



TESIS DE GRADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL

“Revenue Management Inverso: Cómo Anticipar  
las Tarifas Aéreas”

Autor: Matías Ezequiel Veciana

Legajo: 47117

Director de Tesis: Ing. Martín Panelati

2012





TESIS DE GRADO EN INGENIERIA INDUSTRIAL

“Revenue Management Inverso: Cómo Anticipar  
las Tarifas Aéreas”

Autor: Matías Ezequiel Veciana

Legajo: 47117

Director de Tesis: Ing. Martín Panelati

2012



## Resumen Ejecutivo

Tratar de predecir el futuro siempre fue una motivación para el ser humano. La tesis tendrá como objetivo principal usar índices y algoritmos para medir los precios pasados y así poder predecir los precios futuros de los vuelos de pasajeros. Estas variables serán la Volatilidad, el Clustering, el Precio Actual versus el Precio Promedio, entre otros. Con estas variables se hará un pronosticador que contenga dos teorías realizadas para esta tesis, la “Teoría del Agrupamiento” y la “Teoría del Precio Final”, y reglas de decisión. El pronosticador medirá los precios de los 90 días antes que el vuelo despegue y brindará recomendaciones a la persona mientras se actualiza día a día. En base a la “Teoría del Agrupamiento”, la eficacia al pronosticar los precios entre los 90 y los 15 días antes de despegar es del 70%. En los últimos 15 días los precios generalmente crecen sin parar y para esto se aplica la “Teoría del Precio Final”. A la teoría se le desarrolló una distribución estadística del tipo log-normal que predice, en función del precio actual y el precio promedio, cuánto crecerá el precio en los siguientes días y con qué probabilidad lo hará. Los mercados a los cuales se hizo foco fueron el mercado argentino, tanto de cabotaje como internacional, y el mercado latinoamericano en iguales condiciones.

## Abstract

Trying to predict the future has always been a source of motivation for the human being. The main objective of this thesis will be to use indexes and algorithms to measure past flight prices to enable the prediction of future flight prices. These variables will be the Volatility, the Clustering, and the Actual Price versus the Average price, among others. With these variables a forecaster containing two theories implemented for this thesis will be used, the “Grouping Theory” and the “Final Price Theory”, and decision rules too. The forecaster will measure prices 90 days before the flight takes off and will provide recommendations while is updated constantly. Based on the “Theory of Grouping”, the effectiveness in predicting prices between 90 and 15 days before takeoff is 70%. During the last 15 days before takeoff prices generally rise steadily, for this the “Final Prices Theory” will be used. To this theory was developed a statistical distribution of log-normal that predicts, based on the current price and the average price, how much the price will rise during the following days and how likely it will do so. The Argentine market, both charter and international, and the Latin American market under the same conditions will be the focus of this investigation.



# CONTENIDO

<b>INTRODUCCION</b> .....	<b>3</b>
1.1. INTRODUCCIÓN A LA HISTORIA DE LAS AEROLÍNEAS DE PASAJEROS Y SU MERCADO .....	3
1.2. MAXIMIZAR GANANCIAS, REVENUE MANAGEMENT .....	6
1.3. EL PASAJERO .....	7
1.3.1. Segmentación.....	7
1.3.2. Comportamiento de los Clientes. Marketing en el Aire.....	9
1.4. MOTIVACIÓN.....	10
1.5. PASOS A REALIZAR .....	11
1.6. OBJETIVOS .....	12
1.6.1 Introducción a los Objetivos.....	12
1.6.2. Objetivos Generales:.....	12
1.6.3. Objetivos Específicos:.....	13
1.7. LÍMITES DE LA TESIS.....	13
1.7.1. Lo que se hará en la Tesis .....	13
1.7.2. Lo que no se hará con la Tesis .....	14
<b>ESTADO ACTUAL</b> .....	<b>15</b>
2.1. MERCADO MUNDIAL Y DE LOS ESTADOS UNIDOS .....	15
2.1.1 Introducción .....	15
2.1.2 Estados Unidos.....	16
2.2. MERCADO ARGENTINO .....	18
2.2.1. Historia del Mercado Argentino .....	18
2.2.2. Estructura de Mercado Hoy .....	18
2.2.3. Mercado Argentino de cabotaje antes del 2011 .....	21
2.2.4. Tamaño del Mercado 2011.....	22
2.2.4. Tamaño del Mercado 2012.....	24
2.2.5. Justificación de generar un Predictor a Nivel Nacional.....	25
2.2.6. Potenciales Usuarios del Predictor a nivel Nacional .....	29
2.2.7. Vuelos Internacionales Argentina.....	29
2.3. MERCADO LATINOAMÉRICA .....	30
2.3.1 Introducción Mercado Latinoamericano.....	30
2.3.2 Mercado Brasil .....	31
2.3.3 Mercado Chile .....	32
2.3.4 Mercado México.....	33
2.3.5 Conclusión Mercado Latinoamericano .....	34
2.4. BOOKING, RESERVA DE PASAJES .....	34
2.4.1. Introducción a la reserva de pasajes .....	34
2.4.2. Distribución de los Pasajeros.....	36
2.4.3. Necesidad del Revenue Management para las Aerolíneas .....	39
2.5. PREDICCIÓN DE PRECIOS HOY .....	40
2.5.1. Buscadores.....	40
2.5.2. Predictores.....	41
<b>DEFINICION DEL PROBLEMA</b> .....	<b>42</b>

3.1. EL PROBLEMA .....	42
3.2. RESTRICCIONES .....	43
3.3. RECURSOS .....	44
<b>SOLUCION PROPUESTA.....</b>	<b>45</b>
4.1. INTRODUCCIÓN .....	45
4.2. DATOS NECESARIOS .....	45
4.3. ALGORITMOS A UTILIZAR .....	46
4.3.1. <i>Volatilidad</i> .....	46
4.3.2. <i>Clustering y “Teoría del Agrupamiento”</i> .....	49
<i>Teoría del Agrupamiento</i> .....	51
4.3.3. <i>Precio Promedio y “Precio Actual / Precio Promedio” (PA/PP)</i> .....	51
4.3.4. <i>Precio Mínimo</i> .....	53
4.3.5 <i>Precio Final vs el Precio Promedio (PF/PP). Teoría de Precio Final o Teoría PF/PP.</i> .....	54
4.4. PRONOSTICADOR DE PRECIOS. COMPORTAMIENTO DE LOS DATOS .....	56
4.4.1. <i>Introducción al Pronosticador</i> .....	56
4.4.2. <i>Funcionamiento del Pronosticador</i> .....	57
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>58</b>
5.1. INTRODUCCIÓN .....	58
5.2. ARGENTINA CABOTAJE .....	59
5.3. ARGENTINA INTERNACIONAL.....	66
5.4. LATINOAMÉRICA – BRASIL INTERNACIONAL.....	71
5.5. LATINOAMÉRICA- BRASIL CABOTAJE .....	75
5.5.1. <i>Brasilia-San Pablo</i> .....	75
5.6. TABLA RESULTADOS .....	77
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>79</b>
<b>FUTURAS LINEAS .....</b>	<b>81</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>82</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>84</b>

## AGRADECIMIENTOS

Principalmente quiero agradecer a mi familia, incluida mi novia, por apoyarme siempre a seguir adelante y lograr mis metas. Su apoyo y amor incondicional me dieron la fuerza necesaria para levantarme en los momentos de debilidad.

A todas esas personas queridas que, por razones de la vida misma, no pueden estar de cuerpo presente pero que siempre se las recordará.

A mis amigos, por siempre estar prestándome sus orejas y por ser mis cables a tierra tanto en buenos como en malos momentos. Su afecto hace que las cosas buenas sean mejores y las malas no lo sean tanto.

A esos pocos invaluable compañeros, pero no menos amigos, de carrera. Con esos que pasamos mañanas, tardes y noches sin dormir para estudiar la pasión que nos une. Que de tanto tiempo junto, dejamos de ser compañeros para ser buenos amigos. Compartimos horas y horas, libros y libros, para capacitar nuestras mentes para que podamos estar al nivel de nuestros sueños y al fin logramos una primera meta importante.

Al Equipo Colegios del ITBA. Lugar en el cual pasé la mayor parte de mi carrera. Con amor me enseñaron muchísimas cosas invaluable que no se aprenden ni en las aulas ni en los libros. Con paciencia intentaron redondear mi mente cuadrada de estudiante de ingeniería para entender que el mundo no sólo son ciencias exactas.

No menos importante, quiero agradecer a mi tutor Ing. Martín Panelati y al Ing. Andrés Agres por aportar una guía constante para lograr la tesis. Nada de esto habría sido posible sin sus conocimientos, colaboración, profesionalismo, dedicación y entusiasmo. También doy gracias al staff de Continente 7 por siempre recibirme y brindarme su afecto de la mejor manera.

Como cierre quiero agradecerle a Dios por todas estas personas mencionadas y por darme esta hermosa pasión por la Ingeniería en general.



## INTRODUCCION

### 1.1. Introducción a la historia de las aerolíneas de pasajeros y su mercado

El avión fue usado por primera vez para el transporte de pasajeros en 1919 en Europa. Para la misma época en Estados Unidos solo se utilizaba para el correo. Los vuelos de pasajeros aumentaron en rutas como la de Londres a París. Estos vuelos se introdujeron en Estados Unidos a partir de 1927 y crecieron más deprisa gracias a la aparición de aviones seguros y confortables. Se podía transportar 21 pasajeros a una velocidad crucero de 300 km/h. Poco después aparecieron los aviones cuatrimotores que podían volar aún más de prisa, subir más alto y llegar más lejos. El siguiente paso se dio en 1950 con el primer avión impulsado por hélice movida por turbina a gas.

Poco ha cambiado desde esa época a la hora de decidir el tipo de avión para cubrir un servicio, se tienen en cuenta dos factores: el volumen de tráfico y la distancia entre los aeropuertos. Esta distancia es conocida comúnmente como recorrido. Los extremos de un recorrido pueden ir desde los 400 a los 11.000 kms.

Para principios de siglo el mercado mundial de pasajes aéreos era de unos pocos miles de boletos al año. Para el año 2009, según estudios<sup>1</sup>, la actividad mundial fue en promedio de 93.000 vuelos diarios desde 9.000 aeropuertos. Hay una cantidad mínima de 8.000 y una máxima de 13.000 aviones en el aire en cualquier momento del día. Esto da 35 millones de vuelos anuales con una cantidad de 2.300 millones de pasajeros transportados.



Ilustración 1 – Vuelos mundiales cuando en Occidente es de día. Año 2009

<sup>1</sup> Estudios realizados por la Universidad de Ciencias Aplicadas de Zurich (ZHAW)



Ilustración 2 – Vuelos mundiales cuando en Oriente es de día. Año 2009

Tanto en la *Ilustración 1 – Vuelos mundiales cuando en Occidente es de día. Año 2009* como en la *Ilustración 2 – Vuelos mundiales cuando en Oriente es de día. Año 2009* se muestran la cantidad de vuelos que hay operando en diferentes momentos del día para el año 2009.

Para la década del 70, el mercado de transporte aéreo de pasajeros era - y sigue siendo - un mercado con una gran cantidad de clientes en comparación a otros mercados de consumo, pero era - y sigue siendo - uno de los mercados con menor margen operativo<sup>2</sup> con un promedio de 4% para las aerolíneas con mayor participación en el mercado<sup>3</sup>.

Aerolínea	Ingresos (MM U\$D)	Margen Operativo (MM U\$D)	%
Lufthansa Group	36,1	1,76	5%
United Continental	34	1,82	5%
Delta Air Lines	31,8	2,22	7%
Air France-KLM Group	31,3	0,16	1%
Oman Air Group	30,6	1,23	4%
AMR Corporation	22,2	0,31	1%
American Airlines	22	0,3	1,4
British Airways/Iberia	19,5	0,3	2%
All Nippon Airways Group	16	0,8	5%
The Emirates Group	14,8	1,48	10%

Promedio	4%
----------	----

<sup>2</sup> Ingresos Brutos menos Costos

<sup>3</sup> <http://en.wikipedia.org/wiki/Airline> - 2010

Tabla 1 – Ingresos y Margen Operativo de las principales Aerolíneas Mundiales en el 2010

Un mercado aéreo cada vez más competitivo y un constante crecimiento en los costos para hacer volar los aviones llevaron a las aerolíneas a mejorar su sistema productivo y a optimizarlo al máximo. A principios de la década de los 70s American Airlines innovó en aspectos que cambiaron la competitividad de las empresas aéreas introduciendo las reservas de los vuelos, el uso de sistemas computarizados, planes de lealtad del cliente, diferentes escalas salariales y el uso del Revenue Management, entre otros.

Ingresos American Airlines			
Año	Ingresos (millones U\$D)	Año	Ingresos (millones U\$D)
1951	2554	1985	21194
1955	4358	1990	21355
1960	6371	1995	20516
1965	9195	2000	21965
1970	13698	2005	21839
1975	15896	2010	22051
1980	21503		

Tabla 2 – Ingresos American Airlines

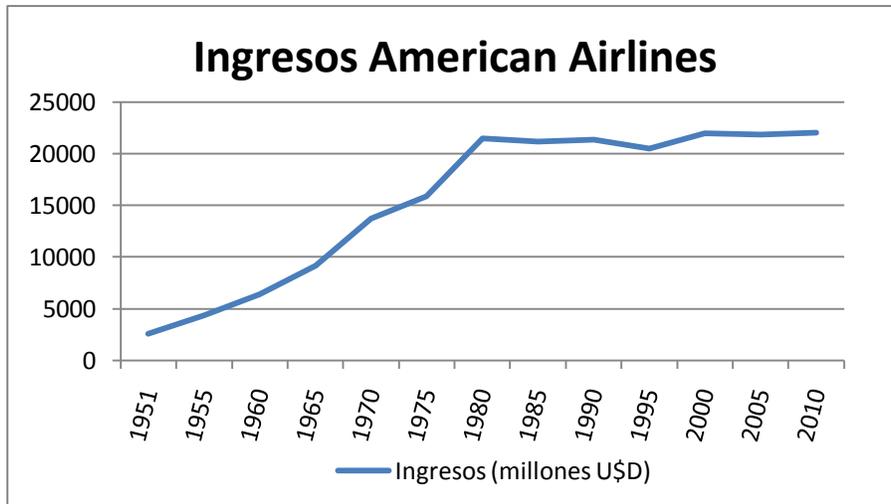


Gráfico 1- Ingresos America Airlines

Se puede observar en el Gráfico 1, que la introducción de métodos revolucionarios para mediados de los años 70’s hizo cambiar la pendiente de ingresos de la compañía. Este incremento se vio detenido por la desregulación del mercado aéreo<sup>4</sup> a finales de los 70’s. Con la desregulación los precios cayeron por las nuevas compañías que ingresaron al mercado y la libertad del precio del pasaje. Por lo tanto, el uso del Revenue Management se agudizó mucho más, ahora con una doble función de incrementar el beneficio así como contrarrestar la caída de precio.

## 1.2. Maximizar Ganancias, Revenue Management

El “Sistema de Gestión de Ingresos” o “Revenue Management” es la aplicación de análisis usando datos históricos para predecir el comportamiento del consumidor a nivel micro mercado, es optimizar la disponibilidad del stock y el precio del producto a vender para maximizar los ingresos percibidos.

El Revenue Management fue empleado en el mundo por las compañías aéreas y hoy ha encontrado aplicación en otros mercados como el alquiler de coches, entradas de teatros y reservas de habitaciones de hoteles. Busca vender al comprador lo que necesita, cuando lo necesita y al mayor precio posible.

<sup>4</sup> Continúa la explicado en sección 2.1.2 – “Estados Unidos”

Poder controlar y usar el Revenue Management hace que las empresas puedan maximizar sus ganancias. *“En muchas industrias, esto puede equivaler a más de 100% de aumento en las ganancias”*<sup>5</sup>

En términos generales el Revenue Management es aplicable siempre que se den las siguientes condiciones en un mercado:

- Producto perecedero
- Horizonte de ventas corto (90 días o menos)
- Demanda sensible al precio

Las aerolíneas tienen un stock limitado de un servicio, por un período de tiempo preestablecido y necesitan asignarlo de manera tal de maximizar los beneficios esperados. A su vez, la demanda se encuentra segmentada (pasajeros de último momento y pasajeros con reservas anticipadas) y es sensible al precio.

La inversión constante en el uso del Revenue Management hizo que American Airlines, a principios de la década de los 80s, pueda incrementar sus ingresos en un 14,5% y sus beneficios en un 47,8% en un mercado en recesión y con gran cantidad de competidores con estrategias de bajo costo. *“Un incremento del 10% en la efectividad del pronóstico de la demanda de los vuelos de mayor cantidad de pasajeros es un incremento potencial de 10 a 60 millones de dólares en ingresos anuales”*<sup>6</sup>

El uso del Revenue Management le dio a la empresa la posibilidad de poder sectorizar su demanda y así controlar las franjas de precios de sus pasajes con la mayor eficiencia. Ese momento fue un punto de inflexión, comenzaron a realizar ofertas especiales según el bolsillo de sus clientes.

El Revenue Management mejora el beneficio del sistema productivo asignando diferentes precios a un mismo producto de acuerdo a la disposición a pagar de los diferentes segmentos del mercado. En el caso de las aerolíneas, se determina a través de la actualización de los precios de los pasajes de avión conforme pasa el tiempo para hacer frente a cambios en la demanda. Esto les deja, no solo equilibrar la oferta a su demanda (satisfaciendo a todos los clientes) sino que también optimiza el beneficio por asiento. Les permite a las empresas manejar la curva de reserva de pasajes controlando así la capacidad de los

---

<sup>5</sup> Yield Management [http://en.wikipedia.org/wiki/Yield\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Yield_management)

<sup>6</sup> “Airlines Reservations Forecasting” – 1990 - Anthony Owen Lee

aviones al afectar sustancialmente los precios, por ende lo que hace es afectar la decisión de compra del pasajero.

Las empresas aéreas pueden afectar la decisión de compra del pasajero, o su comportamiento, y la “percepción de los precios” al introducir volatilidad en el precio del pasaje.

## 1.3. El Pasajero

### 1.3.1. Segmentación

Un estudio realizado en la Universidad de Murcia, España, en el año 2010 sobre vuelos aéreos de pasajeros puede dar un acercamiento a la segmentación de los pasajeros aéreos. El artículo evalúa la diversidad e importancia de las preferencias de los clientes mediante la identificación de diferentes segmentos de mercado aplicando un análisis de segmentación a posteriori. Se pudieron determinar cuatro segmentos en los cuales se dividen los pasajeros y luego se pudo realizar un perfil general para el comportamiento de cada segmento. El estudio se realizó con datos que fueron obtenidos a partir de una encuesta personal a los viajeros en el aeropuerto de Girona en el año 2005. Los participantes del cuestionario eran personas al azar de diferentes nacionalidades, vuelos y horarios de viaje.

El segmento 1 incluye el 45.5% de la muestra, el segmento 2 el 40.5%, el segmento 3 representa al 11.5% mientras que el segmento 4, el de menor tamaño, sólo al 2.5% de los viajeros.

El segmento 1, denominado como “viajeros sensibles al precio” está formado por aquellos turistas que en general no dan importancia a las variables relacionadas con el vuelo o el destino, pero sí tiene mucha importancia un bajo precio en el boleto.

El segmento 2 está formado por aquellos viajeros que dan una mayor importancia a variables relativas al viaje, incluyendo el precio, y a la calidad del destino. Es el segmento más satisfecho con su estancia. A este segmento lo denominaron “viajeros conscientes del vuelo y destino”. También se caracterizan por elegir como alojamiento a los hoteles de mayor categoría.

El segmento 3 se ha denominado “viajeros poco sensibles y de negocio”. En general dan una importancia media o baja a las variables relativas al vuelo y al destino. Son los que menos importancia le dan al precio como factor determinante para la elección del vuelo. También dan poca importancia a la calidad. Asimismo, su satisfacción con el destino turístico es la más baja. Principalmente se trata de personas que viajan solas y de sexo masculino, con un nivel de educación medio o universitario.

Finalmente, el segmento 4, el de menor tamaño. Presenta una elevada proporción de mujeres y son sobre todo solteros/as que viajan solos, la mayoría son estudiantes universitarios y se quedan por un largo periodo en el destino. Los llamaremos “Viajeros Residentes”. Valoran con una importancia media las variables relativas tanto al vuelo como al destino, a excepción del precio (bajo) que si resulta más relevante para estos turistas. Este segmento también se caracteriza por comprar el pasaje a través de Internet y por ser usuarios muy frecuentes de los vuelos. Este segmento se ha denominado como “viajeros educacionales y segunda residencia”.

Habiendo determinado una segmentación en particular se procedió a segmentar los pasajeros en dos grandes grupos. Esto se hace para poder usarlos con mayor facilidad a lo largo de la tesis ya que hay 3 grupos que se comportan de manera parecida, los segmentos 1, 2 y 4. Se puede decir que son sensibles al precio y los llamaremos “Pasajeros de Clase Turista”. Por otro lado, los pasajeros poco sensibles al precio, del segmento 3, los denominaremos “Pasajeros de Clase de Negocios/Trabajo”.

Segmentación del Estudio		Segmentación Para la Tesis
<b>Segmento 1</b>	Viajeros sensibles al Precio	Pasajeros de Clase Turista
<b>Segmento 2</b>	Viajeros Conscientes del Vuelo Y Destino	
<b>Segmento 4</b>	Viajeros Residentes	
<b>Segmento 3</b>	Viajeros Poco Sensibles al Precio y de Negocios	Pasajeros de Negocios/Trabajo

Tabla 3 – Segmentos del Estudio y los utilizados en la Tesis

Por lo tanto para esta tesis se utilizarán los segmentos “Pasajeros de Clase Turista” que representan cerca del 88,5% de los pasajeros y, por otro lado, el segmento de “Pasajeros de Negocios/Trabajo” los que representan el 11,5%.

### 1.3.2. Comportamiento de los Clientes. Marketing en el Aire.

En la Teoría “Nivel de Adaptación”<sup>7</sup> se muestra de manera racional el proceso por el cual un cliente tiene cierto juicio en el cual se basa para comprar. La teoría afirma que este juicio se basa en adaptaciones a diferentes situaciones similares del pasado. La adaptación misma está relacionada con la intensidad, calidad y tipo de estímulo a la cual se la expuso a la persona. En particular la teoría expresa la relación matemática, proponiendo niveles de adaptación o puntos de referencia, para los juicios subjetivos de las personas. Esta relación es el logaritmo de la media de los estímulos relevantes, donde el peso individual de los estímulos está relacionado con su pasado y su importancia.

Esta teoría puede llegar a demostrar el comportamiento que podrían tener los clientes de las aerolíneas a la hora de decidir comprar un boleto con una compañía o con otra, así como el momento en el cual compra un pasaje. Por lo tanto, se puede presumir que a la hora de comprar un boleto de avión las personas tendrán diferentes precios de referencia o percepciones preestablecidas sobre el precio de los productos generalmente atribuida a los precios históricos que quedan en sus mentes, los precios que ellos observan o han pagado.

Tales herramientas pueden llevar, y lo han hecho, a que las empresas puedan influir y/o persuadir a los clientes a comprar sus productos.

No solo los diferentes estímulos son importantes a la hora de la decidir sino que el rango<sup>8</sup> de la intensidad del estímulo al cual la persona estuvo expuesta también lo es. Esto lo afirma la “Teoría del Rango”, no es lo mismo modificarle un punto porcentual del precio a una persona que está acostumbrada a comprar un bien el cual el rango de variación del precio de ese bien es poco al de una persona que está acostumbrada a comprar un bien con un rango de variación alto. Por más que la variación sea la misma, en porcentaje, en el primer caso la persona será

---

<sup>7</sup> “Adaptation Level Theory” – 1964 - Helson

<sup>8</sup> Range Theory – 1951 - Volkmann

extremadamente sensible a la variación posterior del precio de su producto. La toma de decisión depende de su nivel de adaptación.

