

# ESTRATEGIA DE PRECIOS: APLICACIÓN A UN SERVICIO FERROVIARIO

## PRICE STRATEGY: STUDY CASE TO A RAILROAD SERVICE

JORGE MANUEL SEPULVEDA HARAN <sup>1</sup>

Universidad de Concepción, Concepción, Chile

### RESUMEN

En esta investigación se propone e implementa un modelo de optimización, que permite manejar la demanda a través del precio para un servicio de transporte de pasajeros de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado, EFE, correspondiendo a servicio de METROTRÉN. Esta aplicación se basa en la teoría de la gestión de ingresos, la cual se concibe como un conjunto de estrategias y tácticas que la compañía puede utilizar para administrar científicamente la demanda de sus productos y servicios. Este estudio y su aplicación consideraron las capacidades y restricciones del servicio METROTRÉN y se comparó al modelo actual incluido en el sistema de información, reserva y ventas de boletos para este servicio.

De acuerdo a los resultados obtenidos se concluye que es factible y rentable para el servicio Metrotrén aplicar una estrategia de tarifas variables en función del manejo de demandas definidas y que, si bien el nuevo modelo permite proyectar un aumento en los ingresos netos por sobre el 12 %, existe un riesgo intrínscico relacionado con la posibilidad de perder demanda por estrategia

**Palabras Claves:** Pricing , Demanda, Optimización.

### ABSTRACT

The research proposes and implements a model of optimization which allows the managing of the demand through the price for a service of passengers' transport of the Railroad company "Empresa de los Ferrocarriles del Estado de Chile", EFE corresponding to the METROTREN service. This application is based on the Revenue Management, which is referred to a set of strategies and tactics that companies use to administer scientifically the demand of their products and services. This study and its application is made considering the capacities and restrictions of the service METROTREN and it is compared to the current inserted model in the information system, reserve and sale of tickets for this service.

According to the obtained results we conclude that it is feasible and profitable for the Metrotren service to apply a price variables strategy in function of the handling of defined demands and that although the new model allows to project an increase in the net revenues for on 12% a risk related with the possibility exists of losing demand for strategy.

**Key words:** Pricing, Demand, Optimization.

---

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de Concepción, Concepción, Chile  
Casilla 160-C, correo 3, Concepción - Chile  
e-mail: jsepulveda@efe.cl

## 1. INTRODUCCIÓN

Las empresas enfrentan decisiones que involucran gran incertidumbre. Como cuando ofrecen un determinado producto o servicio, a qué precio, o cuánto tiempo durará una oferta. Y generalmente, aun cuando la transacción se lleva a cabo en forma exitosa permanece la duda sobre si se debió esperar una oferta más atractiva o si el precio transado pudo haber sido más favorable. Aparecen entonces algunas decisiones: ¿Cómo puede una empresa de transporte de pasajeros segmentar a sus consumidores proveyendo diferentes condiciones, de forma de aprovechar las distintas disposiciones a pagar una vez segmentados los clientes?, ¿Cuanto cobrarle a cada uno?, ¿Cómo deben ajustarse los precios a través del tiempo, basándose en factores estacionales y la demanda observada para cada producto?, ¿Cómo debe una empresa tomar decisiones de precio y asignar productos que son complementos como, por ejemplo, los asientos en dos servicios con conexión?. Todas son decisiones sobre administración y manejo táctico de la demanda, y tomarlas no es fácil. El RM, una herramienta de apoyo a la toma de decisiones, ha ganado gran atención en los últimos años como una de las áreas de aplicación más exitosas de la investigación de operaciones. Esto se debe a los avances científicos en economía, estadística, computación e investigación de operaciones que hacen posible modelar la demanda y las condiciones económicas, cuantificar las incertidumbres enfrentadas por los tomadores de decisiones, estimar y pronosticar las respuestas del mercado. Las decisiones de RM pueden dividirse en tres categorías básicas:

- **Decisiones estructurales:** relacionadas con los formatos de venta, mecanismos de segmentación o segregación y términos de transacción.
- **Decisiones de precios:** relacionadas con el cómo se establecen precios u ofertas individuales, precios a lo largo de categorías de productos y a lo largo del tiempo.
- **Decisiones de cantidad:** relacionadas con el cómo asignar la capacidad a los productos a los diferentes segmentos, productos o canales.

