia k , donde i varía entre 1 y N, y k entre 1 y E_j .
- b_i : las capacidades diarias del hotel.

Al ser las variables del problema las habitaciones que se van a vender cada día, en cada categoría y para cada número de días de estancia (k_{ijk}), el modelo completo, ampliación del propuesto por Kimes (1989), podría resumirse como sigue:

$$\begin{aligned}
 & \max \sum_{i,j,k} k \cdot p_j x_{ijk} \\
 & \text{s.a.} \quad \sum_{1 \leq i} \sum_j \sum_{(1+k) > i} x_{ijk} \leq b_i \quad \forall i \quad (1) \\
 & \quad 0 \leq x_{ijk} \leq d_{ijk} \\
 & \quad x_{ijk} \quad \text{entera}
 \end{aligned}$$

El tratamiento de la demanda en este tipo de problemas es crucial. Se puede presentar en forma de cliente individual o en grupos. La política de la empresa a la hora de aceptar un grupo de clientes es fundamental, desde

la perspectiva de intentar maximizar el beneficio, ya que la reducción del precio por la aceptación de un grupo choca con la posibilidad de que simultáneamente se presenten clientes individuales que harían más rentable la gestión de los recursos.

Resulta especialmente interesante que, en la práctica, el precio para los grupos no está determinado. Se suele negociar entre el operador turístico y el hotel. Sería de gran ayuda durante la negociación disponer del precio mínimo rentable para el hotel. A fin de hacer el planteamiento del primer problema de gestión de recursos se considera necesario conocer:

- N_g : el número grupos que llegan al hotel.

- c_g : el precio por individuo y día de cada grupo, donde g varía entre 1 y N_g .
- λ_g : la duración de las estancias de cada grupo.
- μ_g : el tamaño de cada grupo.
- i^* : el día de llegada de cada grupo.

Las variables discretas, que son binarias, serán x_g e indican si se debe o no aceptar a los grupos de las características anteriores. Matemáticamente se puede plantear el problema, teniendo ya en cuenta tanto a los clientes individuales como a los grupos, a partir de maximizar los beneficios totales del hotel como sigue:

$$\begin{aligned}
 \max \quad & \sum_{i,j,k} kp_j x_{ijk} + \sum_{g=1}^{N_g} \lambda_g c_g \mu_g x_g \\
 \text{s.a.} \quad & \sum_{l \leq i} \sum_{i < j} \sum_k x_{ijk} \leq b_i \quad \forall i \notin \{i^*, \dots, i^* + \lambda_g\} \\
 & \sum_{l \leq i} \sum_{i < j} \sum_k x_{ijk} + \mu_g x_g \leq b_i \quad \forall i \in \{i^*, \dots, i^* + \lambda_g\} \quad (2) \\
 & 0 \leq x_{ijk} \leq d_{ijk} \\
 & x_{ijk} \quad \text{entera (o continúa)} \\
 & x_g \in \{0, 1\}
 \end{aligned}$$

Como se puede intuir, este problema de programación lineal con variables enteras tiene una solución complicada. Se plantea una relajación que ya se refleja en el modelo de la ecuación (2), de las variables individuales enteras a continuas, con lo que se tiene un problema lineal mixto con unas variables continuas y otras binarias (MILP).

3.3 Modo de venta de los servicios

Por último, queda por especificar el modo de venta de los servicios: el sistema de reservas. Es necesario definir al encargado de ventas una metodología para determinar, ante la llegada de un posible cliente, si se acepta o se rechaza la petición. Como se ha comentado, una vez supuesta una distribución del inventario y ante unas llegadas de

clientes, la prioridad que se le asigne a cada categoría también influirá en los ingresos finales obtenidos. Es decir, los ingresos finales obtenidos en un hotel dependen del método utilizado para aceptar o no una petición de una habitación por parte de un futuro cliente. Hay trabajos anteriores realizados sobre la influencia de los algoritmos de asignación en los beneficios obtenidos, entre los 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.