## 1.4. Motivación

La motivación principal de la tesis es poder brindarle al usuario, sensible y preocupado por el precio del pasaje de avión, las herramientas básicas para poder optimizar la compra de su pasaje. Se busca balancear los recursos con los que cuentan las empresas por un lado y los usuarios por el otro; también se busca poder optimizar para el pasajero un proceso de compra el cual hoy en día se cree que está afectado en su totalidad por factores imprevisibles.

Otra gran motivación es poder brindar, de manera cualitativa y cuantitativa, información para que el pasajero pueda decidir cuándo comprar su pasaje de avión y así darle un pronóstico del precio futuro del pasaje deseado.

## 1.5. Pasos a Realizar

A medida que se fueron obteniendo los datos y se profundizó el conocimiento adquirido se fueron tomando diferentes estrategias para abordar las diferentes necesidades de la tesis.

Lo primero que se hizo fue conseguir datos de la base de datos de precios mostrados en diferentes buscadores de precios de vuelos como farecast.com. Los primeros datos son del mercado estadounidense por ser el de mayor cantidad de datos públicos y mayor tráfico. Se consiguió una base de datos referida a vuelos del 2007<sup>9</sup>. El estudio hizo foco sobre 15 aeropuertos de los Estados Unidos. Se tomó como fecha de salida el 7 de Noviembre del 2007 para un viaje de una semana. Fueron datos de 90 días antes a la fecha de salida, el 9 de Agosto del 2007, de 113 vuelos distintos. Esto da una base de datos de 10170 observaciones. Con esta información se intentará replicar el modelo utilizado en el paper “Price volatility in Air Markets”.

Como segunda medida, se utilizaró lo aprendido del paper y se lo intentó utilizar en Latinoamérica y específicamente en Argentina. Para esto se recaudó información de los puntos más importantes en viajes de Latinoamérica.

---

<sup>9</sup> Database-Flights de “Price volatility in Air Line Markets” – 2008 – Guillen/Mantin

Se asumió que la tarea de llevar herramientas de un mercado con una libertad absoluta como el estadounidense a uno casi en su totalidad regulado como el argentino iba a ser una tarea muy complicada, por lo tanto se segmentó entre vuelos de cabotaje e internacionales. Para optimizar el uso del tiempo se hicieron análisis de Pareto para determinar los aeropuertos con mayor tráfico y los destinos más solicitados. Para Argentina se discriminó entre los vuelos de cabotaje y los internacionales. Para los vuelos de cabotaje, los aeropuertos más solicitados quedaron: en Buenos Aires el aeropuerto de Ezeiza y de Aeroparque, en Mendoza el aeropuerto El Plumerillo y en Córdoba Pajas Blancas. Como destinos más solicitados se usaron Buenos Aires, Córdoba, Mendoza, Iguazú y Salta<sup>10</sup>. Hay que tener en cuenta que los destinos quedaron determinados por el uso de los aeropuertos y la cantidad de pasajeros en el total del año, y no por temporadas. En tanto para los vuelos internacionales se tomó como salida el aeropuerto de Ezeiza y como destinos Miami y Nueva York (Estados Unidos), Barcelona y Madrid (España), Roma (Italia), México D.F. (México), Santiago de Chile (Chile), Brasilia, San Pablo y Río de Janeiro (Brasil). En tanto al mercado Latinoamericano se hizo foco sobre los vuelos desde Brasil tanto dentro de Brasil como internacionales. Entre los internacionales se usarán destinos parecidos a los de Argentina, para hacer posteriores comparaciones; en tanto a los de cabotaje, se mostrarán solo los vuelos de Brasilia a San Pablo, a Rio de Janeiro y a Salvador.

Una vez finalizado el paso anterior de utilizar lo aplicado en el mercado estadounidense en el latinoamericano, se definieron nuevos algoritmos e índices. A su vez, se definieron reglas de decisión y se re-diseñó lo utilizado en otros mercados.

Como tarea final, se buscó brindar posibles líneas de trabajo a futuro y posibles mejoras a las herramientas expuestas.

## 1.6. Objetivos

### 1.6.1 Introducción a los Objetivos

A continuación se presentarán los objetivos generales y específicos de la tesis. La tesis buscó llegar a los Objetivos Generales a través de los Objetivos Específicos.

---

<sup>10</sup> En sección “Estado Actual” - “Mercado Argentino” se muestran los datos para tomar la decisión.

### 1.6.2. Objetivos Generales:

- Aplicar índices y/o algoritmos para analizar el comportamiento de los precios en el mercado argentino ya utilizados en otros mercados.
- Generar uno o varios algoritmos para analizar el comportamiento de los precios de los vuelos.
- Analizar la viabilidad de usar los algoritmos para generar un pronosticador/predictor para Argentina.
- De ser viable, generar el pronosticador de precios en los pasajes aéreos (en su defecto generar varios).
- Brindar, a priori de manera cualitativa, una estimación sobre el momento adecuado de comprar un pasaje de avión a nivel del mercado argentino.
- Analizar la viabilidad de lo hecho en Latinoamérica.

### 1.6.3. Objetivos Específicos:

- Estudiar el mercado estadounidense de pasajes aéreos.
- Estudiar el mercado argentino de pasajes aéreos.
- Estudiar el mercado latinoamericano de pasajes aéreos.
- Determinar los principales destinos usados en Argentina.
- Determinar los principales destinos internacionales del mercado argentino.
- Estudiar el mercado latinoamericano de pasajes aéreos.
- Estudio de los conceptos económico-financieros relacionados.
- Proponer diferentes soluciones con todos los algoritmos hechos.

## 1.7. Límites de la Tesis

### 1.7.1. Lo que se hará en la Tesis

El principal aporte de esta tesis es generar un pronosticador/predictor que puede guiar al pasajero (potencial cliente de esta herramienta), por medio de información cuantitativa y cualitativa, en la compra de su pasaje de avión. Se mostrarán los datos recaudados de distintas partes del mundo. Una vez medidos los precios de estos destinos, se pasó a la realización de algoritmos para poder

analizar los datos y ver su comportamiento en el tiempo en cada uno de los vuelos.

Mostrará el estado actual y el de hace 10 años del mercado aéreo de transporte de pasajeros en la Argentina. También mostrará el estado actual del mercado estadounidense. En cuanto a Latinoamérica, se mostrarán datos y se harán análisis sobre los principales mercados.

En la tesis se detallarán los índices y algoritmos a utilizar. Algunos estos serán hechos específicamente para la tesis y otros serán tomados de otros usos y/o mercados. Se hará hincapié en cada uno y expondrá el por qué de su utilización en esta tesis. Una vez explicados de manera individual se los agrupará para poder generar un pronosticador y se explicarán las reglas básicas de su funcionamiento.

La tesis desarrollará en profundidad una o varias rutas de cada sector establecido en el “4.4.1.Introducción” de la sección “4.4.Pronosticador de Precios. Comportamiento de los datos”. Esto dependerá si en ese sector, por ejemplo Argentina o Latinoamérica, el comportamiento de los vuelos es el mismo o hay casos particulares. A todas las rutas se les aplicarán las reglas del pronosticador y se mostrará un resumen de los resultados mostrados en tablas; como se dijo antes, solo algunas serán con gran detalle.

### **1.7.2. Lo que no se hará con la Tesis**

Esta tesis no hará foco, ni un análisis exhaustivo, en la manera de comercializar la herramienta. Esto queda esto como una futura línea de investigación<sup>11</sup>. Pero, por la naturaleza de la tesis, es imposible no tocar el tema aunque sea muy superficialmente o como posibles ejemplos solo con el fin que aporten al desarrollo y entendimiento de esta tesis.

La tesis no será una investigación ni desarrollo de nuevos modelos estadísticos generados específicamente para el mercado del transporte de pasajeros; sino que se adaptarán modelos ya conocidos.

Tampoco se contemplará el desarrollo de nuevos estudios y/o teorías asociados con el marketing.

---

<sup>11</sup> Ver Futuras Líneas de Investigación

No se desarrollarán herramientas para las aerolíneas en cuestión, sino para los pasajeros de las mismas. El uso del Revenue Management será de manera “inversa”.

## ESTADO ACTUAL

### 2.1. Mercado Mundial y de los Estados Unidos

#### 2.1.1 Introducción

El mercado mundial de vuelos comerciales entre los años 1990 y 2000 tuvo un crecimiento constante del 7% anual. Tanto los pasajes para pasajeros de negocios como los de placer crecían por igual. En el año 1999 las aerolíneas transportaron cerca de 1500 millones de pasajeros en todo el mundo, de una población estimada de 6000 millones de personas.

Los vuelos de placer aumentaron en función al empuje que le dieron los países al turismo. Se dieron cuenta que era un ingreso económico muy importante y era una buena idea explotarlo. El mercado de los vuelos de trabajo también creció gracias a que las compañías encontraron que la globalización podía ser una respuesta para crecer cada vez más en el exterior y una vía de transporte extremadamente rápida para las reuniones.

Se esperaba que el mercado global creciera cerca del 5% anual para la década del 2000. Los mayores optimistas estimaban que los pasajeros se duplicarían para el año 2010, llegando a necesitar una tasa del anual del 7.1%. Esto no pudo ser así por el ataque terrorista del 11 de septiembre de 2001. Desde entonces se perdió parte de la seguridad que daba volar y la industria mundial de vuelos creció con tasas más bajas, sobre todo en el mercado estadounidense.

Grandes incentivos a los viajes hicieron que en el año 2009 más de 2.300 millones de pasajeros volaron en 35 millones de vuelos.

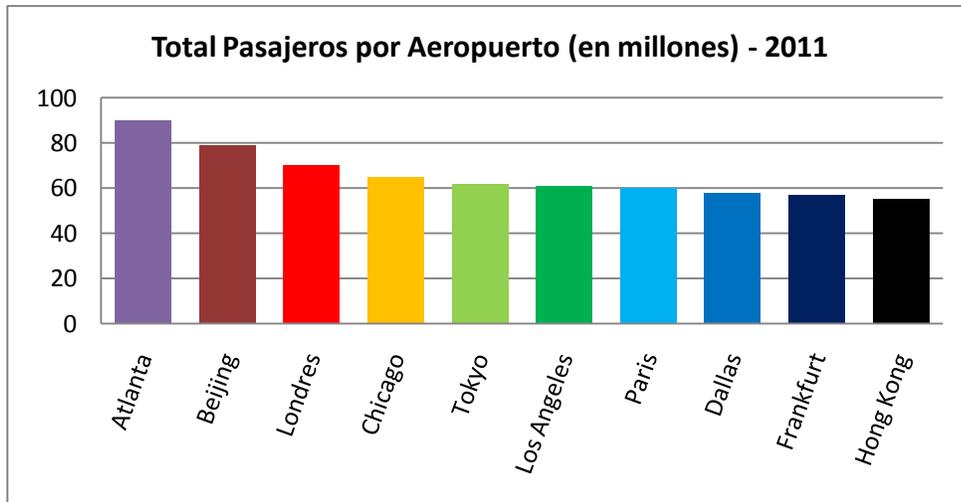


Gráfico 2 – Total de Pasajeros en los aeropuertos más congestionados (en millones) para el 2011

En el Gráfico 2 se pueden observar los aeropuertos más congestionados a nivel mundial. Es notable destacar que a nivel mundial los aeropuertos de las capitales de los países suelen ser los más congestionados pero a nivel Estados Unidos no, y en el top 10 mundial hay 4 aeropuertos de este país. Por lo tanto es natural tomar a este país como referencia para obtener un posible predictor.

### 2.1.2 Estados Unidos

Este es uno de los mercados más grande del mundo. Tiene un total cercano a los 630 millones de pasajeros anuales transportados en el 2011 sólo en el ámbito doméstico, un cuarto del total mundial.



Ilustración 3 – Vuelos en 24hs sobre Estados Unidos – Jornada Promedio

<b>Aerolínea</b>	<b>Pasajeros</b>	<b>Participación</b>
Southwest	106,225,000	16.88%
Delta	89,952,000	14.29%
American	65,711,000	10.44%
US Airways	45,141,000	7.17%
United	43,307,000	6.88%
Continental	30,606,000	4.86%
AirTran	24,078,000	3.83%
SkyWest	22,646,000	3.60%
jetBlue	21,129,000	3.36%
Other	180,662,532	28.70%

**Tabla 4 - Participación de las Aerolíneas en el Mercado Doméstico Estadounidense, datos Anuales - 2011.**

Es uno de los mejores mercados para conseguir datos ya que son de carácter público.

El mercado tiene un valor por ingresos de 156.000 millones de dólares y tuvo un crecimiento del 0,3% anual entre el 2007 y el 2012. Alrededor de 313.000 empleados trabajan en 350 empresas relacionadas con el rubro en el 2012.

Desde 1978 el mercado aéreo se desregularizó. El estado federal dejó de imponer restricciones de precios y obligaciones de brindar ciertos recorridos. Por un lado, trajo un incremento en la cantidad de personas transportadas gracias a la baja de los precios y la libre competencia, se aumentó de 275 millones de pasajeros en 1978 a más de 600 millones para 2011. Por otro lado, la baja en los precios trajo una pérdida de 150.000 empleos e ingresos menores a los esperados.

## 2.2. Mercado Argentino

### 2.2.1. Historia del Mercado Argentino

Hasta 1995, tanto Aerolíneas Argentinas y Austral tenían el monopolio del mercado de cabotaje. Esto fue así hasta que la ley de privatización de la compañía abrió el mercado a nuevos operadores privados. LAPA se encontraba como primer competidor fuerte y en la segunda mitad de la década el monopolio hasta el momento fue cediendo terreno hasta tocar el piso del 15% del mercado durante la crisis del 2001 donde la situación del país la llevó a paralizarse y hacer uso del concurso preventivo.

Después de la devaluación, hubo varias empresas que desaparecieron del mercado nacional, entre ellas LAPA, Dinar y Southern Winds. Indirectamente y sin hacer mucho, Aerolíneas Argentinas volvió a captar más del 90% de los vuelos y su principal competidora fue Lan Argentina. Para el año 2007, la competencia de Lan hizo que Aerolíneas pierda cerca de un tercio de su mercado. El record máximo de Lan en participación del mercado fue de un 32% del mercado de cabotaje. El resto de las compañías importantes, Andes y Sol, para el momento solo tenían cerca del 10%.

### 2.2.2. Estructura de Mercado Hoy

El mercado del transporte de pasajeros a nivel nacional, tiene una estructura de competencia de oligopolio. Este tipo de competencia se caracteriza por:

- Pocos Proveedores del servicio: La cantidad de competidores es reducida. Los productos sustitutos son reducidos. En este caso podemos hablar de dos: por un lado Aerolíneas Argentinas, que esta fusionada con Austral, y por el otro LAN.
- Precios: Generalmente existe una empresa que marca las pautas de precios y operación para el manejo de las demás. Esta empresa lidera por su prestigio en el mercado, por ser la de mayor tamaño y estar apoyada por el estado. Tener subvenciones en los costos principales, como el combustible, hacen que sus precios puedan ser los más bajos.

- Mucha Demanda: Aunque el mercado es atendido por pocos proveedores, es importante aclarar que la demanda es alta, muchas personas están interesadas y requieren el uso de los servicios de transporte de pasajeros en el país.
- Demanda quebrada: Es el fenómeno que explica la estabilidad de los mercados que son de competencia oligopolística, si una empresa disminuye su precio las demás la imitan sin conseguir un aumento considerable en ventas, lo que significa que para precios menores la demanda es inelástica; pero por el contrario si el precio aumenta la demanda es elástica. El equilibrio entre las dos situaciones permite al mercado a mantenerse estable y el gran competidor sigue siendo grande.
- Barreras económicas: Las grandes inversiones para poder ingresar a este tipo de mercados fomentan, casi de manera natural o automática, la poca cantidad de proveedores de vuelos.

No existe una competencia real ya que el mercado está determinado para un número determinado y limitado de competidores. El ingreso al mercado de una nueva empresa es virtualmente imposible. Sobre todo al tener una aerolínea de bandera subvencionada por el estado. El estar subvencionada hace, por un lado, que se puedan brindar servicios a todo el país por más que la ruta sea o no económicamente viable; por otro lado, fomenta el uso del “dumping”, bajar los precios incluso por debajo de los costos de servicio con tal de ser la opción más barata o simplemente hacer esto por tener el combustible subvencionado sin tener que ir a pérdida real.

Para confirmar la teoría del oligopolio se realizó un análisis de la composición de proveedores de servicios de transporte o market share. Se usaron datos tomados de un proveedor de búsqueda de pasajes por internet a nivel nacional<sup>12</sup>. Lo que se hizo para el estudio fue tomar la cantidad de servicios – vuelos- en diferentes días a los puntos más importantes del país. Se relevaron más de 400 servicios dando como resultado la Tabla 5.

---

<sup>12</sup> [www.despegar.com.ar](http://www.despegar.com.ar)

Aerolínea	Ensayo	Datos AA2000
Aerolíneas Arg. y Austral	74,25%	70%
LAN	22,41%	<25%
Sky	1,67%	<3%
Sol	1,33%	>1%
Andes	0,33%	1%

**Tabla 5 – Market Share del Mercado argentino de vuelos de cabotaje. A la izquierda los datos del ensayo realizado para la tesis, a la derecha los obtenidos de Aeropuertos Argentina 2000 para el año 2010.**

En la Tabla 5 se puede observar que el mercado argentino presenta un modelo de oligopolio. Se contrastaron los datos con los obtenidos de un informe de Aeropuertos Argentina 2000 del año 2010 y se puede observar que hay un error cercano al 5% de los datos asumidos como reales. Con esto se valida el ensayo para usar los datos que se obtengan del buscador de pasajes y para futuros estudios.

En comparación con el mundo [ver Tabla 1], Aerolíneas Argentinas para el 2007 facturó cerca de 1.200 millones de dólares<sup>13</sup>. Lamentablemente al no ser de carácter obligatorio, no se conocen los datos reales de su margen operativo.

Por el principio de Pareto, a lo largo de los siguientes análisis se tomará como referencia de proveedores de transporte aéreo Aerolíneas Argentinas –junto con Austral- y Lan.

Aerolíneas	Mendoza	Córdoba	Posadas	Neuquén	Ushuaia	Santa Fe	Salta	Tucumán
Aero. Arg. y Austral	75%	74%	90%	50%	92%	100%	83%	70%
LAN	19%	25%	10%	50%	8%	0%	15%	30%
Sky	6%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Sol	0%	1%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
Andes	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%

**Tabla 6 – Market Share desplegado según destino, vuelos de cabotaje.**

En la Tabla 6, se puede observar de manera desplegada el market share de cada empresa en los diferentes destinos. Hay que destacar que los lugares donde mayor cantidad de competencia tiene Aerolíneas Argentinas es en la zona

<sup>13</sup> [www.imass.com.ar](http://www.imass.com.ar)

cordillerana porque su principal competidor es LAN y a su vez son los destinos de mayor movimientos de pasajeros.

A su vez, por medio del estudio realizado se puede determinar los destinos más solicitados por los pasajeros para vuelos de cabotaje teniendo en cuenta un viaje “Buenos Aires – Destino” o del “Destino –Buenos Aires”.

Vuelos Cabotaje Argentina	
Destino	Participación
Córdoba	29,2%
Mendoza	22,8%
Salta	14,1%
Iguazú	13,7%
Tucumán	8,2%
Neuquén	4,3%
Ushuaia	4,0%
Otros	3,7%

Tabla 7 – Destinos más solicitados de los vuelos de cabotaje en Argentina

Se llegó a los resultados de la Tabla 7 también con datos de “Aeropuertos Argentina 2000”<sup>14</sup>. Este informe muestra la cantidad de pasajeros durante el año 2011 en un general y por aeropuerto/destino de Argentina

### 2.2.3. Mercado Argentino de cabotaje antes del 2011

Para el año 2008, el año en que se firmó el Acta Acuerdo entre el Gobierno Nacional y el Grupo Marsans, funcionarios de la Secretaría de Transporte y de Aeropuertos Argentina 2000 aseguraron que el mercado local de cabotaje podría en pocos años llegar a unos 15 millones de pasajeros anuales. Esta cifra duplicaría el promedio en lo que iba de la década, que era de unos 6,9 millones de pasajeros. Por más optimistas que se creía para el futuro, la realidad fue que para principios del 2008 la cantidad de pasajes vendidos sería de 5,9 millones anuales, muy por debajo del promedio anual de la década.

<sup>14</sup> Informe “22,7 millones de pasajeros en los aeropuertos argentinos durante 2011” – [www.aa2000.com.ar](http://www.aa2000.com.ar)

#### 2.2.4. Tamaño del Mercado 2011

El pronóstico hecho en el 2008 se superó para mediados del 2010. Y se levantó un mercado que se suponía no llegaría a superar el promedio anual de 6,9 millones de usuarios.

Cerca de 22.712.000 pasajeros pasaron por los aeropuertos argentinos durante 2011 y cerca de 22.856.000 durante 2010; hay que tener en cuenta que la población es cercana a los 40.000.000 de personas. Se esperaba que el 2011 fuera un año de crecimiento del mercado de pasajes pero no lo terminó siéndolo por los problemas relacionados con las cenizas volcánicas que sobre todo afectó a los aeropuertos del centro y sur del país. Los inconvenientes operativos fueron provocados por el volcán Puyehue, ubicado en la cordillera del lado de Chile, lo que logró el cierre temporario de varios aeropuertos de la Patagonia. Es notable destacar que más allá de todos estos inconvenientes se cerró el año con una cantidad de pasajeros casi igual a la del 2010; esto fue así por el trabajo de reprogramación de los vuelos y uso de aeropuertos de menor porte para continuar con el servicio. Esto deja en claro lo importante que es el transporte aéreo para el país.

Algunos aeropuertos tuvieron incrementos sostenidos, como el caso del Aeropuerto Internacional de Plumerillo que cerró el año 2011 superando el millón de pasajeros. El aeropuerto contabilizó 1.077.026 personas en comparación con las 976.889 de pasajeros que pasaron en el 2010.

El aeropuerto de Córdoba tuvo un incremento casi del 8% en el 2011 con un cierre de 1.492.927. Salta cerró el año con 664.952 usuarios, un crecimiento del 8,3% del año anterior. Iguazú por su parte tuvo un incremento del 2,1% con un cierre de 633.686 visitantes para el 2011. [ver *Tabla 8*]

Lugar	Pasajeros 2011	Pasajeros Mensuales Promedio
Buenos Aires	17.499.784	1.458.315
Cordoba	1.492.927	124.411
Mendoza	1.077.026	89.752
Salta	664.952	55.413
Iguzú	633.686	52.807
Bariloche	301.838	25.153
Esquel <sup>15</sup>	121.607	10.134
Otros	921.041	76.753
<b>Total</b>	<b>22.712.861</b>	<b>1.892.738</b>

Tabla 8 – Cantidad de Pasajeros Anual y Mensual para el 2011, vuelos cabotaje

Se utilizaron los datos anteriores para mostrar todas las dimensiones del mercado argentino.

<b>Pasajeros Cabotaje 2011</b>	22.712.861
<b>Participación Aerol. Arg y Austral</b>	72%
<b>Pasajeros Aerol. Arg. y Austral</b>	16.353.260
<b>Ocupación avión promedio</b>	75%
<b>Pasajeros por vuelo</b>	111
<b>Vuelos Anuales (todo el país)</b>	147.593
<b>Vuelos Diarios (todo el país)</b>	404
<b>Vuelos Diarios en el Mundo</b>	93.000
<b>Participación Argentina en comparación del Mundo</b>	<b>0,43%</b>

Tabla 9 – Datos sobre el mercado Argentino de cabotaje para el 2011

De los datos mostrados en la Tabla 9, tanto los Pasajeros de Cabotaje como la participación de Aerolíneas Argentinas – Austral y la Ocupación del Avión son datos oficiales<sup>16</sup>. El resto de los datos mostrados fueron calculados para llegar a la participación real del mercado Argentino en el mundo.

<sup>15</sup> Esquel tuvo un crecimiento del 121% en comparación al 2010 por ser un aeropuerto de desvío de vuelos a la Patagonia por los problemas del volcán Puyehue.