En general, la mayor utilización es una combinación de decisiones de precios y cantidad. Para el caso específico de las empresas de transporte de pasajeros, mayoritariamente se usa el control de la capacidad como táctica porque se deriva principalmente del hecho de que los diferentes "productos" vendidos (diferentes tipos de pasajes vendidos en diversos períodos de tiempo y bajo diferentes términos) son abastecidos usando la misma homogénea capacidad de asientos los que les dan un gran flexibilidad. Por sus características, el RM en las empresas de transporte se ha extendido porque tiene al menos dos características fundamentales: La primera es la **heterogeneidad** de los pasajeros, por lo que puede segmentarse fácilmente y, por lo tanto, habrá diferentes disposiciones a pagar y diferente flexibilidad en cuanto al tiempo en que se requiere viajar. Esto permite que las tarifas de un mismo viaje sean diferentes, dependiendo de factores como el momento de la compra, el tiempo de permanencia en destino y la flexibilidad para cambiar fechas.

La segunda característica es la **inflexibilidad** en la producción. La capacidad de ofertas de asientos es inflexible y los costos fijos muy altos, lo que se traduce en que un asiento no vendido es un ingreso que se deja de ganar. De lo anterior se desprende que se debe estar dispuesto a venderlo a un precio menor.

Para toda empresa que opera en la industria de bienes y servicios, la relación precio-producto va más allá de una valoración económica. En la industria ferroviaria entre otros atributos como el confort, la seguridad y las frecuencias ofrecidas, el precio aparece como un índice de

calidad, un parámetro de status y prestigio. Los consumidores se forman expectativas y esperan encontrar el servicio dentro de ciertos estándares de calidad. Para definir un precio óptimo de un servicio en esta industria, se deben monitorear sistemáticamente los efectos y su evolución en el tiempo, lo que resulta un proceso de decisión complejo que involucra a las funciones de costos y márgenes de utilidad deseados. Por lo anterior, es fundamental que las compañías replanteen sus políticas de fijación de precios y el rol que éstas desempeñan en un mercado cada vez más competitivo.

Una de las variables más complejas para las empresas de servicio respecto de sus políticas de precios es la variabilidad de la demanda frente a una capacidad relativamente fija o con pocas variaciones. Este punto es de suma trascendencia para empresas de transporte de pasajeros, en que la demanda varía considerablemente entre algunos meses del año, entre algunos días de la semana e, incluso, entre distintos horarios. En estas compañías, las curvas de demanda juegan un rol fundamental, pues a través de éstas es posible observar la diferencia en el precio dispuesto a pagar por los potenciales consumidores, en diferentes períodos.

Estudios relacionados muestran métodos analíticos y algoritmos basados en hechos históricos que permiten explicar el comportamiento del consumidor - en este caso pasajeros - en la decisión de comprar un ticket dentro de un determinado período. Usando estos modelos y algoritmos se pueden encontrar expresiones de la estructura óptima de precios para un medio de transporte determinado, el número esperado de reservas realizadas en cada período de venta y la clase de ticket, entre otros.

**El objetivo principal** de este estudio es maximizar los ingresos de los servicios de METROTREN a través de una política de precios variable. EFE ha crecido explosivamente durante los últimos años, consolidando su imagen a lo largo de todo el país, mejorando y modernizando su servicio. Este crecimiento debe sustentarse con una sólida política de precios, que considere las características de la industria del transporte de pasajeros, además de las capacidades y restricciones del servicio.

La **hipótesis** en esta investigación y aplicación práctica está definida como: Es factible económicamente maximizar los ingresos por concepto de ventas de pasajes a través de una diferenciación en el precio, manejando tácticamente la demanda en un servicio de cercanía de la Empresa de los Ferrocarriles del Estado.

## 2. CARACTERIZACION Y DESCRIPCION DEL PROBLEMA

La actual estrategia de precios para el servicio de cercanías METROTRÉN, considera sólo diferenciación de precios por distancia recorrida, por lo que el nivel de precio sólo depende si es one way ó round trip, permitiendo exclusivamente, un número fijo de tarifas distintas durante una semana, lo que se traduce que en la actualidad **resulte difícil** obtener un aumento de ingresos por ventas, ya que no hay posibilidad de manejar variables importantes como la demanda o la segmentación por servicio y períodos. En el sistema tarifario actual no existe una tarifa diferenciada según distintos periodos del año, por lo que no está considerada la variación estacional de demandas y no considera la diferencia de niveles de venta entre los días de semana y fin de semana, ni diferencias en la demanda dentro de las horas de cada día.

Para obtener un aumento de ingresos por concepto de venta de pasajes, se plantea la necesidad de implementar una estrategia de precios variables, para el conjunto de tarifas, por medio de un cambio en la demanda, considerando restricciones de oferta y disponibilidad,

además de las restricciones en el actual sistema de registro, información y ventas de pasajes que se encuentra en explotación. Se visualiza que la solución debe considerar un sistema de tarifas diferenciadas según los distintos niveles de demanda para diferentes periodos, complementado con un sistema de descuentos atractivo, que incentive la máxima utilización de la oferta disponible y sintonizada a su vez con una eficiente segmentación de mercado.

