

REVISTA DE ANÁLISIS
**ECONÓMICO
Y FINANCIERO**

- ||| *Medidas alternativas de volatilidad en el mercado de valores peruano*
Rafael Nivín

- ||| *Un análisis de series de tiempo mediante modelos SARIMAX para la proyección de demanda de carga en el puerto del Callao*
Víctor Chang

- ||| *Complementariedad entre generación hidroeléctrica y fotovoltaica. Un breve análisis económico*
Alfredo Dammert

- ||| *Indicador líder de la inversión privada: metodología de redes neuronales*
Ricardo Najarro

- ||| *Una nota sobre el gobierno corporativo en la industria bancaria*
César Portalanza y Guibell Carlevaro



REVISTA DE ANÁLISIS
**ECONÓMICO
Y FINANCIERO**

**Volumen 1, Número 3, 2019
Julio - diciembre 2019**

Lima - Perú



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
CIENCIAS CONTABLES
ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

ESCUELA PROFESIONAL
DE ECONOMÍA

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN

REVISTA DE ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

Vol. I, N°3, semestre julio – diciembre 2019
Escuela Profesional de Economía. Instituto de Investigación
Facultad de Ciencias Contables Económicas y Financieras

Universidad de San Martín de Porres

RECTOR

Dr. José Antonio Chang Escobedo

VICERRECTOR

Dr. Raúl Eduardo Bao García

DECANO

Dr. Luis Humberto Ludeña Saldaña

DIRECTOR DEL INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Reynaldo Uladislao Bringas Delgado

DIRECTOR DE LA REVISTA

Mg. Renzo Jair Vidal Caycho

CONSEJO EDITORIAL

Dr. Alfredo Juan Carlos Danmert Lira

Mg. Carlos Enrique González Taranco

Dr. Reynaldo Uladislao Bringas Delgado

Mg. Renzo Jair Vidal Caycho

Mg. Rudy Meyer Laguna Inocente

Asistentes Editoriales: Lic. Madeherik Anyelo Bejarano Pacheco / Lic. Juan Carlos Falcón Rodríguez

FONDO EDITORIAL USMP

Editor General: Luis Suárez Berenguela

Diseño y Diagramación: Fiorella del Aguila Vargas

Temática: *Revista de Análisis Económico y Financiero*, es una publicación semestral de la Escuela Profesional de Economía y del Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Financieras de la Universidad de San Martín de Porres. Publica los resultados de investigaciones sobre todas las ramas de la economía y las líneas de investigación aprobadas para la Facultad, con énfasis en la realidad nacional y latinoamericana. Además son investigaciones elaboradas por Docentes, Investigadores, y Alumnos, y su alcance es el público en general.

El contenido de los artículos publicados por la Revista de Análisis Económico y Financiero es responsabilidad exclusiva de sus autores.

ISSN: 2617-9989

REVISTA DE ANÁLISIS
**ECONÓMICO
Y FINANCIERO**

Volumen 1, Número 3, 2019
Julio-diciembre 2019

CONTENIDO

Prólogo.....	5
Introducción.....	6
 Artículos	
<i>Medidas alternativas de volatilidad en el mercado de valores peruano</i>	
Rafael Nivín.....	7
 <i>Un análisis de series de tiempo mediante modelos SARIMAX para la proyección de demanda de carga en el puerto del Callao</i>	
Víctor Chang.....	15
 <i>Complementariedad entre generación hidroeléctrica y fotovoltaica. Un breve análisis económico</i>	
Alfredo Dammert.....	32
 <i>Indicador líder de la inversión privada: metodología de redes neuronales</i>	
Ricardo Najarro.....	40
 <i>Una nota sobre el gobierno corporativo en la industria bancaria</i>	
César Portalanza y Guibell Carlevaro.....	48

PRÓLOGO

La Escuela profesional de Economía en alianza con el Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Contables económicas y Financieras de la Universidad de San Martín de Porres, vienen trabajando e impulsando conjuntamente diversas iniciativas de investigación, en el marco de las líneas aprobadas por la Facultad y en particular en los temas económicos y financieros, con la finalidad de mejorar en el corto y mediano plazo la plataforma y oferta académica, buscando además posicionarse como referente ilustrada de estos temas en largo plazo.

Es así como desde el inicio de las actividades conjuntas, Escuela e Instituto, han venido promoviendo maneras eficientes que permitan a nuestros docentes, investigadores, y especialistas, acompañados de nuestros alumnos, incentivar, identificar, planear y ejecutar trabajos de investigación que fortalezcan y refuercen el desarrollo de competencias investigativas en toda la comunidad de nuestra Facultad, complementando a su vez a través de esta actividad, el desarrollo personal y profesional que debe tener todo egresado de esta casa de estudios.

Es en el entorno antes descrito que nace la revista Análisis Económico Financiero, que aunque por el título pareciera restrictiva en su alcance, tiene la intención de abarcar todos los temas que las líneas de investigación de la facultad permita, aspirando a convertirse por lo tanto en una proveedora de pensamiento académico para todos los sectores económicos y sociales, pero sin perder su esencia económico financiera en cada nuevo número que se ponga disposición del público semestre a semestre.

La revista es el fruto de las inquietudes y lineamientos discutidos y desarrollados por profesionales con trayectoria académica reconocida y éxito profesional acreditado, así como de jóvenes que conciben que la creación de un medio académico que pueda poner a discusión temas de interés con la rigurosidad que estos exigen y que el Comité Editorial demanda, es el camino adecuado que nos conducirá a lograr la meta de largo plazo.

Escuela Profesional de Economía
Instituto de Investigación
FCCEF - USMP

INTRODUCCIÓN

Siendo la presente, la tercera entrega que ponemos a disposición de nuestros lectores y luego de haber transcurrido un poco más de un año desde que salió el primer número de nuestra revista, la Escuela Profesional de Economía y el Instituto de Investigación de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Financieras de la Universidad de San Martín de Porres, responsables de la emisión de la misma, estamos satisfechos y reconocidos por el trabajo realizado por nuestros colegas docentes y alumnos.

Aquello que con mucho entusiasmo inscribimos en la introducción de la primera revista,

[...] es el fruto de las inquietudes y lineamientos discutidos y desarrollados por profesionales con trayectoria académica reconocida y éxito profesional acreditado, así como de jóvenes que conciben que la creación de un medio académico que pueda poner a discusión temas de interés con la rigurosidad que estos exigen y que el Comité Editorial demanda [...],

ha pagado con creces y estamos seguros que seguirá siendo el camino que nos conducirá a lograr la meta de indización e internacionalización que queremos para la revista.

En ese sentido, en el actual número podrán encontrar temas tales como: *Medidas alternativas de volatilidad en el mercado de valores peruano*, la cual presenta un modelo que busca comparar las principales metodologías de cálculo de la volatilidad para el mercado de valores peruano. Un segundo documento también relacionado a este tipo de modelos es *Un análisis de series de tiempo mediante modelos SARIMAX para la proyección de demanda de carga en el puerto del Callao* el cual busca estimar y proporcionar modelos de pronóstico para predecir el rendimiento de carga a fin de mejorar las decisiones de inversión y determinar las tarifas del puerto.

De otro lado, un tercer documento de investigación es, *Complementariedad entre generación hidroeléctrica y fotovoltaica*. En él se trata de cómo podrían complementarse la energía fotovoltaica con las hidroeléctricas que poseen represamiento de agua, con la finalidad de reducir costos y cubrir la demanda mundial. Una cuarta entrega es el documento, *Indicador líder de la inversión privada: metodología de redes neuronales*. En este documento se establece la construcción del pronóstico de la tasa de crecimiento de la inversión privada para los próximos tres trimestres en base a indicadores adelantados, los cuales se determinan a través de las correlaciones dinámicas de las variables adelantadas con la inversión privada.

Y por último, una quinta entrega titulada *Una nota sobre el gobierno corporativo en la industria bancaria*, trata de identificar determinadas características de la industria bancaria que hacen que el gobierno corporativo en este sector, sea distinto al que se promueve para empresas que no pertenecen al sistema financiero

Queremos también dejar plasmada nuestra satisfacción por lo logrado y expresar nuestro compromiso con los docentes, alumnos, administrativos y autoridades de la Universidad, así como con los miembros de la academia nacional e internacional y sociedad, de seguir en el esfuerzo de producir una revista que recoja temas de interés académico que contribuyan con la profundización o ampliación del conocimiento relativo a las materias y otras de relevancia que se imparten o discuten en nuestra escuela.

Esperamos que los artículos que ponemos a su disposición en esta oportunidad satisfagan sus exigencias y que los conviertan en asiduos lectores de nuestra producción.

Instituto de Investigación.

MEDIDAS ALTERNATIVAS DE VOLATILIDAD EN EL MERCADO DE VALORES PERUANO

RAFAEL NIVIN^A

RESUMEN

Este documento busca comparar las principales metodologías de cálculo de la volatilidad para el mercado de valores peruano. Se presentan tres métodos de cálculo de volatilidad, el modelo EWMA, el modelo GARCH y el de Volatilidad estocástica(SV). La comparación de estas metodologías se realizó a través del cálculo del Valor en Riesgo y un ejercicio de backtesting. Los resultados muestran que si bien las tres metodologías de estimación generan medidas de volatilidad similares, los modelos GARCH y SV son superiores al modelo EWMA en términos del cálculo del Valor en Riesgo. Asimismo, el ejercicio de backtesting realizado no muestra diferencias significativas entre los modelos GARCH y de volatilidad estocástica.

JEL: G10, G11, G12.

PALABRAS CLAVES: Volatilidad estocástica, valor en riesgo, y estrategia de trading.

ABSTRACT

This paper aims to compare the main methodologies to estimate the volatility of Peruvian stock market. Three main methods for volatility estimation are introduced, EWMA model, GARCH model and Stochastic Volatility (SV) model. To compare these methods we use a Value at Risk application and a backtesting exercise. The results shows that all three methods provide similar volatility estimates, however GARCH and SV models are superior to EWMA model in terms of Value at Risk estimates. Moreover, the backtesting exercise implemented does not show significant differences between the GARCH model and the SV model.

JEL: G10, G11, G12.

KEYWORDS: Stochastic Volatility, Value at Risk, and Backtesting.

A Investigador Docente de la Escuela Profesional de Economía. Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Financieras de la Universidad de San Martín de Porres. Se agradece enormemente la asistencia de investigación de Ángel Torres y Luis Soriano quienes han realizado un excelente trabajo. Las opiniones vertidas en este documento no necesariamente coinciden con las de la USMP ni con las de otras instituciones a las que pertenece el autor.

INTRODUCCIÓN

Una de las características propias a los retornos financieros (basados en activos financieros como las acciones, índices, tipos de cambio, entre otros) es que la volatilidad no es constante en el tiempo (existen *clusters* de volatilidad). Por tal motivo, los retornos financieros usualmente se estiman considerando modelos que permiten que la volatilidad cambie en el tiempo. Generalmente, esta volatilidad cambiante en los retornos financieros se modela utilizando modelos tipo EWMA (Riskmetrics) o GARCH, en los cuales la evolución de la volatilidad se modela de forma determinística (Engle, 1982; Bollerslev, 1986; y todas las variantes posteriores).

Sin embargo, alternativamente se puede modelar dicho comportamiento de los retornos financieros utilizando modelos probabilísticos de volatilidad – considerando Modelos de Volatilidad Estocástica (Taylor, 1982; Kim, Shephard y Shib, 1998; entre otros). Si bien estos autores dan argumentos sólidos para preferir los Modelos de Volatilidad Estocástica (SV), su uso práctico ha tenido menor interés en comparación al uso extensivo de los modelos GARCH. Al respecto, Bos (2012) señala que esta inconsistencia se debe a que los modelos SV carecen de una metodología única de estimación, así como la ausencia de un único software que concentre los distintos métodos de estimación.

Como respuesta, Kastner y Fruhwirth-Schnatter (2014) propone un método de estimación eficiente utilizando Markov Chain Montecarlo (MCMC). Esta nueva metodología de estimación de los modelos de volatilidad estocástica ha permitido extender el uso de los modelos SV en los casos que se requiera cuantificar la volatilidad de los retornos financieros.

En ese sentido, el presente artículo busca aplicar esta nueva metodología de estimación al retorno del mercado bursátil peruano y determinar sus ventajas con respecto a los modelos tradicionales.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Existe consenso en la literatura de precio de activos financieros en relación a las características comunes que poseen los distintos retornos financieros, tales como tipo de cambio e índices bursátiles. Dichos retornos presentan a través del tiempo periodos estables y periodos de elevada incertidumbre (*clusters*), los cuales reflejan la situación económica doméstica e internacional de un país o región, lo que hace importante modelar

la varianza de dichos retornos para analizar su dinámica a través del tiempo.

Inicialmente, esta volatilidad cambiante se modeló a través del modelo EWMA o Riskmetrics (JP Morgan, 1994) dada su facilidad para implementar. Sin embargo, en la historia más reciente dos metodologías alternativas se han desarrollado para lograr esta volatilidad cambiante: en primer lugar, se destacan los modelos cuya volatilidad tiene una modelación determinística (conocidos como modelos tipo GARCH), y en segundo lugar, los modelos que presentan volatilidad modelada de forma estocástica (Stochastic Volatility Models, SV). Los modelos GARCH suponen que la volatilidad (varianza) evoluciona en el tiempo siguiendo un proceso determinado por la dependencia determinística entre el retorno del activo financiero y su varianza, mientras que los modelos SV son más flexibles y consideran que la varianza sigue un proceso que puede fluctuar de manera independiente a los retornos del activo financiero. Si bien a través de los años se hizo extensivo el uso de los modelos tipo GARCH para el cálculo de la volatilidad de los retornos financieros, la evidencia empírica sobre las bondades de los modelos de volatilidades estocásticas ha sido escasa y estudiada más recientemente.

Alanya y Rodríguez (2014) compararon la eficiencia de tres algoritmos para la estimación de Modelos SV y dos modelos tipo GARCH (N-GARCH y t-GARCH). El primer método es el MCMC (cadena de Markov Monte Carlo) usando el algoritmo de la Gibbs-sampling, asumiendo un comportamiento de distribución normal estándar del error para la estimación de los coeficientes del modelo. Esta metodología se centra en calcular la distribución posterior del conjunto de parámetros a partir de la distribución de los parámetros anteriores mediante simulaciones de Montecarlo. El segundo método es llamado combinación de muestras: a partir de la linealización del modelo, el término de error es aproximado mediante una combinación de distribuciones normales. Finalmente, el tercer método es la integración de muestras, que consiste en integrar o separar las volatilidades del proceso muestral con el objetivo de obtener una mejora en la aleatoriedad y disminuir la correlación que existe entre los parámetros y la varianza.