<sup>16</sup> Aeropuertos Argentina 2000

Se tomaron las flotas de aviones disponibles y en uso para Argentina y se las ponderó según su utilización. En función de su capacidad máxima y de la ocupación obtenida de datos oficiales se pudo calcular un número promedio de pasajeros por vuelo que en este caso es de 111 pasajeros promedio por avión. Con todos estos datos se obtuvo que hay más de 145.000 vuelos anuales en territorio Argentino con una aproximada de 404 vuelos diarios. Aunque parecen muchos, hay que recordar como se dijo antes que en el mundo hay cerca de 93.000 vuelos diarios<sup>17</sup>. Para esto, el mercado Argentino de vuelos de pasajeros representa cerca del 0.43% del mercado total.

#### **2.2.4. Tamaño del Mercado 2012**

La cantidad de Pasajeros en los aeropuertos argentinos demostraron sostener un incremento desde el año 2008 contabilizando los mayores incrementos entre los años 2011 y 2012 (hasta lo que va del año).

Para el 2012 se conocieron por datos oficiales<sup>18</sup> que en mes de abril se llegó a un record de casi 2 millones de pasajeros al mes. Esto se debió en gran medida por la cantidad de feriados con una gran afluencia del turismo. Fueron 1.980.835 los pasajeros que utilizaron los aeropuertos argentinos incrementando en casi 100.000 la cantidad de pasajeros mensuales promedio del año anterior.

En abril, el Aeropuerto Internacional de Ezeiza tuvo un crecimiento del 6,7% en comparación del año anterior llegando a los 718.507 pasajeros. Por su parte, Aeroparque tuvo una caída del 1,3% llegando a los 712.761 pasajeros en el mismo mes.

El aeropuerto de Iguazú exhibió un crecimiento del 5,4% con 54.824 viajeros.

Las terminales más beneficiadas fueron las de Mendoza, Salta y Tucumán. Por su parte la de Mendoza se vio beneficiada con una suba del 10,5% terminando en 100.317 pasajeros. La de Tucumán cerró con un incremento del 11,4%. El destino con mayor incremento fue Salta, con un alza del 13% llegando a 57.177 pasajeros en comparación al mismo mes del año anterior.

---

<sup>17</sup> Ver “INTRODUCCION” - “Introducción a la historia de las Aerolíneas y su Mercado”

<sup>18</sup> Aeropuertos Argentina 2000 – nota del 17/05/2012

Si la tendencia en lo que queda del año se mantiene se espera para este año tener cerca de 23,2 millones de pasajeros que usen los aeropuertos argentinos. Hay proyecciones por parte de Aeropuertos Argentina 2000 que para los próximos 5 años la tendencia habrá como mínimo un 3% de crecimiento anual.

Año	Proyección Pasajeros Cabotaje Vuelos Argentina
2011	22.700.000
2012	23.381.000
2013	24.082.430
2014	24.804.903
2015	25.549.050
2016	26.315.521
2017	27.081.993

Tabla 10 – Proyección pasajeros cabotaje vuelos Argentina

### 2.2.5. Justificación de generar un Predictor a Nivel Nacional

Por más que la situación no sea favorable para el uso de predictores a nivel nacional por el hecho que sea un oligopolio y los precios se crea, a priori, están controlados, se pretende en la tesis determinar las reglas básicas para hacer pronósticos de los precios.

Para tomar la decisión de cómo viajar hay que ponderar tanto el tiempo como el precio y eso queda a disposición del cliente (tanto en sus ganas como en poder adquisitivo). En una economía con precios cada vez más altos por una inflación constantemente creciente, la optimización de proceso de compra para las personas es fundamental.

El viaje en avión para recorrer distancias relativamente grandes no solo es un lujo sino que muchas veces una necesidad por la gran diferencia de tiempo que tiene con el viaje por vía terrestre. Por la situación actual de los transportes, los precios de los viajes en avión y de los micros no están tan lejos teniendo en cuenta la cantidad de tiempo de viaje de cada uno.

El viaje en avión es una posibilidad muy usada por muchas personas no solo para viajes de placer, sino por negocio y estudio. Como se expuso

anteriormente el mercado total de pasajeros es de cerca de los 22,7 millones de personas, lo que representaría un mercado valuado en unos 6.300 millones de dólares. Para llegar a este valor se tomaron los precios promedios de los pasajes ponderados por la importancia (cantidad de personas) de cada destino importante y el valor de su pasaje. Se llegó a un precio promedio de \$1255 (pesos argentinos). Por otro lado se tomó una cotización del dólar al día de la fecha cercano a 4,5 \$/U\$D.

<b>Precio promedio pasaje Cabotaje (\$AR)</b>	\$ 1.255
<b>Mercado Cabotaje Argentino 2011 (en pasajeros)</b>	22.700.000
<b>Mercado Transporte Aéreo al 2011 (\$AR)</b>	\$ 28.491.894.911
<b>Mercado Transporte Aéreo en U\$D (cot. 4,5 \$AR/U\$D) al 2011</b>	\$ 6.331.532.202
<b>Ingresos Anuales Calculados Aerol. Arg. 2011 en U\$D (cot 4,5 \$AR/U\$D)</b>	\$ 4.748.649.152
<b>Ingresos Anuales Aerol. Arg. en U\$D al 2007 (dato)</b>	\$ 1.150.553.759

Tabla 11 – Datos sobre Mercado Argentino de Transporte Aéreo de Pasajeros, cabotaje.

Acorde con lo hecho en el análisis para determinar el valor del mercado argentino de transporte aéreo de pasajeros, los ingresos para Aerolíneas Argentinas al 2007 fueron cercanos a los U\$D 1.15 MM, con lo cual se puede asumir que el estudio está bien orientado porque según datos oficiales los ingresos para Aerolíneas Argentinas para el año 2007 fueron de U\$D 1.2 MM<sup>19</sup>. Siempre teniendo en cuenta que Aerolíneas Argentinas capta cerca del 75% del mercado.

En tanto a la manera de comprar los pasajes en la Argentina, la tendencia está creciendo a la hora de comprarlos de manera electrónica. Buscadores de

<sup>19</sup> Ver “INTRODUCCION” – “Mercado Argentino” – “Estructura de Mercado Hoy” - Referencia 11

pasajes (no predictores de precios) como “Despegar.com” fueron, a lo largo de esta década, fomentando el uso de internet para la compra de pasajes aéreos. Tanto es así que por medio de Facebook se puede saber que a cerca de 671.000 argentinos les gusta la página y sus servicios. Con lo cual se puede asumir que una gran parte de esas 671.000 personas ya han comprado por internet, usan de manera frecuente internet para buscar o también comprar, o usarán en un futuro para comprar sus pasajes. En dos semanas ese número pasó a sumar 20.000 personas más, se puede asumir un crecimiento de 10.000 por semana. La tesis propondrá realizar un predictor para estos usuarios potenciales. Como futura línea de investigación quedará realizar la aplicación online y el modelo de negocio para la comercialización del producto. Según datos de Alexa<sup>20</sup>, Despegar.com.ar es el buscador con más del 50% de participación en el mercado de pasajes de avión, siendo este el más solicitado a la hora de comprar pasajes. También informa que los usuarios que más entran en despegar.com.ar tienen entre 25 y 35 años siendo tanto mujeres como varones. Está como la página número 114 de toda Argentina. Por estas razones despegar.com.ar fue la principal fuente de precios de los pasajes para realizar los análisis en esta tesis.

Teniendo en cuenta el bolsillo del pasajero, el día 05/06/2012 el gobierno nacional autorizó aumentos en los pasajes de vuelos de cabotaje<sup>21</sup>. Los pasajes aumentarían sobre todo en proporción al kilometraje comparándola con la tarifa de referencia correspondiente a una ruta de distancia similar. La medida se aplicará a los vuelos de cabotaje desde Buenos Aires, si se compra con más de 10 días de anticipación el aumento será solo de 10% pero si se adquieren con menos de 10 días los aumentos irán del 20 al 30%. En febrero de este año también hubo aumento en los pasajes de avión que llegaron a subir hasta un 40%<sup>22</sup>. Por este aumento de febrero el gobierno nacional culpó a las petroleras.

---

<sup>20</sup> Compañía de datos web - [www.alexacom](http://www.alexacom)

<sup>21</sup> Noticia de Infobae.com – 05/06/2012 – “El gobierno autorizó otro aumento en los pasajes de vuelos de cabotaje”

<sup>22</sup> Noticia de La Nación – 11/02/2012 – “Aumentos de entre 30% y 40% promedio en las tarifas aéreas”

## Los nuevos precios desde Buenos Aires

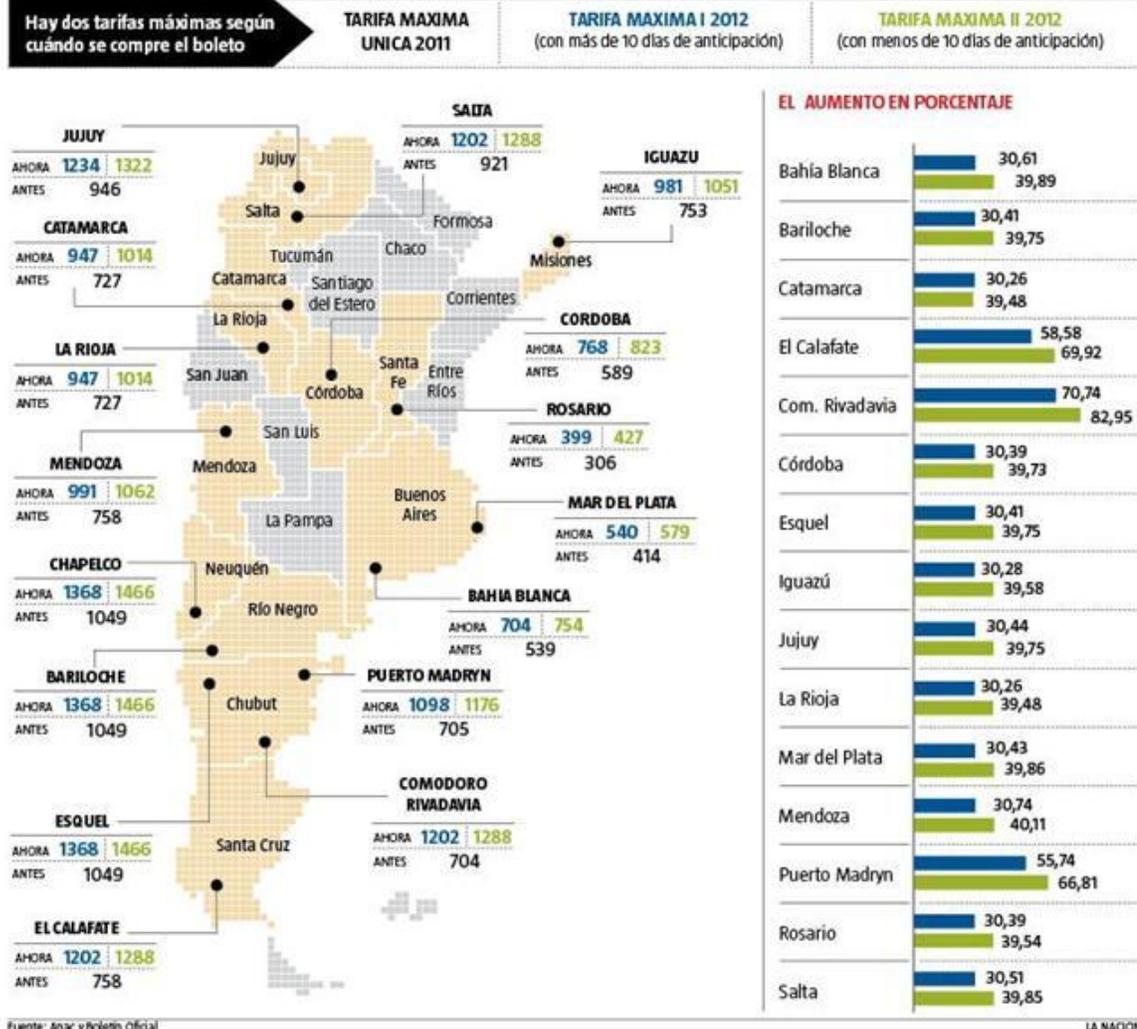


Ilustración 4 – Muestra los aumentos en pasaje de avión – Febrero 2012 – Diario “La Nación”

En la Ilustración 4 se puede observar tanto los aumentos en porcentaje de las tarifas así como el precio de los pasajes antes y después de los aumentos.

El objetivo de la mayor parte de los viajeros es viajar a donde se quiere por el mejor precio posible. Al aumentar los precios de todas las cosas en general hay que hacer rendir cada vez más el dinero disponible. Esto fomenta la creación de un predictor para decidir cuándo comprar. Además, ahora se suma una nueva variable, el hecho de discriminar el precio según el momento en que el pasajero lo compra.

### 2.2.6. Potenciales Usuarios del Predictor a nivel Nacional

Como se mencionó anteriormente, el mercado argentino de pasajes aéreos ronda los 22.700.000 pasajes anuales de cabotaje con un crecimiento promedio esperado del 3% anual para los próximos 5 años. También, por lo que se habló anteriormente sobre Despegar.com y su conexión con Facebook, se sabe que por lo menos 700.000 personas usan buscadores de pasaje de avión en Argentina. El número de “me gusta” para tres semanas posteriores a ese análisis de 691.000 pasó a 753.000. Tuvo un crecimiento constante a lo largo de más de un mes de 670.000 hasta los 753.000 a una razón de más de 10.000 “me gusta” por semana. Hay que recordar que estos “me gusta” son de carácter individual, es un “me gusta” por persona. Por lo tanto se puede asumir que estas personas 753.000, hasta el día de hoy, están acostumbradas a usar internet para buscar o también para comprar pasajes de avión.

### 2.2.7. Vuelos Internacionales Argentina

El tráfico internacional de pasajeros fue incrementando desde el año 2005<sup>23</sup> que rondaba los 7.000.000 hasta superar los 8.000.000 en 2010. Así como para la proyección del mercado de cabotaje, se cree que el total del mercado también crecerá como mínimo un 3% anual llegando a un estimado de 10.000.000 de pasajeros para el 2017.

Región	Tráfico vuelos Internacionales (Pasajeros) - 2010
Países Limítrofes	4.340.547
América sin Países Limítrofes	2.125.589
Europa	1.790.044
África	37.215
Asia	28.967
Oceanía	76.142
<b>TOTAL</b>	<b>8.398.504</b>

Tabla 12 – Tráfico Argentino Internacional

<sup>23</sup> Datos: Subsecretaría de Transporte Aero-comercial

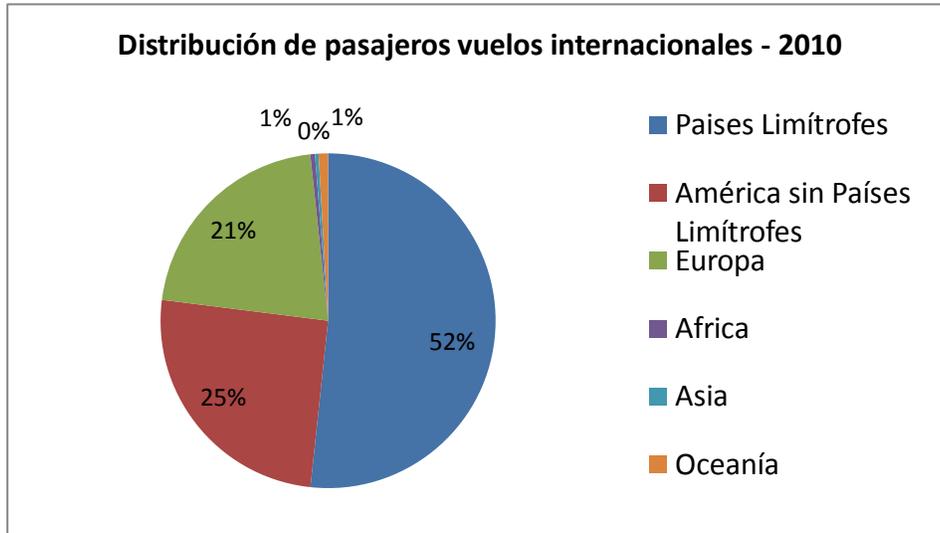


Gráfico 3 – Distribución Pasajeros Vuelos Internacionales para el 2010

A continuación se detallarán los destinos más importantes según la distribución mostrada en el gráfico anterior:

- Países Limítrofes: Brasil 47% y Chile 27%.
- América sin Países Limítrofes: Estados Unidos 48% y México 13%
- Europa: España: 62% e Italia 17%

Es interesante notar que la mayor cantidad de personas que viajan al exterior de Argentina lo hacen a los países limítrofes, más de 2.000.000 de personas lo hacen desde y hacia Brasil.

## 2.3. Mercado Latinoamérica

### 2.3.1 Introducción Mercado Latinoamericano

En general, los mercados latinoamericanos se caracterizan por ser oligopolios, como lo es el mercado argentino<sup>24</sup>, o monopolios como se podrá ver más adelante en el caso de Chile.

<sup>24</sup> Ver sección 2.2.2 – “Estructura del Mercado Hoy”

### 2.3.2 Mercado Brasil

Brasil cuenta con una población de 193.000.000 de personas y su mercado es considerado el mercado más grande a nivel Latinoamérica transportando a 55.000.000 de pasajeros al año en el 2010. Este mercado tuvo un fuerte crecimiento de la demanda anual entre los períodos del 2003 al 2008. Este crecimiento fue cercano al 10% y en parte fue debido al crecimiento acelerado del PBI brasilero y por otro lado por la reducción de los precios del pasaje. Para el 2011 se registraron cerca de

Brasil posee 20 aeropuertos importantes de los cuales se destaca el aeropuerto de Sao Pablo que se encarga de dar servicio alrededor del 25% del tráfico total.

No posee actualmente una línea de bandera debido a una casi quiebra de su anterior aerolínea de bandera, Varig, que luego fue comprada por la aerolínea Gol.

Aerolínea	Pasajeros en 2011	Participación
TAM	27.700.000	45%
GOL	26.300.000	43%
WebJet	2.300.000	4%
TRIP	1.990.000	3%
Azul	1.780.000	3%
Avianca	1.700.000	3%
<b>Total</b>	<b>61.770.000</b>	

Tabla 13 – Principales aerolíneas en Brasil para el 2011

### 2.3.3 Mercado Chile

Otro mercado importante dentro de Latinoamérica es el chileno. Chile, con una población estimada de 17.000.000 de personas tiene un mercado de 34.581.000 de pasajeros anuales.

A diferencia del brasileño y argentino, el mercado chileno es un monopolio.

Aerolínea	Pasajeros en 2010	Participación
LAN	33.100.000	96%
Sky	1.250.000	4%
Pal	204.000	1%
Dap	27.000	0%
Total	34.581.000	

Tabla 14 – Principales aerolíneas en Chile para el 2010

Se caracteriza por ser un mercado dominado en más del 95% por un solo servidor, en este caso LAN. Es la empresa que determina los precios de los pasajes aéreos.

Para una aerolínea nueva entrar en un mercado así es virtualmente imposible. Lan tiene el dominio del precio y puede pelear contra ese nuevo competidor hasta el punto de dominarlo aunque así lo requiera no tener beneficio económico en algunos vuelos momentáneamente. Sumando a eso, tiene un nombre en el mercado y sus pasajeros están acostumbrados a esta empresa.

Como se mostró en la anterior, la cantidad de pasajeros transportados llega a los 34.500.000. La capacidad máxima actual calculada que se puede ofertar es aproximadamente de 42.355.000 de pasajeros, por lo tanto el nivel de ocupación es cercano al 78%.

### 2.3.4 Mercado México

El mercado mexicano es el segundo más grande de Latinoamérica. Se podría considerar como el mercado excepción a la regla del oligopolio. Como se ve en la siguiente tabla, se caracteriza por tener muchas aerolíneas de muchos países distintos y cerca del 85% del mercado está manejado por lo menos por 7 aerolíneas<sup>25</sup>.

Aerolínea	Pasajeros para 2010	Participación	Participación Acumulada
Aerolíneas Estadounidenses	13.430.971	29%	29%
Aeroméxico Connect	11.015.354	24%	53%
Mexicana	4.476.786	10%	62%
Interjet	4.004.104	9%	71%
Volaris	3.622.379	8%	79%
Mexicana Click	2.611.772	6%	84%
VivaAerobús	2.218.600	5%	89%
Aerolíneas Canadienses	1.697.262	4%	93%
Aerolíneas Europeas	1.662.471	4%	96%
Magnicharters	718.790	2%	98%
Aeromar	569.829	1%	99%
Mexicana Link	516.678	1%	100%
<b>Total</b>	<b>46.544.996</b>		

Tabla 15 – Aerolíneas que vuelan en México para el 2010

Es un interesante mercado para, a futuro, estudiar la posibilidad de hacer un predictor específico para este mercado por tener una gran cantidad de proveedores en comparación al resto de Latinoamérica.

<sup>25</sup> No se detallan aerolíneas estadounidenses, como mínimo son 2 aerolíneas estadounidenses.

### 2.3.5 Conclusión Mercado Latinoamericano

Como se demostró, dos de los mercados latinoamericanos más importantes se caracterizan por ser monopolios u oligopolios. Más del 80% de sus mercados están dominados por menos del 20% de los proveedores, en algunos casos esto representa solo un proveedor. Aunque no son las mejores condiciones para aprovechar la gama de posibilidades que brinda un predictor, todavía se puede utilizar su potencia para poder determinar precios en ciertas condiciones que hasta en este tipo de mercado se dan.

Debido a que son mercados en crecimiento que están buscando cada día expandir sus horizontes tanto en vuelos como en compras por medios informáticos, son mercados con una gran cantidad de usuarios potenciales para herramientas como la que se explicará en esta tesis.

## 2.4. Booking, reserva de pasajes

### 2.4.1. Introducción a la reserva de pasajes

Para los años 60's muy pocas aerolíneas empezaron, de manera rudimentaria, a usar computadoras para organizar la reserva de pasajes y el principal medio de venta de pasaje de todas las aerolíneas eran los agentes de viaje. El uso de tecnología mejoró, los sistemas de optimización de ingresos como el Revenue Management forzaron un adelanto en el manejo y uso de base de datos haciendo que para los años 80's el uso de las computadoras para las aerolíneas sea fundamental. Los adelantos posteriores en el campo de la informática permitieron que hoy en día las reservas de avión se hagan entre un 60% y 80% por medio de internet<sup>26</sup> en el mundo.

El proceso resumido de reservar de pasaje se muestra en el Diagrama 1. Este muestra las distintas etapas por las cuales pasa un potencial pasajero (se dé cuenta o no el pasajero) antes de abordar el avión.

---

<sup>26</sup> Sin tomar en cuenta las reservas por agencias de viaje, aunque la mayoría de estas también lo hacen por internet. Se considera sólo al pasajero individual.

