

Modelo SARIMA para la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez"

SARIMA model for the monthly arrival of foreign visitors to the International Airport Jorge Chavez

MINCHÓN MEDINA, Carlos A.¹; VIZCONDE OSORIO, Teresita A.².

No fueron encontrados conflictos de interés en este artículo.

RESUMEN

La presente investigación se realizó para determinar un modelo de pronóstico para la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" de Perú, basado en la serie histórica en el periodo enero 1997-junio 2009. Se utilizó la metodología de Box-Jenkins (identificación, estimación, prueba de adecuación, y pronóstico y validación) y el programa Eviews, versión 5.0. El periodo de pronóstico fue julio-diciembre 2009. El modelo estimado es un modelo SARIMA $[0,1,1] [(12,36),0,(12,36,48)]$, apropiado y con validez de pronóstico, y las llegadas mensuales para el periodo de pronóstico fueron estimadas con desviación absoluta media de 3972 pasajeros al mes y 3.61% de porcentaje de error absoluto.

Palabras clave: Aeropuerto internacional, Modelo SARIMA, Test de Dickey-Fuller, Eviews.

ABSTRACT

The present research was conducted to determine a forecasting model for the monthly arrival of foreign visitors to Jorge Chavez International Airport from Peru, based on the time series in the period January 1997-June 2009. The Box-Jenkins methodology and the Eviews program, version 5.0, were used. The forecast period was July-December 2009. The estimated model is a model SARIMA $[0,1,1] [(12,36), 0, (12,36,48)]$, appropriate and with predictive validity, and monthly arrivals for the forecast period were estimated with average absolute deviation of 3972 passengers per month and 3.61% of absolute error rate.

Keywords: International Airport, Model SARIMA, Dickey-Fuller test, Eviews.

¹Dr. en Salud Pública.Estadístico, Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo-Perú.mminchon@hotmail.com

²Trabajadora Social. Trujillo-Perú. revistaucv-scientia@ucv.edu.pe

INTRODUCCIÓN

El turismo es una actividad clave en muchos países, siendo frecuentemente la principal fuente generadora de divisas. La actividad turística se ubica entre las cinco categorías más importantes dentro de las exportaciones mundiales¹. Los pronósticos realizados muestran que las llegadas de turistas internacionales en las Américas ascenderán a 282.3 millones en 2020, representando una tasa de crecimiento anual de 3.91% sobre el periodo 1995-2020². La estadística internacional de turismo a menudo no es uniforme, porque las definiciones y los métodos de la recogida de datos tienden a diferir y se debe tener presente que la comparabilidad internacional de datos estadísticos todavía no es óptima³. Sin embargo, aún cuando la evolución del turismo en los últimos años ha sido irregular, la Organización Mundial del Turismo mantiene su pronóstico a largo plazo para el momento⁴.

En el Perú, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo (MINCETUR)⁵, define, dirige, ejecuta, coordina y supervisa la política de comercio exterior y de turismo. Un seguimiento de la actividad turística receptiva e interna⁶, reporta que el año 2003 el turismo generó 940 millones de dólares en divisas, aumentando el año 2004 a 10780 millones de dólares; y las llegadas de los turistas aumentaron de 1.03 millones a 1.21 millones entre el 2003 y 2004, cifras apenas por encima de las correspondientes a Panamá, Ecuador, El Salvador y Costa Rica. En cuanto al arribo de visitantes internacionales, en 2004 el 60.8% de las visitas a nuestro país se realizó mediante transporte aéreo a través de las diversas líneas aéreas. Asimismo, el arribo de visitantes internacionales por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez correspondió al 61%, el restante 31% se realizó a través de otro punto de control migratorio.

Las cifras anteriores revelan la importancia del Aeropuerto Internacional Jorge Chávez para el turismo internacional. El Gobierno del Perú ha venido haciendo inversiones para el mejoramiento de nuestro primer aeropuerto Lima⁷. En Agosto de 2001 invirtió US. \$ 1.30 millones. El año 2004, invirtió US. \$ 25 millones en febrero y US. \$ 80 millones en agosto. El año 2005, invirtió US. \$ 80 millones, y destinó US.\$ 28 millones para remodelamiento de la playa de estacionamiento, mezanine, plantas de energía y paisajismo. Para el periodo 2006-2008, se invirtió aproximadamente 57 millones de dólares en mejoras adicionales en la zona de estacionamiento y posición de estacionamiento para las aeronaves, ampliación del espigón, construcción de un hotel, entre los más importantes.