Las **restricciones** a considerar en el problema se relacionan con la disponibilidad de las unidades de transporte y su capacidad, la que se puede considerar como fija, y en forma eventual variable cuando es factible aumentar el largo de los trenes acoplando más coches respecto del tamaño y capacidad normal; restricciones en la fijación de precios, los cuales debe considerar la componente de subsidio gubernamental relacionados con el rol social por ley, y limitación en la disponibilidad de la infraestructura y la convivencia y operación compartida con el modo de carga.

### 3. METODOLOGÍA UTILIZADA

Caracterizado y descrito el problema, la metodología usada para el desarrollo del estudio en primera instancia, consideró la construcción del marco teórico y una revisión de temas relacionados, específicamente de publicaciones referidas a la aplicaciones en empresas de transporte de pasajeros de la herramienta gestión de ingresos. Se realizó una recopilación de datos, procesamiento y análisis de información del servicio METROTRÉN, se desarrollaron las funciones de demanda y se identificaron las restricciones y variables de decisión. En base a lo anterior, se desarrolló e implementó el modelo de optimización.

### 4. MODELO DE OPTIMIZACIÓN

Para establecer los precios adecuados para todos los tramos del servicio METROTRÉN en cada uno de los distintos horarios y temporadas, se ejecutó un modelo de optimización cuya función objetivo es maximizar los ingresos de este servicio. Las únicas restricciones consideradas al desarrollar el modelo fueron las de capacidad. A continuación, se presenta el modelo de maximización de ingresos a implementar.

#### Definición de Parámetros:

Definición	Variable	Parámetros
Recorrido	<i>i</i>	1 : R1 2 : R2 3 : R3 4 : R4 5 : R5 6 : R6 7 : R7 8 : R8
Temporada	<i>t</i>	1 : Verano 2 : Regular
Período semana	<i>p</i>	1 : Semana 2 : Fin de Semana
Hora del Día	<i>h</i>	1 : Mañana 2 : Mediodía 3 : Tarde

**Definición de Variables:**

$P_{iph}$  Precio en la temporada  $t$  para el período de la semana  $p$  en la hora del día  $h$  considerando el recorrido  $i$

$Q_{iph} = f(P_{iph})$  Función de demanda de pasajeros que utilizan el modo ferroviario en la temporada  $t$  para el período de la semana  $p$  en la hora del día  $h$  considerando el recorrido  $i$

**Función Objetivo:**

Maximizar el ingreso del transporte de pasajeros a través del modo ferroviario.

$$\text{Max} \sum_{i=1}^8 \sum_{t=1}^2 \sum_{p=1}^2 \sum_{h=1}^3 P_{iph} \cdot Q_{iph}$$

s.a.

$$Q_{ip1} \leq 3360$$

$$Q_{ip2} \leq 4200$$

$$Q_{ip2} \leq 3360$$

$$Q_{ip3} \leq 4200$$

$$Q_{ip3} \leq 3360$$

$$Q_{iph} \geq 0$$

$$P_{iph} \geq 0$$

**Resultados:**

Después de ejecutar el programa se obtuvieron las tarifas para cada uno de los tramos estudiados. Los resultados fueron los siguientes.

**Tabla N° 1:** Valores de tarifas obtenidos para el Tramo 1-1. (Fuente:EFE)

		Temporada Verano					
		Recorrido Sur			Recorrido Norte		
precio		mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
pasajeros		462,7	413,2	506,1	497,1	400,3	455,1
		1027	765	1801	1901	801	1102

  

		Temporada regular días de semana					
		Recorrido Sur			Recorrido Norte		
precio		mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
pasajeros		580	490,8	596,3	596,2	505,7	561,9
		1106	740	1972	2031	778	1999

  

		Temporada regular días de fin de semana					
		Recorrido Sur			Recorrido Norte		
precio		mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
pasajeros		562,3	485,1	580,7	558,3	493,8	538
		1068	745	1880	2001	741	1121

**Tabla N° 2:** Valores de tarifas obtenidos para el Tramo 1-2. (Fuente:EFE)

		Temporada Verano					
		Recorrido Sur			Recorrido Norte		
precio		mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
pasajeros		590,5	573,5	600	595,3	500,9	533,7
		168	142	236	229	195	171

  