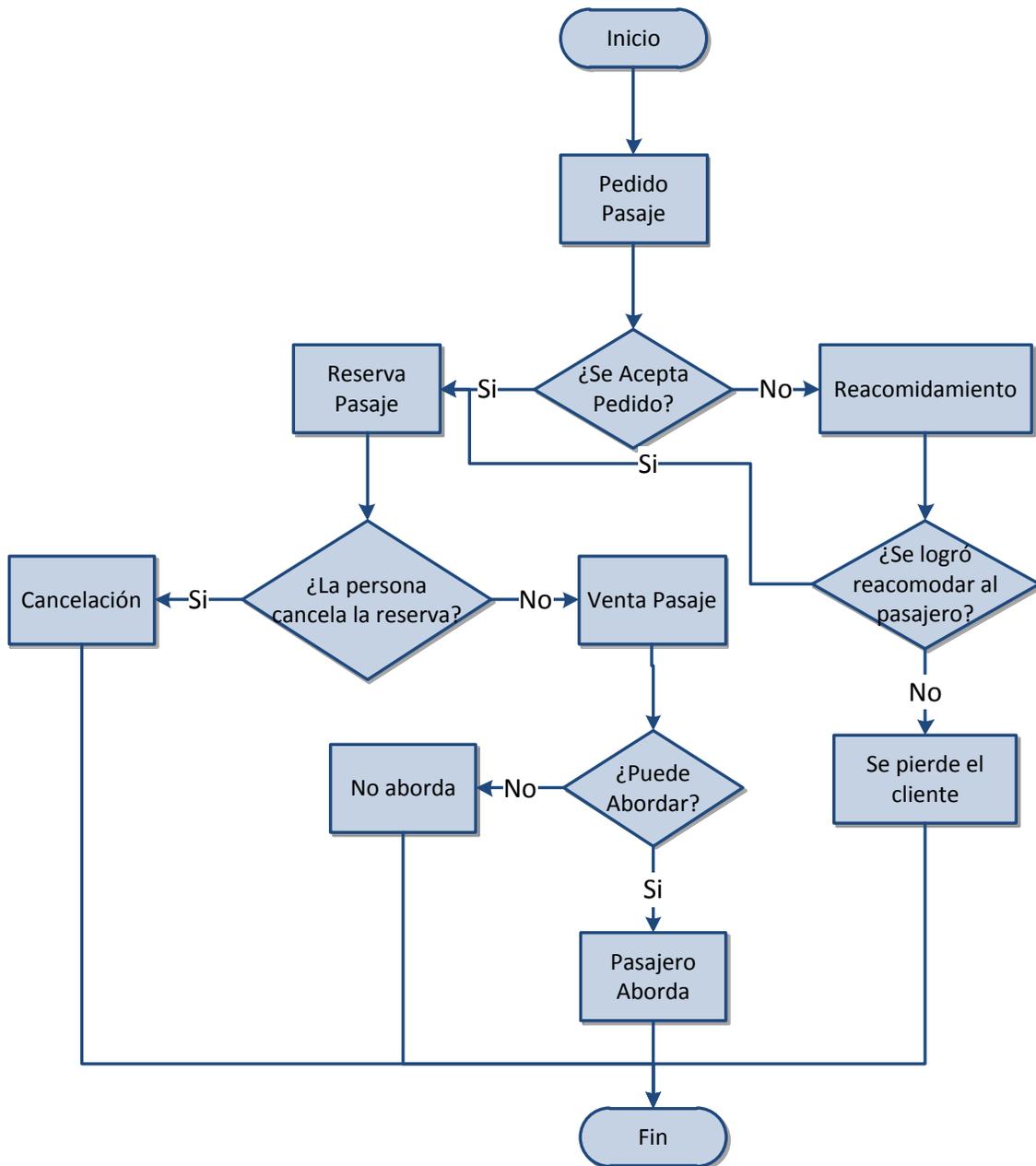


Diagrama 1 – Proceso Estándar de Reserva, compra y abordaje.

Muchas veces sucede que los vuelos están sobrevendidos. Esto sucede porque el vuelo está reservado con más pasajeros que asientos. En este caso a algunos de los pasajeros se les deberá, por su voluntad o no, denegar el acceso al avión y se le retribuirá con una compensación que la aerolínea considere justa. Las aerolíneas reservan de más a sus vuelos, sobre todo en épocas de mucha demanda, porque saben que casi siempre hay pasajes que se dan de

baja/cancelan y ellos ya tienen un estimado de cuantos son por vuelos y por temporada. Lo hacen para maximizar sus ganancias y así ocupar el 100% del avión en las temporadas de mayor cantidad de pasajeros. El problema está cuando la aerolínea decidió sobre vender el vuelo y todos o casi todos los pasajeros se presentan en el aeropuerto.

### 2.4.2. Distribución de los Pasajeros

No todos los pasajeros buscan lo mismo y menos piensan lo mismo. A pesar de esto, como se dijo antes<sup>27</sup>, se puede llegar a segmentar a los pasajeros en dos grandes grupos. Por un lado los pasajeros de clase turista y por otro los pasajeros de clase de negocios/trabajo.

A continuación se muestra un gráfico con la cantidad de reservas hechas en función de los días que quedan para partir<sup>28</sup> para un promedio de vuelos. Hay que destacar que hacer una reserva no suele ser sinónimo de pasaje. Se puede hacer una reserva en una agencia de viaje pero hasta no hacer la compra del pasaje todo queda siendo una simple reserva. Para los pasajes de alto valor, generalmente los de primera clase, pueden haber cancelaciones. Para los pasajes de las siguientes categorías si las reservas no se hacen efectivas 72hs, 48hs o 24hs (dependiendo de la aerolínea) antes de partir, la reserva se pierde. Estas clases no suelen tener reintegro ni siquiera del pasaje comprado.

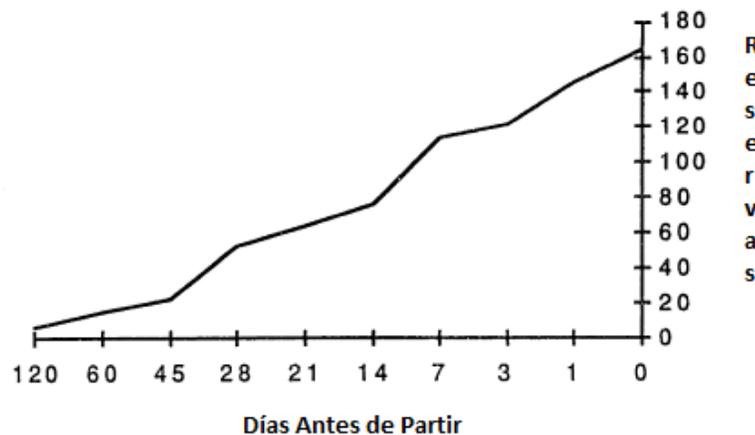


Gráfico 4 – Reservas de Pasajes vs Días Antes de Partir

<sup>27</sup> Ver – “INTRODUCCION” – “El Pasajero” – Segmentación 1.3.1

<sup>28</sup> El gráfico y sus datos fueron tomados del paper – “Probabilistic And Statistical Models of The Booking Process” – Anthony Owen Lee - 1990

La cantidad de reservas mostradas son las reservas hechas menos las canceladas, por lo tanto se puede decir que son las reservas netas.

Hay que tener en cuenta que la forma de cada curva de reserva de pasajes está definida por la característica de sus pasajeros. Para poder resumir las características y diferenciarlas se asumen que son cuatro las más importantes.

Primer característica. El tiempo con el cual se hace la reserva. Mientras que los pasajeros de clase turista son de reservar con mucha antelación, los de la clase de negocios no y lo dejan para último momento porque sus viajes están relacionados con reuniones de trabajo que no tienen tanta antelación [Ver Gráfico 5 – Manera de Reservar de las Diferentes Clases]. Esto pasa lo mismo con la gente con mucho dinero que busca los vuelos de primera clase y los que no, siendo los primeros los que reservan los pasajes cerca a la fecha de partida.

Como segunda característica, hay que tener en cuenta la velocidad con la que se hacen las reservas y en qué período de tiempo se hacen. Sobre todo se ve afectada por las promociones asociadas a los precios de los pasajes o con promociones a los destinos turísticos. Cerca del 50% de la clase turista compra sus pasajes en 15 días entre los 60 días de viajar y los 45 días, la clase de negocios compra el 100% de sus pasajes los últimos 15 días antes de viajar [Ver Gráfico 5 – Manera de Reservar de las Diferentes Clases].

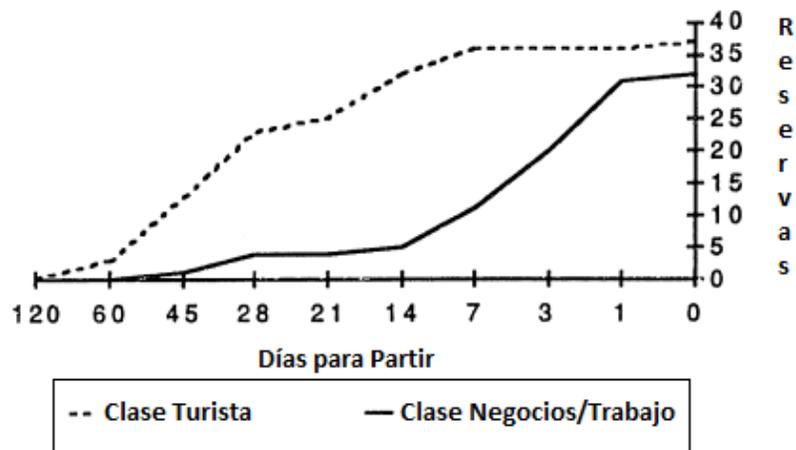


Gráfico 5 – Manera de Reservar de las Diferentes Clases<sup>29</sup>

<sup>29</sup> El gráfico y sus datos fueron tomados del paper – “Probabilistic And Statistical Models of The Booking Process” – Anthony Owen Lee - 1990

La tercer característica de la reserva de pasajes se relaciona con el límite de la cantidad de reservas disponibles. Cada clase, sobre todo entre las clases de primera, de negocios y turismo, tienen un máximo de asientos disponibles, una vez que se llegó a ese máximo no se aceptan reservas. Es por esa razón que en el Gráfico 5 las curvas se aplanan llegando al día de partida. Este efecto se puede ver mejor en el Gráfico 6. También cabe destacar que la cantidad de reservas (o pasajes) al momento del despegue pueda ser menos al límite, aunque antes se haya llegado a este, por las cancelaciones.

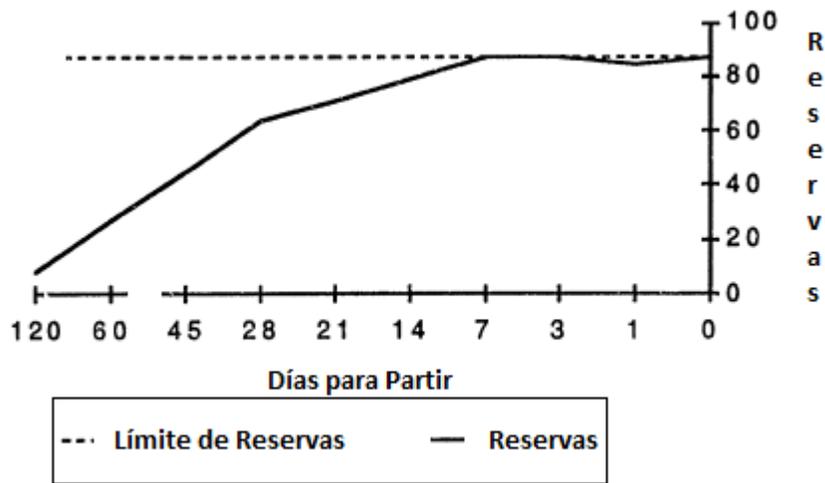


Gráfico 6- Límite de Reservas <sup>30</sup>

Por último, la cuarta característica hace referencia a las cancelaciones. Si hay una gran cantidad de cancelaciones la cantidad de reservas netas disminuirá considerablemente como se aprecia en el Gráfico 7. Las cancelaciones sobre todo ocurren en las clases de mayor poder adquisitivo ya que los pasajes que compran suelen tener políticas, o “beneficios”, de cancelación del pasaje sin penalización. El hecho que muchos pasajeros cancelen sus pasajes y que la aerolínea perciba que no llegarán al mínimo de la ocupación rentable del vuelo puede llegar generar una promoción en los precios de los pasajes como contrapartida para fomentar la demanda. Por otro lado, como se ve en el Gráfico 6, una sostenida demanda y el hecho que la aerolínea sepa que es un vuelo muy requerido pueden hacer que ante una cancelación el precio por esa reserva sea más elevado de lo normal.

<sup>30</sup> El gráfico y sus datos fueron tomados del paper – “Probabilistic And Statistical Models of The Booking Process” – Anthony Owen Lee - 1990

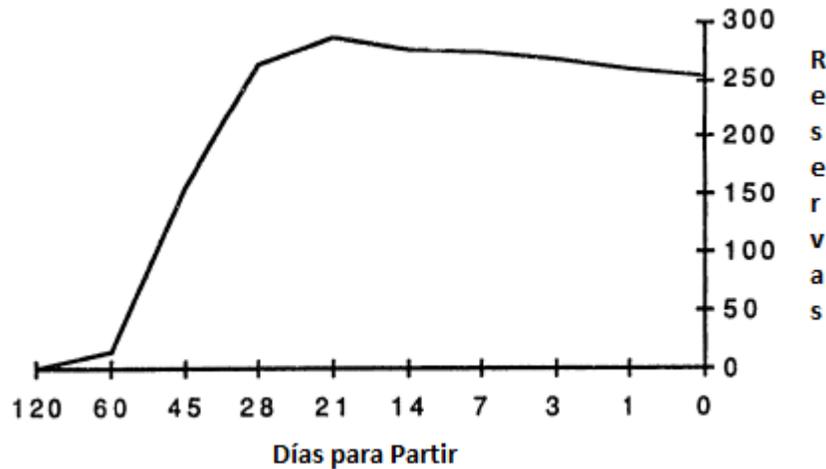


Gráfico 7 – Reservas de pasajes y el efecto de la cancelación.

Para las aerolíneas, estas curvas de reservas de pasaje son la principal herramienta para modificar los precios de sus pasajes mientras pasa el tiempo. Estas miles de datos históricos sobre reservas y venta de pasajes para poder optimizar su beneficio económico. Además, las aerolíneas hacen pronósticos a futuro de sus curvas de reserva y ventas para así poder saber qué hacer si la competencia hace una oferta o cambian las condiciones del mercado.

### 2.4.3. Necesidad del Revenue Management para las Aerolíneas

Por lo visto en el punto anterior, 2.4.2, las aerolíneas tienen una enorme necesidad de usar herramientas que puedan mejorar su potencial ganancia. Es así como “manipulan” su demanda acorde a su stock de asientos según sus flotas. De no ser así se encontrarían en cada vuelo con una demanda desconocida y con el riesgo potencial y constante de hacer volar aviones casi vacíos. Esto lleva a beneficios negativos en cada vuelo “vacío”.

## 2.5. Predicción de Precios Hoy

Al día de hoy hay muy pocos predictores en el mundo y son muy específicos de un mercado en particular. Los servicios más disponibles son buscadores y no predictores. Se presentan como páginas web en donde uno busca el lugar de partida, el destino, la fecha de partida, la fecha de vuelta (de desear un viaje ida/vuelta) y algún otro dato que se le pida. La misma página busca y le muestra los resultados en función de los datos ingresados y algún filtro que cada persona use, por ejemplo el menor tiempo de vuelo o que tenga o no escalas. Son herramientas útiles y muy completas pero solo dos páginas son realmente predictoras de precios en todo el mundo y se especifican en el mercado estadounidense.

Este tipo de página está evolucionando cada vez más y lo ofrecen la mayoría es compatibilidad a la hora de buscar boletos de avión, hoteles y alquiler de auto. Es una tendencia que se corresponde cuando estos dos últimos rubros empezaron a utilizar Revenue Management para mejorar sus beneficios económicos.

Primero hablaré sobre los buscadores. Hay que tener en cuenta que hay más de los que mostraré a continuación, pero estos son algunos de los más relevantes.

### 2.5.1. Buscadores

Matrix Airfare Search. Poderoso y excelente buscador de precios de vuelos. Tiene un motor de búsqueda muy interesante, aunque no debería sorprender porque está hecho por Google. Da la posibilidad de hacer multi-vuelos poniendo varias ciudades de partida con diferentes días de diferencia. Tiene una mejor cobertura para Estados Unidos pero también funciona para el resto del mundo.

Yapta.com. Permite rastrear el itinerario que uno le indique. Tiene la posibilidad de mandar alertas al celular del pasajero en función de las variables que uno le indique, pero no es un predictor. En Estados Unidos, algunas aerolíneas a manera publicitaria suelen dar reembolsos si el precio del pasaje baja en comparación al que se pagó. Esta página brinda el servicio de ayudar a obtener ese reembolso publicitando las aerolíneas que lo hacen y siendo el mediador entre la aerolínea y el pasajero.

Priceline.com. Es un potente buscador pero se focaliza en dar multi-servicios. Brinda ofertas especiales para pasaje de avión, alquiler de auto y hoteles como combo todo unido. También tiene un sistema patentado para obtener grandes descuentos en estos servicios. La herramienta se llama “Name-Your-Own-Price”. Le pide al usuario que indique cuanto está dispuesto a pagar por algún servicio, por ejemplo un pasaje de avión, y le muestra esa petición a los vendedores del servicio. Esto es un beneficio para el pasajero porque puede encontrar pasajes con descuentos que son impensables en el mercado tradicional (50% hasta 85%) pero no siempre hay un vendedor que esté dispuesto a tomar la oferta. También beneficia al vendedor porque puede venderle al pasajero que desee siendo este el que mejor pague por ese lugar y sin hacer publicidad directa de esos descuentos ya que mostraría que el vendedor puede bajar mucho más sus precios.

Despegar.com. A nivel Latinoamérica es el mejor buscador. Da los servicios tradicionales de un buscador pero brinda una seguridad al saber que está integrado el servicio en Latinoamérica. Hace pocos años, por medio de publicidad constante, está mostrando que han implementado el poder reservar el hotel también desde su página.

### **2.5.2. Predictores**

Farecast.com. Hasta ahora el mejor predictor de precios. Está diseñado y apoyado por Microsoft – Bing. Tiene las funciones básicas de un buscador. Como predictor está acotado solo a ciertos vuelos de Estados Unidos. Muestra algunos vuelos y si es conveniente comprar el pasaje o esperar. Tiene la posibilidad de mostrar a futuro lo que puede pasar de manera cuantitativa pero muy limitadamente. Su rango de futuro es a una semana adelante del día en que uno está viendo el precio.

Airfarewatchdog. Este predictor tiene una mejor interfaz que Farecast.com pero su predictor no es tan bueno ni completo. Por más que tenga más detalles sobre el vuelo, mejor interfaz, alertas enviadas por mail y una ese vuelo determinado con ofertas de hoteles, no tiene la fuerza predictiva de Farecast.com. Es más una herramienta de búsqueda muy detallada donde su predicción de precios para vuelos es a más de 3 meses, con lo cual ese tipo de ofertas son ofertas especiales de vuelos que hacen las aerolíneas y no son realmente hechas por predicciones de variaciones de mercado.

## DEFINICION DEL PROBLEMA

### 3.1. El problema

A partir de los años 70's el gobierno estadounidense autorizó a las aerolíneas a cambiar las condiciones del mercado dando una total libertad. Por un lado, se les permitió a las empresas brindar o no servicio en un ruta según su deseo y, por otro lado, podían cambiar las tarifas de vuelo a su gusto. Esto trajo aparejado dos consecuencias directas que fueron el incremento de los competidores y la libertad absoluta de precios de pasajes.

El ingreso de nuevas aerolíneas tuvo como consecuencia un incremento en la competencia en un mercado hasta ese momento totalmente controlado. Si a esto se le suma que el mercado tiene elevados costos de estructura, de mantenimiento, fijos y variables de funcionamiento, todo esto hizo que las aerolíneas busquen desarrollar diferentes instrumentos para mejorar su estructura de negocio y maximizar sus ganancias. Con sus estudios, las aerolíneas pudieron diferenciar los pasajeros de placer de los de negocios. Se dieron cuenta que los pasajeros de placer son muy sensibles al precio mientras que los otros no, por lo tanto, limitaron la cantidad de pasajes de placer (que se suelen sacar con varios días de anticipo y son sensibles al precio) y dejaron algunos asientos para los pasajeros de último momento que pagan el precio mucho más alto por tener la necesidad de viajar.

Este manejo de su estructura de negocio y el uso del Revenue Management lo vienen usando y perfeccionando hace años. El actor “perjudicado” en este universo de transporte es el cliente porque tiene mínimas herramientas para poder tomar la decisión correcta en el momento correcto.

Por un lado, como se dijo antes en la “Teoría del Nivel de Adaptación” y en la “Teoría del Rango” [ver *Introducción – Comportamiento del Cliente. Marketing en el Aire*], las personas son sensibles a los precios en función de su pasado y la intensidad de variación del precio en ese pasado. Por otro lado, según la psicología las personas son poco hábiles a la hora de tomar decisiones cuando se agregan factores de aleatoriedad a los problemas. La misma volatilidad impuesta en los precios es una manera de modelar la demanda creando un sistema en el cual hay aleatoriedad. Esto es percibido por el consumidor como riesgo, por lo tanto puede que un pasajero decida comprar un pasaje en cierto momento por el simple hecho de tener miedo a quedarse sin pasaje o por creer que los precios aumentarán. Las aerolíneas han estado, por medio del Revenue Management,

aprovechando de esta situación de la naturaleza humana para maximizar sus beneficios.

Esta tesis buscará brindar herramientas para que los pasajeros que están preocupados por el precio de su pasaje puedan optimizar su proceso de compra del mismo.

### 3.2. Restricciones

En tanto a los datos, se encontraron restricciones muy fuertes en el mercado argentino. Los datos no son de carácter público y no son sencillos de conseguir. Los pocos entes que brindan información sobre el tema lo hacen de manera escueta y sin respaldo de datos transparentes. Muchas veces, los datos se obtuvieron gracias a empresas internacionales que brindan servicio en Argentina. Muchos de los organismos gubernamentales que brindan información no están actualizados, brindan datos confirmados desde el 2002 hasta el 2006 y hasta el 2007 parcialmente.

Para los datos de Latinoamérica la situación fue similar a la que se explicó para Argentina. No fue lo mismo para el mercado estadounidense donde sus datos históricos de precios son de carácter público y sus entes gubernamentales permiten ver o descargar de manera gratuita otros datos asociados con el mercado aéreo.

Por cuestiones de tiempo no se hizo un análisis en el tiempo de diferentes vuelos en la misma ruta. Tampoco se tuvo en cuenta el efecto de los días de la semana en los precios.

La cantidad de asientos disponibles no se tuvo en cuenta porque no se consiguió tener una certeza de la validez de los datos. Se pudo corroborar que para la mayoría de los vuelos siempre hay pocos asientos disponibles que se sostienen en el tiempo. A priori, se puede asumir que esto es una estrategia de marketing del buscador de precios para generar una necesidad de compra en el cliente.

### 3.3. Recursos

Para realizar la tesis fue necesario obtener una gran cantidad de datos de varios vuelos. Se propuso una fecha de salida para ese vuelo, 80 días antes del despegue del mismo, y se propuso que ese viaje sea de una semana. Se tomó como estándar un pasaje de “ida y vuelta” con un horizonte de una semana.

Se necesitó recabar información de 24 vuelos, y de cada vuelo los precios de los 90 días antes de salir. En total se obtuvieron cerca de 2160 datos. La mayoría de estos datos se obtuvieron por medio de un “Web Crawler”. Esto es un programa informático que, por medio de programación, busca los datos que se le indica que busque en las páginas web que se quiera. Hace la misma tarea que una persona realizaría para buscar la información en un buscador de precios pero minimiza el tiempo al hacerlo de manera automática, sin errores y a una gran velocidad.

## SOLUCION PROPUESTA

### 4.1. Introducción

Como se mencionó anteriormente, la característica de los vuelos fue que eran viajes “ida y vuelta” con un horizonte de una semana. Los datos se obtuvieron desde los 80 días antes de salir y siempre se consideró el precio más bajo como la mejor posibilidad de viaje.

Para ciertos estudios del mercado aéreo sobre la volatilidad<sup>31</sup>, se concluyó que en el mercado aéreo de pasajes la volatilidad de los precios no está determinada por la estructura o las características del mercado (precio combustible, distancia, densidad de competidores, entre otros) pero si por la estrategia de la empresa dominante de esa ruta en particular. Se podría asumir que, por medio del Revenue Management y la libertad en los precios, la volatilidad que se observa en las distintas rutas es una cuestión endógena de cada compañía que domina la ruta. Por lo tanto, en esta tesis, la volatilidad fue medida para cada una de las rutas propuestas en los distintos mercados estudiados.

Para la solucionar el problema<sup>32</sup> se utilizaron varios algoritmos para así analizar el comportamiento de los precios de la manera más completa. Se utilizarán los siguientes:

- Volatilidad.
- Segmentación de los Datos.
- Precio Promedio móvil.
- Precio al día de hoy/ Precio Promedio.

### 4.2. Datos Necesarios

Los datos necesarios para generar un pronóstico de cualquier vuelo son:

- Fecha de Salida: Fecha de partida del vuelo. Última fecha disponible para comprar el pasaje.
- Fecha de Actual: Fecha al día que la persona hace la consulta del precio.
- Precio histórico día a día hasta la fecha de salida.