Usando datos de los retornos de activos financieros como el índice bursátil (Índice

General de la Bolsa de Valores de Lima) y el retorno cambiario (variación del tipo de cambio) al cierre del día desde diciembre 1992 hasta diciembre del 2010, Alanya y Rodríguez (2014) encuentran que el método de muestras integradas es el más eficiente. Por otro lado el método de Gibbs-sampling proporciona grandes valores de volatilidad sobre todo en los períodos de alta incertidumbre en relación a los otros dos métodos.

Por su parte, Lengua Lafosse y Rodríguez (2018) presenta un análisis empírico los Modelos de Volatilidad Estocástica (SV) de los retornos de los mercados de renta variable de un conjunto de países de Latinoamérica (Perú, Argentina, Chile, Brasil y México) considerando una muestra que comprende el período entre 1996 y 2013. Los autores encuentran que hay efectos de apalancamiento en todos los índices bursátiles considerados, pero no hay suficiente evidencia para el Perú, y perturbaciones sesgadas con colas pesadas es confirmado sólo para Argentina, cola pesada simétricas para México, Brasil y Chile, y las normalidad simétrica para el Perú. Semejante a los hallazgos de Nakajima, J. y Omori, Y. (2009).

Adicionalmente, Lafosse y Rodriguez (2018) encuentran que la media posterior de los parámetros estimados es consistentes con la literatura que indican la alta persistencia de la volatilidad de los retornos del mercado de valores. Sin embargo, en base a los cálculos obtenidos se muestra que los rendimientos IGBVL tienen una menor persistencia en comparación con la volatilidad de los índices de los demás índices bursátiles de América Latina considerados. Los resultados apoyan la evidencia de que existen efectos de apalancamiento en todos los índices considerados, pero no hay suficiente evidencia para la IGBVL. Otro resultado importante es que la volatilidad (en logaritmos) de los rendimientos IGBVL tiene más variabilidad que los otros rendimientos de las acciones en América Latina. Además, los resultados apoyan la evidencia de colas pesadas y sesgadas sólo para el Merval, colas pesada simétricas para el Mexbol, IBOVESPA e IPSA, y normalidad el IGBVL.

MODELOS DE VOLATILIDAD

Para caracterizar la volatilidad del índice bursátil peruano, se utilizarán tres modelos de varianza cambiante en el tiempo: EWMA, GARCH y volatilidad estocástica. A continuación se

describe las principales características de cada uno de estos modelos.

a. Modelo Exponentially Weighted Moving Average (EWMA o Riskmetrics)

Este modelo es una extensión simple de promedio ponderado tradicional de todas las observaciones, siendo las observaciones más recientes las que reciben mayor ponderación.

$$\sigma_t^2 = (1 - \lambda)r_{t-1}^2 + \lambda\sigma_{t-1}^2 \quad (1)$$

Es decir, es un promedio móvil ponderado exponencialmente, donde las últimas observaciones tienen mayor ponderación:

$$\sigma_t^2 = \sum_{j=1}^{\infty} (1 - \lambda)\lambda^{j-1} r_{t-j}^2, \quad 0 < \lambda < 1. \quad (2)$$

Con un valor de la varianza al inicio de la muestra y a partir de un valor de λ se puede obtener un estimador de la volatilidad que cambia en el tiempo.

MODELO GARCH

Bollerslev (1986) propuso un ARCH generalizado (GARCH) de orden (1,1):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 r_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2 \quad (3)$$

A diferencia del modelo EWMA, el modelo GARCH requiere la estimación de los parámetros de la ecuación de la varianza, y así obtener un estimado de la volatilidad.

b. Modelo de Volatilidad Estocástica (SV)

Siguiendo a Kastner (2016), denotamos por $r_t = (r_1, r_2, \dots, r_t)'$ a un vector de retornos financieros con media zero. La característica particular de los modelos de volatilidad estocástica (SV) es que cada observación r_t se asume que tiene su propia varianza contemporánea σ_t^2 , relajando así el supuesto de homocedasticidad. Para que la estimación de un modelo de este tipo sea posible, no se permite que la varianza varíe de manera irrestricta con el tiempo. Más bien, se asume que su logaritmo sigue un proceso autorregresivo de orden 1. Es importante tomar en cuenta que esta característica tiene diferencias fundamentales con respecto a los modelos tipo GARCH, donde la volatilidad variante en el tiempo se asume que sigue una dinámica determinística en lugar de una dinámica estocástica como en los procesos SV.

Un modelo de volatilidad estocástica (SV) puede expresarse de manera conveniente de una forma jerárquica. Usualmente se expresan de la siguiente manera:

$$r_t | V_t \sim N(0, e^{V_t}) \quad (4)$$

$$V_t | V_{t-1}, \mu, \phi, \sigma_\eta \sim N(\mu + \theta(V_{t-1} - \mu), \sigma^2) \quad (5)$$

$$V_0 | \mu, \phi, \sigma_\eta \sim N(\mu, \sigma_\eta^2 / (1 - \theta^2)) \quad (6)$$

donde $N(\mu, \sigma^2)$ denota la distribución normal con media μ y varianza σ^2 . Asimismo, denotaremos $\Omega = (\mu, \phi, \sigma_\eta^2)'$ como el vector de parámetros: μ el nivel del logaritmo de la varianza; la persistencia del logaritmo de la varianza; y σ_η la volatilidad del logaritmo de la varianza. El proceso $V_t = (V_0, V_1, \dots, V_n)'$ que aparece en la segunda y tercera ecuación es un proceso no observado y se interpreta como la volatilidad cambiante en el tiempo (de manera más precisa del logaritmo de la volatilidad). Finalmente, V_0 que aparece en la ecuación 3 se distribuye de acuerdo a la distribución estacionaria de proceso autorregresivo de orden 1.

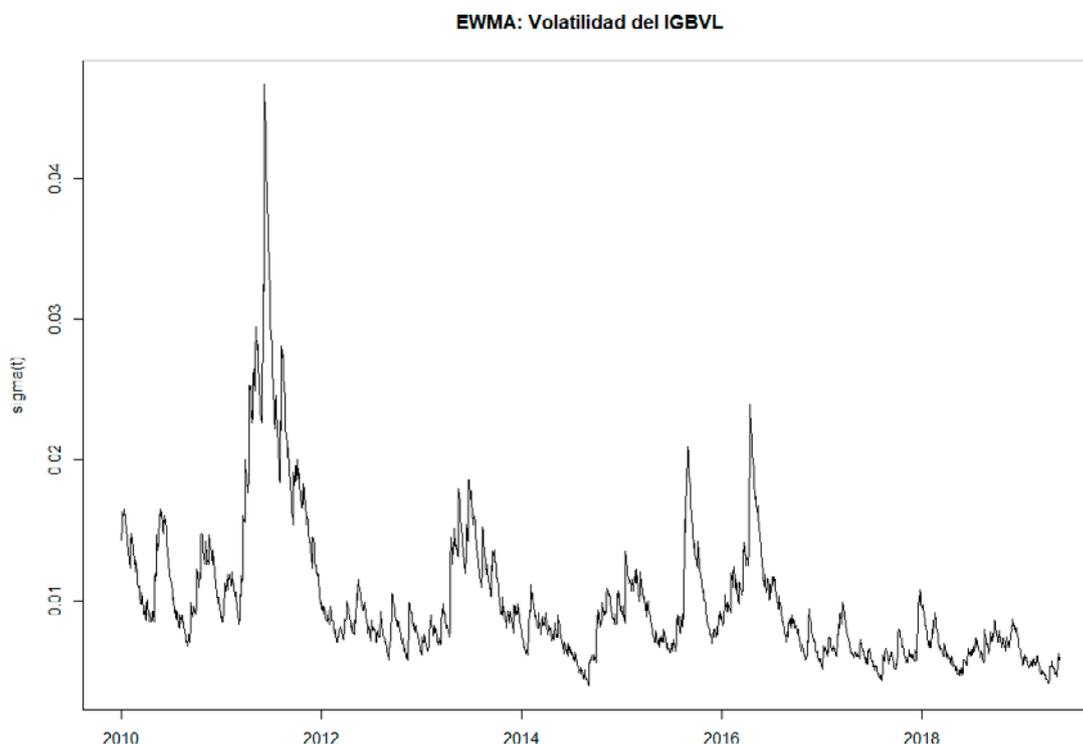
DATOS Y RESULTADOS

Para implementar el cálculo de volatilidad en el mercado de valores peruano se utiliza los datos diarios del retorno de la Bolsa de Valores de Lima (Índice general, IGBVL) para una muestra que comprende el período entre enero de 2010 y diciembre de Mayo de 2019. Este horizonte de análisis permite analizar el periodo post-crisis financiera y caracterizar como la volatilidad de los retornos bursátiles de la BVL ha evolucionado durante dicho periodo.

Para calcular la volatilidad a partir del modelo EWMA, el proceso de cálculo iterativo empieza con un valor inicial de la varianza igual a la varianza de las primeras 30 observaciones y los siguientes valores se calculan a partir del modelo descrito en la sección 3.1 considerando que $\lambda = 0.94$.

A partir del cálculo de la volatilidad utilizando la metodología de EWMA se puede identificar algunos períodos con elevada volatilidad. Por ejemplo, en el periodo 2011-2012 asociado a la crisis europea, e periodo del "taper tantrum" en el año 2013 y finalmente el periodo 2015-2016 asociado a los riesgos de desaceleración china y caída en los precios de commodities (Gráfica 1).

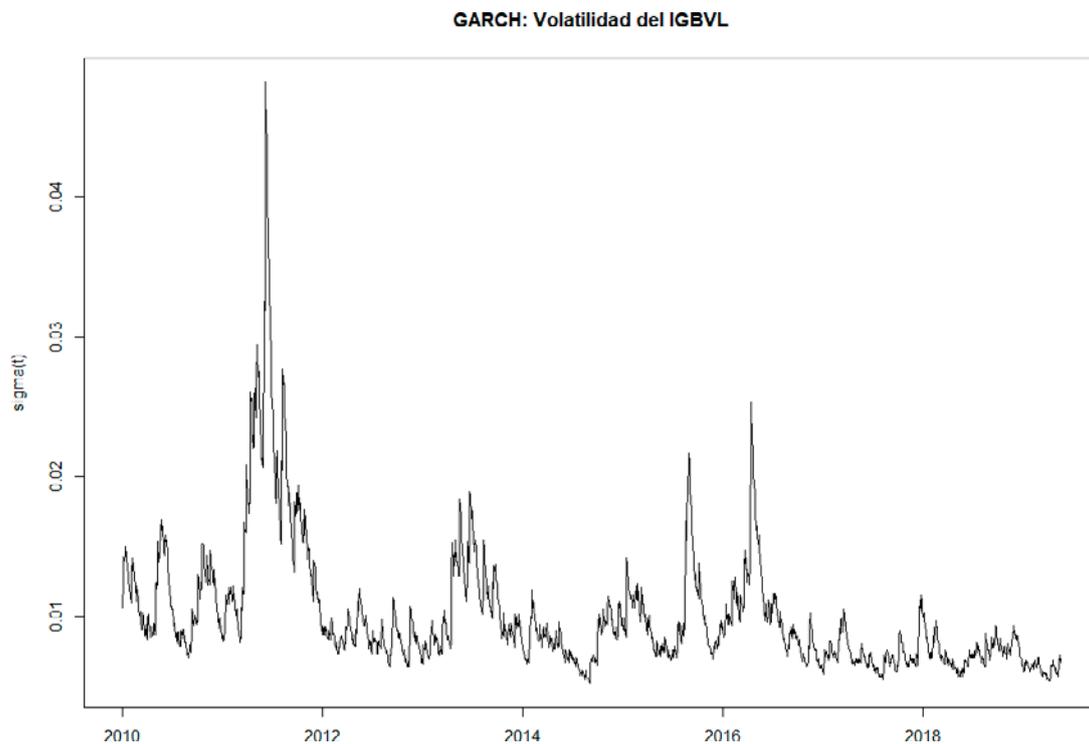
Gráfica 1. Medición de volatilidad del IGBVL utilizando la metodología EWMA



Sin embargo, como se indicó anteriormente, en el modelo EWMA los coeficientes que se utilizan para el cálculo de la volatilidad no son estimados sino se utiliza un valor fijo. Una aproximación donde se puede considerar que sean los datos los que determinen los coeficientes requeridos para

el cálculo de la volatilidad se realiza a partir de un modelo GARCH. La especificación utilizada para la volatilidad es un GARCH (1,1) con residuos estandarizados que se asumen siguen una distribución normal (Gráfica 2).

Gráfica 2. Medición de volatilidad del IGBVL utilizando la metodología GARCH

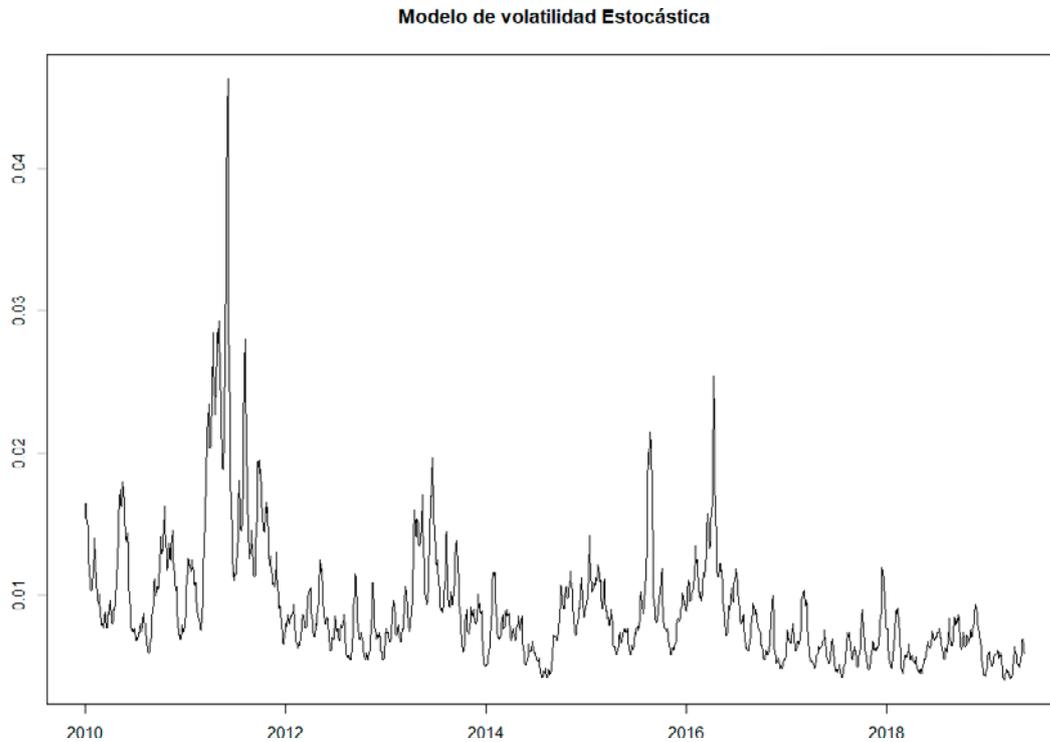


Se puede observar en el gráfico anterior que a grandes rasgos la volatilidad del modelo EWMA y la volatilidad estimada a través del modelo GARCH tienen comportamientos similares.