		Temporada regular días de semana					
		Recorrido Sur			Recorrido Norte		
precio		mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
pasajeros		645,7	600,2	650	648,1	612,3	633,1
		220	192	328	305	178	179

  

		Temporada regular días de fin de semana					
		Recorrido Sur			Recorrido Norte		
precio		mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
pasajeros		635,1	590	642,2	635,1	600	620
		193	171	288	269	159	164

**Tabla N° 3:** Valores de tarifas obtenidos para el Tramo 1-3. (Fuente:EFE)

precio pasajeros	Temporada Verano					
	Recorrido Sur			Recorrido Norte		
	mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
	666,2	641,7	695	697,3	647,2	679
	145	128	207	228	155	171

  

precio pasajeros	Temporada regular días de semana					
	Recorrido Sur			Recorrido Norte		
	mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
	710	700	750	760,9	710	748,1
	205	146	310	300	179	151

  

precio pasajeros	Temporada regular días de fin de semana					
	Recorrido Sur			Recorrido Norte		
	mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
	705	693,8	735	741,7	700	733,7
	188	161	273	269	169	139

**Tabla N° 4:** Valores de tarifas obtenidos para el Tramo 1-4. (Fuente:EFE)

precio pasajeros	Temporada Verano					
	Recorrido Sur			Recorrido Norte		
	mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
	1307,3	1145,8	1390,1	1391	1106,7	1295
	343	191	351	351	181	317

  

precio pasajeros	Temporada regular días de semana					
	Recorrido Sur			Recorrido Norte		
	mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
	1400	1357,9	1521	1500	1420,9	1435,5
	397	209	400	385	199	351

  

precio pasajeros	Temporada regular días de fin de semana					
	Recorrido Sur			Recorrido Norte		
	mañana	mediodía	tarde	mañana	mediodía	tarde
	1370,9	1293,1	1400	1477,5	1433,1	1460,1
	381	207	399	376	188	332

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Incluso cuando el manejo de rendimientos puede generar grandes beneficios, no se tienen que perder de vista las consecuencias y previsiones que deben tomarse en cuenta antes de llevarlo a la práctica:

Por el lado de los consumidores, éstos se pueden sentir traicionados si descubren que están pagando un precio muy diferente por un bien indiferenciado; por ello, es muy importante que perciban las diferenciaciones en las condiciones de las tarifas y/o las barreras para acceder a tarifas que no correspondan a sus segmentos de mercado.

En cuanto a los empleados, se necesitará crear un programa de capacitación adecuado para que se logre la correcta implementación y, por ende, los objetivos del Manejo de Rendimientos, sin perder de vista el negocio principal de la empresa.

La empresa debe considerar que su objetivo principal debe ser el servicio que se proporciona, pues en ocasiones la maximización de las utilidades a corto plazo puede crear un deterioro en el servicio y las relaciones con los clientes.

El Manejo de Rendimiento es una serie de herramientas que pueden aplicarse a una variedad de servicios, para mejorar la rentabilidad de las empresas con una capacidad instalada determinada. Para poder aplicar un programa exitoso de Manejo de Rendimientos, independientemente del servicio que se trate, se debe invertir una cantidad importante de recursos para pronosticar de manera acertada la demanda por nicho, así como su sensibilidad de pago para determinar la cantidad mínima que se ha de pagar por cada grupo. Por otro lado, el equipo de marketing deberá crear las barreras para que los consumidores de un target en específico no puedan comprar las tarifas de otro segmento con precios más económicos.

Esto no quiere decir que una empresa no pueda beneficiarse de diseñar al menos un programa sencillo. Un ejemplo: una tarifa de hora pick versus regular, o tarifas diferenciadas entre semana y fin de semana (como lo hacen los cines o restaurantes).

Otro aspecto a considerar es que el manejo de rendimientos es un proceso dinámico, que debe adaptarse continuamente al entorno. Así, los sistemas deben detectar incrementos inesperados de la demanda por reducciones excesivas en precio y reducciones en la demanda que requieran de tarifas y condiciones especiales. De esta forma, el éxito del Manejo de Rendimientos dependerá de la capacidad de adaptación y comprensión de las necesidades de los diversos segmentos de clientes.

El modelo tarifario debe complementarse con un adecuado sistema de descuentos que no signifique complejidad y aumentos de costos de oportunidad relacionados con el proceso para encontrar el mejor precio factible para un tren, clase y horario determinado.

Se debe considerar en el sistema la alternativa de compra a última hora y beneficiar a los pasajeros con descuentos por interrupciones en el tráfico ferroviario. Se deben sintonizar los sistemas de venta, de tal manera que cualquier forma tenga el mismo resultado para una misma operación.