---

<sup>31</sup> “Price Volatility in Airlines” – Mantin; Gillen - 2008

<sup>32</sup> Ver “3.1. El Problema”

Se necesita la fecha de salida para poder determinar en qué momento calendario se está parado para hacer el análisis. Es muy importante saber a cuantos días se está de partir. Semana a semana, sobre todo dos semanas antes de partir, diversas variables como la volatilidad varían mucho. Se necesitará tener una base de datos con los días suficientes para que los días totales (días antes de hoy + días hasta fecha de salida) sumen 80 o 90 días, por lo tanto se necesita tener los precios de los “N” días antes del día de la consulta del pronóstico. Por ejemplo, si estoy 35 días antes que el vuelo salga y quiero que me digan el pronóstico para cuando me conviene comprar el pasaje, necesito el menor precio de los 55 días anteriores.

En cuanto a la moneda de los pasajes, se relevaron en dólares para los vuelos del exterior y en pesos solamente para los de cabotaje. Hay que tener en cuenta que se tomó como precio final el precio del pasaje más todos los impuestos porque se pudo ver que estos precios también varían con el tiempo según la aerolínea y el destino.

## 4.3. Algoritmos a Utilizar

### 4.3.1. Volatilidad

Se buscaron diferentes maneras de medir la volatilidad. Fue una tarea complicada porque hubo que encontrar el modelo que se adapte al tipo de variable a la que se le quiere medir la volatilidad. Primero se buscó cual podría ser el indicado, pero al haber tantos y para medir variables de características tan variadas, se decidió buscar en papers algún tipo de volatilidad que funcione para el mercado aéreo.

Se encontró un modelo que habla específicamente de los precios y el peso del precio de referencia histórico. Va acumulando los valores históricos y los pondera con el precio actual.

$$r_{j,t} = \pi * r_{j,t-1} + (1 - \pi) * p_{j,t-1}$$

**Ecuación 1 – “Precio de Rereferencia Basado en la Memoria o Precio Histórico” – “The Memory-Based Reference Price”**

El modelo original, Ecuación 1, es el “Precio de Referencia Basado en la Memoria”<sup>33</sup>. El valor  $r_{j,t}$  representa el recio de referencia para el producto “j” en el tiempo “t”. El valor  $p_{j,t-1}$  es el precio actual del producto “j” en el tiempo “t-1”. Y por último,  $\pi$  representa la ponderación entre los valores históricos de los actuales. Por experiencia, el autor del modelo se suele considerar al valor  $\pi$  como 0,8 para tener una buena ponderación del pasado y que los efectos casuales de errores diarios no afecten al análisis. Pero el valor puede variar según el caso.

Este modelo anuncia que el precio de referencia de cierto producto en cierto momento “j” depende los precios de referencia acumulados en el tiempo.

Luego, el modelo se adaptó a la necesidad de encontrar uno que muestre la volatilidad en los precios<sup>34</sup>.

$$PVOLN_{i,t} = \sigma_{i,t}^2 = \theta\sigma_{i,t+1}^2 + (1-\theta)\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t+1}} - 1\right)^2$$

**Ecuación 2 – Volatilidad en el Precios de las Aerolíneas**

En este nuevo modelo,  $\sigma_{i,t}^2$  representa la volatilidad en el precio del pasaje para la ruta “i” a “t” días de despegar<sup>35</sup>;  $P_{i,t}$  representa el precio para la ruta “i” a “t” días de despegar; y  $\theta$  es ahora el factor de ponderación considerado como 0,8.

$$Volatilida d_{i,t} = \sigma_{i,t}^2 = \theta\sigma_{i,t+1}^2 + (1-\theta)\left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t+1}} - 1\right)^2$$

**Ecuación 3 – Volatilidad en el Precio de las Aerolíneas Adaptada**

En esta tesis, a modo práctico se cambiará la notación de la ecuación a la de la Ecuación 3.

<sup>33</sup> “The Memory-Based Reference Price” – Kalwani; Little; Mazumdar - 1995

<sup>34</sup> “Price Volatility in Airlines” – Martin; Gillen - 2008

<sup>35</sup> Hay que tener en cuenta que para estos estudios “t” es más cercano a la fecha de despegue que “t+1”. Si el día jueves me quedan “t” días para que el avión despegue, en el día miércoles de la misma semana tenía “t+1” hasta el despegue del avión. Por lo tanto, a menor “t” mayor cantidad de datos acumulados.

Hay que tener en cuenta que, por la naturaleza de la ecuación, todos los resultados van a ser de signo positivo por más que de un día a otro el precio baje. Se toma como volatilidad la variación de porcentual de los precios de “hoy” y el de “ayer” al cuadrado.

Por lo tanto, esta ecuación muestra, siempre con signo positivo, la volatilidad “hoy” ponderada por la historia de la serie de datos. Con esto, las variaciones sólo serán importantes si los cambios en los precios se mantienen en el tiempo. Si esto no es así, y en el tiempo el precio no varía, el valor mostrado por la Volatilidad en el tiempo descenderá hasta llegar a volatilidad igual a 0. Esto ocurre porque, en la Ecuación 3, en la segunda mitad de fórmula la división entre el precio de hoy y el de ayer es 1 dando un valor de 0 a toda esa mitad; esto sumado a que el valor de “ayer” está ponderado por un 80% hace que si no hay variación día a día la volatilidad baje. Según las necesidades para las que se utilice esta ecuación se puede adaptar el factor de ponderación para que la variable sea más o menos sensible en el tiempo a variaciones.

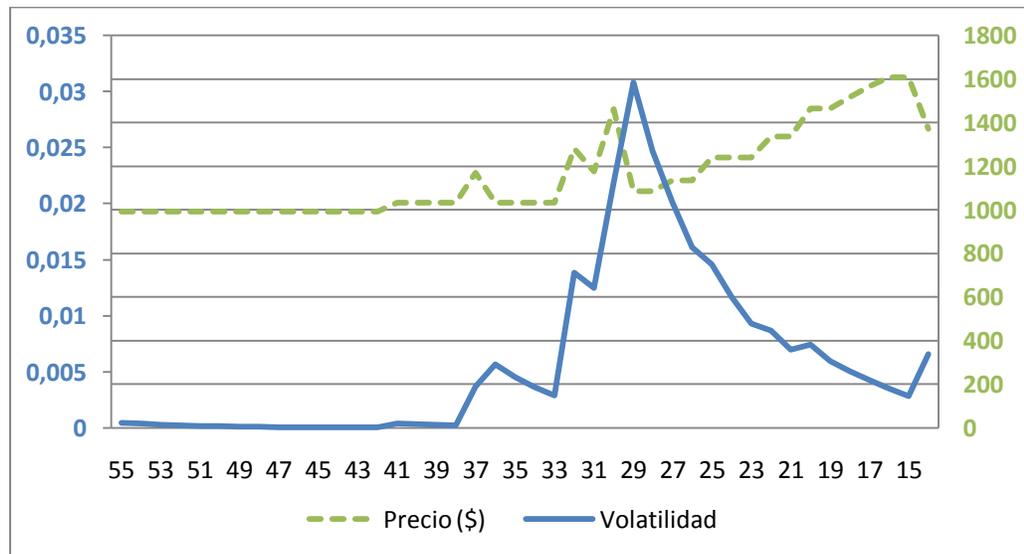


Gráfico 8 – Ejemplo de Volatilidad

En el Gráfico 8 se muestra un ejemplo de cómo se representó la volatilidad y cómo funciona. Es el gráfico de un vuelo al azar desde los 55 a los 14 días antes de despegar. Se puede ver que entre los días 55 y los 42 el precio no varía, con lo cual la volatilidad es igual a 0. Se observa un aumento mínimo en el precio en el día 41; si nos paramos en ese mismo día se puede apreciar que la volatilidad no varió mucho porque el valor de la volatilidad está afectado por la nula variación en el valor histórico. Es diferente para el día 37 donde el aumento porcentual es grande lo que hace subir la volatilidad; al día siguiente el precio baja, con lo cual

agudiza el crecimiento de la volatilidad aunque el precio cayó. Que el precio se mantenga los siguientes 5 días hace que la volatilidad caiga. Para el día 32 hay un aumento de los precios con una caída al día 31; el hecho que para los días 30 y 29 pase lo mismo, pero en un porcentaje mucho mayor, hace que la volatilidad se dispare mostrando que se vivió un momento de gran cambio en los precios comparado con lo histórico y que es importante para tenerlo en cuenta en el futuro.

Hay algo muy importante para tener en cuenta. La volatilidad es un muy buen indicador para ver la variación de los precios cuando estos se sostienen en el tiempo. Pero, como en este ejemplo desde el día 29 hasta el 14, las variaciones son en porcentaje menores a la máxima, en este caso en el día 30, la volatilidad no concuerda con el valor real del precio; el precio continuó aumentando hasta superar el del día 30 pero la volatilidad fue en descenso.

Por lo tanto, como indicador de momentos muy fluctuantes es bueno pero se necesita tener otro indicador que muestre los cambios reales de los precios en períodos cortos y de carácter inmediato.

#### 4.3.2. Clustering<sup>36</sup> y “Teoría del Agrupamiento”

En la búsqueda de un indicador que muestre el reflejo inmediato de la variación de los precios se encontró un modelo que se usa mucho en el mundo de las finanzas. Este modelo conocido como GARCH es una versión generalizada del modelo ARCH<sup>37</sup>. Es un modelo que suaviza la varianza asociada a los datos; la varianza del proceso depende de la volatilidad y los errores observados en el pasado. Para este caso se usará el modelo GARCH (1,1) por ser el más simple y robusto para este tipo de usos. En diversos estudios<sup>38</sup>, se demostró que el uso del logaritmo para simplificar el modelo es válido y no pierde robustez.

$$\text{GrupoDatos}_{i,t} = \log P_{i,t} - \log P_{i,t+1}$$

Ecuación 4 – Clustering o Grupo de Datos.

---

<sup>36</sup> Clustering: Palabra del idioma inglés. Refiere a asociación, grupo o cosas dentro de un grupo que son, se comportan o parecen similares.

<sup>37</sup> Para un mayor detalle de los modelos ver el ANEXO

<sup>38</sup> “Modelos de Medición de la Volatilidad en los Mercados de Valores”, Claudia Bahi - 2007

La ecuación de Clustering está formada por  $P_{i,t}$  y  $P_{i,t+1}$  que presentan el precio de la ruta “i” en el día “t” o “t+1”.

Este indicador permite ver:

- Agrupamiento de la variación de los precios en el tiempo.
- El comportamiento de la variación de los precios en el tiempo.
- La persistencia de la volatilidad a lo largo del tiempo.
- Discriminar diferentes períodos de variaciones según las rutas.

Se podría determinar si fuertes fluctuaciones inesperadas en los precios tienden a venir acompañadas por períodos de similar característica y períodos de estabilidad vienen acompañados por más estabilidad.

A continuación se presentará un gráfico con dicha fórmula en acción.



Gráfico 9 – Clustering y Precio de un vuelo al azar.

Se observa en el gráfico anterior que la fórmula “Grupo de Datos” o “Clustering” se mueve en función del precio, lo que era de esperar, pero además lo hace con el signo en que estas variaciones se dan. Se puede ver que en el día 41 antes de viajar hubo un aumento de precio y luego, como el precio no varió, denota que se mantuvo ese precio. En cambio, desde el día 32 al 24 se ve que por cada variación hubo otra de igual signo y contraria haciendo que el precio antes del día 34 sea igual al del día 22.

### ***Teoría del Agrupamiento***

Por medio del análisis para desarrollar la tesis, se notaron agrupamientos de las variaciones en la mayoría de los vuelos sostenidos en el tiempo. Se denominará *“Teoría del Agrupamiento”* y la misma expresa que *“Ante una variación en el precio del pasaje de avión, al día siguiente o a los dos días se ve otra variación casi similar en sentido contrario que intente compensar a la primera. Lo mismo sucederá si hay días consecutivos de variación con igual sentido; también la variación de un día puede ser compensada por dos días consecutivos de variación compensatoria. Esto se cumple entre los 90 y 15 días antes del despegue”*.

La segunda oración de la teoría explica que si hay, por ejemplo, dos días seguidos de aumento de precios luego serán seguidos por uno o más días de caída de precios. Está claro que si es un solo día el que compensa será mayor la variación que si hay varios días que hagan esto. No es frecuente ver más de dos días seguidos de aumento con sus respectivo(s) descuento(s). La regla se cumple cuanto más alejado estoy del día del despegue, como regla general se puede afirmar que se cumple entre los 90 y los 15 días antes de salir.

Lo que se puede hacer con esta regla es determinar por ruta cuantas veces antes de los 15 días se cumple la misma y así tener una estimación, a priori, de la probabilidad de suceso de una futura variación en los próximos días. Con esto, si hay una variación en el precio entonces puedo decir que hay una probabilidad “X” que el precio varíe en sentido contrario en el próximo día.

#### **4.3.3. Precio Promedio y “Precio Actual / Precio Promedio” (PA/PP)**

Se consideró como variable importante para pronosticar el precio promedio. Este precio es el precio promedio desde el día 90 antes que el vuelo salga hasta el día en que se hace la consulta de cuándo comprar. Por esta característica, el precio promedio si se hace la consulta el día 75 antes de salir sólo se tendrá 15 datos para obtener el precio promedio; en cambio, si estoy a 40 días del despegue se tendrá 50 días de datos. Se lo considera un indicador potente para comparaciones porque así se tiene una idea de un precio que tiene memoria de sus valores en vez de hacer la simple comparación con el precio más bajo que puede ser una comparación poco robusta.

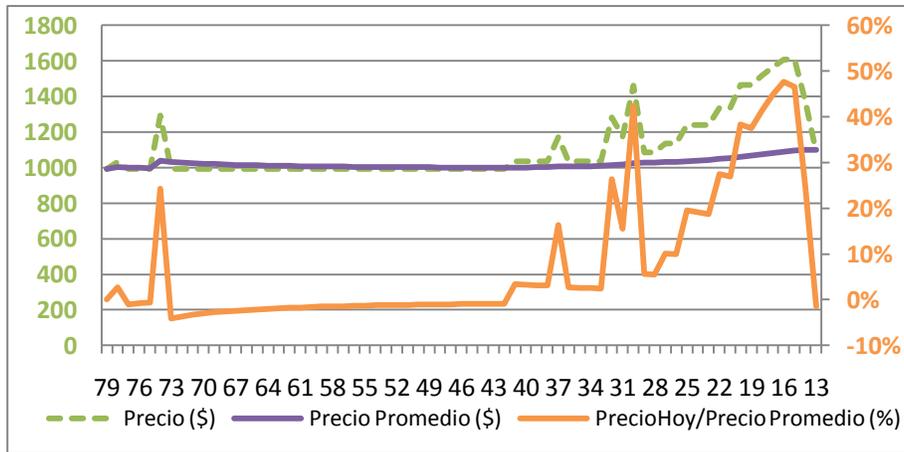


Gráfico 10 – Precio, Precio Promedio y “Precio Actual / Precio Promedio”

Si al precio actual se lo divide por el precio promedio termina quedando un indicador que a simple vista simula el comportamiento del precio. La misión de este indicador es mostrar el momento en el que el precio del vuelo está cerca del precio promedio, considerando a este último como un precio de compra óptimo.

Para el Gráfico 10 en particular, se puede observar que para los días 76 al 74 el indicador “Precio Actual/ Precio Promedio” (PA/PP) muestra que el precio actual está casi un 25% sobre el precio promedio. El Gráfico 11 muestra este ejemplo.

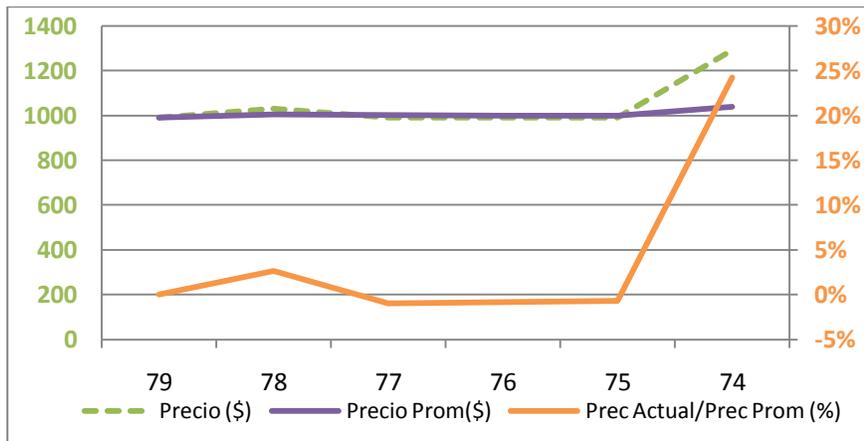


Gráfico 11 – Recorte del Gráfico 10

Supongamos que una persona entra a los 74 días antes de viajar y quiere comprar el pasaje. Usando el indicador PA/PP, que nos dice que el precio está 25% más alto que el promedio, y el hecho que faltan muchos días para el despegue, le podríamos recomendar al pasajero que la mejor opción es esperar por lo menos unos días para comprar el pasaje.

Siempre hay que tener en cuenta que cuando una persona entra a buscar precios de pasajes de avión, esta no suele tener la información del precio del pasaje en el pasado salvo que los haya estado registrando.

Es importante tener en cuenta que en este punto se están explicando los indicadores por separado, el verdadero poder de la herramienta está en combinar los explicados antes y los explicados en los siguientes puntos.

Continuando con el ejemplo, asumamos que una persona entra 29 días antes del despegue.

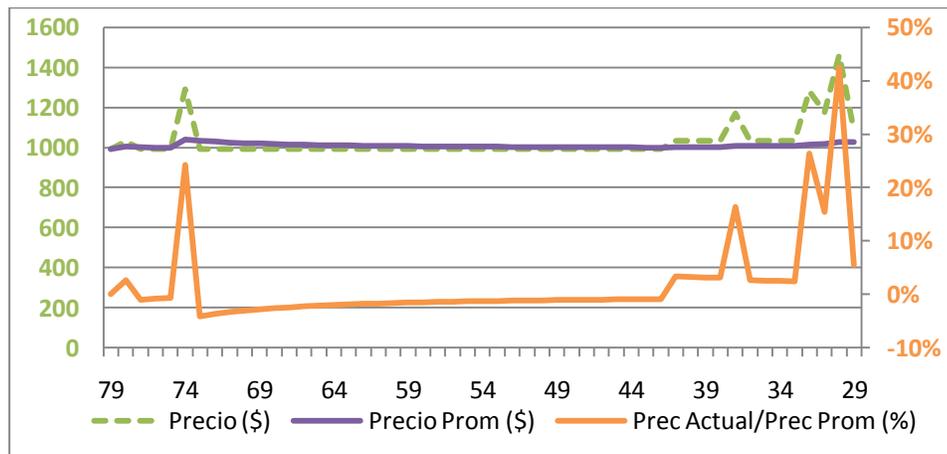


Gráfico 12 – Precio, Precio Promedio y PA/PP a 29 días del despegue.

Con este panorama<sup>39</sup>, se observa que el PA/PP muestra un precio sólo un 5% por arriba del promedio, se le puede recomendar a la persona que compre el pasaje.

#### 4.3.4. Precio Mínimo

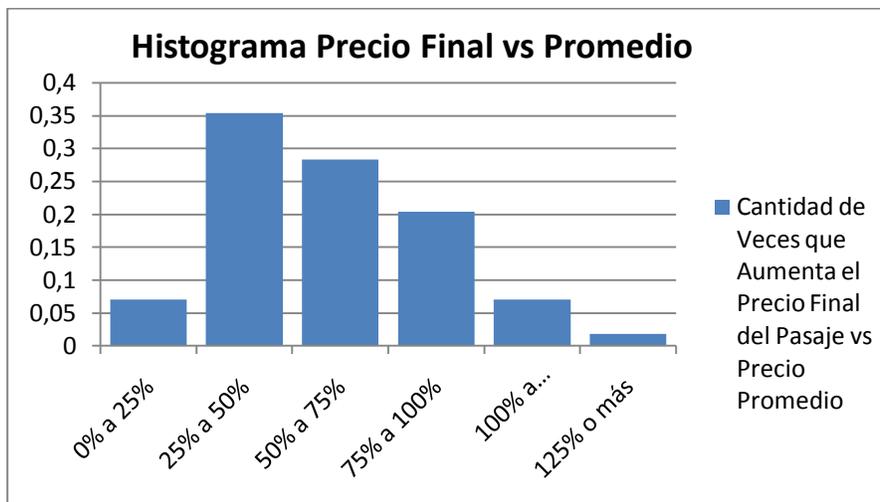
Se decidió por tener como indicador también al precio mínimo porque muchas veces las aerolíneas suelen tener un precio de referencia al cual modifican y de vez en cuando dan descuentos especiales. Es un buen indicador para mostrarle a la persona si el día actual es el día con el precio mínimo en toda la serie histórica de datos, lo cual sería una opción excelente de compra.

<sup>39</sup> Como se dijo antes, es a manera de ejemplo y sin tener en cuenta los otros indicadores. Es esencial el usar todos los indicadores propuestos para tener un panorama global de la situación.

### 4.3.5 Precio Final vs el Precio Promedio (PF/PP). Teoría de Precio Final o Teoría PF/PP.

Este indicador resulta muy importante para tenerlo en cuenta para sacar patrones en los precios de las rutas en el tiempo. Muestra cuán aumentado termina el precio el día del despegue en comparación al precio promedio. Se debe hacer un histograma para cada ruta para primero determinar si hay un patrón y luego si existe una distribución asociada (aunque no sea una conocida).

A continuación se presenta el histograma obtenido de la base de datos de vuelos de los Estados Unidos. Lo que se hizo fue obtener el resultado del porcentaje (porque cada vuelo tiene precios diferentes) de aumento del precio final en comparación al precio promedio de cada uno de los 113 vuelos y se contó la cantidad de veces que aparecían estos aumentos por rangos determinados. Los rangos seleccionados empezaron con el rango de “0 a 25%” de aumento, incrementando de a 25% hasta llegar a “125% o más”.

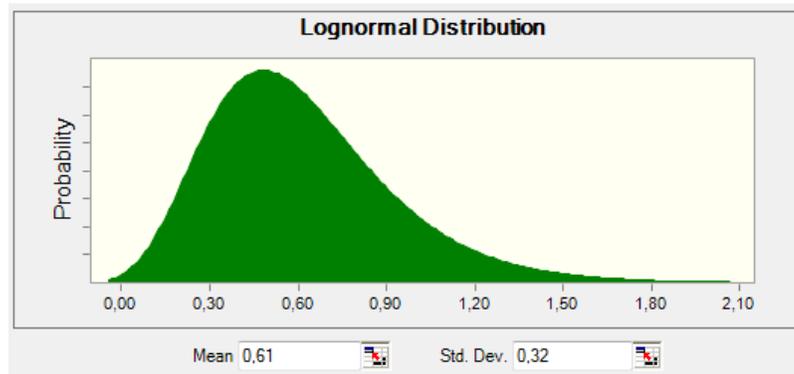


Histograma 1 – Precio Final vs Promedio. Cantidad de veces de aumento.

Con el histograma se puede realizar una distribución para estos aumentos. Con un error muestral del 5%, estos datos dan un nivel de confianza del 85%. No es la cantidad de valores óptima, pero es la cantidad de valores que se pudieron obtener de la muestra más grande encontrada y tiene un nivel de confianza aceptable.

No conforme con esto, para que el análisis sea más exacto se trató de encontrar la distribución a la que se ajustaran los 113 datos. Se encontró que,

entre 10 distribuciones, los datos se ajustan mejor a una distribución Log-Normal con media 0,6 (60%) y desvío de 0,32 (32%)



**Distribución 1 – Distribución Log-normal de los posibles aumentos de precio final comparado con el precio promedio.**

A continuación se segmentaron los aumentos y su probabilidad de ocurrencia para que sea más simple el uso en los análisis.

<b>Aumento</b>	<b>Probabilidad Ocurrencia</b>
1% a 25%	7%
25% a 50%	35%
50% a 75%	28%
75% a 100%	20%
100% a 125%	7%
125% o más	2%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Tabla 16 – Frecuencia y Probabilidad de Ocurrencia de aumentos de precios finales vs precios promedios.**

### **Teoría de Precio Final o Teoría PF/PP**

Debido al comportamiento entre los 15 días y el día del despegue, se formuló la siguiente teoría: “*El precio final del pasaje de avión aumentará en función del precio promedio entre 1% a 25% con un 7% de probabilidad, entre un 25% a 50% con un 36% de probabilidad, entre un 50% a 75% con un 32% de probabilidad, entre un 75% a 100% con un 16% de probabilidad, entre un 100% a 125% con un 6% de probabilidad y con un 125% o más con un 3%; todo esto después de los 15 días antes de despegar.*”

En la tesis se verá que la teoría no se cumple para el 100% de los vuelos porque algunos vuelos terminan con PA/PP o PF/PP negativo. Esto se puede deber a que los últimos días los aumentos fueron muy elevados, haciendo que el

precio promedio aumente mucho, y el último día baja un poco el precio haciendo que den negativo el PA/PP y el PF/PP. Lo que si hay que tener en cuenta es que si o si el precio final será más elevado que el de los 80 días o 90 días.

## 4.4. Pronosticador de Precios. Comportamiento de los Datos

### 4.4.1. Introducción al Pronosticador

En resumen, el pronosticador está compuesto por el precio del vuelo desde los 90 u 80 días antes de partir hasta la fecha que se solicita y los índices explicados anteriormente aplicados en el mismo rango que se tiene el precio. Los índices son: la volatilidad, el Clustering, la Teoría del Agrupamiento, el “Precio Actual / Precio Promedio” (PA/PP), el precio mínimo y el “Precio Final / Precio Promedio”.

Lo que se le mostrará al cliente como resultado del pronosticador será una o varias recomendaciones para optimizar el proceso de compra del pasaje. Esto se puede hacer día a día por separado y el horizonte de pronóstico puede ser de un par de días o hasta semanas dependiendo el lugar donde se esté en la línea de tiempo.

A continuación se mostrarán algunas posibles recomendaciones de manera cualitativa:

- ✓ “Esperar para comprar, el precio está alto”
- ✓ “Esperar para comprar, los precios caerán”
- ✓ “Es aconsejable comprar ahora, los precios aumentarán”
- ✓ “Esperar (Comprar), los precios se están estabilizando”

La última recomendación se puede dar en un escenario con precios que estén cayendo o subiendo. Todo depende de la estabilización esperada de los precios. Por lo tanto, se pueden definir, como ya se lo hizo, algunas recomendaciones básicas que se adapten a cualquier ruta pero para mostrar la herramienta se irán desarrollando específicamente para cada caso en particular.

En tanto al aspecto cuantitativo, por medio del “Histograma 1”, la “Distribución 1” y la “Teoría del Precio Final” se puede mostrar cuánto será la variación de los precios.

#### 4.4.2. Funcionamiento del Pronosticador

##### **Antes de los 15 días:**

Se usaron todos los índices y se corroboró cuantas veces se cumplió la “Teoría del Agrupamiento”. Se mostrará la efectividad de la teoría, en el uso real de la misma se puede hacer día a día, que será lo que se intentará mostrar en la ruta que sea explicada exhaustivamente; de otro modo, en la tabla de resultados generales se mostrará su efectividad por períodos.

##### **Después de los 15 días:**

Se usan todos los índices salvo que la “Teoría del Agrupamiento” deja de tener validez. A priori, se tiene un panorama que la última o dos últimas semanas el precio del pasaje crece, con lo cual se podría afirmar como regla general que “el precio del pasaje en el período de los 15 días antes de viajar hasta el despegue siempre aumentará” y se puede medir su eficacia. Por lo tanto, para poder medir cuánto variará en precio de manera cuantitativa entra en juego la “Teoría del Precio Final”.

##### **Recomendación General:**

La recomendación global está atada al PA/PP; esta recomienda que cuando el PA/PP tenga signo negativo siempre es conveniente comprar.

Para hacer esta regla más general se puede asociar al PA/PP con algún valor mínimo para asociarlo con una recomendación segura de compra, por ejemplo siempre que el valor PA/PP sea 10% o menos se recomendará comprar el pasaje; esto indica que el precio actual es solo un 10% mayor al promedio hasta el momento, lo cual es una situación de compra bastante favorable. Lo mismo pasa con el contrario, si el PA/PP es superior al 10% se podría recomendar esperar.

##### **Aclaración**

Hay que destacar que la para que el pronosticador funcione y tenga un ahorro “real” sobre el precio del pasaje, es recomendable que la persona que quiera tener un pronóstico del precio lo use varios días seguidos. Esto no es fundamental, pero es importante para que la persona pueda ver y verifique un ahorro real.

## RESULTADOS

### 5.1. Introducción

Como se creía por lo expuesto en el comportamiento de los clientes, lo visto en el estudio hecho en la tesis y por la experiencia de los estudios realizados antes de la misma, hay una clara agrupación de variaciones de precios desde los 15 días antes de partir.

Para mostrar los resultados de manera didáctica, se mostrará por región (Argentina Cabotaje, Argentina Internacional, Latinoamérica – Brasil Internacional y Latinoamérica – Brasil Cabotaje) sólo un vuelo como referencia para hacer un análisis exhaustivo y el resto se mostrará resumido en una tabla con todos los indicadores. Esto será así porque hay regiones donde los vuelos están dominados por pocas empresas y el comportamiento en general es parecido aunque los precios sean distintos.

Los indicadores fueron utilizados para todas las rutas tomadas en un principio (25 rutas) pero se mostrarán las siguientes (19 rutas):

- Las 4 rutas de cabotaje más importantes dentro de Argentina: “Ida y vuelta” desde Buenos Aires a Córdoba, Mendoza, Salta e Iguazú.
- 5 rutas internacionales “Ida y Vuelta” Argentina: Miami, Barcelona, Milán, Brasilia y Santiago de Chile.
- Desde Latinoamérica: 4 rutas desde Brasil al exterior: Miami, Barcelona, Milán y Santiago de Chile.
- Desde Latinoamérica: 4 rutas de cabotaje Brasil: Brasilia, San Pablo, Rio de Janeiro, y Salvador.

Los datos para realizar el estudio fueron obtenidos entre el 28/04/2012 y el 18/07/2012 sumando así 80 días de datos para cada vuelo expuesto.

Es importante aclarar que por temas relacionados con la naturaleza de la tesis no fue posible hacer un seguimiento de cada ruta a lo largo del tiempo para diferentes momentos.

A continuación se explicará en detalle un vuelo representativo de cada región a estudiar (Argentina Cabotaje, Argentina Internacional, Latinoamérica – Brasil Cabotaje y Latinoamérica Brasil Internacional). El resto de las rutas se

mostrará en una tabla al final del capítulo<sup>40</sup>. Los precios de los vuelos de Argentina Cabotaje serán tomados en pesos argentinos mientras que el resto, incluidos los de Brasil cabotaje, en dólares americanos.

## 5.2. Argentina Cabotaje

Para mostrar el funcionamiento del pronosticador a nivel cabotaje en Argentina se decidió mostrar detalladamente el vuelo Buenos Aires – Córdoba Córdoba – Buenos Aires por ser el más solicitado con una distancia entre ciudades de 650 km desde aeroparque<sup>41</sup>.

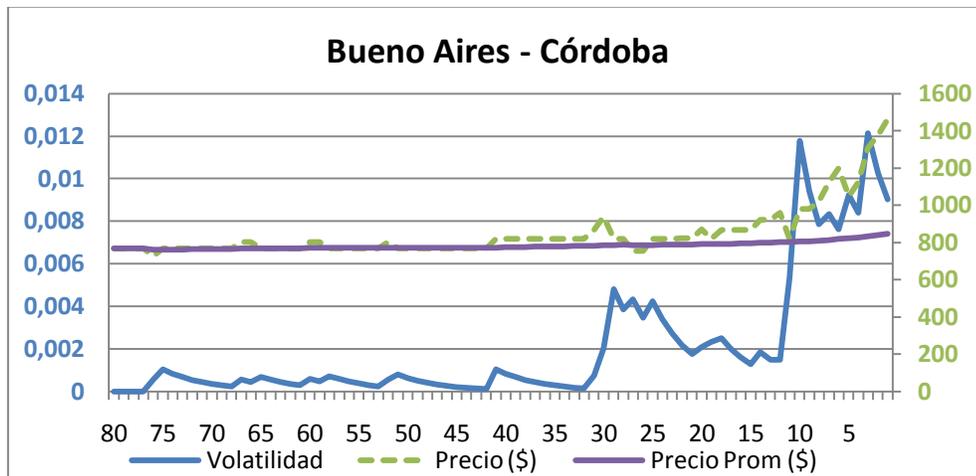


Gráfico 13 – Vuelo Buenos Aires-Córdoba. Volatilidad, Precio y Precio Promedio.

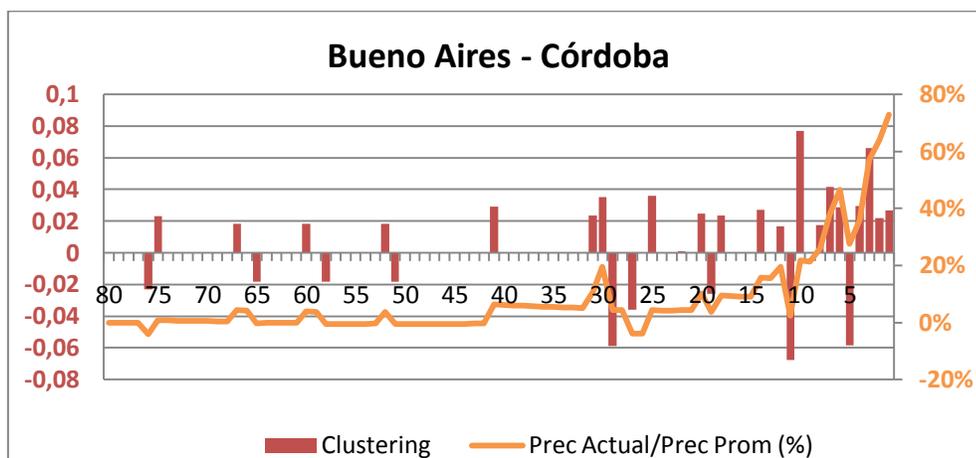


Gráfico 14 – Buenos Aires-Córdoba. Clustering y PA/PP.

<sup>40</sup> Ver sección “5.6. Tabla Resultados”

<sup>41</sup> Dato de [www.lan.com](http://www.lan.com)

La aerolínea que domina los menores precios para esta ruta es Aerolíneas Argentina.

En este caso, se observa una gran volatilidad cerca de los 12 días antes de partir. Esta alta volatilidad es acompañada por un incremento de precios muy considerable y con un incremento del PA/PP casi constante hasta el momento del despegue. El ritmo de variaciones es creciente y su acumulamiento también, hay que recordar que la “Teoría del Agrupamiento” no tiene efecto para 15 días o menos antes de partir.

En cuanto al Clustering, es notoria la manera en que antes de los 45 días a viajar los precios tienen una variación y a los pocos días vuelven a tener una variación en sentido contrario. Desde los 80 a los 15 días antes de viajar, se cumple la “Teoría del Agrupamiento<sup>42</sup>” en 15 de las 19 variaciones, casi en un 80%. Este valor es bueno saberlo para en un futuro con otros vuelos en la misma ruta ir analizando si el valor se mantiene, así se tiene una probabilidad de ocurrencia de la “Teoría del Agrupamiento”.

---

<sup>42</sup> Ver 4.3.2. Clustering y “Regla de Clustering”

A continuación se analizará el caso de los 30 días antes de viajar.

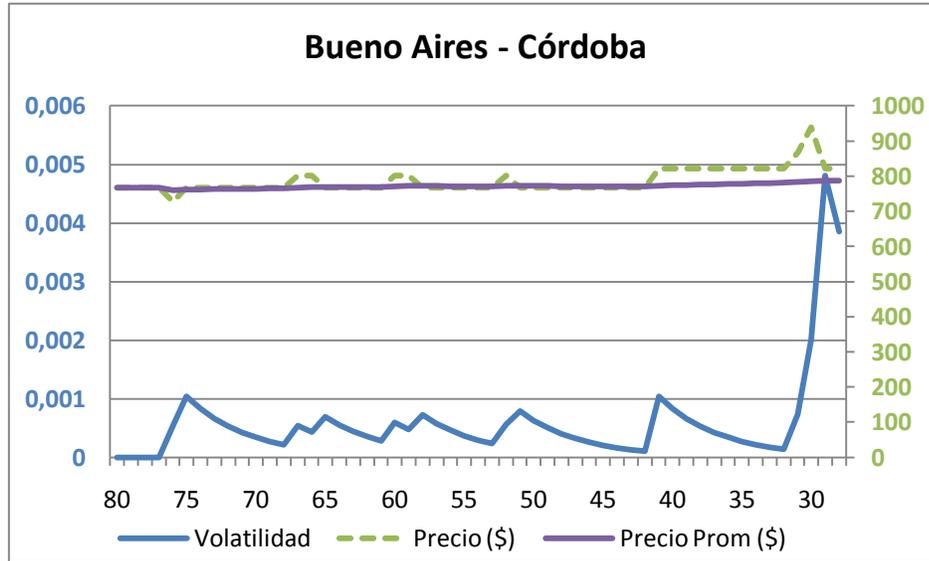


Gráfico 15 – Buenos Aires-Córdoba 28 días antes de Partir. Volatilidad, Precio y Precio Promedio

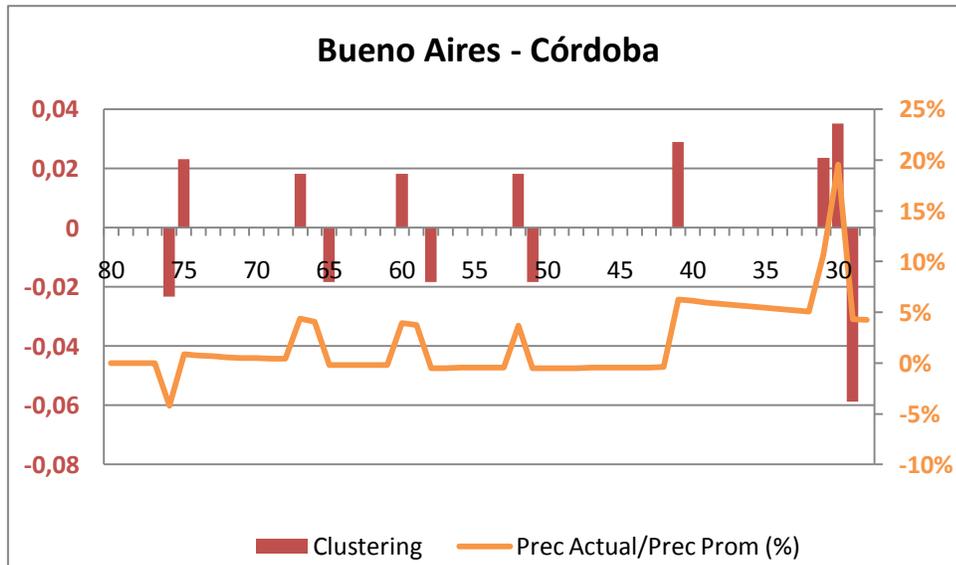


Gráfico 16 – Buenos Aires-Córdoba 28 días antes de Partir. Clustering y PA/PP.

Si la persona desea obtener el pasaje en el día 28 la recomendación con más probabilidad de ocurrencia es “comprar ya que se cree que los precios se mantengan” ya que la Teoría del Agrupamiento se cumplió (dos variaciones seguidas fueron compensadas por una en sentido contrario que compensó a las dos juntas). La otra posible recomendación mucho menos probable es “esperar ya que se cree que los precios bajen” y por último, la recomendación con menos probabilidad de ocurrencia por el contexto sería “comprar porque los precios

aumentarán”. Se recomienda comprar porque la volatilidad está cayendo (recordar que la volatilidad siempre es positiva independientemente si la variación de precios es positiva o negativa) lo que indica un presente-futuro en estabilidad porque las variaciones están teniendo menor peso; a su vez reforzado por un Clustering negativo del día anterior y en el día 28 en cero, lo que dice que la variación de los anteriores días se “compensa”, ya se cumplió la Teoría del Agrupamiento. También el PA/PP se encuentra en un valor muy aceptable del precio del pasaje aumentado un 5% del valor promedio hasta ese momento.

Distinto hubiera sido el panorama si la persona quería comprar el pasaje en el día 29, 30 o 31. En este caso la volatilidad estuvo creciente porque la variación de precios fue sostenida en esos 3 días, el clustering subió así como el PA/PP sobre todo para el día 31 días antes de partir hubiera sido claro el hecho de recomendar a la persona “esperar para comprar, el precio está alto” o “esperar para comprar, los precios caerán”. Si a esto último le sumamos el hecho que falta un mes entero para que llegue el día del vuelo y que generalmente los mayores aumentos se dan 15 días antes de partir, se le recomendaría a la persona esperar que seguramente los precios caerán por la Teoría del Agrupamiento. Si esto no es así y el precio se mantiene, por lo cual la volatilidad cae, se puede estar hablando de un nuevo precio base que la aerolínea pretende mantener con lo cual es una buena opción comprar el pasaje. Es muy poco probable que el precio del pasaje siga subiendo constantemente porque ya tuvo un aumento de PA/PP cercano al 20% en casi 2 días faltando 1 mes entero para viajar.

Está claro que la recomendación que siempre vale es la de comprar cuando el PA/PP sea de signo negativo o cuando cumpla que el PA/PP sea menor al 10%. En este caso se da para 63 de los 80 valores posibles, un 78% de los días.

Hay que destacar que el precio promedio final fue de \$847 y el precio final de \$1464 casi un 75% más elevado que el precio promedio, lo que indica una fuerte suba de precio en los últimos días.

A continuación se mostrarán los momentos clave para esta ruta, en este momento en particular<sup>43</sup>, donde podríamos haber ahorrado mucho dinero:

---

<sup>43</sup> Estos momentos claves son solo para esta ruta en este momento en particular y **NO** hay que tomarlos como reglas generales. Cada ruta es independiente mismo si las fechas cambian, por lo tanto los días clave cambiarán.

**26 y 27 días antes de viajar:** Es la continuación del caso anterior. Si la persona esperaba se hubiera encontrado con un panorama con volatilidad en descenso o manteniéndose con una caída del Clustering y un PA/PP negativo lo cual es más que favorable; se podría haber ahorrado un 56% en comparación con el precio final, un 4% en comparación al precio promedio de ese momento, un 12% en comparación con precios de la semana siguiente y 27% en comparación a dos semanas después.

**11 días antes de viajar:** Aunque el tiempo acotado hasta la partida genera el riesgo de quedarse sin pasaje y esto juega un rol importante en la decisión de comprar del pasaje, va a haber personas que compren el pasaje en estos momentos. La volatilidad se disparó por el descuento que hubo fue casi del un 20% sostenido en un par de días, era el momento perfecto para comprar el pasaje a un valor muy cercano al promedio. En este caso se recomendaría comprarlo porque los precios están aumentando, la Teoría del Precio Final entra en juego y el día de la partida está muy cerca. El descuento que se había producido desaparece a los pocos días. Si la persona entrara en los siguientes días, 10 y 9, la recomendación seguiría siendo que compre el pasaje aunque no ahorre tanto como a los 11 días. Esto se debe a que el PA/PP se encuentra cercano al 20% con un precio al día 10 de \$980.

Ruta	Días Antes de Viajar	Precio Actual	Precio Promedio	PA/PP Actual	Según Teoría Precio Final					
					PA/PP 1%	PA/PP 25%	PA/PP 50%	PA/PP 75%	PA/PP 100%	PA/PP 125%
BUE COR	10	\$ 980	\$ 805	20%	\$ 813	\$ 1.006	\$ 1.208	\$ 1.409	\$ 1.610	\$ 1.811

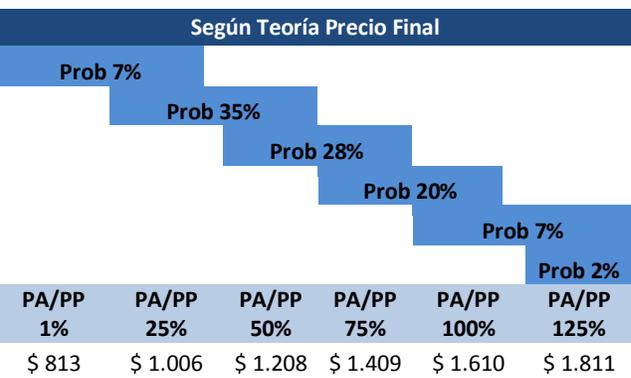


Tabla 17 - Precios según Teoría del Precio Final para ruta Buenos Aires-Córdoba 10 días antes de partir

El precio final para este vuelo fue de \$1464 con un PF/PP de 73% para ese momento (hay que recordar que el PA/PP y PF/PP varían en el tiempo porque se van actualizando según vaya habiendo más datos en la serie). Se puede ver que la tabla anterior, para los 10 días, pudo predecir el precio dentro de uno de los rangos más probable, esto indica que al PA/PP actual le faltaba crecer cerca de

30%<sup>44</sup> hasta 55% del valor con un 28% de probabilidad para llegar a ese rango o un 70% de probabilidad acumulada.

Por lo tanto, gracias a la tabla anterior se puede saber cuánto aumentará o disminuirá el precio y su probabilidad asociada. Estando en espere momento se podría recomendar comprar porque el precio aumentará entre \$100 y \$200 con una probabilidad de 25%, entre \$300 y \$500 con una probabilidad de 28%, entre \$500 y \$700 con una probabilidad de 20%, entre \$700 y \$900 con una probabilidad del 7%, más de \$900 con una probabilidad de 2%. Por lo tanto la probabilidad de aumento es del 82% entre \$100 y \$900. En tanto a mantenerse, el precio será el mismo o +/- \$50 con una probabilidad de 12%. Que el precio disminuya \$100 o más tiene una probabilidad del 6%.

**5 días antes de viajar:** Aunque un PA/PP de 30% es elevado, en comparación al pico de 45% se puede decir que estamos en una oferta y la recomendación sería “Comprar el pasaje porque los precios aumentarán” esto con una probabilidad cercana al 82,5% según la Teoría del Precio Final y su distribución. La probabilidad del 11,5% se debe a que el precio puede llegar a bajar ya que hoy en día ya estoy en 30% de PA/PP. A su vez, la volatilidad está en descenso porque las variaciones más importantes y continuas se dieron en los días anteriores, pero igualmente es un valor de volatilidad muy elevado. Esto nos indica que por más que la volatilidad esté descendiendo todavía las variaciones pueden ser elevadas. Días de estabilidad llevan a días de estabilidad y días de caos llevan a días de caos. El ahorro potencial teniendo en cuenta el valor final es de un 29% mientras que para los días siguientes del 20%.

Ruta	Días Antes de Viajar	Precio Actual	Precio Promedio	PA/PP Actual	Según Teoría Precio Final					
					PA/PP 1%	PA/PP 25%	PA/PP 50%	PA/PP 75%	PA/PP 100%	PA/PP 125%
BUE COR	5	\$ 1.049	\$ 82	28%	\$ 830	\$ 1.028	\$ 1.208	\$ 1.409	\$ 1.610	\$ 1.811

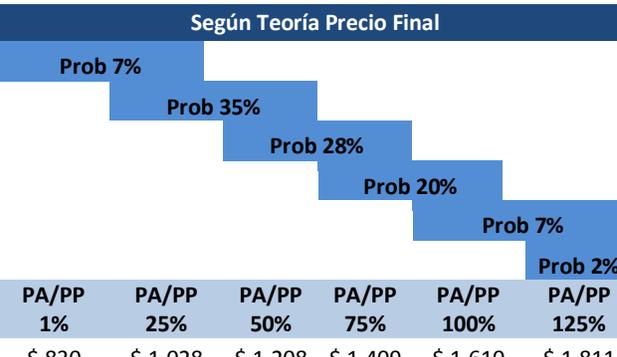


Tabla 18 – Precios según Teoría del Precio Final ruta Buenos Aires-Córdoba para 5 días antes de partir

<sup>44</sup> Este no es un valor porcentual en función del precio, no quiere decir que el precio debería aumentar un 30% sino que el valor de PA/PP debe pasar de 20% a 50% como mínimo

En la Tabla 18 podemos apreciar que hay una probabilidad del 13% que descienda como mucho \$200; otra pequeña probabilidad del 2% que se mantenga siendo el precio final de \$1049; y 85% de probabilidad que aumente en promedio \$500. Como se dijo antes el precio final fue de \$1464 con lo cual estuvo dentro de lo esperado con un acumulado de 70%. El precio mínimo se destacó por estar a los 76 días antes de partir y ser de \$728. El precio inicial, el precio a los 80 días antes de viajar, es de \$768 y el final fue de \$1464. El precio aumentó en 80 días un 90%.

A continuación se presentará una tabla resumida con recomendaciones para algunos días en esta ruta.

Días a Partir	Precio (USD)	Volatilidad	Clustering	Precio Promedio	PA/PP	Recomendación	Razón
74	768	0,0008	0,0000	762	1%	Comprar	R.G.
73	768	0,0007	0,0000	763	1%	Comprar	R.G.
60	801	0,0006	0,0183	771	4%	Comprar	R.G.
59	801	0,0005	0,0000	772	4%	Comprar	R.G.
58	768	0,0007	-0,0183	772	-1%	Comprar	R.G.
57	768	0,0006	0,0000	772	0%	Comprar	R.G.
34	821	0,0002	0,0000	780	5%	Comprar	R.G.
33	821	0,0002	0,0000	781	5%	Comprar	R.G.
32	821	0,0001	0,0000	781	5%	Comprar	R.G.
31	867	0,0007	0,0237	783	11%	Esperar	T. Agrup
30	940	0,0020	0,0351	786	20%	Esperar	T. Agrup
29	821	0,0048	-0,0588	787	4%	Comprar	T. Agrup
28	821	0,0039	0,0000	787	4%	Comprar	R.G.
27	756	0,0043	-0,0358	787	-4%	Comprar	T. Agrup
26	756	0,0035	0,0000	786	-4%	Comprar	T. Agrup
25	821	0,0043	0,0358	787	4%	Comprar	R.G.
15	867	0,0013	0,0000	796	9%	Comprar	R.G.
14	923	0,0019	0,0272	798	16%	Comprar	T.P.F.
13	923	0,0015	0,0000	799	15%	Comprar	T.P.F.
12	959	0,0015	0,0166	802	20%	Comprar	T.P.F.
11	821	0,0053	-0,0675	802	2%	Comprar	R.G.
10	980	0,0118	0,0769	805	22%	Comprar	T.P.F.
9	980	0,0094	0,0000	807	21%	Comprar	T.P.F.

Razón:	
<b>T. Agrup</b>	Teoría del Agrupamiento - ver 4.3.2. Teoría del Agrupamiento
<b>R.G.</b>	Recomendación General - ver 4.4.2. Funcionamiento Pronosticador
<b>T.P.F.</b>	Por la Teoría del Precio Final - ver sección 4.3.5. Teoría de Precio Final

Tabla Recomendaciones 1 – Recomendaciones para algunos días ruta Buenos Aires-Córdoba

En la tabla anterior se ven, resumidas, algunas recomendaciones con sus posibles razones. No se muestran todos los días sino solo algunos. Para destacar podemos mostrar que para los días 31 y 30 la recomendación es “Comprar” se debe a la Teoría del Agrupamiento. En principio era sólo para el día 31 ya que se debía compensar el aumento del PA/PP, pero como el día 30 también aumento y mucho, la recomendación fue esperar otra vez. De no haber caída en el precio la recomendación hubiera sido esperar/comprar ya que puede llegar a ser que esos aumentos sean el nuevo “valor piso” de la serie.

Desde los 15 días antes de viajar la recomendación suele ser comprar por la Teoría del Precio final.

### 5.3. Argentina Internacional

Todos los vuelos de Argentina Internacional poseen muchas variaciones distribuidas a lo largo de todo el tiempo del análisis. Es la región con las mayores volatilidades y comparte con Latinoamérica-Brasil Internacional la mayor cantidad de variaciones de precio, el promedio 70 o más de los 80 posibles.

Para mostrar en detalle un vuelo que represente a la región Argentina Internacional se decidió por la ruta Miami que dista 7117 km de Buenos Aires<sup>45</sup>. La empresa que domina en precios, en general, es TAM aunque LAN y American Airlines algunas veces también lo hacen. Los precios para este viaje son en dólares americanos, así como todos los viajes internacionales.

---

<sup>45</sup> Dato de [www.lan.com](http://www.lan.com)

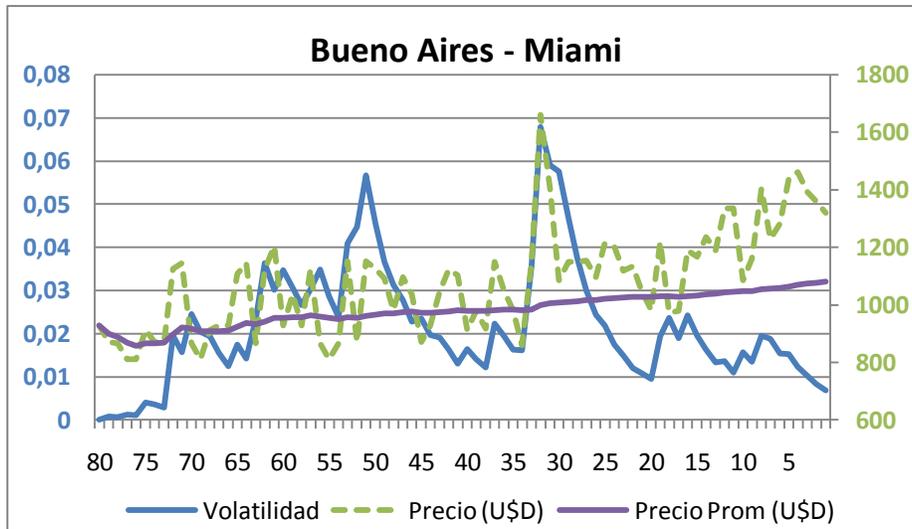


Gráfico 17 – Volatilidad, Precio y Precio Promedio ruta Buenos Aires-Miami

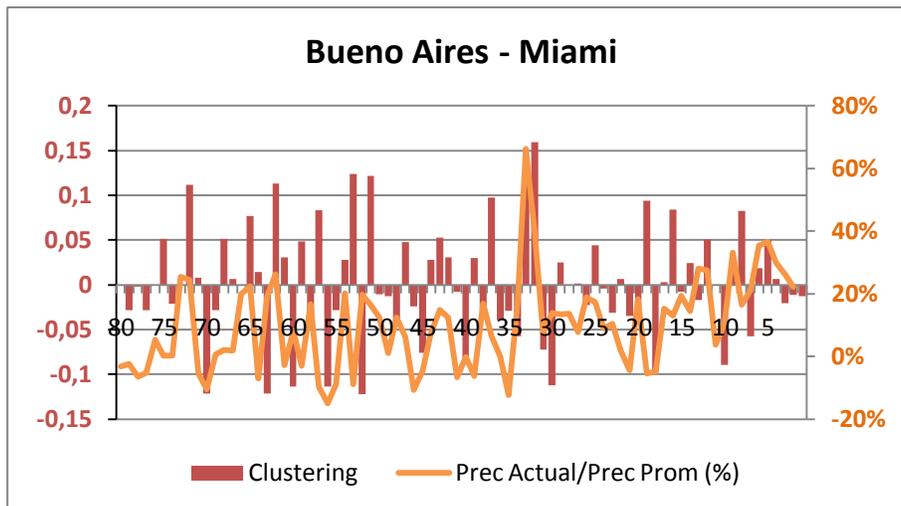


Gráfico 18 – Clustering y Precio Actual vs Precio Promedio ruta Buenos Aires-Miami

Hay varias diferencias en comparación a los vuelos de cabotaje. Una de ellas es la gran cantidad de variaciones que hay en cualquier momento antes de partir. Esto puede ser porque el precio de cabotaje puede llegar a estar controlado por la empresa que domina el precio para los vuelos de cabotaje. No hay a simple vista una discriminación entre zonas. Esto no solo sucede para este vuelo en particular sino para todos los internacionales salvo la ruta con Brasilia. Otra diferencia es el constante crecimiento del precio promedio a lo largo del tiempo.

La Volatilidad estuvo muy elevada en promedio todo el tiempo, esto se debe a la constante variación de los precios sin días de estabilidad. Los picos se dan por las variaciones más extremas en ese momento con variaciones de PA/PP de

un día para el otro de 20% a -9% (29% en total) y luego vuelve al 20% al día siguiente. Esto da como resultado que el precio actual vaya de U\$D 1152 a U\$D 870 para volver a los U\$D 1152. Para otro momento, el PA/PP pasa de -12% a 17% luego a 66% para bajar luego a 40% y terminar en 8%, esto da en 4 días una variación absoluta del valor de PA/PP en 136%; el precio que inició en U\$D 860 para el PA/PP de -12% llegó a un tope de U\$D 1660 a los dos días para en dos días más caer hasta los U\$D 1085. El precio máximo registrado se dio justamente en el día 32 antes de despegar, el PA/PP llegó a su pico de 66% dando así un Precio de \$1660 y un precio Promedio de \$998.

Por más que la Volatilidad y el Clustering fueron elevados para todo el período por la constante variación de precio, la Teoría del Agrupamiento se cumplió para 40 de 60 variaciones dando así una ocurrencia o eficacia de casi el 70% entre los días 80 y 15 antes de viajar.

**Recomendaciones:** Siempre que el PA/PP sea de signo negativo es una buena situación para comprar el pasaje, pero como se definió en la sección “4.4.2. Funcionamiento del Pronosticador” la regla general de las recomendaciones siempre es comprar cuando el PA/PP sea 10% o menos, lo que indica que el precio actual es como máximo un 10% superior al promedio hasta el momento. En este caso esto se da 39 veces de 80 posibles, casi un 50%.

Para dar un ejemplo al azar de un día antes de los 15 días antes de viajar tomaremos el día 65 antes de viajar.

**65 días antes de viajar:** Para esta altura, el Precio es de U\$D 1108 con un precio promedio de U\$D 923 lo que hace que el PA/PP se encuentre en 20%, un valor elevado si se tiene en cuenta el PA/PP del día anterior que era del 2%. Para ese momento la volatilidad no es la mayor que se haya registrado para ese vuelo y está descendiendo porque días atrás hubo variaciones muy grandes, lo que hace que la volatilidad esté afectada por esto y no sea tan sensible a las variaciones menores. La recomendación sería “Esperar para comprar, el precio está alto” o “Esperar para comprar, los precios caerán”; se recomienda esto porque por la Teoría del Agrupamiento al día siguiente o en los siguientes se debe compensar este aumento tan grande de un PA/PP del 20%. Al siguiente, el 64, el precio volvió a subir pero no lo suficiente como para hacer que la volatilidad aumente, con lo cual esta está bajando e indica que en los próximos días la Teoría del Agrupamiento se cumplirá o se establecerá un nuevo valor “base” por parte de la

aerolínea. La recomendación seguiría siendo “Esperar” ya que el PA/PP pasó de 20% a solo 22%. Siguiendo los índices se puede ver que al día 63 antes de viajar el precio pasa abruptamente de U\$D 1146 con PA/PP de 22% a U\$D 866 con PA/PP de -7%, un cambio neto del precio del 32%.

En tanto a la Teoría del Precio Final:

Ruta		Días Antes de Viajar	Precio Actual (U\$D)	Precio Promedio (U\$D)	PA/PP Actual	Según Teoría Precio Final					
						PA/PP 1%	PA/PP 25%	PA/PP 50%	PA/PP 75%	PA/PP 100%	PA/PP 125%
BUE MIA		15	\$ 1.168	\$ 1.033	13%	\$ 1.043	\$ 1.291	\$ 1.550	\$ 1.808	\$ 2.066	\$ 2.324

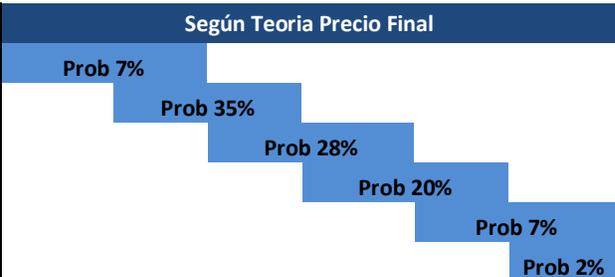


Tabla 19 – Precios según Teoría del Precio Final ruta Buenos Aires-Miami para 15 días antes de partir

Al no haber ningún punto destacado entre los 15 días y el despegue, se decidió hacer el análisis para los 15 días antes de partir. El valor de PA/PP para ese momento es de 13%. El valor final del precio fue de \$1320 con un precio promedio de \$1080. Por lo tanto el valor de \$1320 está, a los 15 días antes de partir, dentro del rango “valor de PF/PP entre 25% y 50%” el cual entre los rangos tiene la mayor probabilidad de ocurrencia con un 35% de probabilidad. Hay que destacar que el PA/PP no terminó en su valor máximo dentro de esos 15 días, sino que el día 4 tuvo un 37% de PA/PP.

El precio inicial, a los 80 días antes de viajar, es de U\$D 928 mientras que el precio final fue de U\$D 1320. Hubo un aumento del 42%.

Días a Partir	Precio (U\$D)	Volatilidad	Clustering	Precio Promedio	PA/PP	Recomendación	Razón
75	914	0,0040	0,0514	867	5%	Comprar	R.G.
74	870	0,0036	-0,0214	867	0%	Comprar	R.G.
73	870	0,0029	0,0000	868	0%	Comprar	R.G.
72	1125	0,0195	0,1116	896	26%	Esperar	T. Agrup
71	1146	0,0157	0,0080	921	24%	Esperar	T. Agrup
70	866	0,0245	-0,1217	916	-5%	Comprar	T. Agrup
69	812	0,0204	-0,0280	908	-11%	Comprar	T. Agrup
68	914	0,0194	0,0514	908	1%	Comprar	R.G.
67	928	0,0156	0,0066	910	2%	Comprar	R.G.
66	928	0,0125	0,0000	911	2%	Comprar	R.G.
52	870	0,0447	-0,1219	955	-9%	Comprar	R.G.
51	1152	0,0568	0,1219	962	20%	Esperar	T. Agrup
50	1125	0,0455	-0,0103	967	16%	Esperar	T. Agrup
49	1092	0,0366	-0,0129	971	12%	Comprar	T. Agrup
34	860	0,0161	-0,0572	981	-12%	Comprar	R.G.
33	1150	0,0356	0,1262	984	17%	Esperar	T. Agrup
32	1660	0,0678	0,1594	998	66%	Esperar	T. Agrup
31	1405	0,0590	-0,0724	1006	40%	Esperar/Comprar	T. Agrup
30	1085	0,0576	-0,1122	1008	8%	Comprar	T. Agrup
6	1283	0,0154	0,0183	1059	21%	Comprar	T.P.F.
5	1440	0,0153	0,0501	1064	35%	Comprar	T.P.F.
4	1461	0,0123	0,0063	1069	37%	Comprar	T.P.F.
3	1394	0,0102	-0,0204	1073	30%	Comprar	T.P.F.
2	1359	0,0083	-0,0110	1077	26%	Comprar	T.P.F.
1	1320	0,0068	-0,0126	1080	22%	Comprar	T.P.F.

Razón	
T. Agrup	Por la Teoría del Agrupamiento - ver sección 4.3.2. Teoría del Agrupamiento
R.G.	Recomendación General - ver sección 4.4.2. Funcionamiento Pronosticador
T.P.F.	Por la Teoría del Precio Final - ver sección 4.3.5. Teoría de Precio Final

Tabla Recomendaciones 2 – Algunas recomendaciones ruta Buenos Aires - Miami

Para la tabla de recomendaciones anterior, hay que destacar que la Teoría del Agrupamiento se cumplió para los días 72, 71, 70 y 69; se compensó todo lo que se había subido en un día.

Por otro lado, la teoría no se cumplió para los días 51, 50 y 49; en este caso los aumentos fueron constantes y el descenso del día 49 no llegó a compensar para llegar a un valor parecido al del día 52. Si se quiere estricto con la teoría, tampoco se cumplió para los días 34, 33, 32, 31 y 30 aunque si como precio base se usa el día 33 si se cumple. Para el día 31 se recomienda Esperar o Comprar, no es claro a simple vista porque hubo crecimientos grandes en el precio y

seguidos. De tener que recomendar por uno se puede decir que hay que esperar, ya que todavía queda un mes para viajar. De no bajar el precio en los próximos días y se mantiene, entonces se recomendaría comprar porque se estableció una nueva “base”.

### 5.4. Latinoamérica – Brasil internacional

Estos vuelos se caracterizan por ser más parecidos a los Argentina Internacional que los de cabotaje. La región presenta volatilidades superiores a las de Argentina Cabotaje pero menores a las de Argentina Internacional; se caracteriza por tener picos muy marcados en la volatilidad. Así como Argentina Internacional, en todos sus viajes posee una gran cantidad de variaciones distribuidas a lo largo de todo el tiempo. Los precios de los viajes fueron obtenidos en dólares americanos. Para mostrar esta región se decidió mostrar la ruta Brasilia-Milán, la distancia entre estas dos ciudades es de 8902 km y las aerolíneas que suelen dominar por precio son TAM, KLM e Iberia.

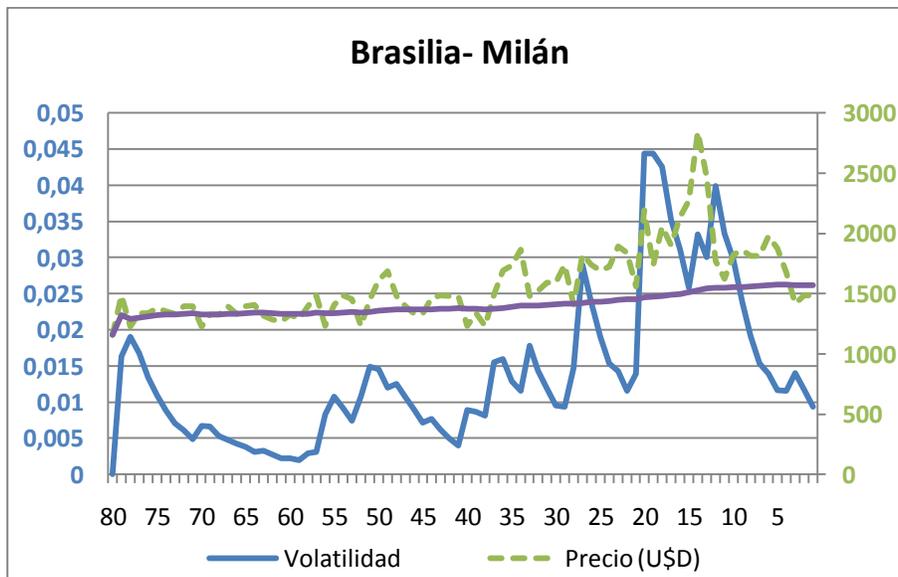


Gráfico 19 – Volatilidad, Precio y Precio Promedio ruta Brasilia Milán

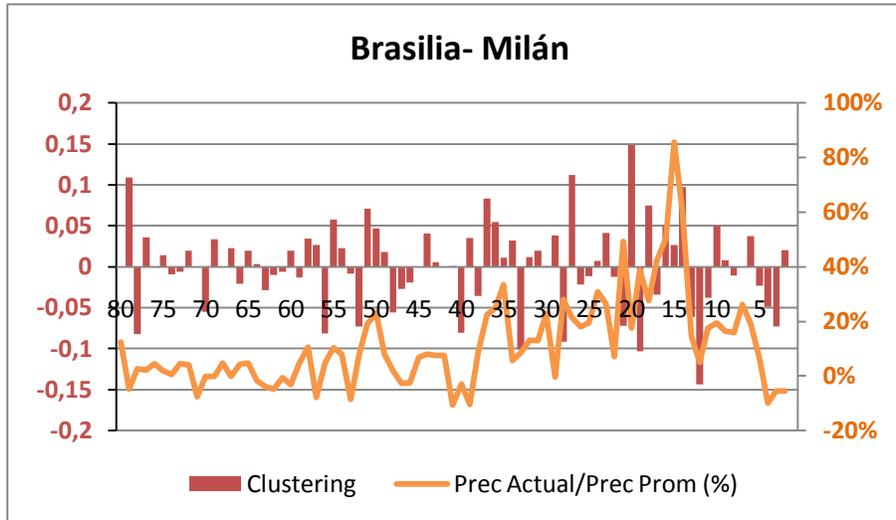


Gráfico 20 – Clustering, Precio Actual vs Precio Promedio ruta Brasilia Milán

En lo que respecta a este vuelo, tiene un crecimiento constante en el precio promedio desde un principio. Comienza con una volatilidad muy grande pero solo por el hecho que el precio entre el día 80 y 79 es muy grande, unos U\$D 300 de diferencia sobre todo sin antes tener una historia en los registros lo que hace que los indicadores se disparen, es por eso que el PA/PP pasa de 0% en el día 80 a casi 20% en un día. La Teoría del Agrupamiento se cumple, para esta ruta, en 42 de las 60 veces dando un 70%.

A continuación analizará la Teoría del Precio Final porque en este vuelo en particular se da algo interesante:

Días a Partir	Precio (U\$D)	Volatilidad	Agrupamiento	Precio Promedio (U\$D)	PA/PP
15	2271	0,026	0,03	1510	50%
14	2841	0,033	0,10	1530	86%
13	2469	0,030	-0,06	1543	60%
12	1773	0,040	-0,14	1547	15%
11	1625	0,033	-0,04	1548	5%
10	1824	0,030	0,05	1552	18%
9	1859	0,024	0,01	1556	19%
8	1815	0,019	-0,01	1560	16%
7	1813	0,015	0,00	1563	16%
6	1978	0,014	0,04	1569	26%
5	1875	0,012	-0,02	1573	19%
4	1676	0,012	-0,05	1574	6%
3	1417	0,014	-0,07	1572	-10%
2	1485	0,012	0,02	1571	-5%
1	1485	0,009	0,00	1570	-5%

Tabla 20 - Detalle de Precio, Volatilidad, Agrupamiento, Precio Promedio y PA/PP ruta Brasilia-Milán 15 días antes hasta el día de partida

Ruta	Días Antes de Viajar	Precio Actual (U\$D)	Precio Promedio (U\$D)	PA/PP Actual	Según Teoría Precio Final							
					Prob 7%		Prob 35%		Prob 28%		Prob 20%	
					Prob 7%		Prob 2%		Prob 7%		Prob 2%	
					PA/PP 1%	PA/PP 25%	PA/PP 50%	PA/PP 75%	PA/PP 100%	PA/PP 125%		
BSB MIL	15	\$ 2.271	\$ 1.510	50%	\$ 1.525	\$ 1.888	\$ 2.265	\$ 2.643	\$ 3.020	\$ 3.398		
BSB MIL	10	\$ 1.824	\$ 1.552	18%	\$ 1.568	\$ 1.940	\$ 2.328	\$ 2.716	\$ 3.104	\$ 3.492		
BSB MIL	5	\$ 1.875	\$ 1.573	19%	\$ 1.589	\$ 1.966	\$ 2.360	\$ 2.753	\$ 3.146	\$ 3.539		

Tabla 21 – Precios en función de Teoría Precio Final para 15, 10 y 5 días antes de viajar.

Lo particular de este vuelo es que el PF/PP (precio final vs precio promedio) terminó en un -5%, por lo tanto el precio final fue un 5% menor al precio promedio acumulado de los 80 días. La “Teoría del Precio Final” no muestra que los precios finales pueden ser menores que el promedio, pero al tratar de aproximar los datos a una distribución, que resultó la “Distribución 1” una log-normal, la distribución muestra un 0,2% de probabilidad de tener un resultado negativo.

Entonces, ¿Por qué en este caso dio negativo? Como se ve en la Tabla 20, los precios de los días del 15 al 13 eran muy elevados, se ve en el valor PA/PP de 50%, 80% y 60%. Esto trae aparejado un aumento, aunque no muy significativo, en el precio promedio por lo tanto un PA/PP menor. Para poder solucionar o analizar el por qué de la diferencia con la teoría se tendrían que tener los datos de la cantidad de asientos disponibles, los cuales para este vuelo no se tienen, para ver si esto afectó al precio y ver si en futuros vuelos de la misma ruta lo que sucede con el precio pasa repetidamente. Puede llegar a ser que haya vuelos que sean la excepción de la regla y/o sea una estrategia propia de la compañía, por ejemplo porque el vuelo está por salir con menos de la ocupación mínima requerida porque hubo cancelaciones o no se llenó el vuelo porque los precios fueron excesivamente altos de los días 15 al 13 antes de viajar.

Esto demuestra que es sumamente difícil predecir los precios los últimos 15 días antes de partir, las variaciones pueden ser excesivamente altas tanto en aumento de precios como en rebajas. Aunque sean rebajas no quieren decir que la empresa pierda dinero.

Días a Partir	Precio (U\$D)	Volatilidad	Clustering	Precio Promedio	PA/PP	Recomendación	Razón
79	1486	0,0163	0,1091	1321	12%	Esperar	T. Agrup
78	1229	0,0190	-0,0825	1290	-5%	Comprar	T. Agrup
77	1336	0,0167	0,0363	1302	3%	Comprar	T. Agrup
76	1336	0,0134	0,0000	1309	2%	Comprar	R.G.
75	1380	0,0109	0,0141	1321	5%		
61	1269	0,0022	-0,0058	1334	-5%	Comprar	R.G.
60	1327	0,0022	0,0194	1334	0%	Comprar	R.G.
59	1288	0,0019	-0,0130	1332	-3%	Comprar	R.G.
58	1394	0,0029	0,0343	1334	4%	Comprar	R.G.
57	1483	0,0031	0,0269	1341	11%	Esperar	T. Agrup
56	1230	0,0083	-0,0812	1336	-8%	Comprar	T. Agrup
55	1406	0,0108	0,0581	1339	5%	Comprar	R.G.
37	1491	0,0155	0,0836	1374	9%	Comprar	R.G.
36	1690	0,0160	0,0544	1381	22%	Esperar	T. Agrup
35	1734	0,0129	0,0112	1389	25%	Esperar	T. Agrup
34	1868	0,0115	0,0323	1399	34%	Esperar	T. Agrup
33	1481	0,0178	-0,1008	1401	6%	Comprar	T. Agrup
32	1521	0,0144	0,0116	1403	8%	Comprar	R.G.
24	1721	0,0153	0,0074	1440	20%	Esperar	R.G.
23	1894	0,0143	0,0416	1448	31%	Esperar	T. Agrup
22	1840	0,0116	-0,0126	1454	27%	Compra / Esperar	T. Agrup
21	1558	0,0140	-0,0723	1456	7%	Comprar	R.G.
20	2193	0,0444	0,1485	1468	49%	Esperar	T. Agrup
19	1731	0,0444	-0,1027	1472	18%	Comprar	T. Agrup
18	2056	0,0426	0,0747	1482	39%		

Razón:	
T. Agrup	Por la Teoría del Agrupamiento - ver sección 4.3.2. Teoría del Agrupamiento
R.G.	Recomendación General - ver sección 4.4.2. Funcionamiento Pronosticador

Tabla Recomendaciones 3 – Algunas recomendaciones ruta Brasilia-Milán

En tanto las recomendaciones mostradas en la tabla anterior, se ve que la Recomendación General se cumple para varios días así como la Teoría del Agrupamiento. No es así para el día 22, hubo 2 días seguidos de aumentos grandes y luego un descenso que no llegó a compensar, por lo tanto aparece la recomendación compartida. La situación es complicada para decidir una porque se está a 22 días del vuelo casi llegando al límite de la Teoría del Agrupamiento con lo cual los precios pueden llegar a aumentar más.

## 5.5. Latinoamérica- Brasil Cabotaje

### 5.5.1. Brasilia-San Pablo

Brasil Cabotaje es la región que más se parece a la región Argentina Cabotaje, pero así y todo se ve que esta última región está más regulada que la que se analizará a continuación. Específicamente para esta región se decidió mostrar la ruta Brasilia-San Pablo por ser dos destinos muy importantes dentro de Brasil. La distancia entre estos destinos es cercana a los 1000 km y la aerolínea que generalmente domina los precios es TAM.

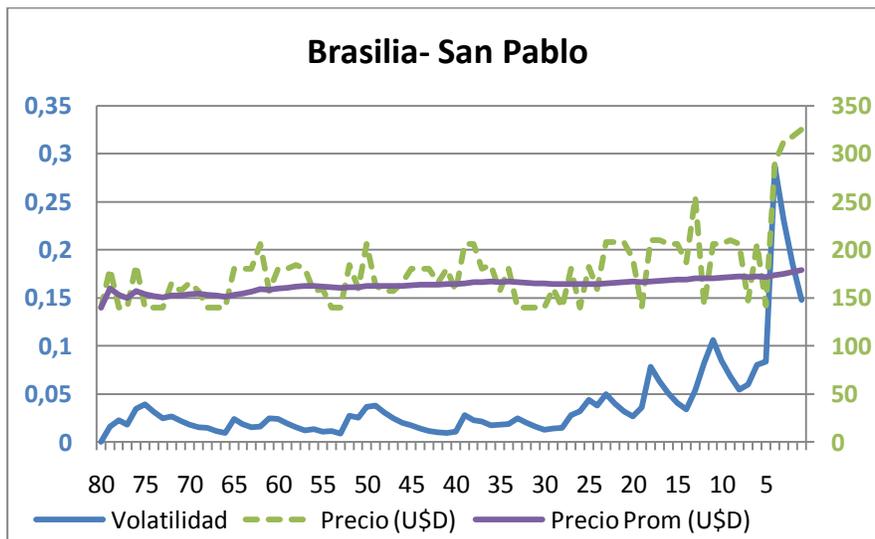


Gráfico 21 – Volatilidad, Precio y Precio Promedio ruta Brasilia-San Pablo

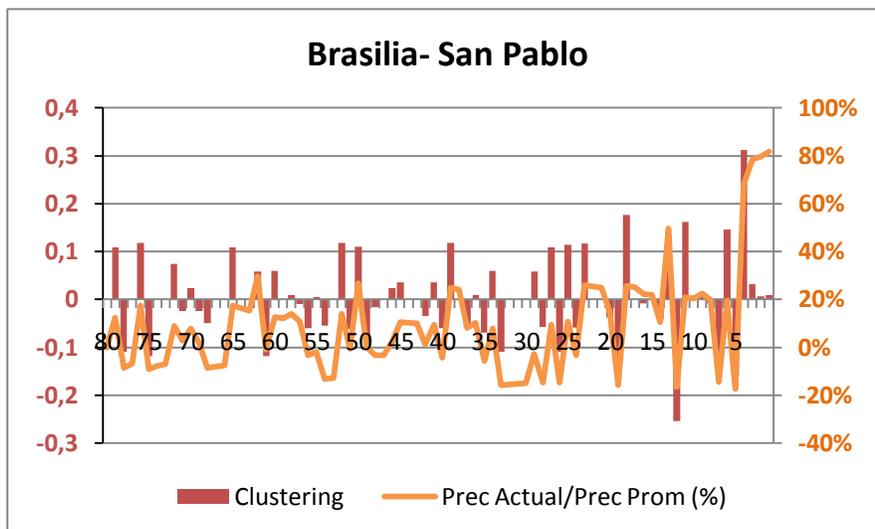


Gráfico 22 – Clustering y Precio Actual vs Precio Promedio ruta Brasilia-San Pablo

Para este vuelo en particular, se observa que el precio promedio se mantiene casi constante en los U\$D 160 algo parecido a lo que se mostró para Buenos Aires-Córdoba. La diferencia fundamental es que para este último el precio promedio se mantiene constante porque el precio no varía, hay 19 variaciones antes de los 15 días del despegue mientras que para Brasilia-San Pablo hay 45 variaciones para el mismo tiempo. Esto indica que por más que hubo tantas variaciones tuvieron un efecto compensatorio con lo que se espera que la Teoría del Agrupamiento se cumpla en gran cantidad. De las 45 variaciones se comprobó que en 31 se cumple la teoría, dando una ocurrencia del 69%.

Se ven una gran cantidad de valores de PA/PP con signo negativo y esto se debe a que cuando hay incrementos de precio estos son muy elevados en función del promedio y se mantienen algunos días. Esto hace que el precio promedio crezca un poco, luego sigue una caída de precio muy pronunciada y a los pocos días o al día siguiente el precio vuelve a subir mucho.

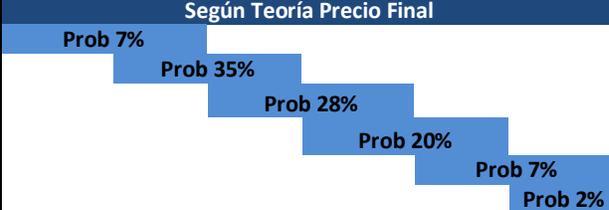
Ruta	Días Antes de Viajar	Precio Actual (U\$D)	Precio Promedio (U\$D)	PA/PP Actual	Según Teoría Precio Final					
										
					PA/PP 1%	PA/PP 25%	PA/PP 50%	PA/PP 75%	PA/PP 100%	PA/PP 125%
BSB SAO	15	\$206	\$ 169	21%	\$ 171	\$211	\$254	\$ 296	\$ 338	\$ 380
BSB SAO	10	\$ 206	\$ 171	20%	\$ 173	\$214	\$257	\$ 299	\$ 342	\$ 385
BSB SAO	5	\$ 142	\$ 171	-17%	\$ 173	\$214	\$257	\$ 299	\$ 342	\$ 385

Tabla 22 – Precios según Teoría Precio Final

Es interesante destacar que para los 5 días antes de partir el PA/PP tiene signo negativo y muy marcado, un -17% lo cual es más que interesante para comprar. El precio final del vuelo fue de U\$D 325 con un precio promedio de U\$D 178 lo que da un PA/PP de 82%, este PA/PP representa una probabilidad de ocurrencia del 20% si tomamos el rango de 75% a 100%.

Situado a los 15 días de viajar con un precio de U\$D 206 podemos ver que el precio aumentará entre U\$D 25 y U\$D 50 con una probabilidad de 25%, entre U\$D 50 y U\$D 100 con una probabilidad de 28%, entre U\$D 100 y U\$D 140 con 20%, entre U\$D 140 y U\$D 180 con 7% y más de U\$D 180 con un 2%. En tanto a mantenerse el precio podemos decir que hay una probabilidad cercana al 12%. El descenso del precio en U\$D 30 o más es de 6% de probabilidad.

## 5.6. Tabla Resultados

A continuación se presenta un resumen con los resultados obtenidos de los vuelos expuestos al principio del capítulo.

Región	Ruta	Precio Inicial (\$)	Precio Final (\$)	PF/PP	Precio (\$)		Cumplimiento Teoría Agrupamiento	Veces PA/PP <10% (máx. 80)	PA/PP		Empresa dominante
					Min.	Máx.			Min.	Máx.	
Arg Cabotaje	BUE COR	768	1464	73%	728	1464	79%	63	-4%	73%	Aero. Arg.
	BUE MDZ	991	2162	85%	991	2162	50%	50	-4%	85%	Aero. Arg.
	BUE IGR	999	2563	117%	889	2969	76%	50	-12%	155%	Aero. Arg.
	BUE SLA	1353	2397	71%	1036	2671	67%	39	-18%	97%	Aero. Arg.
Región	Ruta	Precio Inicial (U\$D)	Precio Final (U\$D)	PF/PP	Precio (U\$D)		Cumplimiento de Teoría Agrupamiento	Veces PA/PP <10% (máx. 80)	PA/PP		Empresa dominante
Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.						
Arg Internac.	BUE MIA	928	1320	22%	812	1660	67%	39	-15%	66%	TAM*
	BUE MIL	1380	2562	51%	1208	2562	75%	37	-18%	51%	TAM*
	BUE BCN	1203	1850	12%	1117	2397	61%	41	-33%	46%	LAN*
	BUE BSB	490	733	42%	490	780	100%	66	-1%	55%	Aero. Arg.*
	BUE SCL	205	298	22%	205	315	85%	57	-5%	31%	LAN*
Brasil Internac.	BSB MIA	1016	1362	18%	899	1374	58%	65	-17%	21%	TAM*
	BSB MIL	1260	1485	-5%	1156	2841	70%	47	-11%	86%	TAM*
	BSB BCN	1156	1707	11%	1201	2677	72%	51	-6%	81%	Tap*
	BSB SCL	413	1022	89%	413	1162	80%	53	-15%	117%	TAM*
Brasil Cabotaje	BSB SAO	140	325	77%	140	325	69%	41	-20%	77%	TAM
	BSB RIO	147	275	24%	147	327	70%	17	-17%	62%	TAM
	SAO RIO	348	641	113%	141	348	84%	61	-60%	113%	TAM
	SAO SSA	190	460	80%	190	460	56%	50	1%	80%	TAM

Tabla 23- Tabla con resultados de las rutas región por región.

*\*Hay que aclarar algo muy importante sobre las empresas de las regiones internacionales, en el cuadro se presenta sólo una por una búsqueda de simplicidad en la explicación, pero para todos los vuelos internacionales no hay una empresa que domine todo el tiempo o por mucho tiempo el menor precio. Esto solo sucede en los de cabotaje.*

En cuanto a la Teoría del Agrupamiento para estos 21 vuelos, de las 755 variaciones de precios registradas entre los 80 y los 15 días antes de partir en 529 se cumplió. Esto le da a la teoría una eficacia del 70%.

Si hacemos lo mismo pero por regiones nos queda que:

Región	Se cumple T. Agrupamiento	Variaciones Totales	Ocurrencia
<b>Argentina Cabotaje</b>	79	115	69%
<b>Argentina Internacional</b>	198	275	72%
<b>Brasil Cabotaje</b>	151	217	70%
<b>Brasil Internacional</b>	116	167	69%

Tabla 24 – Teoría del Agrupamiento por regiones

Región	Ruta		Precio Inicial (\$)	Precio Final (\$)	Variación del Precio Inicial al Precio Final
<b>Arg Cabotaje</b>	BUE	COR	768	1464	191%
	BUE	MDZ	991	2162	218%
	BUE	IGR	999	2563	257%
	BUE	SLA	1353	2397	177%
Región	Ruta		Precio Inicial (U\$D)	Precio Final (U\$D)	Variación del Precio Inicial al Precio Final
<b>Arg Internac.</b>	BUE	MIA	928	1320	142%
	BUE	MIL	1380	2562	186%
	BUE	BCN	1203	1850	154%
	BUE	BSB	490	733	150%
	BUE	SCL	205	298	145%
<b>Brasil Internac.</b>	BSB	MIA	1016	1362	134%
	BSB	MIL	1260	1485	118%
	BSB	BCN	1156	1707	148%
	BSB	SCL	413	1022	247%
<b>Brasil Cabotaje</b>	BSB	SAO	140	325	232%
	BSB	RIO	147	275	187%
	SAO	RIO	348	641	184%
	SAO	SSA	190	460	242%

Tabla 25 – Comparación Precio Inicial con Precio Final para todos los vuelos

Para el 100% de los vuelos el precio final es mayor al inicial a los 80 días. Específicamente para estos datos, como mínimo el valor final es un 118% mayor al inicial y como máximo un 257%. Vale aclarar que este precio inicial nunca se tomó en los análisis porque el hecho que sea el primero es cosa del azar, no brinda aporte significativo tomarlo como parámetro de comparación en vez del precio promedio porque este precio inicial puede justo darse la casualidad que sea un precio de oferta o de sobre precio, en cambio el precio promedio da una idea de continuidad.

## CONCLUSIONES

De la tesis se puede concluir que entre los 80 y los 15 días antes de despegar se puede predecir la variación de los precios con un 70% de eficacia y que el valor de la variación del precio será tal que compense la variación actual o anterior. Por lo tanto, con esto se puede llegar a desmentir el hecho que existe una aleatoriedad en los precios de los vuelos.

También se pudo concluir que la Recomendación General es comprar siempre que el precio actual sea hasta un 10% superior al precio promedio, esto lleva a decir que antes de los 15 días la recomendación es comprar a menos que se esté justo en un aumento de precios. En este último caso la recomendación sería esperar ya que por la Teoría del Agrupamiento el precio debería volver a su estado anterior. Siempre hay que tener en cuenta que el pasajero no posee la información de los precios históricos a la hora de comprar, esto es una ventaja para esta tesis y la aplicación de la misma.

En cuanto a los últimos 15 días hasta el mismo día del despegue, la Teoría del Precio Final describe una distribución log-normal de media 61% y desvío 32% para los aumentos en los precios en función del precio promedio y esta pudo predecir los precios finales.

Se pudo concluir que para el 100% de los vuelos el precio final es mayor al inicial a los 80 días. Específicamente para estos datos, como mínimo el valor final es un 118% mayor al inicial y como máximo un 257%.

Se puede concluir, por medio de la volatilidad que los mercados de cabotaje, sobre todo el de Argentina, presentan valores muy bajos de volatilidad en comparación con los internacionales. Esto no sólo sucede con la volatilidad sino que también con el precio; por varios días el precio permanece estancado sin moverse, algo que nunca ocurre para los vuelos internacionales. Esta situación se da debido a una mayor regulación de los mercados internos y por el dominio de ciertas aerolíneas en los vuelos de cabotaje. Se demostró que para los vuelos de cabotaje solo hay una aerolínea que domina el precio más bajo, esto no es lo mismo para los internacionales donde dependiendo del día va cambiando la aerolínea dominante.

El uso conjunto de los índices mostró que en la mayoría de los vuelos se cumple que los días de estabilidad traen más días de estabilidad y los días de

variaciones, o caos, traen más días de variaciones. Este tipo de comportamiento se ve en tipo de mercados como el financiero.

El pronosticador se podría mejorar con la información de la cantidad de asientos disponibles por cada ruta en cada momento; en su defecto con la cantidad de asientos si es menor a cierta cantidad, por ejemplo los últimos asientos.

## FUTURAS LINEAS

Como posibles futuras líneas de investigación se recomiendan las siguientes:

- ✓ Cómo hacer la comercialización de la herramienta:

En esta tesis se explicó el funcionamiento de un pronosticador que se adapta al mercado argentino y a parte del latinoamericano, sería ideal complementarlo con la realización de un modelo de negocio acorde con la situación actual; determinar los potenciales clientes y de qué manera se conseguirían los ingresos del negocio.

- ✓ Cómo mejorar la herramienta agregando nuevos algoritmos o mejorando los actuales:

Para mejorar la herramienta desarrollada sería ideal seguir haciendo uso de la misma y considerar la posibilidad de agregar nuevos algoritmos o índices que aporten mayor valor al análisis. Otro punto a mejorar es hacer los análisis de una misma ruta que tenga diferentes días de despegue para analizar en detalle el comportamiento de la aerolínea que lo controla.

- ✓ Expandir los conceptos a nuevos mercados.

Los conceptos explicados en la tesis son con seguridad aplicables en cualquier mercado pero esto hay que confirmarlo con estudios que lo respalden. De ser necesario, la futura línea podría añadir cambios según la región o mercado estudiado.

- ✓ Hacer un análisis profundo sobre cómo afectan los días de la semana al precio del pasaje de avión.

Se tiene una noción básica que las aerolíneas varían sus precios según el día de la semana que se quiera viajar, por ejemplo puede ser más caro viajar el viernes y volver el lunes porque la mayoría lo desea hacer. Se puede hacer más precisa la herramienta con un estudio relacionado con el tema.

## Bibliografía

- “Price volatility in Air Line Markets” – Guillen / Mantin – 2008
- Adaptation – Level Theory – Helson - 1964
- Range Theory – Volkmann – 1951
- “A Mathematical Reformulation of the Reference Price” – Kevin D. Dayaratna - 2012
- “Probabilistic And Statistical Models of The Booking Process” – Anthony Owen Lee – 1990
- “Modelos de Medición de la Volatilidad en los Mercados de Valores: Aplicación Argentina” – Claudia Bahia - 2007
- “Airlines Reservations Forecasting” - Anthony Owen Lee – 1990
- Archivos varios de la Subsecretaría de transporte de la República Argentina
- Archivos varios de la ORSNA - Organismo Regulador del Sistema Nacional de Aeropuertos
- Plan de Negocios para el Montaje de una Aerolínea de Bajo Costo – Álvarez / Tirado – 2004
- Dynamic Pricing in the Airline Industry – McAfee / Te Velde , California Institute of Technology – 2005
- A Data-Mining Approach to Travel Price Forecasting – Wolhfarth – 2012
- <http://electroaeronautica.galeon.com/enlaces1916054.html> vigente a abril 2012
- <http://www.marketing91.com/adaptation-level-theory/> vigente a marzo 2012

- <http://www.ibisworld.com/industry/default.aspx?indid=1125> vigente a abril 2012
- <http://adg.stanford.edu/aa241/intro/airlineindustry.html> vigente al abril 2012
- <http://www.boeing.com/commercial/cmo/> vigente a abril 2012
- [http://active.boeing.com/commercial/forecast\\_data/index.cfm](http://active.boeing.com/commercial/forecast_data/index.cfm) vigente a mayo 2012
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Airline\\_deregulation](http://en.wikipedia.org/wiki/Airline_deregulation) vigente a abril 2012
- <http://www.hasvistomibola.com> vigente a mayo 2012
- [http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes\\_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada3/sumario\\_executivo.pdf](http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/empresa/pesquisa/chamada3/sumario_executivo.pdf) vigente mayo 2012
- <http://www.transporte.gov.ar> vigente a mayo 2012
- [http://en.wikipedia.org/wiki/Yield\\_management](http://en.wikipedia.org/wiki/Yield_management) vigente a marzo 2012
- <http://www.bing.com/travel/> vigente a abril 2012
- <http://www.despegar.com.ar> vigente a mayo 2012
- <http://www.airfarewatchdog.com> vigente a mayo 2012
- <http://en.wikipedia.org/wiki/Airline> vigente a junio 2012
- <http://www.priceline.com/> vigente a mayo 2012

## ANEXO

¿Por qué el uso del Modelo GARCH?

Es un modelo auto-regresivo donde los datos que se obtienen de los precios de los vuelos son heterocedásticos. Esto significa que la varianza de cada término de perturbación de los datos no es un número constante; en otras palabras, no hay una distribución de probabilidades de idéntica amplitud para cada nuevo valor. Tienen desviaciones no típicas, no hay una distribución que la pueda determinar.

En el caso de los modelos heterocedásticos, el tratamiento de los datos es más sencillo puesto que no se requieren series estacionarias para su aplicación. El proceso a seguir se limita a la especificación y posterior cálculo de la serie de volatilidades.

Se utiliza el modelo GARCH (p,q) con las siguientes características:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i \sigma_{t-i}^2$$

Donde  $\alpha_0 > 0$ ,  $\alpha_i \geq 0$ ,  $\beta > 0$  son constantes y  $\varepsilon_t$  es el error en el período “t”.  $\beta_i \varepsilon_{t-i}^2$  es el producto de la desviación típica y una variable aleatoria estándar (media nula y variancia unidad).

Es un modelo propuesto por Bollerslev, 1986, una versión generalizada del anterior conocido como model ARCH propuesto por Engle, 1982. Engle anunció que la varianza de los errores en un período de tiempo es función de los errores de las variancias en los períodos anteriores.

Para la tesis se usó el modelo GARCH (p,q) = GARCH (1,1) por ser el “más simple y robusto de los modelos para volatilidades”, esto mismo dicho por Engle.

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

Para hacer el uso del modelo más práctico, se sabe que se puede simplifica aún más sin que este pierda importancia usando logaritmos para medir la diferencia de los precios.

$$\text{Variación}_{i,t} = \log P_{i,t} - \log P_{i,t+1}$$