Considerando una medida alternativa de volatilidad (modelo SV), en la cual se toma en consideración la incertidumbre asociada en la

estimación de la varianza, se obtiene una estimación más flexible de la volatilidad del retorno de IGBVL. Así, tomando en consideración la mediana de la distribución de la varianza, obtenemos una estimación de la volatilidad (std) a través de modelo SV que muestra un comportamiento similar a los modelos previos (Gráfica 3).

Gráfica 3. Medición de volatilidad del IGBVL utilizando el modelo de Volatilidad Estocástica

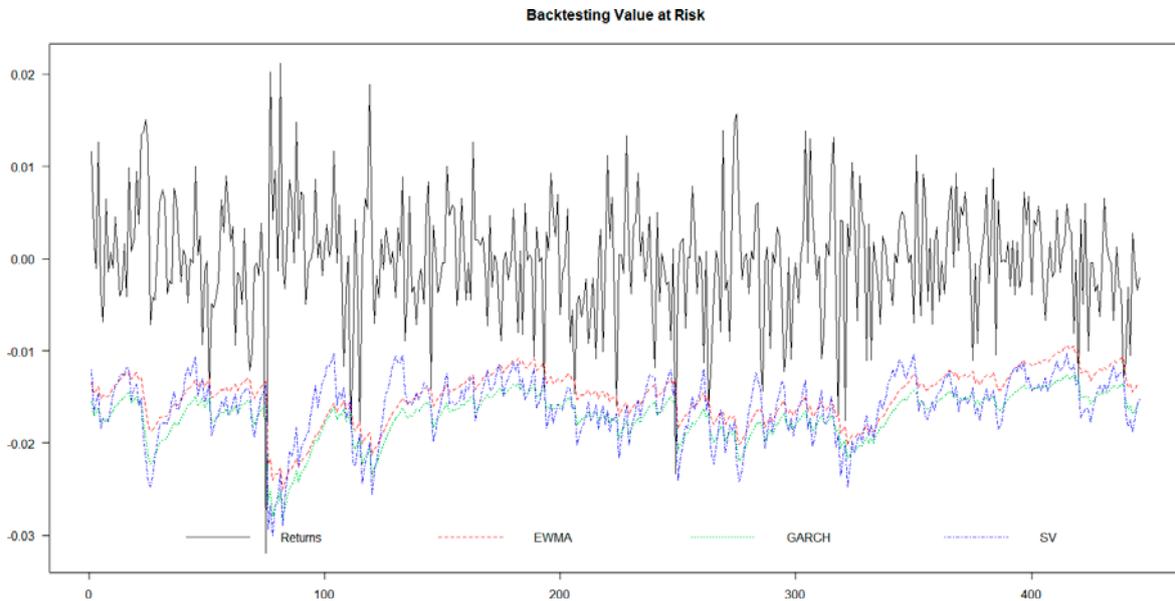


c. Usando el Valor en Riesgo para comparar las medidas de volatilidad

Para hacer una comparación formal entre las metodologías descritas, se utilizó las volatilidades de cada modelo para el cálculo del Valor en riesgo (VaR) y se procedió a realizar un ejercicio de *backtesting* para evaluar qué tan efectivo es el Valor en Riesgo de cada uno de los modelos. La estrategia de *backtesting* consiste en utilizar una muestra móvil de 2000 observaciones con la cual se estima para cada modelo la varianza para el siguiente día y con este resultado se obtiene el Valor en Riesgo para el siguiente día. Este procedimiento se realiza

para los restantes 446 días y se obtiene una muestra de igual tamaño para el Valor en Riesgo los cuales se comparan con el valor del retorno bursátil realizado y verificar si dicho retorno excedió el valor en riesgo o no. Una adecuada medida de riesgo debería tener un porcentaje de excepciones en la muestra igual al nivel de significancia. El gráfico 4 muestra tanto el retorno bursátil como las estimaciones del valor en riesgo de las tres metodologías utilizadas (en el eje vertical), donde se pueden identificar los períodos dentro de los 446 días de la muestra donde el retorno bursátil excedió el Valor en Riesgo.

Gráfica 4. Backtesting Value at Risk (3 modelos)



La Tabla 1 muestra que el porcentaje de excepciones que tienen los tres modelos estimados. Se puede observar que tanto el modelo GARCH como el SV tienen un porcentaje de excepciones por debajo del modelo EWMA y consistentes con el nivel de significancia de 1% utilizado.

Tabla 1. Backtesting VaR para el IGBVL

	Ratio de excepciones (%)	Volatilidad del VaR
EWMA	2,690583	0,002850377
GARCH	1,121076	0,0026265
SV	1,193722	0,003358114

Dado que ex-post VaR no es observable, no se pueden utilizar criterios como ECM de la proyección, por lo que los métodos de *backtesting* se basan en excepciones. Se define excepción, I_t , como:

$$I_{t+1}(p) = \begin{cases} 1, & X_{t+1} < \chi_p^{t+1} \\ 0, & X_{t+1} \geq \chi_p^{t+1} \end{cases} \quad (7)$$

Si el modelo está bien especificado, deberían comprobarse el siguiente principio del *backtesting*: Hipótesis de cobertura no condicional:

$$Pr[I_t(p) = 1] = E[I_t(p)] = p \quad (8)$$

Si el modelo está bien especificado, I_t es una secuencia de variables aleatorias con distribución Bernoulli. Prueba de cobertura de Bernoulli (Kupiec, 1995):

$$H_0 : I_t \sim B(p) \quad (9)$$

Donde es el nivel de significancia (cobertura) del modelo VaR. Si se considera como \hat{p} , donde n es el tamaño del período de backtesting, entonces es el estimador muestral de p . Bajo la hipótesis nula H_0 , tenemos que $\hat{p} \sim B(n, p)$, lo que podríamos comprobar mediante una prueba de LR:

Tabla 2. Comparación de VaR

Modelo	Cobertura incondicional	
	t-statistic	p-value
EWMA	8.804	0.003
GARCH	1.064	0.800
SV	1.297	0.530

Comparando la prueba de cobertura condicional, se puede observar que nuevamente el modelo EWMA es inferior a los otros modelos puesto que se rechaza la hipótesis de que el porcentaje de excesos es igual al nivel de significancia. Por su parte, entre los modelos GARCH y SV, en ambos modelos se acepta la hipótesis nula y por lo tanto ambos serían útiles cuando se requiere calcular el Valor en Riesgo.

Conclusiones

La volatilidad de los activos financieros es una de las principales medidas requeridas para la gestión de riesgos financieros. Por tal motivo, se necesita una medida confiable de dicha volatilidad. En este artículo se utilizan las principales medidas de varianza para estimar la volatilidad del retorno del índice bursátil de la Bolsa de Valores de Lima. Para hacer comparables estas metodologías se calculó el Valor En riesgo de cada modelo y se realizó un ejercicio de *backtesting*. Los resultados muestran que si bien las tres metodologías de estimación generan medidas de volatilidad similares, los modelos GARCH y SV son superiores al modelo EWMA en términos del cálculo del Valor en Riesgo. Asimismo, al utilizar el ejercicio de *backtesting* para comparar la capacidad predictiva de los modelos GARCH y SV, no se encuentran diferencias significativas entre ambos modelos por lo que no se puede concluir que un modelo es superior al otro. Sería de utilidad adicionales pruebas que puedan determinar la superioridad de alguno de estos modelos.

REFERENCIAS

- [1] Bollerslev T (1986). “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity”. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327.
- [2] Bos CS (2012). “Relating Stochastic Volatility Estimation Methods.” In L Bauwens, C Hafner, S Laurent (eds.), *Handbook of Volatility Models and Their Applications*, pp. 147–174. John Wiley & Sons.
- [3] Kastner G (2016). *Stochvol: Efficient Bayesian Inference for Stochastic Volatility (SV) Models*.
- [4] Kim S, Shephard N, Chib S (1998). “Stochastic Volatility: Likelihood Inference and Comparison with ARCH Models.” *Review of Economic Studies*, 65(3), 361–393.
- [5] Patricia Lengua Lafosse, Gabriel Rodríguez, “An empirical application of a stochastic volatility model with GH skew Student’s t-distribution to the volatility of Latin-American stock returns”, *The Quarterly Review of Economics and Finance*, Volume 69, 2018, Pages 155-173.
- [6] Taylor SJ (1982). “Financial Returns Modelled by the Product of Two Stochastic Processes: A Study of Daily Sugar Prices 1691–79.” In OD Anderson (ed.), *Time Series Analysis: Theory and Practice* 1, pp. 203–226. North-Holland, Amsterdam.
- [7] Willy Alanya & Gabriel Rodríguez, 2014. “Stochastic Volatility in Peruvian Stock Market and Exchange Rate Returns: a Bayesian Approximation,” *Documentos de Trabajo / Working Papers* 2014-392, Departamento de Economía - Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [8] Kim S, Shephard N, Chib S (1998). “Stochastic Volatility: Likelihood Inference and Comparison with ARCH Models.” *Review of Economic Studies*, 65(3), 361–393.

UN ANÁLISIS DE SERIES DE TIEMPO MEDIANTE MODELOS SARIMAX PARA LA PROYECCIÓN DE DEMANDA DE CARGA EN EL PUERTO DEL CALLAO

VÍCTOR CHANG^A

RESUMEN

El objetivo principal de este artículo es estimar y proporcionar modelos de pronóstico para predecir el rendimiento de carga para el Puerto del Callao del 2019 al 2023. Estos resultados podrían servir para hacer un análisis prospectivo, mejorar las decisiones de inversión y determinar las tarifas del puerto. Para este propósito, los modelos de series temporales SARIMAX se utilizan con la inclusión de entradas exógenas que son representativas del rendimiento de carga de las tres terminales del Puerto del Callao: APMTC, DPWC y TC. Los resultados del pronóstico indican que para el año 2023 se alcanzará un total de 17 millones de TM y 3.4 millones de TEU's, activando los gatillos de inversión para APMTC y DPWC.

JEL: C22; L91; R41

PALABRAS CLAVES: Modelos SARIMAX, Análisis de Series de Tiempo, Predicción de Flujos de Carga Marítima, Modelos de Predicción, Puerto del Callao

ABSTRACT

The main objective of this article is to estimate and provide forecast models in order to predict cargo throughput for the Port of Callao from 2019 to 2023. These results could serve to make a prospective analysis, improve the decisions of investment and determine port rates. For this purpose, SARIMAX time series models are used with the inclusion of exogenous inputs which are representative of the cargo throughput of the three terminals of the Port of Callao: APMTC, DPWC and TC. The forecast results indicate that by the year 2023 a total of 17 million MT's and 3.4 million TEU's will be reached, activating investment triggers for APMTC and DPWC.

JEL: C22; L91; R41

KEYWORDS: SARIMAX models, Time Series Analysis, Forecasting of maritime cargo flows, Forecasting Models, Port of Callao.

^A Investigador docente de la Escuela Profesional de Economía de la Facultad de Ciencias Contables Económicas y Financieras de la Universidad de San Martín de Porres y Analista de Estudios Económicos del Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN). Se agradece enormemente la asistencia de investigación de Fernando Castro Muro quien ha realizado un eficiente trabajo.

INTRODUCCIÓN

La demanda de transporte se caracteriza por ser una demanda derivada, debido a que esta por sí misma no se demanda como actividad final, sino que se encuentra asociado con la demanda de lo que se transporta, ya sea pasajeros o carga (Gines de Rus, 2003). La demanda de carga portuaria, no es la excepción ya que ésta se encuentra estrechamente relacionada con la demanda de los productos que se importan y aquellos que se exportan, es decir que depende de la actividad económica del país y del comercio internacional. De esta manera, cambios en los precios de estos productos como por ejemplo los *commodities*, así como mayor crecimiento económico del país y de los socios comerciales afectan el tráfico de carga en el sector portuario. Asimismo, mercados relacionados como el de infraestructura portuaria, el de las compañías navieras, así los operadores logísticos portuarios se ven afectados por la demanda de carga portuaria.

Así, la información sobre la demanda y la proyección de la misma resulta ser una variable de suma importancia para todos los involucrados en el sector portuario, desde las compañías navieras, autoridades portuarias, operadores hasta inversionistas. Esto debido a que, las decisión de aportar nuevas capacidades e inversiones en los terminales portuarios debe ser respaldada por una demanda potencial creciente por lo que los tomadores de decisiones deben contar con pronósticos de tráfico de proyecciones de demanda confiables como soporte para respaldar las decisiones relacionadas con la operatividad e inversión en infraestructura (Mohamed, 2016).

Para el caso peruano, las entidades encargadas de efectuar dichas proyecciones cuentan con pronósticos realizados en base a datos de frecuencia anual modelados principalmente por métodos de análisis de series temporales y/o mínimos cuadrados ordinarios los cuales relacionan las variables de tráfico de carga con variables exógenas representativas de la actividad económica del *hinterland*¹.