A continuación se presentan tres heurísticas distintas o métodos de asignación para representar un proceso de llegadas que refleje de la mejor forma posible las generadas en un día cualquiera, aunque finalmente uno de ellos es el que se suele utilizar en la mayoría de los establecimientos hoteleros (Guadix, Cortés, Muñozuri e Ibáñez, 2005).

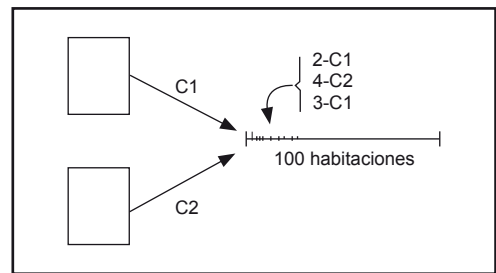
3.3.1 FC-FS o *first come-first serve*

Este primer método le asignará cada unidad de inventario a cada cliente en función del orden de llegada. El primero en llegar 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 una referencia respecto a los siguientes.

En el Gráfico 5 se distingue el inventario en dos categorías: C1 (categoría 1) y C2 (categoría 2), que llegan a un hotel con capacidad

de 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.

Gráfico 5
Método FC-FS

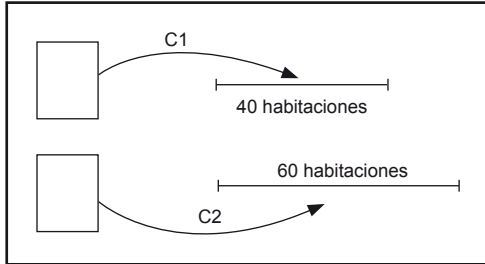


Fuente: elaboración propia.

3.3.2 *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 sólo la podrá ocupar 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) semivacías (Gráfico 6).

Gráfico 6
Método *distinct*

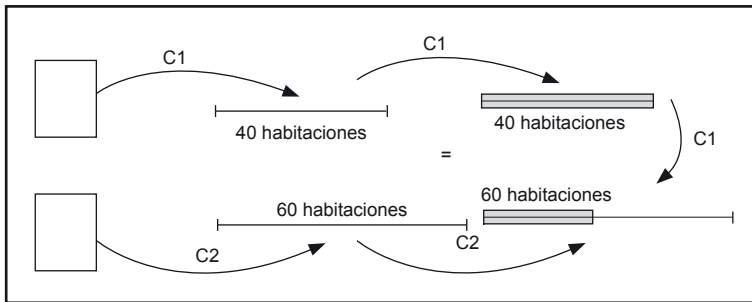


Fuente: elaboración propia.

3.3.3 *Anidado*

El método de anidado se suele usar en la práctica habitual de las compañías aéreas. Williamson (1988) lo referenció por primera vez. 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 (Gráfico 7).

Gráfico 7
Método *anidado*



Fuente: elaboración propia.

En el ejemplo del Gráfico 7 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 considerar de distinta forma una estancia en un período de máxima afluencia que en un período con pocos ocupantes. Una forma de reflejar esto es usar los precios duales. Los precios duales de la restricción de capacidad de cada día re-

flejan lo que se podría ganar si se tuviera una habitación extra ese día. La suma de los precios duales de todos los días de una estancia indica el coste de oportunidad de esta. Ante una posible estancia, se suman sus precios duales 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.

Luego el sistema de reserva más completo será uno que considere las categorías anidadas en función del precio que se va a pagar, tomando los precios diarios como los duales de las restricciones de capacidad en el modelo de distribución de inventario.

Conclusiones

Dada la importancia que presentan las empresas del sector servicios en la actualidad, es necesaria una visión con mayor profundidad de las características que las conforman para facilitar su gestión. En este artículo se introducen estos conceptos y se propone llevarlos a la práctica en el sector hotelero, sin olvidar el horizonte temporal de las decisiones estratégicas. Tras analizar los distintos requisitos que resultan convenientes que tenga una empresa para poder aplicarle con éxito la técnica de *yield management*, se divide el problema en distintos componentes y se revisan los sectores encuadrados en el sector servicios.