En función de los resultados obtenidos, de acuerdo al modelo definido, es totalmente factible y rentable para el servicio Metrotrén aplicar una estrategia de tarifas variables en función de las demandas requeridas.



Es posible obtener un aumento de un 11.75 % en los ingresos brutos por venta de pasajes en el servicio Metrotrén, estableciendo la estrategia y el modelo definido en este estudio.

De acuerdo a la información técnica obtenida de la estructura operativa del sistema actual de ventas SIRE, es totalmente factible utilizar la misma plataforma y complementar esta estrategia con las otras políticas de precios ya adoptadas en EFE.

De acuerdo a la bibliografía revisada, no se puede afirmar con certeza la eficiencia y eficacia de pricing en la industria ferroviaria internacional. Las incipientes aplicaciones a esta industria no permiten hacer un análisis objetivo, debido al corto período de operación en algunos países como Alemania y Francia. Se han reportado buenas experiencias y resultados en la industria del transporte aéreo de pasajeros.

Para el desarrollo del modelo se consideraron sólo restricciones de capacidad, por lo que al no considerar otras restricciones como banda de precios con sus valores máximos y mínimos, disponibilidad de equipos y disponibilidad de infraestructura, significa que existe un sesgo en los resultados obtenidos. Para futuros diseños o desarrollos de modelos o políticas de precio se recomienda hacer un ajuste y/o considerar restricciones omitidas.

Si bien el modelo implicó pasar de dos tarifas (verano y regular) a siete (verano – regular semanal – fin de semana – mañana – mediodía – tarde), este aumento es factible manejarlo sin complicación tomando como base el sistema operativo actual.

Para obtener una respuesta aceptable por parte del público, frente al aumento del número de tarifas, es necesario fortalecer la gestión de comunicaciones de manera de difundir con bastante antelación la vigencia de cada una de las tarifas a aplicar.

Se deben considerar en la política de precios definitiva las restricciones que debe haber para no combinar los distintos tipos de descuentos, de tal manera que el ingreso final que se obtenga por venta siempre sea positivo; esto quiere decir que la cantidad máxima de combinaciones posibles no debe afectar el resultado final, utilizándose como recomendación, a lo más, dos combinaciones.

Aspectos básicos para lograr la implementación eficiente del modelo están relacionados con realizar una segmentación eficiente, corregir, ajustar y revisar sistemáticamente las posibles desviaciones en la información y bases de datos utilizadas para operar el modelo. Por último, el modelo debe implementarse bajo el concepto de facilidad de operación y rapidez en la solución de problemas

## 6. BIBLIOGRAFÍA

- Bitran G. & Mondschein, S. (1997). Periodic Pricing of Seasonal Product in Retailing. *Management Science*, 43, 427-443.
- Gallego, G & Van Ryzin, G. (1994). *Optimal Dynamic Pricing of Inventories with Stochastic*. *Management Science*, 40, 999-1020.
- Van Ryzin, G. & Vulcano, G. (2004). *Computing Virtual nesting Control for network Revenue Management Under Customer Choice Behaviour*.

- M. F. Anjos (2004). Maximizing Revenue in the Airline Industry Under One – Way Pricing. *Journal of the Operational Research Society*, 55(5)535-541.
- G. Vulcano .(2002) . *Optimal Dynamic Auctions for Revenue management*. *Manufacturing & Service Operations Management* 4(1) 7 – 11.
- Mc Gill. J.C. & Van Ryzin, G. (2000). *Revenue Management Without Forecasting or Optimization: An Adaptive Algorithm or determinig Airline Seat Protection Levels* . *Management Science*. 46 (6) 760 -775.
- Chatwin, R.E. (1997). *Optimal dynamic pricing of perishable products with stochastic demanda and a finite set of prices*. *Proceedings of the International Conference Informs*, San Diego, USA.
- Lai, K.-K & Ng, W.L. (2005) *A Stochastic Approach to Hotel Revenue Optimization*. *Computers and Operations Research*, 32(5), 1059-1072.
- Anjos, M. & Rusell C.H. & Christine, S.M. (2005). *Optimal Pricing Policies for Perishable Products*, *European Journal of Operational Research* 166 (1):246-254.
- Dai, Y. & Chao, X. & Fang, S.C. & Nuttle, H.L.W. (2005) *Pricing in revenue management for multiple firms competing for customers*. *International Journal of Production Economics*, 98(1):Pages 1-16.

Copyright of Revista Ingeniería Industrial is the property of Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad del Bío-Bío and its content may not be copied or emailed to multiple sites or posted to a listserv without the copyright holder's express written permission. However, users may print, download, or email articles for individual use.