Teniendo en cuenta la importancia de contar con proyecciones confiables sobre el movimiento de carga es que se plantea el objetivo de este trabajo de investigación, el cual es estimar y proyectar la demanda de tráfico de carga en el puerto del Callao para el periodo 2019 al 2023. Para ello,

a diferencia de otros estudios, se aprovecha los datos de frecuencia mensual, así como el empleo de otras variables macroeconómicas relacionadas principalmente con la demanda para estimar y proyectar la demanda bajo la metodología de series de tiempo SARIMAX.

Al respecto, los resultados de dicha investigación podrían servir como insumo para mejorar las políticas públicas en cuanto a la determinación de tarifas portuarias en el puerto del Callao. Asimismo, para mejorar la realización de inversión en infraestructura portuaria por parte de los concesionarios y de los distintos actores involucrados en el sector portuario como las compañías navieras, autoridades portuarias, operadores y otros inversionistas.

En lo que respecta a la determinación de tarifas portuarias, actualmente, el mecanismo usado por el Organismo Supervisor de la Inversión en Infraestructura de Transporte de Uso Público (OSITRAN) para revisar las tarifas portuarias en el puerto del Callao se basa en las tarifas tope o RPI-X, donde buscan que las tarifas por los servicios prestados no excedan el precio tope estimado por el regulador durante un período regulatorio de 5 años. Para la aplicación de dicha metodología, el regulador viene empleando información histórica sobre inversiones, gastos e ingresos de la empresa regulada, así como otras variables de la economía. Sin embargo, la tarifa actualizada no toma en consideración las futuras inversiones y la demanda futura de carga que tendrán los concesionarios de las terminales portuarias del puerto del Callao. En ese sentido, la metodología SARIMAX, empleada en la presente investigación, podría proporcionar al regulador de mayores herramientas para evaluar metodologías prospectivas para las revisiones tarifarias, las cuales les permita incluir las proyecciones de demanda de tráfico en el puerto del Callao².

La presente investigación, tiene la siguiente estructura, posterior a la introducción; la sección 2, presenta una revisión de la literatura sobre investigaciones relacionadas con la proyección de demanda portuaria. En la sección 3 se presenta los datos y metodología a emplear. Finalmente en la sección 4 y 5 se muestran los resultados, la discusión de los mismos y las conclusiones de la investigación.

1 Se define el *hinterland* como el área de influencia de un puerto.

2 Por ejemplo, para el cálculo del Factor de Productividad de la empresa, el regulador podría evaluar la estimación del mismo bajo la metodología de Building Blocks.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

Los estudios relacionados al tema de proyecciones de demanda indican que, por lo general, los modelos ARIMA tienen una mayor inclinación a brindar mejores resultados ya que estos modelos, cuando son utilizados con datos de frecuencia trimestral o mensual, capturan de mejor manera el comportamiento de la demanda.

Dragan, Intihar y Kramberger (2014) realizaron un estudio en el que comparaban tres metodologías para proyectar el movimiento de carga en contenedores para los puertos NAPA (North Adriatic Ports Association). En dicho estudio se compararon modelos ARIMA, modelos de descomposición y modelos de suavizamiento exponencial Holt-Winters. Los resultados indicaron que los modelos ARIMA presentaban una mejor performance ante los otros modelos teniendo en cuenta como criterios principales de evaluación el RMSE, MAE y MAPE. Tomando como base dicho estudio, Dragan, Intihar y Kramberger (2017) realizaron otro estudio en el que se examinó el desempeño de los modelos ARIMAX exclusivamente para el puerto de Koper, Eslovenia, considerando

variables exógenas representativas de la actividad económica del hinterland. Los resultados obtenidos, mostraron que al aplicar indicadores macroeconómicos en los modelos de proyección se puede lograr obtener mejores proyecciones a futuro del movimiento de carga.

Por su parte, Kotcharat (2016), realizó pronósticos basados en modelos SARIMAX tomando como variables internas índices de consumo privado, empleo, inversión privada y producción industrial; y como variables externas el precio del petróleo y el tipo de cambio. De acuerdo con sus resultados, el mejor modelo de proyección que obtuvo estuvo en función de tres variables exógenas (índice de inversión privada, empleo y el precio del petróleo), el cual fue comparado con otros modelos mediante los criterios RMSE, MAE, MAPE y el coeficiente de desigualdad de Theil.

La Tabla N°1 presenta una revisión de los principales artículos que realizan proyecciones de demanda donde se señala, entre otras cosas, las variables empleadas y la metodología utilizada.

Tabla N°1: Revisión de la literatura

Autor	Frecuencia (periodo)	Ciudad/Región	Variables Endógena	Variables Exógenas	Objetivos	Metodología
Hui, Eddie; Seabrooke, William; Wong, Gordon (2004).	1992Q1-2001Q4	Puerto de Hong Kong (China)	Cargo Throughput (millones de toneladas)	-Valor comercial total de China. -Valor comercial total de EE.UU. -Número de amarres de terminales de contenedores. -Cargo Throughput de los puertos de Shenzhen.	Proveer mejoras en las proyecciones de movimiento de carga realizadas por las autoridades portuarias regionales con el fin de mejorar el panorama de inversiones en infraestructura.	-Modelo de Corrección de Errores (ECM)
Wen-Yi Peng, Ching-Wu Chu (2009)	January 2003-December 2006	Los Tres principales puertos de Taiwán	-Volumenes de rendimiento de contenedores para los puertos de Keelung, Taichung y Kaohsiung (TEU's)	-Factor Tendencial. -Factor cíclico. -Factor estacional. -Factor irregular.	Encontrar un modelo que pueda proporcionar la mayor predicción precisa del rendimiento de un contenedor. Comparando seis modelos univariados de predicción.	- Modelo clásico de descomposición. -Modelo de Regresión Trigonométrica. -Modelo de regresión con variables ficticias estacionales. -El modelo gris. -Modelo Gris Híbrido. -Modelo SARIMA.
Peter M. Schulze, Alexander Prinz (2010).	1989Q1-2006Q4	Alemania	Twenty-foot Equivalent Units (TEU's)	-Constante. -Seasonal Dummy.	El propósito de la investigación es encontrar el mejor modelo, entre los dos seleccionados para predecir de manera más eficiente la previsibilidad. Comparando los modelos a través del RMSE y la U de Theil.	-SARIMA. -The Holt-Winters Exponential Smoothing Approach.
Shih-Huang Chen, Jun-Nan Chen (2010).	1978 January to 2006 Diciembre	Taiwan	Twenty-foot Equivalent Units (TEU'S)	-	El presente estudio pretende crear un modelo óptimo para el rendimiento por volumen del contenedor en los puertos usando distintas metodologías, comparándolos a través del MAPE.	- Programación Genética. -Enfoque de descomposición (X-11). - SARIMA.
Veerachai Gosasang, Watcharavee Chandraprakaikul, Supaporn Kiattisin (2011).	1999-2010	Tailandia, puerto de Bangkok.	-Número de contenedores en el puerto de Bangkok. -Importaciones. -Exportaciones.	-Población. -PBI nacional. -PBI mundial. -Tipo de Cambio. -Inflación. -Tasa de Interés. -Precio del Petróleo.	Explorar un Perceptron Multicapa (MLP) y una regresión lineal para predecir el rendimiento futuro de los contenedores en el puerto de Bangkok.	-Multilayer Perceptron. -Modelo de regresión Lineal.

Dragan, Dejan; Intihar, Marko; Kramberger, Tomaz (2014).	2002Q1-2012Q2	North Adriatic Ports Association (NAPA); Puerto de Koper (Eslovenia) - Puertos de Venecia, Trieste & Ravenna (Italia)	Twenty-foot Equivalent Units (TEU's)		Comparar 3 métodos para proyectar movimiento de carga en contenedores con la finalidad de optimizar operaciones y uso de facilidades portuarias.	-Modelos de Descomposición. -Modelos ARIMA. -Modelos de Suavizamiento Exponencial de Holt-Winters.
Mohamed, Yasmine R. (2016).	1995M1-2015M3	Puerto de Antwerp (Bélgica)	Twenty-foot Equivalent Units (TEU's)	Indicadores de Confianza: -Composite Index of Leading Indicators. -Economic Sentiment Indicator. -Industrial Confidence Indicator. Indicadores de Comercio e Industria: -Índice de Producción Industrial. -Índice de Volumen de Exportaciones Totales. -Índice de Volumen Importaciones Totales.	Proveer un instrumento cuantitativo de apoyo para decisiones operativas de corto plazo y decisiones de inversión de largo plazo.	-Modelos ARIMA/ARIMAX. -Modelos de Cointegración. -Modelos Autorregresivos de Rezagos Distribuidos.
Kotcharat, Pitinoot (2016).	2009M4-2013M12	Puerto de Laem Chabang (Tailandia)	Twenty-foot Equivalent Units (TEU's)	Variables Internas: -Gasto del Gobierno (Baht). -Venta de Commodities. -Índice de Consumo Privado. -Índice de Inversión Privada. -Índice Producción Industrial. -Empleo. Variables Externas: -Precio del Petróleo Bunker. -Tipo de Cambio.	Optimizar modelos de proyección de movimiento de contenedores para LCP teniendo en cuenta la relación con factores económicos nacionales e internacionales con la finalidad de tomar decisiones de inversión en proyectos de expansión.	-Análisis Correlacional. -Modelos SARIMAX.
Dragan, Dejan; Intihar, Marko; Kramberger, Tomaz (2017).	2002Q1-2016Q4	Puerto de Koper (Eslovenia)	Twenty-foot Equivalent Units (kilotons)	-PBI per cápita -Paridad de Poder Adquisitivo -Exportaciones (miles de millones USD) -Importaciones (miles de millones USD) -Desempleo(%)	Examinar el impacto de la integración de indicadores macroeconómicos en la precisión del modelo de pronóstico de series de tiempo de movimiento de contenedores.	-Modelos ARIMAX. -Análisis de Factores Dinámicos.

Fuente y Elaboración: Propia

DATOS Y METODOLOGÍA

La población está definida como la base de datos de la Autoridad Portuaria Nacional (APN) sobre el movimiento de carga para el Sistema Portuario Nacional, la cual cuenta con información de movimiento de carga para puertos nacionales (de uso público y privado) desagregada por tipo de operación y tipo de carga en periodicidad mensual. Dicha información cuenta con cifras de movimiento de carga a partir del año 2007. Para datos previos al 2007 se recurrió a los boletines estadísticos de la Empresa Nacional de Puertos (ENAPU), los cuales presentaban datos históricos desde el año 1999 en frecuencia mensual³.

La muestra obtenida está compuesta por las diversas series de movimiento de carga para el Puerto del Callao en sus respectivas unidades: toneladas métricas (TM) o *twenty-foot equivalent units* (TEU's). Es decir, el movimiento de carga del Terminal Norte Multipropósito (APM

Terminals Callao - APMTC), el Terminal de Contenedores Muelle Sur (Dubái Ports World Callao – DPWC) y el Terminal de Embarque de Concentrado de Minerales (Transportadora Callao - TC). Cabe mencionar que, para el caso del Terminal de Embarque de Concentrado de Minerales y el Terminal de Contenedores Muelle Sur, el tamaño muestral refleja su nivel de actividad desde el inicio de sus operaciones hasta la actualidad.

Las variables exógenas empleadas en este artículo provienen del Banco Central de Reserva del Perú. El grupo de variables exógenas está compuesto básicamente de indicadores comerciales, índices de confianza y precios de *commodities* (cobre). Para la elaboración de los modelos de proyección se emplearon variables exógenas representativas de la actividad económica, las cuales aportan a la obtención de mejores resultados de proyección. Las variables empleadas en este estudio son las siguientes:

³ A pesar de contar con disponibilidad de datos desde 1999 se optó por considerar información histórica a partir del año 2003 debido cambios en el proceso de consolidación de datos.

TABLA N°2: LISTADO DE VARIABLES ENDÓGENAS Y EXÓGENAS

Variables Endógenas	Terminal Norte Multipropósito (APMTC)	Carga Fraccionada (TM) • Granel Sólido (TM) • Granel Líquido (TM) • Contenedores (TEU) • Carga Rodante (TM) •
	Terminal de Contenedores Muelle Sur (DPWC)	Contenedores (TEU's) •
	Terminal de Embarque de Concentrado de Minerales (TC)	Granel Sólido (TM) •
Variables Exógenas	Indicadores Comerciales	Importación de Bienes de Capital (millones de US\$) Importación de Bienes de Consumo (millones de US\$) Exportación de Productos Tradicionales (millones de US\$) Índice de Apertura Comercial (%)
	Índices de Confianza	Índice de Expectativas de la Economía a 3 meses (%)
	Precios de Commodities	Copper Price (cUS\$ por libra)

Fuente y Elaboración: Propia

La siguiente tabla muestra la estadística descriptiva de las variables utilizadas en este estudio:

Tabla N°3: Estadística Descriptiva de las variables empleadas

	Variable (unidades)	Periodo	N° de Observaciones	Promedio	Mediana	Máximo	Mínimo
Terminal Norte Multipropósito (APMTC)	Carga Fraccionada (TM) •	2003Q1-2018Q4	64	340,288.40	371,527.00	657,184.00	78,926.00
	Granel Sólido (TM) •	2003Q1-2018Q4	64	1,349,933.00	1,365,234.00	1,810,838.00	896,752.00
	Granel Líquido (TM) •	2003Q1-2018Q4	64	254,967.10	597,073.50	875,086.00	225,157.00
	Twenty-foot Equivalent Units (TEU's) •	2003M1-2018M12	192	65,463.03	66,923.50	112,364.00	21,617.00
	Carga Rodante (TM) •	2003Q1-2018Q4	64	60,037.20	69,551.00	123,847.00	4,649.00
Terminal de Contenedores Muelle Sur (DPWC)	Twenty-foot Equivalent Units (TEU's) •	2010M06-2018M12	103	101,268.70	103,737.00	126,506.00	25,304.00
Terminal de Embarque de Concentrado de Minerales (TC)	Granel Sólido (TM) •	2014M06-2018M12	55	252,434.70	246,351.90	401,851.80	154,526.60

Variables Exógenas	Importación de Bienes de Capital (millones US\$)	2003Q1-2018Q4	64	2,193.35	2,575.83	3,562.61	465.93
	Importación de Bienes de Consumo (millones US\$)	2003Q1-2018Q4	64	1,483.14	1,533.06	2,498.39	413.09
	Exportación de Productos Tradicionales (millones US\$)	2003M1-2018M12	192	2,031.63	2,145.87	3,613.35	429.15
	Índice de Expectativas de la Economía a 3 Meses (%)	2003Q1-2018Q4	64	58.98	58.76	73.33	35.33
	Índice de Apertura Comercial (%)	2000Q1-2018Q4	76	0.46	0.47	0.61	0.32
	Copper Price (€US\$ por libra)	2014M06-2018M12	55	267.41	269.50	322.25	202.43

Fuente y Elaboración: Propia

Con estas variables se realiza un análisis cuantitativo, prospectivo de las diversas series de movimiento de carga para el puerto del Callao con el objetivo de proveer proyecciones para el establecimiento de tarifas.

En el presente trabajo de investigación se pretende emplear distintas metodologías basadas en la familia de modelos ARIMA. La implementación la metodología ARIMA fue introducida por Box y Jenkins (1976), la cual tiene como objetivo principal determinar un modelo univariado apropiado con el propósito de estimar y proyectar una serie de tiempo. Esta metodología consiste en tres pasos principales:

i. Identificación

Mediante una inspección visual se analiza la gráfica de la serie, las funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF). Al hacer esto se puede identificar valores extremos, datos faltantes y quiebres estructurales en la data. Variables no-estacionarias pueden exhibir tendencias pronunciadas o pueden presentar un comportamiento sin media o varianza aparente a largo plazo. El procedimiento estándar sugiere diferenciar las series que aparenten no ser estacionarias, para ello se aplican transformaciones a la serie con la finalidad de llegar a la condición de estacionariedad. Esto se comprueba mediante pruebas de raíz unitaria, las

cuales determinan si la serie resulta estacionaria antes y después de la transformación.

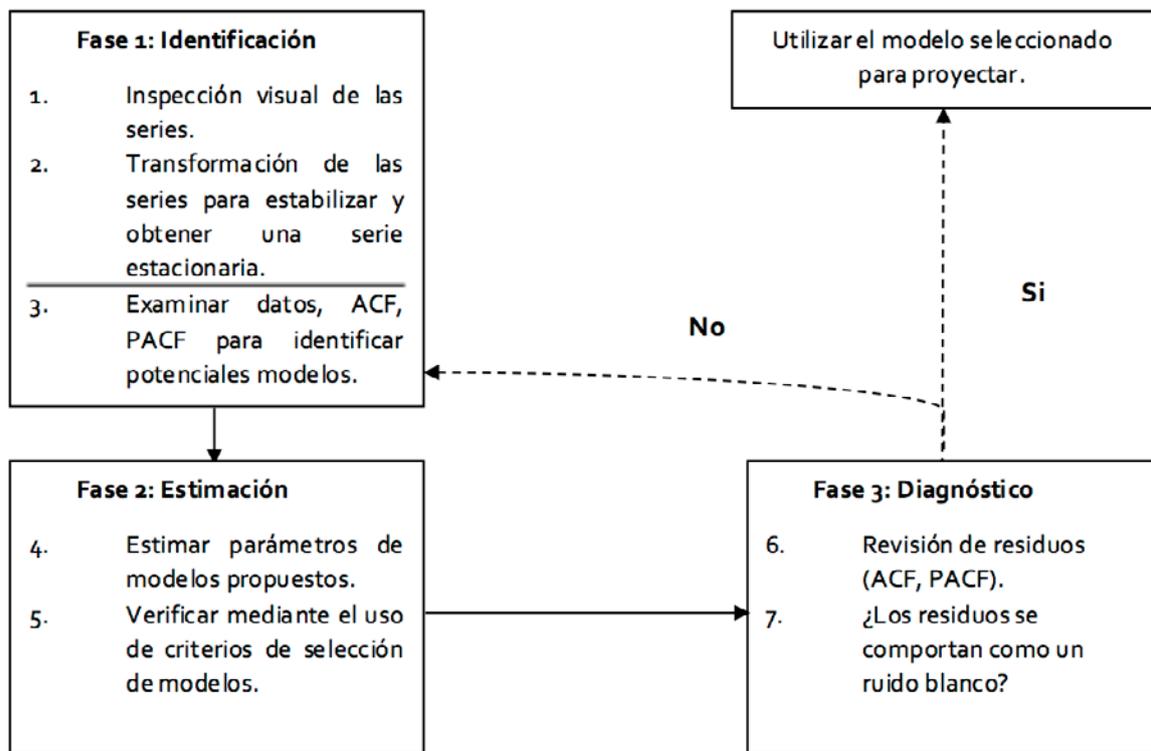
ii. Estimación

En esta etapa se ponen a prueba los modelos tentativos y se examinan los parámetros estimados. El objetivo consiste en seleccionar un modelo estacionario y parsimonioso que tenga un buen ajuste. Para ello se emplean criterios de selección de modelos tales como el criterio de información de Akaike (AIC), criterio de información de Schwarz (SC) y/o el Final Prediction Error (FPE) los cuales permiten hacer comparaciones entre distintas especificaciones y de esta manera seleccionar el mejor modelo.

iii. Diagnóstico

En esta última etapa se comprueba la idoneidad del modelo. Se requiere que los residuos del modelo estimado sigan (o se asemejen a) un proceso de ruido blanco, para ello se examinan los residuos con la finalidad de determinar si de hecho exhibe el comportamiento esperado. Con la ayuda de las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial se determina que no existan autocorrelaciones significativas. Adicionalmente a ello se pueden aplicar pruebas de Ljung-Box lo cual demuestra que los residuos se pueden considerar provenientes de un proceso de ruido blanco (Enders, 2014).

Tabla N°4: Resumen de procedimiento metodológico Box-Jenkins



Fuente y Elaboración: Propia

Los modelos ARIMAX, al igual que los modelos ARIMA, están compuestos por componentes auto regresivos (AR), medias móviles (MA) y el componente de integración. La principal diferencia consiste en la inclusión de inputs exógenos en el modelo. De esta manera, el modelo ARIMAX consiste principalmente en encontrar una variable exógena representativa de la serie de movimiento de contenedores. Teniendo en cuenta que existe una relación entre la actividad económica y el movimiento de contenedores (Mohamed, 2016).

Por otro lado, los modelos SARIMA, los cuales forman parte de la familia ARIMA, se utilizan ampliamente con datos de series temporales estacionales lo cual implica que presenta patrones de comportamientos similares a través del tiempo. Por ejemplo, en datos mensuales, los valores tienden a ser altos en algunos meses en particular y bajos otros (Kotcharat, 2016).

Teniendo en cuenta que los modelos previamente mencionados deben cumplir los supuestos básicos de MCO y considerando que podrían presentarse series volátiles es que, además de

los modelos propuestos, se considera la posible inclusión de modelos GARCH con la finalidad de eliminar problemas de heterocedasticidad. Los modelos GARCH son una generalización de los modelos ARCH, y son los más usados para modelar la volatilidad. Esta generalización fue realizada por Bollerslev (1986) y como pertenece a la familia de los modelos ARCH son también de especial uso en lo que respecta a los procesos de tiempo discretos; es decir, también sirven para portafolios, y/o instrumentos financieros.

Por lo tanto, para el presente artículo se procede de la siguiente manera:

Primero, en la etapa de identificación, se analiza la estacionariedad de las series, para ello se realizan pruebas de raíz unitaria de series temporales tales como: Augmented Dickey-Fuller (ADF) y Phillips-Perron (PP). Si los resultados indican que las series presentan raíz unitaria se procederá a aplicar transformaciones a las variables (primeras diferencias, logaritmos, variaciones porcentuales). Una vez que se disponga de variables estacionarias se procede a realizar una revisión visual de las funciones

de autocorrelación y autocorrelación parcial con la finalidad de proponer e identificar posibles modelos explicativos de las series de movimiento de carga.

En la etapa de estimación se seleccionan los modelos que presentan mejores indicadores sobre criterios de selección tales como: Akaike Information Criterion y Schwarz Information Criterion y se revisa la significancia de los parámetros estimados. Posteriormente, se procede a incorporar los componentes estacionales SAR y SMA y las variables exógenas necesarias representativas de la actividad económica explicativas del movimiento de carga de los terminales portuarios para mejorar los modelos de proyección realizados. Cabe mencionar que para la fase de estimación se realiza proyecciones dentro y fuera de muestra con la finalidad de contar con un intervalo de prueba al que serán sometidos los modelos seleccionados. Se propone tomar el 80% de la data como submuestra para el proceso de estimación y tomar el 20% restante como intervalo de prueba.

Seguidamente, para realizar la etapa de diagnóstico, se procede a analizar los residuos de regresión los cuales deben exhibir un

comportamiento similar al de un proceso de ruido blanco. Comprobadas estas condiciones se procede a realizar proyecciones a periodos futuros. Adicionalmente se toma en consideración indicadores de evaluación de proyecciones tales como el error cuadrático medio, error porcentual medio absoluto, coeficiente de desigualdad de Theil.

Para la realización de las estimaciones y proyecciones se emplea el software econométrico EViews 10.0.

RESULTADOS

En primer lugar, la Tabla N°5 presentan las pruebas de raíz unitaria por tipo de carga para cada terminal del Puerto del Callao: (APMTC, DPWC y TC)

Tal como se observa, según la hipótesis nula de las pruebas de Dickey-Fuller y Phillips-Perron, que es que las series presentan raíz unitaria, se observa que todas las series presentan raíz unitaria y son estacionarias en primeras diferencias, a excepción de APMTC - graneles sólidos, DPWC - contenedores (TEU's), TC - graneles sólidos, índice de expectativas de la economía a 3 meses e índice de Apertura Comercial.

Tabla N°5: Pruebas de Raíz Unitaria

Variable	Método	Niveles	Diferencias
Endógenas			
APMTC - Carga Fraccionada (TM) •	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-0.790	-8.325***
	Phillips-Perron	-1.052	-11.960***
APMTC - Graneles Sólidos (TM) •	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-5.491***	-7.977***
	Phillips-Perron	-5.489***	-31.812***
APMTC - Graneles Líquidos (TM) •	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-2.192	-10.447***
	Phillips-Perron	-1.822	-14.610***
APMTC - Contenedores (TEU) •	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-1.979	-19.220***
	Phillips-Perron	-2.232	-19.220***
APMTC - Carga Rodante (TM) •	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-1.564	-6.643***
	Phillips-Perron	-1.473	-6.746***
DPWC - Contenedores (TEU's) •	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-3.980***	-9.774***
	Phillips-Perron	-3.808***	-14.616***
TC - Graneles Sólidos (TM) •	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-8.487***	-6.833***
	Phillips-Perron	-8.538***	-30.338***
Exógenas			
Importaciones de Bienes de Capital (millones de US\$)	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-1.466	-6.329***
	Phillips-Perron	-1.467	-6.185***

Importaciones de Consumo (millones de US\$)	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-1.168	-2.868*
	Phillips-Perron	-0.702	-9.530***
Exportaciones de Productos Tradicionales (millones de US\$)	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-1.809	-7.248***
	Phillips-Perron	-1.792	-7.706***
Índice de Expectativas de la Economía a 3 meses (%)	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-4.393***	-6.825***
	Phillips-Perron	-3.164**	-6.596***
Índice de Apertura Comercial (%)	<i>Augmented Dickey-Fuller (ADF)</i>	-3.061**	-2.995**
	Phillips-Perron	-2.965**	-11.795***
Copper Price (cUS\$ por libra)	Augmented Dickey-Fuller (ADF)	-1.428	-5.483***
	Phillips-Perron	-1.544	-5.458***

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

Fuente y Elaboración: Propia

La Tabla N°6 muestra el resultado del mejor modelo obtenido para la carga fraccionada de APMTC, según lo detallado en la sección metodológica. El modelo incluye los componentes AR(1), AR(2), SAR(3), MA(2). Asimismo, contempla la inclusión de la variable importación de bienes de capital y de

dos variables *dummy* para los periodos 2010 y 2017-2018. Esto último debido a que durante los periodos previamente mencionados la serie de carga presenta valores que se desvían de la tendencia central o esta es afectada por periodos de crisis/recesión económica.

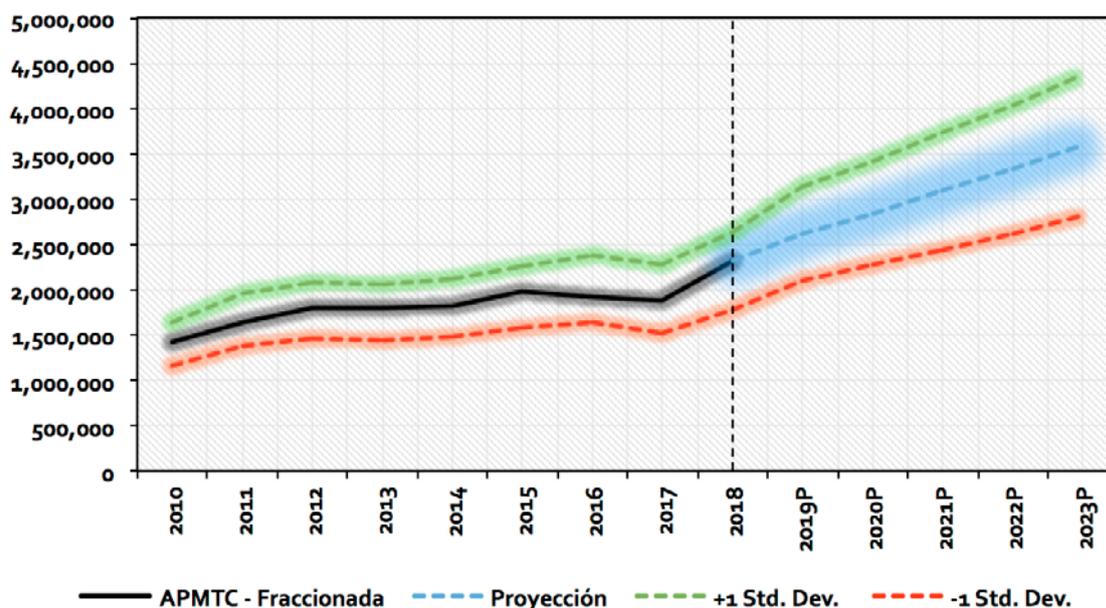
Tabla N°6: APMTC-Estimación del Modelo de Carga Fraccionada

Terminal Portuario: APMTC Método: ARMA Maximum Likelihood (BFGS) Variable Dependiente: DLOG(FRACCIONADA)			
Variable	Coefficiente / Desv. Est.	Variable	Coefficiente / Desv. Est.
<i>C</i>	0.016*** (0.003)	<i>AR(1)</i>	-1.106*** (0.181)
DLOG(IMP_CAPITAL)	1.224*** (0.121)	<i>AR(2)</i>	-0.617*** (0.143)
DLOG(IMP_CAPITAL(-2))	-1.098*** (0.146)	<i>SAR(3)</i>	-0.484*** (0.183)
DUMMY1	0.146*** (0.022)	<i>MA(2)</i>	-0.778*** (0.164)
DUMMY2	-0.264*** (0.090)	<i>SIGMASQ</i>	0.017*** (0.003)
Observaciones Incluidas	61	Periodos Proyectados	20
R ²	0.7267	RMSE	45,150.1600
Adj. R ²	0.6785	MAE	33,978.3900
<i>Akaike Info. Crit.</i>	-0.8391	MAPE	9.4682
<i>Schwarz Info. Crit.</i>	-0.4931	<i>Theil</i>	0.0576
<i>HQ Info. Crit.</i>	-0.7035	Proporción Proyección-Muestra	33%
<i>DW-Stat</i>	2.2327		

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

El Gráfico N°1, presenta la proyección de carga fraccionada para el periodo 2019-2023.

Gráfico N°1: APMTC-Proyección de Carga Fraccionada (TM)



Fuente y Elaboración: Propia

La Tabla N°7 presenta el resultado del mejor modelo obtenido para la carga de granel sólido de APMTC y TC, según lo detallado en la sección metodológica. La especificación para APMTC incluye los componentes AR(1), AR(2), AR(3), AR(6) y SAR(4). Asimismo, contempla la inclusión de dos variables *dummy* para los periodos de 2010 y 2014 a 2015. La primera variable para hacer correcciones producto de la crisis internacional y la segunda variable por la apertura del Terminal de Embarque de Concentrado de Minerales (TC). Respecto a las variables explicativas relevantes se consideró

a la exportación de productos tradicionales, la importación de bienes de consumo y la importación de bienes de capital.

Por su parte para TC, teniendo en consideración que las operaciones de TC son exclusivamente de embarque (exportación) el mejor modelo obtenido considera la exportación de productos tradicionales y el precio del cobre. Asimismo, incluye dos variables **dummy** para algunos periodos de los años 2015 y 2016 donde se registraron valores extremos.

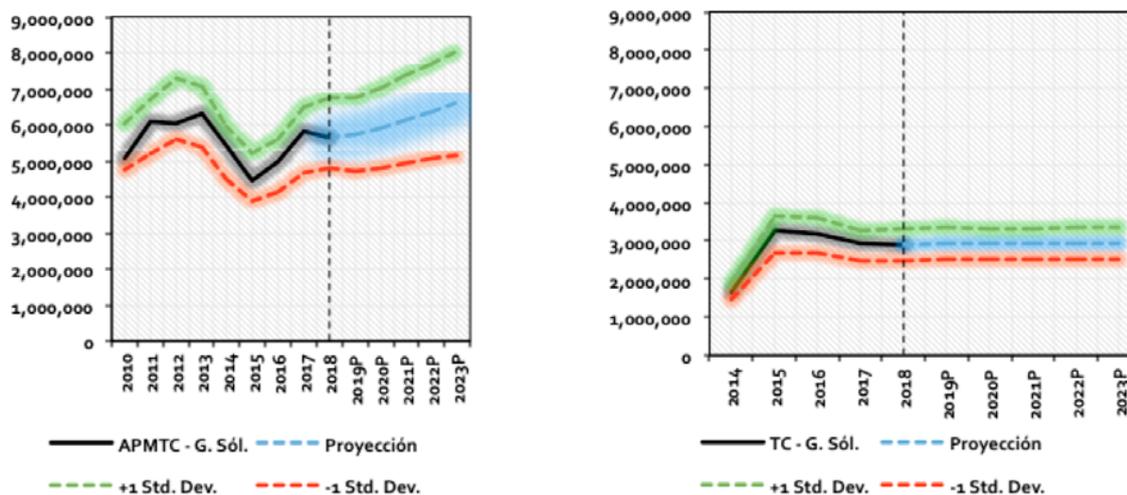
Tabla N°7: APMTC y TC-Estimación del Modelo de Carga de Graneles Sólidos

Terminal Portuario: APMTC Método: ARMA Maximum Likelihood (BFGS) Variable Dependiente: LOG(GSOL)				Terminal Portuario: TC Método: ARMA Maximum Likelihood (BFGS) Variable Dependiente: LOG(GSOL)			
Variable	Coefficiente / Desv. Est.	Variable	Coefficiente / Desv. Est.	Variable	Coefficiente / Desv. Est.	Variable	Coefficiente / Desv. Est.
C	0.003 (0.005)	AR(1)	-1.169*** (0.161)	C	12.408*** (0.019)		
DLOG(EXP_PROD_TRAD)	0.320*** (0.053)	AR(2)	-0.879*** (0.209)	DLOG(EXP_PROD_TRAD)	0.627*** (0.154)		
DLOG(IMP_CONSUMO)	0.649*** (0.153)	AR(3)	-0.618*** (0.146)	DLOG(COPPER_PRICE_F)	-2.245*** (0.507)		
DLOG(IMP_CAPITAL)	-0.490*** (0.092)	AR(6)	-0.152* (0.083)	DUMMY12	0.326*** (0.099)		
DUMMY3	-0.283*** (0.053)	SAR(4)	-0.573** (0.168)	DUMMY13	0.456*** (0.094)		
DUMMY4	-0.048*** (0.011)	SIGMASQ	0.005*** (0.001)				
Observaciones Incluidas	63	Periodos Proyectados	20	Observaciones Incluidas	54	Periodos Proyectados	20
R ²	0.7957	RMSE	107,216.3000	R ²	0.5375	RMSE	34,402.9200
Adj. R ²	0.7517	MAE	79,806.6800	Adj. R ²	0.4998	MAE	25,063.4000
Akaike Info. Crit.	-1.9469	MAPE	6.0511	Akaike Info. Crit.	-1.0129	MAPE	9.8396
Schwarz Info. Crit.	-1.5387	Theil	0.0382	Schwarz Info. Crit.	-0.8288	Theil	0.0671
HQ Info. Crit.	-1.7863	Proporción Proyección-Muestra	32%	HQ Info. Crit.	-0.9419	Proporción Proyección-Muestra	37%
DW-Stat	2.1658			DW-Stat	2.2614		

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

El Gráfico N°2, presenta las proyecciones de granel sólido para las terminales APMTC y TC del periodo 2019 al 2023.

Gráfico N°2: APMTC y TC-Proyección de Graneles Sólidos (TM)



Fuente y Elaboración: Propia

La Tabla N°8 presenta el resultado del mejor modelo obtenido para la carga de granel líquidos de APMTC, según lo detallado en la sección metodológica. La especificación incluye los componentes AR(1), y GARCH(1,0). Asimismo, contempla la inclusión del índice de apertura comercial y de dos variables *dummy* para los periodos de 2010-2011 y 2014-2015.

Tabla N°8: APMTC -Estimación del Modelo de Carga de Graneles Líquidos

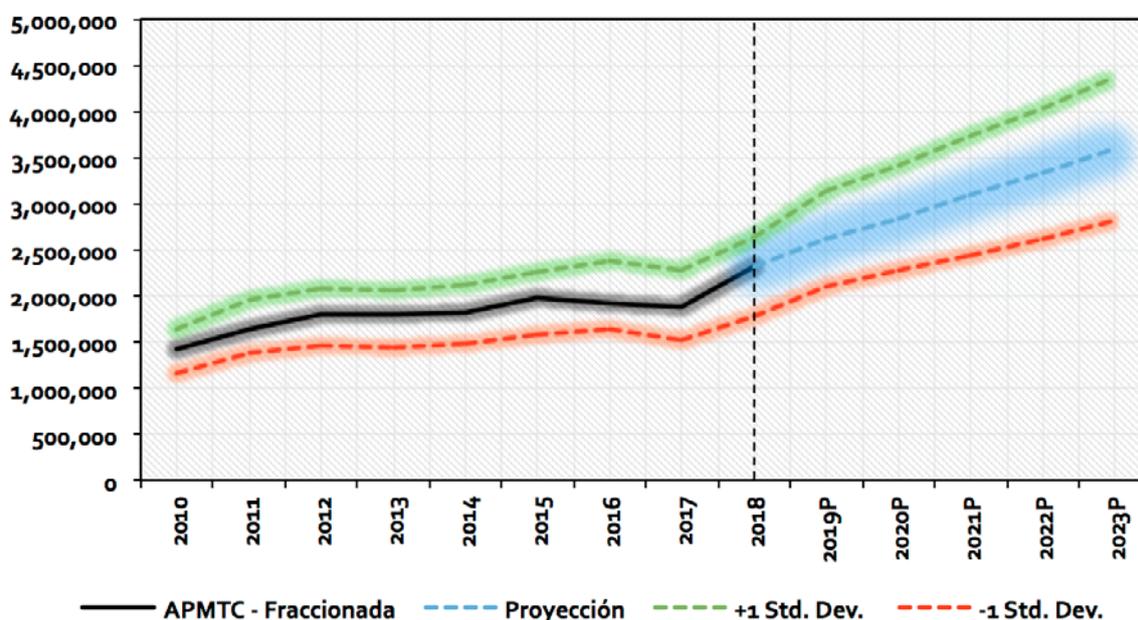
Terminal Portuario: APMTC Método: ARMA Maximum Likelihood (BFGS) Variable Dependiente: DLOG(GLIQ)			
<i>Mean Equation</i>		<i>Variance Equation</i>	
Variable	Coeficiente / Desv. Est.	Variable	Coeficiente / Desv. Est.
C	0.011 (0.008)	C	0.001 (0.001)
DLOG(IAC(-2))	-0.792*** (0.219)	GARCH(-1)	0.881*** (0.134)
DUMMY 5	0.709*** (0.036)		
DUMMY 6	-0.065* (0.038)		
AR(1)	-0.685*** (0.105)		

Observaciones Incluidas	60	Periodos Proyectados	20
R ²	0.7917	RMSE	59,172.7400
Adj. R ²	0.7766	MAE	45,902.2300
Akaike Info. Crit.	-1.5970	MAPE	9.5331
Schwarz Info. Crit.	-1.3527	Theil	0.0522
HQ Info. Crit.	-1.5014	Proporción Proyección	33%
DW-Stat	1.9860	Muestra	

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

El Gráfico N°3, presenta las proyecciones de granel líquido para la terminal APMTC durante el periodo 2019-2023.

Gráfico N°3: APMTC-Proyección de Graneles Líquidos (TM)



Fuente y Elaboración: Propia

La Tabla N°9 presenta los resultados de los mejores modelos obtenidos para la carga en contenedores de APMTC y DPWC, según lo detallado en la sección metodológica. En el caso de APMTC, la especificación incluye los componentes AR(1), SAR(18) y MA(1). Asimismo, contempla la inclusión de tres variables dummy: (i) la apertura del Terminal de Contenedores - Muelle Sur (DPWC) en el 2010, (ii) una caída de movimiento de carga para el primer trimestre del año 2012 y (iii) el alcance de la capacidad máxima del terminal portuario en el periodo 2015-2016. Respecto a las variables

explicativas, se incluye la variable exportación de productos tradicionales e importación de bienes de capital.

Por su parte, para DPWC, la especificación contiene el componente AR(2), MA(1), SMA(10), la exportación de productos tradicionales, la importación de bienes de capital y dos variables Dummy. La primera por el inicio de operaciones de DPWC durante los últimos meses del año 2010 y la segunda durante el periodo 2015-2016 por el alcance de la capacidad máxima de APMTC.

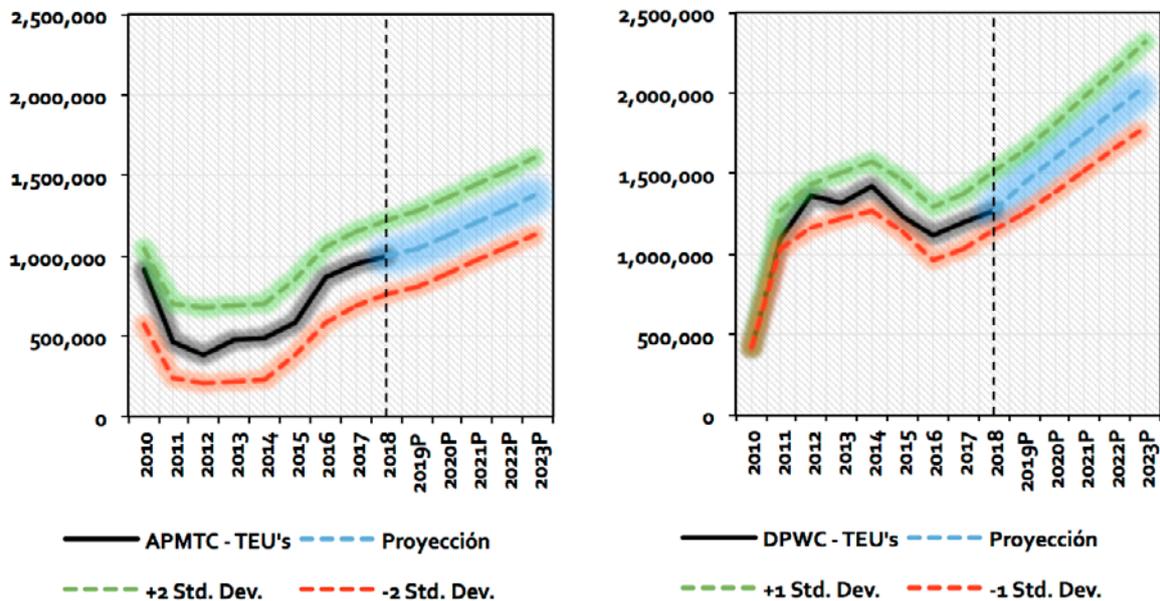
Tabla N°9: APMTC y DPWC - Estimación del Modelo de Carga de Contenedores

Terminal Portuario: APMTC Método: ML ARCH - Student's T Distribution (BFGS / Mardquardt Steps) Variable Dependiente: D(TEUS)				Terminal Portuario: DPWC Método: ARMA Maximum Likelihood (BFGS) Variable Dependiente: TEUS			
<i>Mean Equation</i>				Variable	Coficiente / Desv. Est.	Variable	Coficiente / Desv. Est.
Variable	Coficiente / Desv. Est.	AR(1)	0.284*** (0.093)	C	742.188*** (167.429)	SMA(10)	-0.617*** (0.124)
C	343.067*** (45.059)	SAR(18)	-0.348*** (0.050)	DUMMY10	9,242.238*** (1,409.165)	SIGMASQ	34'010,080*** (6.030)
D(EXP_ PROD_TRAD)	6.183*** (1.100)	MA(1)	-0.994*** (0.010)	DUMMY11	-2,025.377*** (453.325)		
D(IMP_ CAPITAL)	20.942*** (4.283)	<i>Variance Equation</i>		D(EXP_PROD_ TRAD)	10.229*** (1.829)		
DUMMY7	-16,473.08*** (524.208)	Variable	Coficiente / Desv. Est.	D(IMP_BIENES_ CAPITAL)	23.999*** (7.374)		
DUMMY8	-2,643.173*** (608.745)	C	17'551,059*** (7'551,059)	AR(2)	-0.269** (0.122)		
DUMMY9	1,682.306*** (208.098)	RESID(-1)^2	0.823** (0.426)	MA(1)	-0.562*** (0.104)		
		T-DIST. DOF	4.249** (2.038)				
Observaciones Incluidas	172	Periodos Proyectados	60	Observaciones Incluidas	102	Periodos Proyectados	60
R ²	0.4702	RMSE	7,757.7690	R ²	0.5257	RMSE	7,708.4840
Adj. R ²	0.4442	MAE	5,730.4950	Adj. R ²	0.4849	MAE	6,297.7510
Akaike Info. Crit.	20.3668	MAPE	9.4093	Akaike Info. Crit.	20.4103	MAPE	6.3350
Schwarz Info. Crit.	20.5864	Theil	0.0547	Schwarz Info. Crit.	20.6420	Theil	0.0368
HQ Info. Crit.	20.4559	Proporción Proyección- Muestra	35%	HQ Info. Crit.	20.5041	Proporción Proyección- Muestra	59%
DW-Stat	2.0072			DW-Stat	1.9425		

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

El Gráfico N°4, presenta las proyecciones de carga contenedorizada para las terminales APMTC y DPWC durante el periodo 2019-2023.

Gráfico N°4: APMTC y DPWC-Proyección de Carga Contenedorizada (TEU's)



Fuente y Elaboración: Propia

La Tabla N°10 presenta el resultado del mejor modelo obtenido para la carga de granel rodante de APMTC, según lo detallado en la sección metodológica. La especificación incluye los componentes AR(1), AR(2) y SAR(3). Asimismo, contempla la inclusión de la variable importación de bienes de capital y el índice de expectativas de la economía a 3 meses.

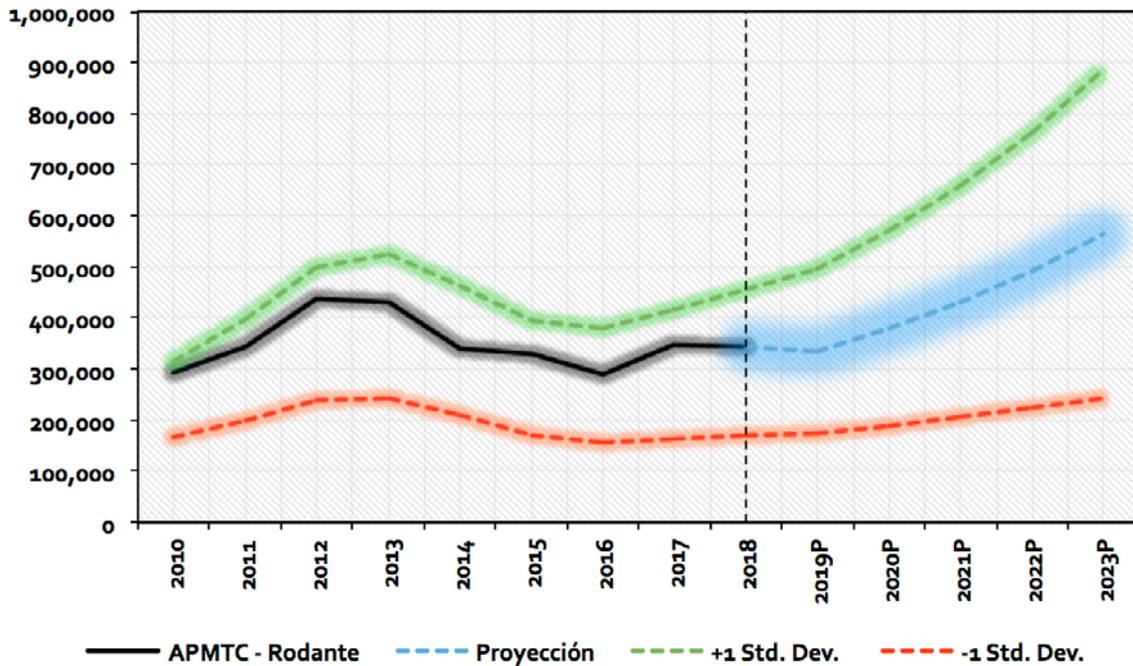
Tabla N°10: Especificación de Modelo de Proyección por Tipo de Carga – Carga Rodante (TM)

Terminal Portuario: APMTC			
Método: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)			
Variable Dependiente: DLOG(RODANTE)			
Variable	Coefficiente / Desv. Est.	Variable	Coefficiente / Desv. Est.
<i>C</i>	0.002 (0.007)	<i>AR(1)</i>	-0.633*** (0.107)
DLOG(IMP_CAPITAL)	1.435*** (0.147)	<i>AR(2)</i>	-0.864*** (0.051)
DLOG(EXP5(-1))	0.730*** (0.141)	<i>SAR(3)</i>	-0.718*** (0.113)
		<i>SIGMASQ</i>	0.021*** (0.004)
Observaciones Incluidas	62	Periodos Proyectados	20
R ²	0.6608	RMSE	8,742.5440
Adj. R ²	0.6238	MAE	12.0820
Akaike Info. Crit.	-0.7262	MAPE	12.0820
Schwarz Info. Crit.	-0.4861	Theil	0.0853
HQ Info. Crit.	-0.6319	Proporción Proyección-Muestra	32%
DW-Stat	1.6675		

***Significativo al 1%, **Significativo al 5%, *Significativo al 10%

El Gráfico N°5, muestra la proyección de carga rodante para la terminal APMTC durante el periodo 2019-2023.

Gráfico N°5: APMTC-Proyección de Carga Rodante (TM)



Fuente y Elaboración: Propia

CONCLUSIONES

El objetivo del artículo es estimar y proyectar la demanda de tráfico de carga para las terminales APMTC, DPWC y TC del Puerto del Callao durante el periodo 2019-2023.

Para ello, a diferencia de otros estudios, se emplean datos de frecuencia mensual, así como el de otras variables macroeconómicas relacionadas principalmente con la demanda de carga; tales como la importación de bienes de capital, la importación de bienes de consumo, la exportación de productos tradicionales, el índice de expectativas de la economía a 3 meses, el índice de apertura comercial y el precio del cobre. Al respecto, la metodología a emplear es la de análisis de series de tiempo SARIMAX. Esto debido a que dicha metodología permite un mejor tratamiento de los datos mensuales para recoger patrones estacionales, así como el poder incluir variables explicativas al modelo.

Los resultados muestran que el modelo SARIMAX presenta un buen ajuste para recoger el proceso generador de datos del tráfico de carga mensual de las terminales del puerto del Callao.

De esta manera, para APMTC, se proyecta que al 2023 movilice aproximadamente 3.6 millones de TM de carga fraccionada, 6.4 millones de TM de granel sólido, 3.3 millones de TM de granel líquido, 1.38 millones de Contenedores (TEU's) y 564 mil TM de carga rodante.

Así, las inversiones establecidas en el contrato de concesión suscrito entre APMTC y el Estado Peruano generarían que se activen los gatillos de inversión de las etapas 3 y 4 de acuerdo a lo establecido por el contrato de concesión.

Por su parte, en el caso de DPWC, se espera que para el año 2023 se movilicen aproximadamente un total de 2 millones de TEU's. Esto implica

que el terminal activaría gatillos de inversión de las sub-fases 2B y 2C de acuerdo a lo establecido por el contrato de concesión.

Para el caso de TC se espera que para el año 2023, de acuerdo a las proyecciones realizadas, se movilicen aproximadamente un total de 3.3 millones de TM de graneles sólidos.

En ese sentido, se espera que para el año 2023 se movilicen un total de 17 millones de TM entre los tres terminales del Puerto del Callao y 3.4 millones de TEU's entre DPWC y APMTC.

Por lo tanto la metodología SARIMAX, empleada en la presente investigación, podría proporcionar al regulador de mayores herramientas para evaluar metodologías prospectivas para las revisiones tarifarias, las cuales les permita incluir las proyecciones de demanda de tráfico en el Puerto del Callao. Asimismo, para mejorar la realización de inversión en infraestructura portuaria por parte de los concesionarios y de los distintos actores involucrados en el sector portuario como las compañías navieras, autoridades portuarias, operadores y otros inversionistas.

REFERENCIAS

- [1] Abdelali Hajbi (2011) Traffic Forecasting in Moroccan Ports, Supply Chain Forum: An International Journal, 12:4, 26-35.
- [2] Bollerslev, Tim (1986). Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 307-327.
- [3] De Rus, G., Campos, J. y Nombela, G. (2003) Economía del transporte, Antoni Bosch Editor.
- [4] Dragan, Dejan; Kramberger, Tomaz; Intihar, Marko. (2014). A comparison of Methods for Forecasting the Container Throughput in North Adriatic Ports.
- [5] Dragan, Dejan; Kramberger, Tomaz; Intihar, Marko. (2017). Container Throughput Forecasting Using Dynamic Factor Analysis and ARIMAX Model. *Promet – Traffic & Transportation, Vol. 29, No. 5, 529-542.*
- [6] Enders, W. (2014). Applied Econometric Time Series. en W. Enders, Applied Econometric Time Series (pp. 76-77). Tuscaloosa, Alabama: Wiley & Sons, Inc.
- [7] Hui, Eddie; Seabrook, William; Wong, Gordon (2004). Forecasting Cargo Throughput for the Port of Hong Kong: Error Correction Model Approach. *Journal of Urban Planning and Development*, 195-203.
- [8] Kotcharat, Pitinoot, A forecasting model for container throughput: empirical research for Laem Chabang Port, Thailand (2016). World Maritime University Dissertations. 538.
- [9] Mohamed, Yasmine R. (2016). *Container Throughput Modelling and Forecasting: An Empirical Dynamic Econometric Time Series Approach*. Amberes: University of Antwerp – Faculty of Applied Economics.
- [10] Wen-Yi Peng, Ching-Wu Chu (2009). A Comparison of univariate methods for forecasting container throughput volumes. Department of shipping and Transportation Management, National Taiwan Ocean University.
- [11] Veerachi Gosasang, Watcharavee Chandraprakaikul, Supaporn Kiattisin (2011). A Comparison of Traditional and Neural Networks Forecasting Techniques for Container Throughput at Bangkok Port. The Asian Journal of Shipping and Logistics.
- [12] Gamassa Pascal Kany Prud'ome, Chen Yan (2017). Application of several models for the forecasting of the container Throughput of the Abidjan in the Republic of Côte d'Ivoire. International Journal of Engineering Research in Africa.
- [13] Shih-Huang Chen, Jun-Nan Chen (2010). Forecasting container throughputs at ports using genetic programming. Dept. Transportation Technology and Management, Feng-Chia University, Taiwan.
- [14] Peter M. Schulze, Alexander Prinz (2014). Forecasting container transshipment in Germany. Institute of Statistics and Econometrics, Johannes Gutenberg University, Mainz, Germany.

COMPLEMENTARIEDAD ENTRE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA Y FOTOVOLTAICA. UN BREVE ANÁLISIS ECONÓMICO

ALFREDO DAMMERT^A

RESUMEN

La generación fotovoltaica, si bien ha tenido un desarrollo favorable en cuanto a costos, presenta el inconveniente de que solo genera electricidad durante el día. Este artículo muestra cómo podrían complementarse la energía fotovoltaica con las hidroeléctricas que poseen represamiento de agua.

JEL: L94; N76; Q52

PALABRAS CLAVES: Energía fotovoltaica; economía medioambiental; control de costos

ABSTRACT

Solar power generation has shown significant advances by reducing generation costs. However it has the inconvenience that it only generates electricity during day hours. This paper shows that the problem can be solved by complementing solar generation with hydroelectric power.

JEL: L94; N76; Q52

KEYWORDS: Photovoltaic Energy, Environmental Economics, Cost Control

^A Investigador docente de la Escuela Profesional de Economía de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Financieras de la Universidad de San Martín de Porres. Se agradece enormemente la asistencia de investigación de Krisell Cainicela y Ricardo Rojas quienes han realizado un excelente trabajo.

LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES (RER) Y EL EFECTO INVERNADERO

La producción de bienes y servicios requiere de energía. Por lo tanto, conforme se incrementa el consumo mundial de estos aumentan los requerimientos de energía. La Agencia Internacional de Energía considera que,

[...] mantener la producción de energía a este ritmo de crecimiento por medios convencionales es insostenible tanto por el incremento de precios de energía como por las emisiones de efecto invernadero incluyendo CO₂, (dióxido de carbono) las cuales incrementarían la temperatura terrestre en 6 grados centígrados en el largo plazo.” 1/.

Por ello, teniendo como objetivo que el incremento de temperatura a nivel mundial sea de sólo 2 grados centígrados, dicha agencia recomienda:

- Empleo de incentivos para reducir la emisión de gases de efecto invernadero poniendo precios a la emisión de los mismos (carbono entre otros).
- Esfuerzos para promover investigación y desarrollo con objeto de mejorar la performance y reducir el costo de nuevas tecnologías no o menos contaminantes.
- Introducción de incentivos económicos para promover tecnologías menos contaminantes.
- Aplicación de estándares y códigos de performance en las tecnologías de producción de energía.
- Otorgamiento de beneficios impositivos por parte de los gobiernos para reducir los costos de capital de nuevas tecnologías no contaminantes.
- Implementación de políticas de gobierno con una visión de sistema incluyendo incentivos y reglas para el desarrollo y operación de infraestructura (tales como redes inteligentes que permitan operar de manera flexible el manejo de las energías no convencionales).