Las inversiones realizadas en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez están dirigidas mejorar

la calidad de los servicios, proteger al turista y fomentar la inversión turística. Sin embargo, el Ministerio de Comercio Exterior y Turismo, cuyas funciones están dirigidas a analizar el comportamiento turístico tanto receptivo como interno⁵, indica que el crecimiento mensual de los visitantes internacionales por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en el periodo enero-julio del 2005 respecto al 2004, va del 9 al 26%, con un promedio mensual del 16%, y proyectando los arribos internacionales al Perú para el periodo 2005-2011⁶, pero no precisa el modelo de pronóstico empleado.

En 1970, Box y Jenkins propusieron una metodología rigurosa para la identificación, estimación y diagnóstico de modelos dinámicos para datos de series temporales⁸, como los Modelos Autorregresivos Integrados de Promedio Móvil (ARIMA) o los Modelos Autorregresivos Integrados de Promedio Móvil Estacionales (SARIMA).

Un primer aporte de los modelos ARIMA para el pronóstico el transporte aéreo fue realizado por Box y Jenkins⁹, para pronosticar el tráfico aéreo internacional en San Francisco, usando una serie mensual en el periodo 1949-1960. A nivel de aerolíneas, se utilizó también un modelo ARIMA para pronosticar la cantidad de pasajeros transportados por LAN CHILE en la ruta Santiago-Isla de Pascua, usando una serie mensual enero 1990-junio 2001¹⁰. En ambos casos se determinó un modelo SARIMA, aunque no lo precisan explícitamente, coincidiendo en que el turismo tiene comportamiento estacional.

La Organización Mundial de Turismo, como se ha indicado anteriormente, realiza pronósticos a largo plazo del turismo internacional en las principales sub-regiones del mundo: Europa, Asia y el Pacífico, Américas, África y Oriente Medio. Sin embargo, aún cuando el Perú es miembro de la OMT no se cuenta con modelos de pronósticos para el turismo receptivo, turismo interno, ni para los visitantes internacionales¹.

Anteriormente, se estimó un modelo SARIMA (0,1,1)(1,0,3) para las llegadas de los visitantes internacionales por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez, basados en la serie histórica de enero 1997 - abril 2006¹¹. En el mencionado trabajo, se ajustó también un modelo logaritmo con el propósito de examinar algún problema en las perturbaciones, pero no se evaluó la incorporación de modelos ARCH y/o GARCH para los errores o perturbaciones, como se propone en la actualidad^{8,12,13}.

El objetivo del presente trabajo es determinar un modelo de pronóstico para la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" de Perú.

MATERIAL Y MÉTODOS

En el presente estudio de series temporales, la población está conformada por la serie histórica de la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez de Perú. La muestra por la serie comprendida en el periodo enero 1997- diciembre 2009. La serie se obtuvo de la página web del Ministerio del Comercio Exterior y Turismo¹⁴. Se empleó la metodología de Box-Jenking¹⁵,

consistente en: identificación, estimación, prueba de adecuación y pronóstico y validación. La serie histórica se divide en partes: enero 1997 – junio 2009 para la estimación y adecuación del modelo y julio-diciembre 2009 para la validación de pronóstico. Las pruebas estadísticas correspondientes en cada una de estas etapas se realizaron con el soporte de Eviews, versión 5.0.

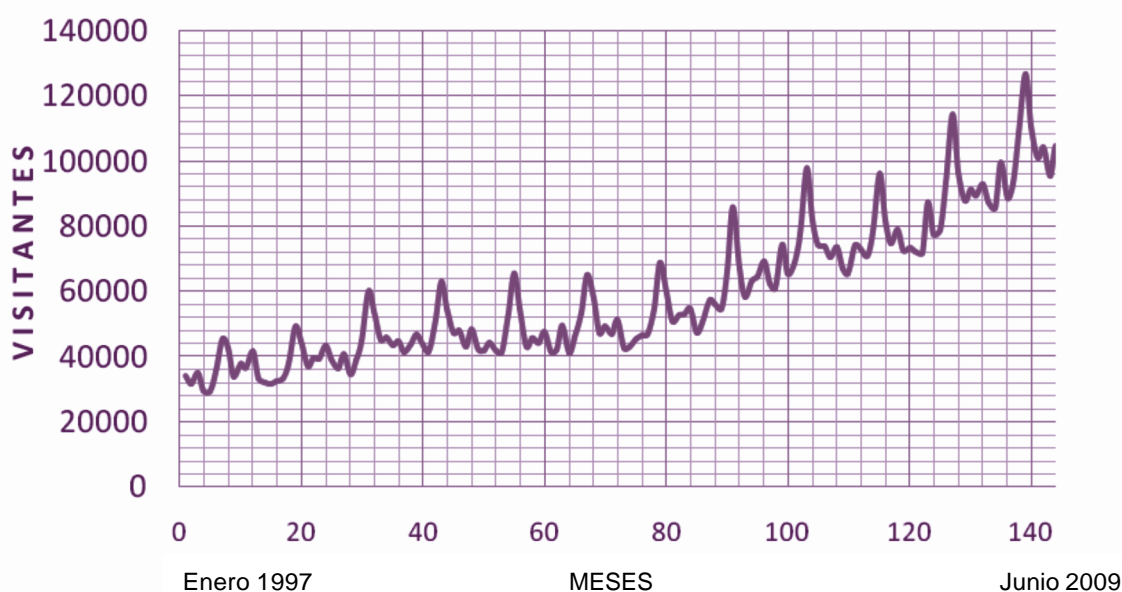
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Identificación del modelo

La serie de las llegadas mensuales de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" en el periodo enero 1997- junio 2009 (Fig.

1), tiene tendencia ascendente, con ciertos picos indicadores de estacionalidad. Es decir la serie es no estacionaria.

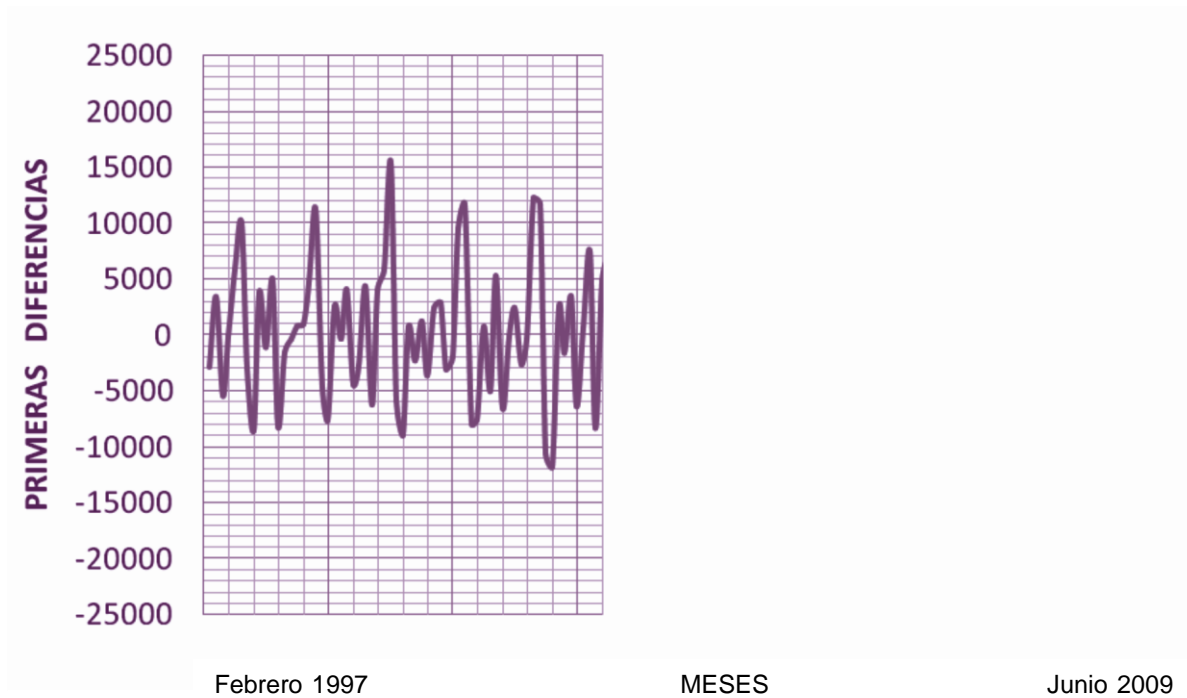
Fig. 1. Llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". Enero 1997 – junio 2009.



La presencia de tendencia en la serie original determinó la necesidad de usar la primera diferencia, las cuales se muestran en la figura 2, observándose ya la ausencia de tendencia, pero

aún persisten movimientos estacionales, razón por la cual el modelo de serie temporales adoptado debe incluir una componente estacional.

Fig. 2. Primera diferencia de la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". Enero 1997 – junio 2009.



En la Tabla 1, se proporciona los resultados de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF), para evaluar la presencia de raíz unitaria, concretamente para decidir si la serie corresponde a una serie estacionaria en diferencia (DS) o una serie estacionaria alrededor de una tendencia (TS). La prueba confirma que la serie es estacionaria en diferencia al nivel del 10% ($p=0.0944$) usando el valor crítico de MacKinnon (no la prueba t), siendo negativo el coeficiente de la primera diferencia (-0.735859) y su valor absoluto menor que la unidad. Siendo la serie de primera diferencia estacionaria,

se recurrió al análisis de las funciones de autocorrelación para identificar el modelo (Fig. 3). Estas funciones no presentan un patrón definido que permitiera identificar el modelo a estimar. Por ello se recurrió al procedimiento de prueba y error considerando algunas componentes que en estas funciones fueron significativas, entre las cuales se considera la estacionalidad. En particular, se intentó con modelos SARIMA($p,1,q$)($P,0,Q$). La evaluación también comprendió modelos ARCH y GARCH.

Tabla 1. Prueba de Dickey-Fuller aumentada de la primera diferencia de la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". Enero 1997- junio 2009.

Null Hypothesis: D(VISITANTES) has a unit root				
Exogenous: None				
Lag Length: 12 (Fixed)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic			-1.644302	0.0944
Test critical values:	1% level		-2.582076	
	5% level		-1.943193	
	10% level		-1.615157	
*MacKinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation				
Dependent Variable: D(VISITANTES,2)				
Method: Least Squares				
Date: 04/05/10 Time: 01:12				
Sample (adjusted): 15 150				
Included observations: 136 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(VISITANTES(-1))	-0.735859	0.447520	-1.644302	0.1027
D(VISITANTES(-1),2)	0.678520	0.437245	-1.551807	0.1233
D(VISITANTES(-2),2)	0.790971	0.405220	-1.951955	0.0532
D(VISITANTES(-3),2)	0.838436	0.371195	-2.258748	0.0257
D(VISITANTES(-4),2)	0.921501	0.338156	-2.725077	0.0074
D(VISITANTES(-5),2)	0.968559	0.304857	-3.177097	0.0019
D(VISITANTES(-6),2)	1.044392	0.271153	-3.851674	0.0002
D(VISITANTES(-7),2)	1.092992	0.236666	-4.618292	0.0000
D(VISITANTES(-8),2)	1.178970	0.204901	-5.753862	0.0000
D(VISITANTES(-9),2)	1.178596	0.172535	-6.831034	0.0000
D(VISITANTES(-10),2)	1.266265	0.138689	-9.130221	0.0000
D(VISITANTES(-11),2)	1.267539	0.112932	-11.22393	0.0000

Las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial no muestran un patrón descendente y las formas no corresponden a modelos ARIMA más comunes propuestas en la literatura. Fueron

significativas las autoorrelaciones de los rezagos 2, 6, 10, 12, 14, 18, 22, 24, 26, 30, 34 y 36, así como autocorrelaciones parciales 2, 6, 10, 11 y 12.

Fig. 3. Funciones de autocorrelación de la primera diferencia de la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". Enero 1997 – junio 2009.



Estimación del modelo

El modelo estimado corresponde a un modelo

SARIMA [0,1,1] [(12,36),0,(12,36,48)], cuya ecuación es como sigue:

$$\hat{y}_t = y_{t-1} + 0.649748(y_{t-12} - y_{t-13}) + 0.456206(y_{t-36} - y_{t-37}) - 0.54483\epsilon_{t-1} - 0.30390\epsilon_{t-12} + 0.162234\epsilon_{t-13} + 0.296749\epsilon_{t-36} - 0.158415\epsilon_{t-37} - 0.875377\epsilon_{t-48} + 0.467308\epsilon_{t-49}$$

Los resultados del proceso de estimación del modelo usando Eviews se presentan en la Tabla 2. Los coeficientes de regresión presentan significancia estadística, mostrándose también el coeficiente de determinación, el error de

estimación, los criterios de información de Akaike y de Schwarz, y el estadístico de Durbin-Watson. En el anexo se presenta los resultados de la estimación de un modelo SARIMA [0,1,1] [(12,36),0,(36)], con errores GARCH (0,1).

Tabla 2. Modelo SARIMA ajustado de la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". Enero 1997 – junio 2009.

Dependent Variable: D(VISITANTES)				
Method: Least Squares				
Date: 03/09/10 Time: 10:55				
Sample (adjusted): 38 150				
Included observations: 113 after adjustments				
Convergence achieved after 20 iterations				
Backcast: -11 37				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(12)	0.649748	0.064063	10.14238	0.0000
AR(36)	0.456206	0.074868	6.093482	0.0000
MA(1)	-0.533836	0.067452	-7.914338	0.0000
SMA(12)	-0.303902	0.057191	-5.313777	0.0000
SMA(36)	0.296749	0.054034	5.491878	0.0000
SMA(48)	-0.875377	0.022138	-39.54249	0.0000
R-squared	0.958640	Mean dependent var	607.4425	
Adjusted R-squared	0.956707	S.D. dependent var	8677.570	
S.E. of regression	1805.544	Akaike info criterion	17.88675	
Sum squared resid	3.49E+08	Schwarz criterion	18.03156	
Log likelihood	-1004.601	Durbin-Watson stat	2.121473	

Adecuación del modelo

La serie de tiempo debe constituir un ruido blanco, es decir tiene distribución normal con media cero y

varianza 2. El error de estimación es 1805.544 pasajeros/mes.

Fig. 4. Funciones de autocorrelación de residuos del modelo SARIMA de la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". Enero 1997- junio 2009.

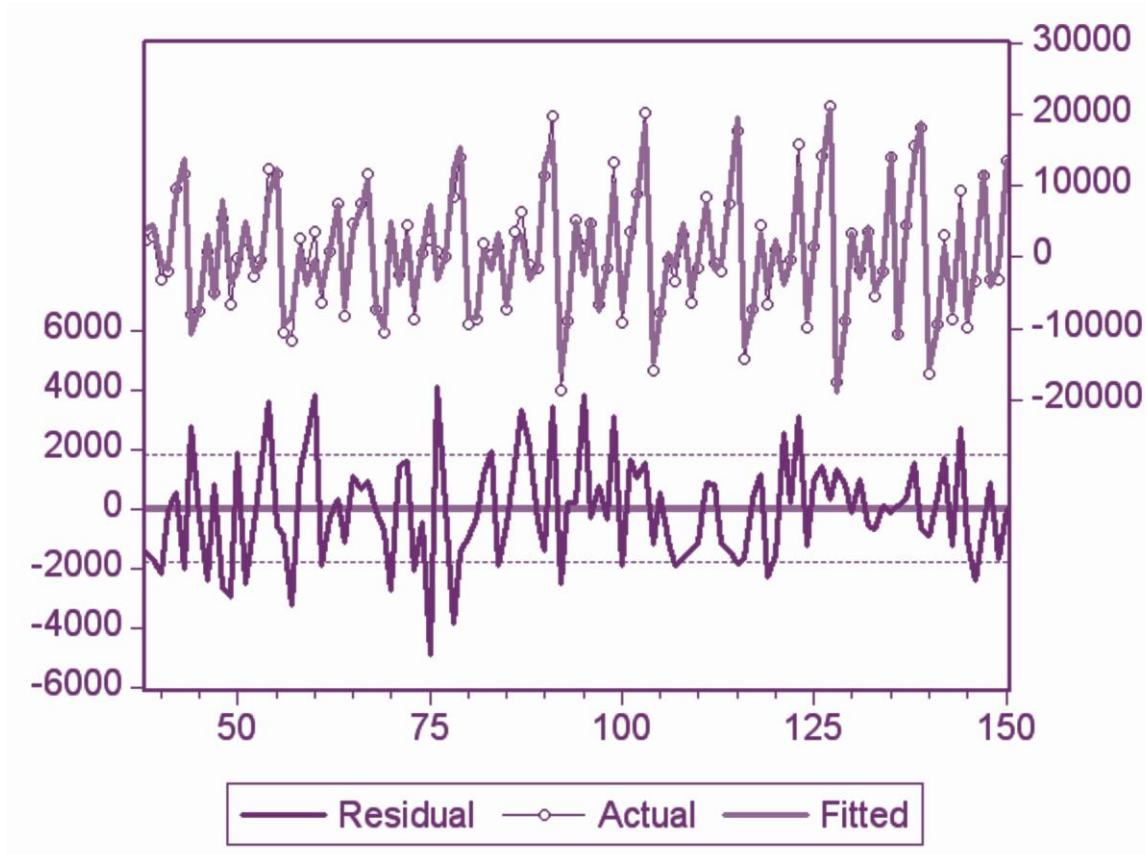
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 -0.030	-0.030	0.1239	0.725
		2 -0.101	-0.102	1.5434	0.462
		3 -0.106	-0.114	3.1436	0.370
		4 0.111	0.095	4.9033	0.297
		5 0.123	0.112	7.0644	0.216
		6 0.063	0.085	7.6452	0.265
		7 -0.018	0.034	7.6922	0.361
		8 0.136	0.172	10.402	0.238
		9 0.059	0.073	10.912	0.282
		10 0.022	0.035	10.984	0.359
		11 0.005	0.036	10.988	0.444
		12 -0.254	-0.297	20.715	0.055
		13 0.013	-0.082	20.741	0.078
		14 0.117	0.011	22.833	0.063
		15 0.025	-0.066	22.930	0.086
		16 -0.136	-0.126	25.830	0.056
		17 -0.011	0.046	25.848	0.077
		18 0.007	0.025	25.857	0.103
		19 -0.120	-0.168	28.151	0.081
		20 -0.151	-0.071	31.838	0.045
		21 0.009	0.042	31.851	0.061
		22 0.127	0.101	34.526	0.043
		23 0.029	0.086	34.668	0.056
		24 -0.044	0.040	34.986	0.069
		24 -0.044	0.040	34.986	0.069
		25 -0.058	0.032	35.563	0.078
		26 -0.011	0.052	35.585	0.100
		27 0.027	0.063	35.710	0.122
		28 0.054	0.011	36.222	0.137
		29 -0.045	-0.048	36.573	0.157
		30 -0.098	-0.133	38.289	0.142
		31 0.029	-0.135	38.440	0.168
		32 0.037	-0.161	38.684	0.193
		33 -0.018	-0.091	38.745	0.226
		34 0.012	0.088	38.773	0.263
		35 -0.099	-0.110	40.586	0.238
		36 0.124	0.125	43.452	0.184

La normalidad de los errores se probó mediante el test de Jarque-Berra, siendo aceptada ($p=0.427951>0.05$). La aleatoriedad de los errores fue probada con los intervalos confidenciales en las funciones de autocorrelación y de autocorrelación parcial, y el estadístico Q de Box-Pierce (Fig. 4). Con excepción del rezago 12, no hay ningún otro coeficiente de autocorrelación significativo.

La serie de tiempo de las llegadas de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional Jorge

Chávez, durante el período enero 1997 - junio del 2009, presentó un promedio anual que ascendió a 732382 visitantes o 61032 visitantes al mes. El modelo estima el número de visitantes al mes con un error aproximado de 1806 visitantes al mes en este periodo de estudio, equivalente al 2.96% del promedio mensual. Es evidente la similitud de los valores observados y estimados de la serie, donde los residuales constituyen una serie estacionaria (Fig. 5).

Fig 5. Valores ajustados y residuos de la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". Enero 1997- junio 2009.



Validez de Pronóstico

En el periodo de evaluación del pronóstico, julio-diciembre del 2009, las llegadas mensuales de visitantes extranjeros por el Aeropuerto

Internacional "Jorge Chávez" sobrepasaron los 100000 visitantes (Tabla 3). Los pronósticos realizados a través del modelo estimado no están muy alejados.

Tabla 3. Validación del pronóstico de la llegada mensual de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". Julio - diciembre, 2009.

MES	Visitantes	Pronóstico	Error	ERROR DE PRONÓSTICO			
				DAM	EMC	PEMA	PME
Julio	122377	129165	-6788	6788	46076336	5.55	-5.55
Agosto	107118	110631	-3513	3513	12342568	3.28	-3.28
Septiembre	102970	98568	4402	4402	19381582	4.28	4.28
Octubre	108928	105700	3228	3228	10418320	2.96	2.96
Noviembre	103233	99457	3776	3776	14254513	3.66	3.66
Diciembre	109224	107101	2123	2123	4508921	1.94	1.94
Promedio	108975	108437		3972	17830373	3.61	0.67

En esta tabla se presentan los indicadores de error de pronóstico: desviación absoluta media (3972 pasajeros), error cuadrático medio equivalente (17830373 pasajeros², equivalente a 4223

pasajeros o 3.87% del promedio mensual), porcentaje de error absoluto (3.61%) y porcentaje medio de error (0.67%).

DISCUSIÓN

Se analizó la serie de tiempo del número de visitantes internacionales por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en Lima-Perú durante el período enero 1997 - junio del 2009, comprendiendo un total de 150 observaciones mensuales, para la estimación y prueba de adecuación del modelo. El promedio anual en este periodo ascendió a 732,382 visitantes o 61,032 visitantes al mes.

Se identificó un modelo SARIMA(p,1,q)(P,0,Q) y se procedió a la estimación siguiendo la metodología de Box-Jenking. El modelo estimado corresponde al modelo SARIMA [0,1,1] [(12,36),0,(12,36,48)], cuya nomenclatura fue necesaria adecuar por el uso de Eviews en el procesamiento. El modelo presentó todos los coeficientes de regresión significativos, con un error de estimación del número de visitantes al mes de 1806 visitantes al mes dentro del periodo de estimación, equivalente al 2.96% del promedio mensual. En forma absoluta inferior al obtenido para el periodo 1997-2006¹¹.

El modelo estimado en esa oportunidad fue un modelo SARIMA (0,1,1)(0,1,1), el cual comprendió diferencias de primer orden no estacional y estacional, difiriendo en esta última, pero coincidiendo en la componente MA(1) y la componente SMA(12). Aquel modelo no contiene las componentes estacionales autorregresivas SAR(12) y SAR(36), así como tampoco las componentes de promedio móvil SMA(36) y SMA(48). En estas diferencias, la mayor amplitud de la serie juega un papel preponderante. Además,

el problema de heterocedasticidad fue abordado con la inclusión de la transformación logarítmica de la serie en estudio, pero fue desestimado.

A diferencia del estudio anterior, se evaluó la estacionariedad en primera diferencia mediante la prueba de Dickey-Fuller, constatándose que la serie de la primera diferencia no requiere de una constante en el modelo y que no es estacionaria alrededor de una tendencia^{8,12,13}.

El uso del programa Eviews proporcionó una diferencia metodológica sustancial en el proceso de estimación del modelo, debido a que presenta la prueba de Dickey-Fuller y además permitió estimar sólo los coeficientes de las componentes requeridas del modelo. Se analizó las funciones de autocorrelación de las primeras diferencias de la serie, las que no presentaron un patrón definido de acuerdo a un modelo teórico, por lo que se recurrió a ensayos de prueba y error para seleccionar y estimar el modelo, recomendado por la literatura en estos casos¹⁵. El modelo estimado cumplió con las pruebas de adecuación, como son normalidad por Jarque-Berra y aleatoriedad de los errores mediante estimaciones confidenciales de los coeficientes de autocorrelación y la prueba Q-Stat de Box-Pierce^{12,13}. Las autocorrelaciones atípicas que no reflejaron patrón, fueron desestimadas siguiendo recomendaciones estadísticas¹².

El proceso de selección del modelo SARIMA para la serie de visitantes internacionales también permitió seleccionar un modelo SARIMA [0,1,1] [(12,36),0,(36)] con errores GARCH(1,0),

el cual a pesar de constituir una buena alternativa fue desestimado por el criterio de parsimonia¹⁵, y además por presentar menor coeficiente de determinación ($R^2=93.22\%$), mayor error de estimación (2312 pasajeros) y presentar menor criterio de información de Akaike (18.9).

En el siglo anterior, Box y Jenkins estimaron un modelo SARIMA(0,1,1)(0,1,1) para el tráfico aéreo internacional en San Francisco en el periodo 1949-1960⁹, sólo con componentes de promedios móviles no estacionales y estacionales de orden 1, y con diferencias de primer orden también no estacional y estacional. Una diferencia sustancial encontrada fue el hecho que estos autores usaron una transformación logarítmica antes de estimar el modelo. La transformación realizada se justifica en este caso debido a la tendencia en el tiempo no solamente de la media sino también de la varianza, es decir que la serie no era estacionaria en media ni en varianza.

Para LAN CHILE¹⁰, coincidentemente al trabajo anterior para las visitas internacionales por el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez en el periodo 1997-2006, se estimó un modelo SARIMA(0,1,1)(0,1,1) a la variable transformada mediante logaritmos neperianos para pronosticar la cantidad de pasajeros transportados en la ruta Santiago-Isla de Pascua, con una serie mensual desde enero 1990 a junio 2001. El modelo estimado fue elegido después de compararlos con

otros cuatro modelos SARIMA (1,1,1)(0,1,1), SARIMA (0,1,2)(0,1,1), SARIMA (0,1,1)(1,1,1) y SARIMA (0,1,1)(0,1,2). En todos ellos empleó la transformación por la evidente falta de estacionariedad en media y en varianza.

Es muy probable que las limitaciones de los trabajos anteriores, se deba a la falta del uso de un programa como Eviews para realizar el ajuste sólo de los componentes que se desea del modelo. Y, por otro lado al avance en la incorporación de modelos ARCH y GARCH para analizar la falta de estacionariedad de la varianza en la literatura actual, como lo hacen los autores en las nuevas publicaciones o la actualización de ediciones anteriores^{8,12,13}.

Finalmente, la validez de pronóstico puede considerarse exitosa, por cuanto usando el modelo estimado para el periodo julio-diciembre del 2009, se encontró una desviación absoluta media de 3972 pasajeros y un error cuadrático medio equivalente a 4223 pasajeros y un porcentaje medio de error sólo del 0.67% y un porcentaje de error absoluto del 3.61%. Los pronósticos realizados proporcionan errores superiores a los encontrados en la etapa de estimación, lo cual es en cierto modo explicable por dos razones básicas, el período de observación en la etapa de estimación es considerablemente más amplio, y además el futuro tiene una cuota de incertidumbre en comparación con el pasado.

CONCLUSIONES

El modelo de serie de tiempo para los visitantes internacionales por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" de Lima- Perú, basado en el periodo

enero 1997-junio 2009, es un modelo SARIMA $[0,1,1] [(12,36),0,(12,36,48)]$, cuya ecuación es:

$$\hat{y}_t = y_{t-1} + 0.649748(y_{t-12} - y_{t-13}) + 0.456206(y_{t-36} - y_{t-37}) - 0.54483\epsilon_{t-1} \\ - 0.30390\epsilon_{t-12} + 0.162234\epsilon_{t-13} + 0.296749\epsilon_{t-36} - 0.158415\epsilon_{t-37} \\ - 0.875377\epsilon_{t-48} + 0.467308\epsilon_{t-49}$$

Finalmente, se recomienda continuar la modelación periódica de las llegadas de visitantes extranjeros por el Aeropuerto Internacional "Jorge

Chávez" para planificar del crecimiento de la infraestructura portuaria en el Perú.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. WORLD TOURISM ORGANIZATION. Apuntes de metodología de la investigación en turismo. [En línea]. 2002. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://pub.unwto.org:81/WebRoot/Store/Shops/Infoshop/Products/1224/1224-1.pdf?>
2. WORLD TOURISM ORGANIZATION. Tourism 2020 Vision - Americas. [En línea]. 2001. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://pub.worldtourism.org:81/WebRoot/Store/Shops/Infoshop/Products/1187/1187-1.pdf?>
3. WORLD TOURISM ORGANIZATION. Methodological notes. [En línea]. 2006. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://www.worldtourism.org/facts/menu.html?>
4. WORLD TOURISM ORGANIZATION. Tourism 2020 Vision. [En línea]. 2006. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://www.worldtourism.org/facts/menu.html?>, 23 de mayo, 2006, Trujillo-Perú.

5. MINCETUR. Funciones del Sector Turismo. [En línea]. 2006. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://www.mincetur.gob.pe/default.asp?pag=INSTITUCIONALES/cuerpo1.htm&lat=INSTITUCIONALES/lateral.asp?pag=institucionales&num=2?>
6. MINCETUR. La importancia del turismo para el Perú. [En línea]. 2005. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://www.mincetur.gob.pe/default.asp?pag=TURISMO/cuerpo1.htm&lat=TURISMO/lateral.asp?pag=turismo&num=4?>, 23 de mayo, 2006, Trujillo-Perú.
7. LIMA AIRPORT PARTNERS. Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. [En línea]. 2005. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://www.lap.com.pe/boletin/>.
8. Enders W. Applied Econometric Time Series. USA: Wiley; 2004.
9. ADDINSOFT. ¿Cómo ajustar un modelo ARIMA con XLSTAT-Time?. [En línea]. 2006. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://www.xlstat.com/es/support/tutorials/arima.htm?>
10. Cornejo G. Proyección de pasajeros para Lan Chile en la Ruta Santiago-Isla de Pascua a través de un Modelo Arima. [En línea]. 2003. [Consulta: 5 de diciembre de 2006]. Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos12/proyisla/proyisla.shtml?>
11. Minchón C, Vizconde, T. Un Modelo SARIMA para Pronóstico de los Visitantes Internacionales en el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez" de Perú. Ciencia y Tecnología 2006; (4): 251-269.
12. Gujarati D. Econometría. Cuarta edición. México: McGraw Hill; 2003.
13. Brooks C. Introductory Econometrics for Finance. Second Edition. New York: Cambridge; 2008.
14. MINCETUR. Movimiento de pasajeros: Flujo en el Aeropuerto Internacional Jorge Chávez. [En línea]. 2010. [Consulta: 2 de marzo de 2010]. Disponible en: <http://www.mincetur.gob.pe/default.asp?pag=TURISMO/cuerpo3.htm&lat=TURISMO/lateral.asp?pag=turismo&num=4?>.
15. Hanke J, Reitsch A. Pronósticos en los Negocios. Octava edición. México: Pearson; 2006.

Recibido: 18 febrero 2011 | Aceptado: 25 junio 2011

ANEXO 1

Modelo GARCH (0,1) ajustado para los visitantes internacionales al Perú por el Aeropuerto Internacional "Jorge Chávez". 1997-2009.

Dependent Variable: D(VISITANTES)
 Method: ML - ARCH (Marquardt) - Normal distribution
 Date: 04 /05/10 Time: 09: 59
 Sample (adjusted): 38 150
 Included observations: 113 after adjustments
 Convergence achieved after 32 iterations
 MA backcast: 1 37, Variance backcast: ON
 GARCH = C(5) + C(6)*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
AR(12)	0.544710	0.154725	3.520491	0.0004
AR(36)	0.487778	0.138755	3.515401	0.0004
MA(1)	-0.327573	0.088138	-3.716586	0.0002
SMA(36)	0.913717	0.019576	46.67624	0.0000
Variance Equation				
C	45001685	11788308	3.817485	0.0001
GARCH(-1)	-1.005150	0.002102	-478.1299	0.0000
R-squared	0.932191	Mean dependent var	607.4425	
Adjusted R-squared	0.929022	S.D. dependent var	8677.570	
S.E. of regression	2311.846	Akaike info criterion	18.90089	
Sum squared resid	5.72E+08	Schwarz criterion	19.04570	
Log likelihood	-1061.900	Durbin-Watson stat	2.519700	