Para ello se propone una metodología que comprende tres componentes: la previsión de los clientes, que se usa como dato de partida para los modelos propuestos; los modelos de distribución, que se centra en el caso de clientes individuales y que se amplía al caso de poder admitir grupos, y los métodos de asignación de los clientes a las distintas categorías.

El trabajo es, fundamentalmente, descriptivo de esta moderna herramienta de planificación de operaciones de organizaciones en las que predominan los inventarios perecederos y la restricción de capacidad de oferta, cuyo objetivo se centra en maximizar los niveles de ingresos, a pesar de tales limitaciones.

En síntesis, la metodología aquí propuesta apunta a mejorar la competitividad de las empresas de servicios, cuyas características permitan aplicar el *yield management*. Esta técnica podría sintetizarse como un método que ayuda a la firma en la venta de las unidades de inventario correctas, al tipo correcto de cliente, en el momento correcto y por el precio correcto. De ahí, la amplia aceptación que ha venido adquiriendo en el negocio de la hotelería y en la gestión de aerolíneas, principalmente.

El sector hotelero español, con todo y estar compuesto de un alto número de pequeñas y medianas empresas, no puede escapar a la necesidad de aplicación de técnicas modernas de gestión si ha de permanecer en un mercado altamente competido y en el que las pymes vienen luchando por no dejarse des-

plazar (Moral, 2006). Las limitaciones que pudieran tener las pymes para lograr el acceso a tecnologías modernas de gestión pueden subsanarse vía asociatividad, de manera que puedan contar con un organismo que se ocupe de realizar este tipo de aplicaciones para todas las pequeñas y medianas firmas asociadas. De este modo, las empresas ganarían en competitividad, sin que la diferencia de tamaño sea una condicionante.

Es bien sabido que el *yield management* fue concebido para modelos de inventario de un solo período, como el caso que nos ha ocupado a lo largo de este trabajo. Uno de los aspectos que a futuro ha de contemplarse para enriquecer esta línea de investigación consiste en aplicar el *yield management* a los llamados servicios compuestos, lo que, para el sector hotelero, consiste en considerar en el modelo las reservas de habitaciones por más de un día; es decir, que la decisión se haga secuencial, en contraste con la visión actual de decisiones únicas.

Lista de referencias

- Botimer, T. C. and Belobaba, P. P. (1999). Airline pricing and fare product differentiation: A new theoretical framework. *Journal of the Operational Research Society*, 50 (11), 1085-1097.
- Exceltur (2003). *Situación y perspectivas de la evolución del sector hotelero español en las principales zonas urbanas*. Madrid: autor.
- González, S. L., Talón, B. P. y Figueroa, D. C. (2004, 13-15 de octubre). *La optimización de la gestión en los servicios turísticos a través del Yield Management*. Documento presentado en el V Congreso Turismo y Tecnologías de la Información y las Comunicaciones, TuriTec, Málaga, España.
- Guadix, J., Cortés, P., Muñuzuri, J. e Ibáñez, N. (2005, 8 y 9 de septiembre). *Sistemas de asignación de clientes en yield management aplicado al sector turismo*. Documento presentado en el IX Congreso de Ingeniería de Organización, CIO, Gijón, España.
- Kimes, S. E. (1989). Yield management: A tool for capacity-constrained service firms. *Journal of Operations Management*, 8 (4), 348-363.
- Lee, A. O. (1990). *Airline reservations forecasting: Probabilistic and statistical models of the booking process*. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology.
- Moral, R. M. J. (2006). El sector hotelero español, ejemplo de persistencia de la dualidad entre pequeñas y grandes empresas, al tiempo que aumenta la concentración. *Boletín Económico de ICE* (2884), 11-23
- Williamson, E. (1988). *Airline network seat inventory control: Methodologies and revenue impacts*. Disertación doctoral no publicada, Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos.