

ISSN 0188-7297



Certificado en ISO 9001:2000
Laboratorios acreditados por EMA



SECRETARÍA DE
COMUNICACIONES
Y TRANSPORTES

“IMT, 20 años generando conocimientos y tecnologías para el desarrollo del transporte en México”

ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO DE LA CARGA TRANSPORTADA EN LOS PRINCIPALES AEROPUERTOS MEXICANOS

Óscar Armando Rico Galeana

Publicación Técnica No. 294
Sanfandila, Querétaro. 2006

SECRETARÍA DE COMUNICACIONES Y TRANSPORTES
INSTITUTO MEXICANO DEL TRANSPORTE

**Análisis de series de tiempo
de la carga transportada en los
principales aeropuertos mexicanos**

Publicación Técnica No. 294
Sanfandila, Querétaro. 2006

Este trabajo fue realizado en el Instituto Mexicano del Transporte (IMT) por el M. en Ing. Óscar Armando Rico Galeana.

El Mtro. Rico es investigador titular de la División de Estudios Económicos y Sociales del Transporte, adscrita a la Coordinación de Economía de los Transportes y Desarrollo Regional del IMT. Además es profesor titular de tiempo parcial en la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro.

El autor agradece al Dr. Guillermo Torres Vargas, Jefe de la División de Estudios Económicos y Sociales del Transporte del IMT, la confianza, el apoyo y la revisión del documento; así como las valiosas observaciones y sugerencias del Dr. Eric Moreno Quintero, investigador titular de la Coordinación de Integración del Transporte del IMT.

Índice

Índice.....	VII
Resumen	IX
Abstract	XI
Resumen ejecutivo	XIII
1 Introducción.....	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Objetivos	2
1.3 Alcances.....	2
1.4 Metodología e hipótesis	3
2 Marco teórico.....	5
2.1 Técnica empleada en el estudio.....	7
3 Determinación del objeto de estudio	13
3.1 Desagregación de la información	15
4 Series de tiempo del aeropuerto de la Ciudad de México	19
4.1 Análisis de la serie de tiempo de la carga doméstica.....	21
4.2 Análisis de la serie de tiempo de la carga internacional.....	29
5 Series de tiempo del aeropuerto de Guadalajara	39
5.1 Análisis de la serie de tiempo de la carga doméstica.....	41
5.2 Análisis de la serie de tiempo de la carga internacional.....	49
6 Series de tiempo del aeropuerto de Monterrey	59
6.1 Análisis de la serie de tiempo de la carga doméstica.....	61
6.2 Análisis de la serie de tiempo de la carga internacional.....	68

7	Conclusiones	77
8	Referencias bibliográficas	81

Resumen

Se reportan los resultados de una investigación cuyo propósito fundamental ha sido evaluar las técnicas de análisis de series de tiempo, como una posible herramienta en la elaboración de pronósticos de la demanda de transporte de carga en aeropuertos mexicanos.

Los análisis de series de tiempo se usan ampliamente en estudios econométricos; sin embargo, se tiene la impresión de que no han sido suficientemente evaluados en su aplicación a la demanda de transporte de carga.

La información sobre la carga transportada a través de los aeropuertos ha sido desagregada en las categorías doméstica e internacional, debido a que cada uno de estos segmentos representa mercados económicos de transporte distintos.

La técnica utilizada en el estudio se denomina de descomposición factorial. En lo esencial consiste en la separación y tratamiento individual de los tres movimientos característicos en las series de tiempo: *tendencia*, *ciclos*, y *variación aleatoria*. El análisis practicado a los datos empíricos confirma la validez de varios de los supuestos iniciales, dado que en todos los casos se encontraron los tres factores característicos.

En general, se concluye que la técnica de análisis de series de tiempo empleada en el estudio es adecuada para modelar el comportamiento histórico de la demanda de transporte de carga aérea en aeropuertos, por lo que se recomienda su utilización. Sin embargo, al usar técnicas de análisis de series de tiempo se deben considerar las limitaciones características de los modelos de tendencias, así como establecer horizontes de pronóstico no muy largos, a fin de disminuir la posibilidad de cambios significativos en los factores socio – económicos que determinan la movilidad de las mercancías, y en consecuencia la demanda de transporte.

Abstract

This document presents the results of a research which main objective has been the evaluation of time series analyses, as feasible techniques to forecast the transportation demand at the Mexican airports.

Time series analyses are widely used in econometric studies; however, it is our opinion that these techniques have not been evaluated well enough in their application to transportation demand studies.

The data of cargo transported at the airports has been disaggregated on to domestic and international categories. It is necessary because each one of the segments represent a different economic transport market.

The technique used in the study is known as factorial decomposition. It essentially consists in the separation and individual treatment of the three characteristic movements included in time series: tendency, cycle, and random variation. The results confirm several of the initial hypothesis, as the three characteristic factors were found at every studied case.

We found that the time series analysis technique used in the research is adequate for modelling historical data of freight transportation at Mexican airports, and we recommend its possible utilization. However, in the use of time series analysis, it is advisable to consider the well known limitations of the tendency models and to define not very large forecast horizons, in order to diminish the possibilities of significant changes in the socio – economic factors that determine the freight mobility and the transportation demand.

Resumen ejecutivo

Introducción

El transporte aéreo de carga es una de las modalidades con mayor dinámica en México. En estudios recientes del IMT, se ha encontrado que en el periodo comprendido entre 1992 y 2002 dicho modo de transporte registró una tasa global de crecimiento promedio anual de 8,9%. En caso de mantenerse los ritmos de crecimiento en ese orden de magnitud, la carga transportada por varios de los aeropuertos mexicanos, se duplicará en periodos de cinco años, o incluso menos.

Considerando las características económicas de la infraestructura del transporte, se reconoce la importancia de practicar sistemáticamente una cuidadosa planificación de su crecimiento; para ello es relevante contar con pronósticos confiables del comportamiento de la demanda.

La cuantificación de la demanda esperada es una tarea compleja, que puede realizarse a través de diversos métodos o esquemas; sin embargo, la mayoría de ellos se basan en la construcción de modelos matemáticos.

La presente investigación tiene como propósito fundamental estudiar las técnicas de análisis de series de tiempo, como una posible herramienta para generar pronósticos confiables de la demanda de transporte de carga en los aeropuertos mexicanos. Para ello, estas técnicas se aplican a los datos históricos de la carga transportada en los tres principales aeropuertos del país: México, Guadalajara y Monterrey.

Las técnicas de análisis de series de tiempo son ampliamente utilizadas en estudios econométricos; sin embargo, se considera que no han sido suficientemente evaluadas en su aplicación a la demanda de transporte de carga.

El uso de técnicas de análisis de series de datos históricos resulta relevante considerando que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de México, cuenta con cifras confiables y abundantes sobre la carga que ha sido transportada por el subsector en las últimas décadas.

Adicionalmente es conveniente señalar que las técnicas de análisis de series de tiempo no requieren información sobre otras variables económicas, con las que usualmente se establecen relaciones causales o de dependencia en la modelación de la demanda de transporte de carga, lo cual puede resultar de utilidad para planificadores que enfrentan problemas de escasez de información.

Marco teórico

El análisis de series de tiempo se concentra en el comportamiento histórico de los datos, buscando identificar características en la secuencia que resulten consistentes y permitan su proyección al futuro mediante una réplica matemática.

Las características que suelen estar presentes en una serie de tiempo son cuatro: *tendencia*, *ciclos*, *estacionalidad* y *variación aleatoria*. Cada uno de estos factores genera un “movimiento” característico a lo largo del tiempo y la clave de la técnica de descomposición factorial consiste en su tratamiento individual, mediante una separación adecuada.

La *tendencia* es la característica que define la tasa de crecimiento (positivo o negativo) en el largo plazo; en general, corresponde a la pendiente promedio entre los datos. Cuando la tendencia no es una línea recta, entonces la pendiente de las tangentes a la curva también es variable en el tiempo. Es muy común determinar la tendencia mediante la técnica de los mínimos cuadrados, por medio de la cual se calculan el valor de la pendiente y la ordenada al origen que hacen mínima la suma de las diferencias cuadráticas entre los valores observados y los valores calculados.

Los *ciclos* son variaciones de carácter oscilatorio alrededor de la tendencia en periodos mayores a un año. La forma usual de determinar los ciclos es por medio de promedios móviles que consideran subgrupos de datos de un tamaño adecuado a la longitud de los ciclos.

La *estacionalidad* son variaciones cíclicas que se presentan dentro de los periodos anuales, usualmente asociados a temporadas mensuales o semanales. Cuando los datos de la serie de tiempo corresponden a datos anuales, como en el presente estudio, los ciclos estacionales no se encuentran presentes. Su tratamiento es similar al de los ciclos de largo plazo, es decir, por promedios móviles.

La *variación aleatoria* se debe a otros factores no identificados, o que no es posible modelar. Su magnitud depende de la importancia de estos factores, y se reduce en la medida en que la serie de tiempo se apega a la tendencia, a los ciclos anuales, y a los ciclos estacionales.

Las variaciones aleatorias en las series de tiempo, comúnmente se tratan como una variable aleatoria con distribución de probabilidades normal con base en el teorema central del límite, dado que se puede aceptar que consiste en la adición de múltiples variables aleatorias con distribuciones desconocidas.

Para estimar el valor medio de las desviaciones aleatorias es posible usar intervalos de confianza; sin embargo, considerando que en este caso no se conoce la varianza poblacional de la distribución, es necesario utilizar la distribución *t de student* en vez de la normal estándar.

Cuando se desea obtener un pronóstico del comportamiento de una serie de tiempo, el primer paso consiste en realizar un cálculo de los valores esperados por tendencia, aplicando la función calibrada. Posteriormente, tales valores deberán multiplicarse por los factores que corresponden a los ajustes por ciclo y variación aleatoria.

Desagregación de la información

En el estudio, la información sobre la carga transportada a través de los aeropuertos se ha desagregado en dos categorías: doméstica e internacional.

En general, en la categoría “doméstica” se incluyen todos los movimientos de carga que tienen lugar entre dos terminales localizadas dentro del territorio nacional mexicano; por su parte, la categoría “internacional” abarca todos los movimientos que tienen uno de sus extremos (origen o destino) en una terminal ubicada en México, y el otro en algún aeropuerto localizado fuera del país.

La desagregación en dos categorías es trascendente porque todo el análisis matemático se ha efectuado sobre estos dos conjuntos de datos; ello implica que para realizar los pronósticos es necesario proyectar por separado las dos series de tiempo y posteriormente se deben sumar los dos pronósticos, para obtener un dato conjunto en el aeropuerto en cuestión.

La decisión de separar la información se fundamenta en el comportamiento esencialmente distinto de ambos fenómenos.

A primera vista podría parecer que la forma “natural” de abordar el análisis de las series de tiempo es a partir de los datos agregados; sin embargo, la inspección de los datos muestra que el comportamiento de ambas series es muy diferente, y por ello es razonable suponer que su agregación provocaría mayores dificultades de modelación, lo cual se debe evitar.

Afortunadamente, en las bases de datos recopiladas por la DGAC los movimientos domésticos e internacionales se registran individualmente, lo cual permite su tratamiento por separado, mediante el procesamiento adecuado de la información.

Otra razón adicional que sustenta la decisión de separar la información en movimientos domésticos e internacionales tiene que ver con la importancia de ambos mercados en el transporte aéreo de carga.

La participación de la carga internacional en el total de la carga transportada en México por vía aérea es muy relevante. En los últimos años los volúmenes de carga internacional han llegado a ser aproximadamente cuatro veces mayores que los de carga doméstica. En términos absolutos rondan las cuatrocientas mil toneladas anuales, contra cien mil.

Cabe señalar que la disparidad señalada ha venido acrecentándose rápidamente en los últimos años, debido a que las tasas de crecimiento de ambas categorías también son muy distintas: las de la carga internacional rondan el 12% anual, mientras que las de la doméstica se encuentran en el rango del 3%.

La situación descrita permite concluir que el transporte aéreo de carga en México tiene actualmente una vocación claramente definida hacia la categoría internacional y que los movimientos domésticos son notoriamente minoritarios.

La prominencia de los movimientos internacionales tiene importantes implicaciones en la definición de las características del sistema de transporte aéreo de carga. Por ejemplo, es interesante notar que la mayoría de las empresas nacionales e internacionales especializadas en el transporte de carga, se concentran en este segmento del mercado, lo cual favorece la presencia de mejores prácticas logísticas y comerciales, y en consecuencia de mayores niveles de servicio al cliente, lo que provoca un círculo virtuoso de desarrollo.

Resultados

La técnica de descomposición factorial se aplicó a las series de tiempo de la carga transportada a través de los aeropuertos de México, Guadalajara y Monterrey, desagregando la información en las categorías doméstica e internacional.

El análisis practicado confirma la validez de los supuestos iniciales, dado que en todos los casos se encontraron los movimientos característicos de tendencia, ciclo y variación aleatoria.

La tendencia encontrada en todos los casos es de crecimiento, y la mejor ecuación, bajo el criterio del coeficiente de determinación, fue de tipo polinómico con grado dos (cuadráticas). En general, el coeficiente de determinación fue más alto para los casos internacionales (mayor a 0,90) que para los domésticos; pero considerando que el valor más bajo resultó de 0,69 (Monterrey - doméstica), se puede afirmar que ha sido posible obtener curvas de ajuste adecuadas a la tendencia.

Para la terminal de la Ciudad de México, la tendencia encontrada en ambas categorías de análisis es de crecimiento, pero con incrementos decrecientes (parábolas cóncavas); es decir, la curva se mueve hacia el mínimo (crecimiento nulo). Este comportamiento también se encontró en el caso internacional del aeropuerto de Guadalajara. Una interpretación al respecto apunta hacia una aparente saturación de la infraestructura aeroportuaria, resultado de la magnitud del crecimiento registrado en los años previos, que ciertamente es considerable.

La otra mitad de los casos (tres) presentan tendencia positiva con incrementos crecientes (parábolas convexas); estos casos son el de la carga doméstica en

Guadalajara, y ambas categorías para el aeropuerto de Monterrey. Estos tres casos coinciden en un comportamiento histórico de notable expansión en años recientes.

En todos los casos analizados se detectaron ciclos. En general, los ciclos asociados a los movimientos domésticos son más largos y con longitudes similares; los ciclos internacionales son más cortos y menos coincidentes. Los ciclos de la demanda de carga doméstica en México y Guadalajara tienen longitudes de diez años (en México es ligeramente más corto); en Monterrey tiene una longitud de entre seis y ocho años; la carga internacional presenta ciclos sexenales en el aeropuerto de México y de cuatro años en el de Guadalajara. El de Monterrey registra un ciclo asociado a la carga internacional no muy claramente definido; sin embargo, tiene una longitud aproximada de ocho años.

Respecto a las variaciones aleatorias detectadas en los datos, en todos los casos se confirmó la normalidad de su distribución, gracias a su simetría respecto al punto central y su dispersión dentro del rango de aceptación con la prueba *t de student*.

El aeropuerto cuyos datos mostraron variaciones aleatorias más moderadas fue el de la Ciudad de México. La mayor dispersión se encontró en el caso internacional de Monterrey. La menor dispersión de las variaciones aleatorias es deseable dado que puede ser un indicador de la bondad de ajuste de la modelación respecto a los datos empíricos.

En general, se concluye que la técnica de análisis de series de tiempo empleada en el estudio es adecuada para la modelación del comportamiento histórico de la demanda de transporte de carga aérea en aeropuertos, y se recomienda su utilización, siempre y cuando se mantengan presentes los supuestos básicos de los modelos tendenciales, y que los horizontes de pronóstico sean lo suficientemente cortos, con el fin de que se pueda esperar que no existan cambios significativos en los factores sociales, económicos y tecnológicos que condicionan a los sistemas de transporte.

1 Introducción

1.1 Antecedentes

El transporte de carga ha registrado una considerable evolución en las décadas recientes, no sólo en términos cuantitativos, sino también en aspectos cualitativos.

El transporte aéreo es una de las modalidades con mayor dinámica. En estudios recientes del Instituto Mexicano del Transporte (IMT) (Rico, 2005; Herrera, et al, 2005), se ha encontrado que en el periodo comprendido entre 1992 y 2002 dicho modo de transporte tuvo una tasa promedio de crecimiento anual de 8,9%¹. Tal ritmo es mayor que el de los demás modos de transporte² (IMT, 2006) y que el de la economía en general³ (IMT, 2006), e implican que, en caso de sostenerse, la carga transportada se duplicará en periodos de aproximadamente cinco años.

El aumento de la demanda genera oportunidades, pero también problemas ante la necesidad de crecimiento y desarrollo de la oferta, tanto en el plano de los servicios, como de la infraestructura. Esta afirmación se corrobora con el crecimiento y evolución de las empresas especializadas en transporte de carga (Rico, 2005) y por una creciente preocupación de las administraciones aeroportuarias por ofrecer (y explotar comercialmente) mayores y mejores instalaciones para la realización de tales actividades (Herrera, et al; 2005).

Considerando las características económicas de la infraestructura del transporte (Thompson, 1976), se reconoce que es importante realizar una cuidadosa planificación de su crecimiento, siendo para ello imprescindible contar con pronósticos confiables del comportamiento de la demanda.

En este sentido, la modelación de la demanda de transporte de carga constituye un problema de investigación relevante. Sin embargo, hay elementos para afirmar que su atención académica en las últimas décadas ha sido menor que la dedicada a la modelación del transporte de pasajeros (Moreno, 2005; Rico, 2005b).

La presente investigación tiene como propósito fundamental estudiar las técnicas de análisis de series de tiempo para la proyección de los datos históricos de la carga

¹ Incluye movimientos domésticos e internacionales.

² De acuerdo con el Manual Estadístico del Sector Transporte del IMT (IMT, 2006), en el periodo entre 1993 y 2005 el transporte de carga doméstica en México registró las siguientes tasas de crecimiento medio anual por modo de transporte: carretero 1,4%; ferroviario 4,9%; marítimo 2,0%; aéreo 4,3%.

³ De acuerdo con el sistema de cuentas nacionales del INEGI, en el periodo entre 1993 y 2004 los 73 sectores de la economía nacional registraron en promedio un crecimiento medio anual de 2,8% (IMT, 2006).

transportada en los principales aeropuertos del país, los cuales han sido identificados claramente en investigaciones previas (Rico, 2002; Rico, 2005; Herrera, et al, 2005), y están localizados en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey.

Si bien las técnicas de análisis de series de tiempo se emplean ampliamente en estudios econométricos, se considera que no han sido suficientemente evaluadas en su aplicación a la demanda de transporte de carga, lo cual constituye el principal problema de investigación del presente estudio.

En apoyo a la intención de utilizar técnicas de análisis de series de datos históricos, conviene destacar que la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) de México, cuenta con datos confiables y abundantes sobre la carga transportada por el subsector en las últimas décadas, y que se encuentran disponibles para su empleo.

También resulta relevante que las técnicas de análisis de series de tiempo no requieren información sobre otras variables económicas, con las que usualmente se establecen relaciones causales o de dependencia en la modelación de la demanda de transporte de carga, lo cual puede resultar de utilidad para planificadores que enfrentan problemas de escasez de información.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Aportar conocimiento sobre la utilidad del análisis de series de tiempo en el estudio de la demanda de transporte aéreo de carga en aeropuertos.

1.2.2 Objetivos particulares

- 1) Identificar las principales técnicas de análisis de series de tiempo que se usan en la econometría y que pueden ser útiles para pronosticar la demanda de servicios de transporte aéreo de carga.
- 2) Analizar los datos de transporte de carga en los tres principales aeropuertos del país, usando técnicas de análisis de series de tiempo.

1.3 Alcances

Se identificará el estado del arte sobre las técnicas más comunes de análisis de series de tiempo que se utilizan en la econometría, para el estudio del comportamiento de variables económicas, especialmente de la demanda de servicios de transporte de carga.

Se llevará al cabo el análisis de las series de tiempo de la carga transportada en el periodo 1992 – 2005 en los tres aeropuertos principales del país. Se pretende encontrar

las principales tendencias de evolución del fenómeno, así como la presencia de ciclos económicos en la información.

1.4 Metodología e hipótesis

El método que se utiliza en la investigación es fundamentalmente inductivo, considerando que se pretende obtener conclusiones de posible alcance general sobre el comportamiento de la demanda de transporte aéreo de carga a partir del análisis de casos particulares, que en este estudio consisten en los tres aeropuertos más importantes del país.

En la investigación se parte de una hipótesis a comprobar con base en el análisis de datos empíricos obtenidos de la observación directa del fenómeno.

La hipótesis de investigación plantea que las técnicas de análisis de series de tiempo son herramientas adecuadas para modelar el comportamiento histórico de la demanda de transporte aéreo de carga.

Los datos empíricos consisten en los valores de la carga transferida a través de los cuatro principales aeropuertos del país, y que han sido observados y registrados sistemáticamente por la Dirección General de Aeronáutica Civil de la SCT desde hace varios años.

Los datos empíricos serán analizados mediante técnicas estadísticas con las que se verificará la presencia o ausencia de relaciones matemáticas.

De acuerdo con lo anterior, en la investigación se sigue la secuencia clásica del método experimental, mismo que parte de una hipótesis, prosigue con la recopilación de información, continúa con el análisis de la misma, y finaliza con el posible establecimiento de relaciones de validez general.

Los elementos teóricos de la investigación, así como las técnicas para el tratamiento de los datos, provienen fundamentalmente de la economía, la econometría, la modelación del transporte y de la estadística matemática.

2 Marco teórico

De acuerdo con Kikut, Muñoz y Quirós (2002), los modelos cuantitativos utilizados en economía se pueden clasificar, con base en la información que emplean, en multivariantes o econométricos, y en univariantes o de series de tiempo.

Los modelos multivariantes o econométricos se fundamentan esencialmente en el análisis de regresión con estimación de parámetros mediante la técnica de mínimos cuadrados.

La idea base de la regresión estadística es que existe una relación entre una variable “explicada” o dependiente, y una o más variables explicativas que se considera son la causa⁴ de la variable dependiente; por esto último, también se conocen como modelos causales. El propósito del análisis de regresión consiste en encontrar la mejor relación funcional entre las variables (estadísticamente); estimar los parámetros de la ecuación (calibrar), y finalmente proceder al cálculo de valores desconocidos de la variable dependiente (eventualmente pronósticos), a partir de valores de las variables explicativas.

En los casos de series de tiempo existen algunas características de la variable que dificultan la aplicación del modelo teórico de regresión; especialmente en relación con la fuerte autocorrelación que suele estar presente en los datos y que afecta a uno de los supuestos teóricos del modelo de regresión (relacionado con la independencia entre los términos del error), lo cual suele tener consecuencias no deseables en la calidad de los modelos y finalmente de los pronósticos.

El diccionario de estadística de la Universidad de Oxford (Upton, Cook; 2002) define una serie de tiempo, como una serie (secuencia) de mediciones (observaciones) a lo largo del tiempo, usualmente en intervalos regulares, de una variable aleatoria.

En los modelos univariantes (o de una sola variable) “no se necesita conocer ninguna relación de causalidad explicativa del comportamiento de la variable endógena (o explicada) ni ninguna información relativa al comportamiento de otras variables explicativas, ya que en este caso no existe este tipo de variables. Es suficiente conocer

⁴ Sobre la relación de causalidad conviene señalar que la existencia de una alta correlación entre dos variables no implica necesariamente que una de ellas sea la “causa” de la otra, sino que varían de manera conjunta; es decir, a valores altos de una variable le corresponden valores altos de la otra y viceversa (cuando la correlación es negativa se tiene el comportamiento inverso). Este buen comportamiento conjunto permite calcular valores de una de las variables a partir de valores de la otra, con base en una buena función que las relacione. Debe quedar claro que la determinación de la causalidad supera los alcances de la modelación matemática y debe provenir del conocimiento del fenómeno en estudio.

una serie temporal de la variable en estudio, para estimar el modelo que se utilizará para predecir” (Kikut, Muñoz, Quiros; 2002, p.2).

Así entonces, el análisis de la serie de tiempo se concentra en el comportamiento histórico de los datos, buscando identificar características en la secuencia que resulten consistentes y permitan su proyección al futuro mediante una réplica matemática.

El valor que toman los datos de la serie de tiempo es impredecible de una a otra observación, en el sentido de asumir un comportamiento estocástico; por tal motivo el conjunto de resultados posibles del “experimento” corresponden al espacio de eventos de una variable aleatoria (Rascón, 1986).

Las características que suelen estar presentes en una serie de tiempo son cuatro: *tendencia*, *ciclos*, *estacionalidad* y *variación aleatoria* (Spiegel, 1970). Cada uno de estos factores genera un “movimiento” característico a lo largo del tiempo, y la clave de la técnica consiste en su separación adecuada, para permitir su tratamiento individual.

La *tendencia* es la característica que define la tasa de crecimiento (positivo o negativo) en el largo plazo; en general corresponde a la pendiente promedio entre los datos. Cuando la tendencia no es una línea recta, entonces la pendiente de las tangentes a la curva también es variable en el tiempo. Es muy común determinar la tendencia mediante la técnica de los mínimos cuadrados, por medio de la cual se calculan el valor de la pendiente y la ordenada al origen, que hacen mínima la suma de las diferencias cuadráticas entre los valores observados y los valores calculados.

Los *ciclos* son variaciones de carácter oscilatorio alrededor de la tendencia, que se presentan en periodos mayores a un año. La forma usual de determinar los ciclos es a través de promedios móviles (Rascón, 1983) que consideran subgrupos de datos de un tamaño adecuado a la longitud de los ciclos.

La *estacionalidad* son variaciones cíclicas que se presentan dentro de los periodos anuales, usualmente asociados a temporadas mensuales o semanales. Cuando los datos de la serie de tiempo corresponden a datos anuales, como en el presente estudio, los ciclos estacionales no están presentes. Su tratamiento es similar al de los ciclos de largo plazo, es decir, mediante promedios móviles.

La *variación aleatoria* se debe a otros factores no identificados, o que no es posible modelar. Su magnitud depende de la importancia de estos factores y se reduce en la medida que la serie de tiempo se apega a la tendencia, a los ciclos anuales y a los ciclos estacionales.

Las variaciones aleatorias en las series de tiempo, comúnmente se tratan como una variable aleatoria con distribución de probabilidades normal, con base en el teorema central del límite, dado que se puede aceptar que consiste en la adición de múltiples variables aleatorias con distribuciones desconocidas (Rascón, 1986; Peña, 2001). En este caso, el tratamiento es similar al de la estimación de la media poblacional a partir

de una distribución muestral, tomando como media el promedio de las variaciones, y como desviación estándar la desviación muestral dividida por la raíz cuadrada del número de datos.

En estos casos, el análisis de la serie de tiempo consiste en la descripción matemática de los factores que la componen, suponiendo que cada observación es un producto de las variables tendencia, ciclo, estacionalidad y variación aleatoria. A esta técnica se le conoce como *descomposición factorial* de la serie de tiempo (Spiegel, 1970).

2.1 Técnica empleada en el estudio

En la investigación que se reporta se usó la técnica conocida como descomposición factorial (Spiegel, 1970; Rascón, 1983), para el análisis de las series de tiempo.

En este enfoque se considera que la serie de tiempo está formada por tres componentes fundamentales: tendencia, ciclo y variación aleatoria⁵.

La cantidad de carga transportada anualmente en cada aeropuerto se expresa mediante el siguiente producto (modelo factorial o multiplicativo):

$$Y_t = \hat{Y}_t \cdot C_t \cdot A \dots\dots\dots (1)$$

Donde:

Y_t = Carga observada (registrada) en el año t

\hat{Y}_t = Valor esperado de la serie en el año t debido a la tendencia

C_t = Efecto del ciclo en el año t

A = Efecto de la variación aleatoria

Este es el modelo base a partir del cual se realiza el análisis de los datos.

2.1.1 Determinación de los valores esperados por tendencia

En todos los casos analizados, el valor esperado por tendencia se obtuvo mediante la técnica de los mínimos cuadrados, aplicada a una función polinomial (cuadrática).

⁵ Las posibles variaciones estacionales (es decir, debidas a las estaciones a lo largo del año) no se incluyeron en el modelo, debido a que la periodicidad de los datos es anual y por tanto, no registran estas variaciones que son típicamente mensuales o trimestrales.

Conviene señalar que en todos los casos estudiados, la primera opción de curva de tendencia que se probó fue una función lineal⁶, tanto para los movimientos domésticos como internacionales; pero al obtenerse coeficientes de determinación más altos (más cercanos a uno) con las funciones cuadráticas⁷; esta segunda fue la opción elegida.

La parábola de aproximación de mínimos cuadrados a la serie de observaciones: (t_1, Y_1) (t_2, Y_2) , (t_n, Y_n) , tiene la ecuación (Rascón, 1983):

$$\hat{Y}_t = a_0 + a_1 t + a_2 t^2 \dots\dots\dots (2)$$

Donde:

\hat{Y}_t = valor de tendencia de la carga transportada en el año t

t = año

a_0, a_1, a_2 = parámetros del modelo a obtener por mínimos cuadrados

Las constantes a_0, a_1, a_2 se determinan resolviendo el sistema de ecuaciones (Rascón, 1983):

$$\sum Y = a_0 N + a_1 \sum t + a_2 \sum t^2 \dots\dots\dots (I)$$

$$\sum tY = a_0 \sum t + a_1 \sum t^2 + a_2 \sum t^3 \dots\dots\dots (II)$$

$$\sum t^2 Y = a_0 \sum t^2 + a_1 \sum t^3 + a_2 \sum t^4 \dots\dots\dots (III)$$

Donde:

Y_t = valor observado de la carga transportada en el año t

t = año

Estas ecuaciones se conocen en la literatura como *las ecuaciones normales para la parábola de mínimos cuadrados* (Spiegel, 1970).

⁶ En algunos casos, también se exploraron funciones de crecimiento exponencial.

⁷ Los análisis correspondientes no se incluyen en el reporte de investigación, pero se encuentran disponibles en las memorias de cálculo del estudio.

Usando la ecuación (2) ya calibrada, se calculan los valores \hat{Y}_t para obtener los puntos: (t_1, \hat{Y}_1) , (t_2, \hat{Y}_2) , ..., (t_n, \hat{Y}_n) , que corresponden a los valores de carga según la tendencia y que se encuentran alineados sobre la curva de ajuste.

Estos valores son la base para obtener los efectos por ciclo y por variación aleatoria.

Cuando se desea realizar un pronóstico del comportamiento de una serie de tiempo, el primer paso consiste en hacer un cálculo de los valores esperados por tendencia, aplicando la función calibrada que se señala en este apartado. Posteriormente, tales valores deberán multiplicarse por los factores que corresponden a los ajustes por ciclo y variación aleatoria, cuya obtención se describe en los siguientes párrafos.

En muchos estudios de pronósticos, esta primera parte del análisis representa el aspecto medular y a partir de esta ecuación se obtienen las proyecciones a futuro del comportamiento de la variable; sin embargo, en las series de tiempo, las variaciones cíclicas y aleatorias suelen ser de gran importancia y provocar que las estimaciones simples por tendencia resulten con una proporción de errores (desviaciones) muy alta, por lo cual en muchos casos resulta imprescindible su consideración y estimación matemática.

2.1.2 Determinación de los ciclos

El efecto del factor cíclico se obtiene a partir de la ecuación (3), que a su vez se obtiene de la ecuación (1), al despejar los dos efectos adicionales a la tendencia:

$$C_t \cdot A = \frac{Y_t}{\hat{Y}_t} \dots\dots\dots (3)$$

Con la ecuación (3) se calculan los valores de la serie de tiempo en los que se ha eliminado la tendencia, obteniéndose los pares ordenados: (t_1, CA_1) , (t_2, CA_2) , ..., (t_n, CA_n) .

Si el cálculo de la tendencia ha sido correcto, se encuentra que la gráfica de los valores resultantes (residuos) oscila alrededor de una línea aproximadamente horizontal paralela al eje del tiempo; es decir, los residuos se convierten en una serie de tiempo en la que no existe tendencia de crecimiento o decrecimiento y en la que únicamente subsisten las variaciones debidas a los ciclos y el efecto aleatorio.

Estos valores son la base del cálculo de los ciclos en la serie; sin embargo, las variaciones debidas al factor aleatorio alteran y ocultan en cierta medida la tendencia cíclica.

Para lograr la extracción del comportamiento cíclico es común recurrir a un método de "alisado" de la serie de tiempo que "borre" las desviaciones aleatorias. En nuestro caso

se utilizó la técnica de los *promedios móviles de orden N* (Spiegel, 1970), también conocida como técnica de las medias móviles.

Dado un conjunto de números: (X_1, X_2, X_3, \dots) se define un *movimiento medio de orden N* al que viene dado por la sucesión de medias aritméticas (Spiegel, 1970):

$$\frac{X_1 + X_2 + \dots + X_N}{N}, \frac{X_2 + X_3 + \dots + X_{N+1}}{N}, \frac{X_3 + X_4 + \dots + X_{N+2}}{N}, \dots \quad (4)$$

Tales valores promedio son una medida de tendencia central y “representan” al subgrupo de datos, suavizando su comportamiento al disminuir la dispersión con respecto a la media. La suavización permite encontrar y “extraer” con mayor facilidad los movimientos cíclicos.

Si los datos tienen periodicidad anual, como es nuestro caso, al movimiento medio de orden N se le denomina *movimiento medio de N años* (Spiegel, 1970). En los casos analizados en el estudio, el orden de los movimientos medios que se encontró más adecuado fue de dos o de tres años.

En algunos casos resulta más conveniente calcular promedios móviles “ponderados”, dando un mayor peso a algunos de los datos en el subgrupo.

En el presente estudio, la mayoría de los casos analizados se desarrollaron usando movimientos medios de tres años, otorgando un peso doble al dato central. El efecto que esto produce es el de concentrar el promedio con mayor fuerza hacia el dato central, que se considera el más representativo del subperiodo.

La técnica de los promedios móviles se aplica a los valores obtenidos con la ecuación (3) obteniéndose para cada caso un segundo valor \hat{C}_t que es el promedio de los dos o tres datos próximos inferiores y superiores. Este valor se considera el factor por variación cíclica.

Para realizar pronósticos, el valor obtenido por la función de tendencia se debe multiplicar por un valor promedio que corresponda a cada uno de los momentos del ciclo. Estos valores promedio, también conocidos como índices estacionales, se calculan con los datos que se obtienen de cada uno de los ciclos que se presentaron en la serie de tiempo; evidentemente, entre más abundantes son los datos y más cortos los ciclos, se dispone de mayor cantidad de información para calcular los índices estacionales.

2.1.3 Determinación de las variaciones aleatorias

Las variaciones aleatorias presentes en cada dato se obtienen mediante la ecuación (5):

$$A = \frac{Y_t}{\hat{Y}_t \hat{C}_t} \dots\dots\dots (5)$$

Como ya se señaló, las variaciones aleatorias son una medida de la desviación de cada dato respecto al valor esperado por tendencia y ciclo. La fuente de esta desviación se considera desconocida y puede ser resultado de factores con acción temporal de corto plazo.

Los factores que generan las desviaciones aleatorias pueden considerarse variables aleatorias con distribuciones de probabilidad desconocidas, pero que al tener un comportamiento aditivo, en conjunto es de esperarse presenten una distribución cercana a la normal.

Esta última hipótesis se sustenta en el teorema central del límite, que demuestra que si a_1, a_2, \dots, a_n son variables aleatorias independientes con media μ_i , varianza σ_i^2 y distribución cualquiera, no necesariamente la misma, la variable $U = a_1 + a_2 + \dots + a_n$ tiende a tener distribución de probabilidades normal con media $\Sigma\mu_i$ y varianza $\Sigma\sigma_i^2$ (Peña, 2001).

Para estimar estadísticamente el valor medio de las desviaciones aleatorias es factible usar la técnica de estimación por intervalos de confianza, asumiendo que la distribución observada de las desviaciones aleatorias es una distribución muestral a partir de la cual es posible estimar la media de la distribución poblacional.

Considerando que en este caso no se conoce la varianza poblacional de la distribución, es necesario utilizar la distribución *t de student* en vez de la normal estándar (z) (Peña, 2001).

Por lo anterior, la desviación aleatoria media se encuentra en el intervalo (Peña, 2001):

$$\bar{A} = \frac{\sum A_t}{N} \pm t \left[\frac{s_t}{\sqrt{N-1}} \right] \dots\dots\dots (6)$$

Donde A_t son los valores calculados con la ecuación (5), s_t es la desviación estándar de ese conjunto de valores, y la variable t es el estadístico de la distribución *t de student*, que deberá calcularse para un intervalo de confianza definido (usualmente 95%) y el número de grados de libertad que depende de la cantidad de datos en la muestra (N-1).

3 Determinación del objeto de estudio

El objetivo principal de la presente investigación consiste en aportar conocimiento sobre la utilidad del análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de transporte aéreo de carga en aeropuertos.

Dentro de los objetivos particulares se contempla analizar los datos de transporte de carga en las principales terminales aéreas del país; para ello es necesario definir un criterio y determinar los aeropuertos a incluir en el estudio.

Se ha considerado que el volumen total de carga atendido en el año 2005, que es el último del cual se tiene información, es el criterio cuantitativo fundamental. En el indicador se deben incluir las categorías doméstica e internacional, debido a que por algunos aeropuertos se transporta notoriamente uno u otro tipo.

El criterio cualitativo consiste en incluir aquellos aeropuertos que acumulen al menos el 75% de la carga total transportada por el modo aéreo y que además sean una muestra representativa de los diversos tipos de aeropuertos que existen en el sistema.

Este criterio se ha definido con base en el método de clasificación ABC, que a su vez se fundamenta en la regla de proporciones de Pareto, y que es ampliamente utilizado en investigación de mercados (Christopher, 1994; Ballou, 1992).

En el cuadro 3.1 se presenta el listado completo de los aeropuertos mexicanos por los que se transportó carga en el año de 2005. Se incluye la carga doméstica y la internacional, así como la suma de ambas. También se presentan en el cuadro dos columnas con la participación relativa de cada aeropuerto; la primera, con respecto a la carga total en el sistema; y la segunda, con los valores acumulados.

En el cuadro 3.1 se puede observar que en el año 2005 fueron 61 las terminales en que la DGAC registró movimientos de carga doméstica e/o internacional. Estos aeropuertos representan prácticamente la totalidad del sistema aeroportuario mexicano. Sin embargo, la gran mayoría muestran un aporte marginal al total de la carga manejada por el sistema, de tal manera que el 95% de ella es atendida por sólo 15 aeropuertos, mismos que representan aproximadamente el 25% del total de terminales en el sistema.

La concentración de la carga aérea en los principales aeropuertos es muy alta, pues tan sólo los tres más importantes atienden el 77,32% de la carga en el país. Estos aeropuertos son los que se localizan en las ciudades de México, Guadalajara y Monterrey, mismos que forman la lista de aeropuertos a estudiar en la presente investigación.

Cuadro 3.1
Carga doméstica e internacional transportada a través
de los aeropuertos mexicanos en el año 2005 (toneladas)

	Aeropuerto	Carga doméstica	Carga internacional	Total	Participación relativa	Participación acumulada
1	México	103 681,7	258 057,1	361 738,8	48,63%	48,63%
2	Guadalajara	56 450,5	99 657,8	156 108,4	20,99%	69,62%
3	Monterrey	15 887,8	41 398,8	57 286,6	7,70%	77,32%
4	Mérida	7 711,7	13 070,4	20 782,1	2,79%	80,11%
5	Toluca	253,7	20 474,4	20 728,0	2,79%	82,90%
6	Tijuana	17 238,1	39,2	17 277,4	2,32%	85,22%
7	Monclova	16 522,2	0,3	16 522,5	2,22%	87,44%
8	San Luis Potosí	12 380,3	143,7	12 524,0	1,68%	89,12%
9	Cancún	5 782,8	5 945,7	11 728,4	1,58%	90,70%
10	Chihuahua	3 519,6	6 064,3	9 584,0	1,29%	91,99%
11	Hermosillo	7 624,5	329,0	7 953,5	1,07%	93,06%
12	Saltillo	155,6	4 774,2	4 929,8	0,66%	93,72%
13	Culiacán	3 706,7	0,2	3 706,9	0,50%	94,22%
14	Cd. Juárez	3 142,6	432,0	3 574,5	0,48%	94,70%
15	Mazatlán	2 995,4	551,7	3 547,1	0,48%	95,18%
16	San José del Cabo	2 321,4	980,7	3 302,0	0,44%	95,62%
17	Mexicali	2 919,0	1,5	2 920,5	0,39%	96,01%
18	Del Bajío	1 600,6	1 019,2	2 619,8	0,35%	96,37%
19	Villahermosa	2 544,5	1,2	2 545,8	0,34%	96,71%
20	Acapulco	1 748,9	503,2	2 252,1	0,30%	97,01%
21	La Paz	2 160,1	0,8	2 160,9	0,29%	97,30%
22	Tapachula	1 628,8	6,5	1 635,4	0,22%	97,52%
23	Puerto Vallarta	378,5	1 201,5	1 579,9	0,21%	97,73%
24	Poza Rica	1 459,7	0,0	1 459,7	0,20%	97,93%
25	Oaxaca	1 330,3	10,8	1 341,0	0,18%	98,11%
26	Veracruz	1 194,8	3,5	1 198,3	0,16%	98,27%
27	Tampico	1 092,5	0,6	1 093,1	0,15%	98,42%
28	Nuevo Laredo	1 067,9	0,0	1 067,9	0,14%	98,56%
29	Torreón	977,9	41,6	1 019,4	0,14%	98,70%
30	Tuxtla Gutiérrez	1 010,1	0,0	1 010,1	0,14%	98,83%
31	Ciudad Obregón	806,5	6,0	812,5	0,11%	98,94%
32	Uruapan	773,3	0,0	773,3	0,10%	99,05%
33	Ciudad del Carmen	638,3	33,4	671,7	0,09%	99,14%
34	Zacatecas	637,8	18,5	656,3	0,09%	99,23%
35	Minatitlán	558,2	0,0	558,2	0,08%	99,30%
36	Aguascalientes	476,8	64,7	541,5	0,07%	99,37%
37	Reynosa	486,9	0,0	486,9	0,07%	99,44%
38	Querétaro	190,9	255,3	446,2	0,06%	99,50%
39	Zihuatanejo	425,9	5,5	431,5	0,06%	99,56%
40	Matamoros	423,9	0,0	423,9	0,06%	99,61%
41	Morelia	367,3	22,2	389,5	0,05%	99,67%

	Aeropuerto	Carga doméstica	Carga internacional	Total	Participación relativa	Participación acumulada
42	Cozumel	281,4	92,1	373,5	0,05%	99,72%
43	Chetumal	366,8	0,0	366,8	0,05%	99,77%
44	Durango	300,1	0,6	300,7	0,04%	99,81%
45	Bahías de Huatulco	246,5	0,1	246,6	0,03%	99,84%
46	Puebla	103,7	140,5	244,2	0,03%	99,87%
47	Ciudad Victoria	159,8	0,0	159,8	0,02%	99,89%
48	Piedras Negras	157,1	0,0	157,1	0,02%	99,92%
49	Lázaro Cárdenas	117,7	0,0	117,7	0,02%	99,93%
50	Manzanillo	102,4	0,7	103,1	0,01%	99,94%
51	Tepic	96,5	0,0	96,5	0,01%	99,96%
52	Salina Cruz	96,0	0,0	96,0	0,01%	99,97%
53	Colima	59,4	0,0	59,4	0,01%	99,98%
54	Jalapa	39,7	0,0	39,7	0,01%	99,98%
55	Los Mochis	24,0	13,5	37,5	0,01%	99,99%
56	Loreto	21,1	9,3	30,4	0,00%	99,99%
57	Guerrero Negro	27,9	0,0	27,9	0,00%	100,00%
58	Campeche	7,9	0,0	7,9	0,00%	100,00%
59	Ensenada	0,0	7,1	7,1	0,00%	100,00%
60	Nogales	0,0	6,1	6,1	0,00%	100,00%
61	Cuernavaca	1,4	0,0	1,4	0,00%	100,00%
	Total	288 483,0	455 385,5	743 868,5	100 %	

Fuente: Elaboración propia a partir de las bases de datos de la DGAC

Estos aeropuertos satisfacen los dos criterios de determinación del objeto de estudio; puesto que incluyen tanto operaciones internacionales como operaciones domésticas propias de las terminales con vocación regional.

Por su importancia, no es casual que estos aeropuertos sean las terminales principales de tres de los grupos aeroportuarios privatizados (Rico, 2002): Guadalajara, del Grupo Aeroportuario del Pacífico (GAP); Monterrey, del Grupo Aeroportuario Centro – Norte (GACN); y Ciudad de México, que originalmente se tenía contemplado que constituiría un grupo aeroportuario por sí mismo, pero que en la actualidad continua siendo administrado por el organismo público Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA).

3.1 Desagregación de la información

En todo el estudio, la información sobre la carga transportada a través de los aeropuertos ha sido desagregada en dos categorías: doméstica e internacional.

En general, en la categoría “doméstica” se incluyen todos los movimientos de carga que tienen lugar entre dos terminales localizadas dentro del territorio nacional mexicano; en la categoría “internacional” se incluyen todos los movimientos que tienen uno de sus extremos (origen o destino) en una terminal ubicada en México y el otro en algún aeropuerto fuera del país (Rico, 2005).

La desagregación en dos categorías es trascendente porque todo el análisis matemático se ha efectuado sobre estos dos conjuntos de datos y ello implica que para realizar los pronósticos deberán proyectarse por separado cada una de las dos series de tiempo; realizado esto, se deberán sumar los dos pronósticos con objeto de obtener un dato conjunto para el aeropuerto en cuestión.

La decisión de separar la información se fundamenta en el comportamiento esencialmente distinto de cada uno de los dos fenómenos. A primera vista, la forma “natural” de abordar el análisis de las series de tiempo es a partir de los datos totales; sin embargo, una inspección, incluso simple, de los datos, muestra que el comportamiento de ambas series es muy diferente; y es razonable suponer que su agregación provocaría mayores dificultades de modelación, lo cual se debe evitar: “El arte en la construcción de un modelo consiste en incorporar el número adecuado de variables y relaciones para que represente fielmente al fenómeno que se pretende reproducir, sin complicarlo al grado tal que se vuelva tan complejo e incontrolable como la realidad misma” (Rico, 2001; p. 91).

Afortunadamente, en las bases de datos recopiladas por la DGAC los movimientos domésticos e internacionales se registran individualmente, lo cual permite su tratamiento por separado, mediante el procesamiento adecuado de la información⁸.

Otra razón adicional que sustenta la decisión de separar la información en movimientos domésticos e internacionales tiene que ver con la importancia de ambos mercados en el transporte aéreo de carga.

La participación de la carga internacional en el modo de transporte aéreo en México es muy relevante. En los últimos años, los volúmenes de carga internacional han llegado a ser aproximadamente cuatro veces mayores que los de carga doméstica. En términos absolutos rondan las cuatrocientas mil toneladas anuales, contra cien mil.

Cabe señalar que la disparidad aludida ha venido acrecentándose rápidamente en los últimos años⁹, debido a que las tasas de crecimiento de ambas categorías también son muy distintas: las de la carga internacional rondan el 12% anual y las de la carga doméstica se encuentran en el rango del 3% (Rico, 2005).

⁸ Conviene señalar que gracias a la estructura de la base de datos de la DGAC, la desagregación se puede llevar más lejos; por ejemplo, dentro de las categorías doméstica e internacional, es posible separar los movimientos regulares y de fletamento. Ahora bien, dado que la información se encuentra en formato origen – destino, también es posible procesar las bases de datos para obtener los volúmenes de carga que ingresan o egresan de cada aeropuerto.

⁹ Por ejemplo, en 1992 las proporciones relativas fueron aproximadamente (60% - 40%), en 1996: (70% - 30%), y en 2002: (80% - 20%).

La situación descrita permite concluir que el transporte aéreo de carga en México tiene actualmente una vocación claramente definida hacia la categoría internacional y que los movimientos domésticos son notoriamente minoritarios (Rico, 2005).

La prominencia de los movimientos internacionales tiene importantes implicaciones en la definición de las características del sistema de transporte aéreo de carga. Por ejemplo, es interesante notar que la mayoría de las empresas nacionales e internacionales especializadas en el transporte de carga, se concentra en este segmento del mercado, lo cual favorece la presencia de mejores prácticas logísticas y comerciales y en consecuencia de mayores niveles de servicio al cliente, lo cual provoca un círculo virtuoso de desarrollo (Rico, 2005; Herrera, et al, 2005).

4 Series de tiempo del aeropuerto de la Ciudad de México

En el cuadro 4.1 se presentan los datos históricos de la carga transportada a través del aeropuerto de la Ciudad de México (AICM) en el periodo 1992 – 2005. Esta información es la base para el análisis de las series de tiempo de esa terminal aeroportuaria.

Cuadro 4.1
Aeropuerto de la Ciudad de México: carga doméstica e internacional transportada en el periodo 1992 – 2005 (toneladas)

Año	Carga doméstica	Carga internacional	Total
1992	67 547	95 545	163 092
1993	62 622	133 954	196 577
1994	59 528	160 301	219 828
1995	73 430	148 141	221 570
1996	73 444	163 480	236 924
1997	78 891	200 221	279 112
1998	79 912	202 588	282 500
1999	83 650	249 703	333 353
2000	79 536	267 104	346 639
2001	76 134	240 290	316 424
2002	79 290	234 219	313 510
2003	81 134	228 341	309 475
2004	97 818	244 431	342 249
2005	103 682	258 057	361 739

Fuente: Elaboración propia a partir de las bases de datos de la DGAC

En el cuadro 4.1 se puede observar que, para el periodo analizado, la carga dominante en el AICM es la internacional.

En el año 2005, la carga internacional fue más del doble que la doméstica (2,48 veces); esta diferencia ha ido creciendo en el tiempo (por ejemplo, en 1992 la proporción era de 1,4 veces) y es de esperarse que en el futuro dicha tendencia continúe, ya que la tasa anual de crecimiento de la carga internacional es sensiblemente mayor que la doméstica (Herrera, et al, 2005).

En la figura 4.1 se muestran las series de tiempo de la carga doméstica, internacional, y total, para el aeropuerto de la Ciudad de México. Estas gráficas se construyeron a partir de los datos del cuadro 4.1.