Estas medidas se ven reflejadas en los acuerdos de Kioto (1997), Copenhague (2009), Durban (2011), y Paris (2015). Por otra parte, siendo el clima un bien público justifica la intervención del estado con el fin de equilibrar los beneficios y costos privados con los públicos.

a. Situación actual y problemas

La política energética del Perú, dentro de la política internacional de promoción de energías limpias es promover energías renovables no convencionales. El mecanismo utilizado está basado en el Decreto Ley 1002 de 2018. Según este decreto el Estado a través del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) adjudica cada año a través de subastas un porcentaje de las necesidades de electricidad hasta alcanzar el 5% de capacidad del sistema eléctrico con estas tecnologías. La capacidad adjudicada a la fecha se muestra en el cuadro 1.

LAS ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES (RER) Y EL EFECTO INVERNADERO

La producción de bienes y servicios requiere de energía. Por lo tanto, conforme se incrementa el consumo mundial de estos aumentan los requerimientos de energía. La Agencia Internacional de Energía considera que,

[...] mantener la producción de energía a este ritmo de crecimiento por medios convencionales es insostenible tanto por el incremento de precios de energía como por las emisiones de efecto invernadero incluyendo CO₂, (dióxido de carbono) las cuales incrementarían la temperatura terrestre en 6 grados centígrados en el largo plazo.” 1/.

Por ello, teniendo como objetivo que el incremento de temperatura a nivel mundial sea de sólo 2 grados centígrados, dicha agencia recomienda:

- Empleo de incentivos para reducir la emisión de gases de efecto invernadero poniendo precios a la emisión de los mismos (carbono entre otros).
- Esfuerzos para promover investigación y desarrollo con objeto de mejorar la performance y reducir el costo de nuevas tecnologías no o menos contaminantes.
- Introducción de incentivos económicos para promover tecnologías menos contaminantes.
- Aplicación de estándares y códigos de performance en las tecnologías de producción de energía.
- Otorgamiento de beneficios impositivos por parte de los gobiernos para reducir los costos de capital de nuevas tecnologías no contaminantes.

- Implementación de políticas de gobierno con una visión de sistema incluyendo incentivos y reglas para el desarrollo y operación de infraestructura (tales como redes inteligentes que permitan operar de manera flexible el manejo de las energías no convencionales).

Estas medidas se ven reflejadas en los acuerdos de Kioto (1997), Copenhague (2009), Durban (2011), y Paris (2015). Por otra parte, siendo el clima un bien público justifica la intervención del estado con el fin de equilibrar los beneficios y costos privados con los públicos.

a. Situación actual y problemas

La política energética del Perú, dentro de la política internacional de promoción de energías limpias es promover energías renovables no convencionales. El mecanismo utilizado está basado en el Decreto Ley 1002 de 2018. Según este decreto el Estado a través del Ministerio de Energía y Minas (MINEM) adjudica cada año a través de subastas un porcentaje de las necesidades de electricidad hasta alcanzar el 5% de capacidad del sistema eléctrico con estas tecnologías. La capacidad adjudicada a la fecha se muestra en el cuadro 1.

Cuadro 1. Capacidad adjudicada en subastas de energías renovables no tradicionales (RER) hasta 2019.

Tecnología	Capacidad Megawatts (MW)
Biomasa	23
Biogas	11
Eólica	394
Solar	280
Minihidro	566
TOTAL	1274

Fuente: Dammert et al. (2019) *El potencial de las energías renovables en el Perú*, Fondo Editorial USMP.

Desde el aspecto de costos de electricidad con tecnologías RER, éstas se han vuelto competitivas con el transcurrir de las subastas: el precio de la energía eólica se redujo de US\$80.4/MWh en 2009 a US\$37.7/MWh en 2013, y el precio de la energía solar se redujo de US\$221.1/MWh en 2009 a US\$37.7/MWh en 2013, valores inferiores a los US\$45/MWh a US\$60/MWh de las energías de generación a gas natural e hidroeléctricas. Sin embargo, el problema de las energías eólica y solar es

la intermitencia. Debido a ello, cuando estas energías dejan de producir se debe recurrir a otro tipo de generación eléctrica lo cual genera un costo adicional por tener que mantener estas últimas como respaldo.

a. Opciones para evitar la afectación al sistema eléctrico por la intermitencia de las RER

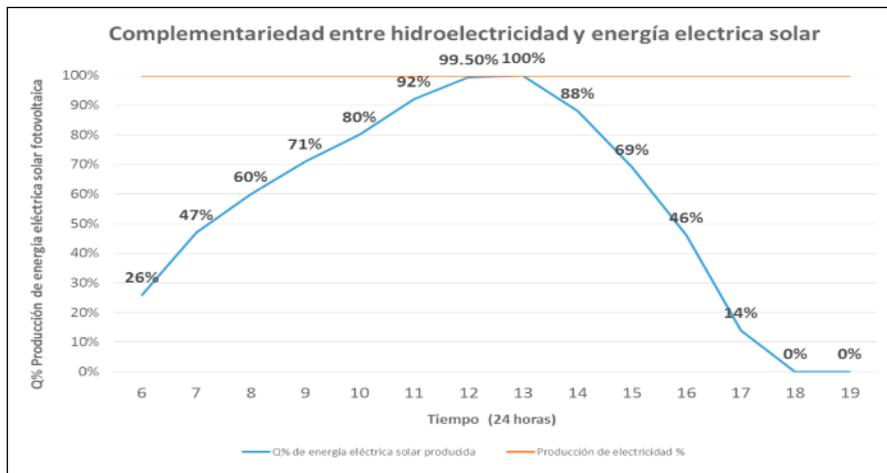
El problema de intermitencia de las RER se puede resolver mediante: (a) un sistema que permita tener generadores convencionales de reserva; y (b) almacenamiento de electricidad. El primer caso resultaría en altos costos para el sistema eléctrico por tener unidades sin operar y costos de operación elevados en el momento en que estas unidades entraran para suplir la energía no provista por las RER. El segundo caso podría consistir en baterías para almacenar electricidad o reservorios de agua de centrales hidroeléctricas que serían empleados por ésta cuando no operaran las RER. Actualmente, las baterías son costosas, del orden de US\$96/MWh, (Megawatts – hora) aunque se espera que bajen a US\$70 por MWh según Bloomberg New Energy Finance (BNEF) (www.pv-magazine-latam.com). En cambio, la alternativa de complementar RER con hidroeléctricas las cuales acumularían agua en sus represas cuando operan las RER para luego utilizar dicha agua para generación hidroeléctrica en horas en que la generación RER está indisponible podría ser la mejor opción. Si bien en el Perú las hidroeléctricas ya están actuando de esta manera, el costo que esto representa para el sistema no ha sido estudiado. Este análisis es el objeto del presente artículo.

OBJETIVO DE LA INVESTIGACIÓN

En línea con la práctica actual observada se propone elaborar un modelo que estudie la complementariedad entre energía hidroeléctrica y fotovoltaica y desarrollar reglas para optimizar esta complementariedad.

La complementariedad entre hidroelectricidad y energía eléctrica solar fotovoltaica es como sigue: durante las horas de producción de energía solar, las hidroeléctricas usan menos agua represada la cual utilizan cuando las fotovoltaicas no producen energía eléctrica. El gráfico 1 de complementariedad es como sigue (ver Dammert et. al., El futuro de las energías renovables en el Perú, Fondo Editorial de la Universidad de San Martín de Porres, en publicación)

Gráfico 1. Complementariedad entre hidroelectricidad y energía solar fotovoltaica



Elaboración: Cálculos del autor

El modelo considera la producción de energía solar de 6am a 7pm y la cantidad de hidroelectricidad para complementar considerando la diferencia entre la máxima producción de la solar y la producción en el tiempo t según la fórmula:

$$E_{hidro}(t) = \text{Max prod solar} - \text{Prod. Solar}(t) \quad (1)$$

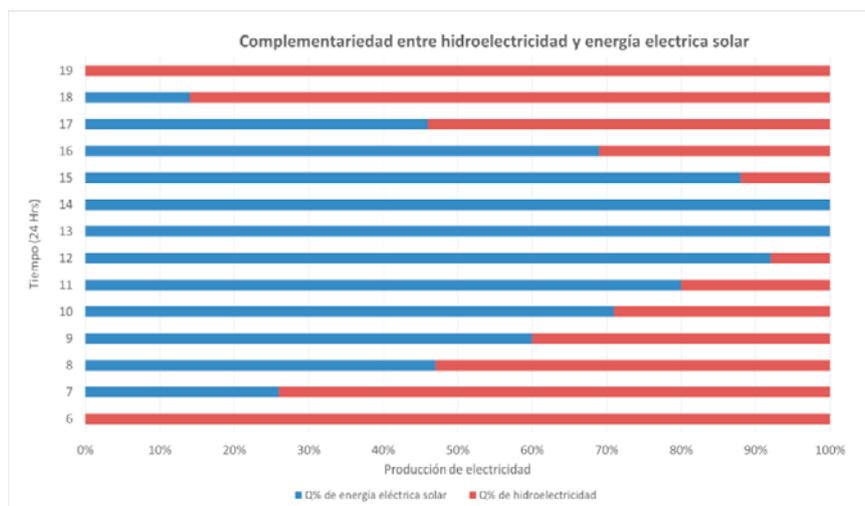
Donde:

- $E_{hidro}(t)$: producción de hidroelectricidad en tiempo (t) en MWh.

- Max prod solar: punto máximo de prod de energía solar para una generadora
- Fotovoltaica típica en MWh.
- Prod. Solar: producción de la generadora Fotovoltaica para el tiempo t en MWh

Un histograma que muestra dicha complementariedad se muestra en el Gráfico 2.

Gráfico 2. Complementariedad entre hidroelectricidad y energía solar fotovoltaica



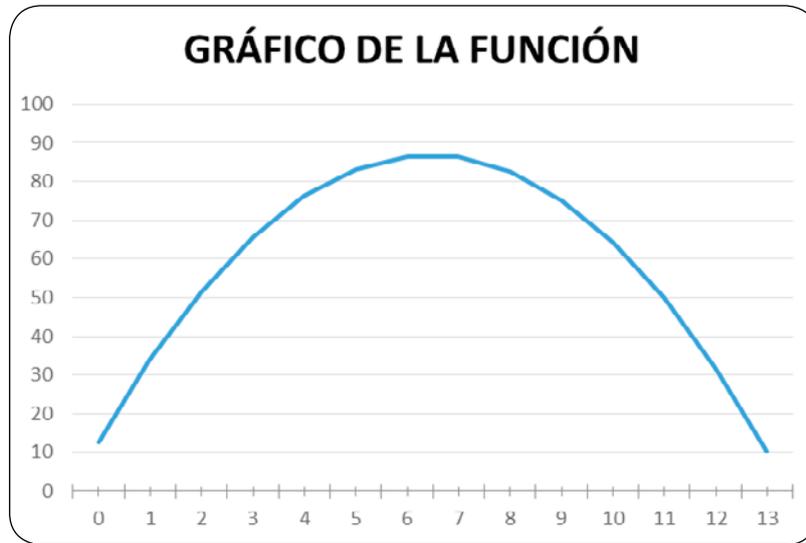
Elaboración: Cálculos del autor

Del Gráfico 1, se estimará una función de producción de energía solar para las horas $t=1, \dots, 24$. Esta se desarrollará tanto en forma gráfica como por medio de una ecuación.

La función obtenida y sus desviaciones versus los valores observados son como sigue:

$$Y = 12.7142857143 + 23.0164835165 * X - 1.78571428571 * X^2$$

Gráfico 3. Función de complementariedad entre hidroelectricidad y energía solar fotovoltaica



Elaboración: Cálculos del autor

Con esta ecuación se puede calcular cuánto se requiere producir de hidroelectricidad para abastecer un total de 100kMWh por cada hora con objeto de complementar la producción fotovoltaica. Los resultados son:

$$\int_1^{14} (12.7 + 23 X - 1.786 x^2) dx = 775$$

Área de 0 a 24 x 100 = 2400 (producción total)

De estos resultados se tiene que la producción hidroeléctrica es $2400 - 775 = 1625$.

O sea, el porcentaje de producción de cada tipo de energía es 32.3% fotovoltaica y 67.7% hidroeléctrica.

Si la energía requerida es de 100 y en un día se produce energía solar por 32.3 y energía hidroeléctrica por 67.7 se deben calcular los costos de tener una generadora eléctrica para producir 100, una represa de agua para abastecer 67.7, y una generadora solar para producir 32.3.

1. Por otro lado si sólo se producen los 100 con hidroeléctricas se deben tener los costos de tener una generadora hidroeléctrica para producir 100 y una represa para producir 100.

2. Comparando 1 y 2 se puede establecer la diferencia de costos para producir 100 con y sin fotovoltaicas.

3. Una primera aplicación será obtener costos típicos para 10 y 11. El costo típico de generar con hidroeléctricas es de US\$5.5/kWh de los cuales se estima que el costo de la represa es de entre 40% y 50%. Por ello, el costo de hidroelectricidad sería entre US\$3.3/kWh y US\$2.75/kWh y el de la represa entre US\$2.2/kWh y US\$2.75/kWh. Por otra parte el costo de generación fotovoltaica es de US\$3/kWh.

- Si la hidroelectricidad aporta sólo el 67.7% de lo consumido y la fotovoltaica el
- 32.3% de lo consumido, los costos serían:
- Hidro (la capacidad no cambia) entre US\$3.3/kWh y US\$2.75/kWh
- Represa (67.7%) entre US\$1.49/kWh y US\$1.86/kWh
- Solar US\$0.97/kWh
- TOTAL entre US\$5.76/kWh y US\$5.58/kWh
- Si sólo se produce con hidro el costo es US\$5.5/kWh

- h. Comparando a con b el producir complementariamente hidros con solares cuesta US\$0.26/kWh a US\$0.08/kWh, más que con hidroelectricidad o sea entre 4.5% y
- i. 1.4% más.

a. Externalidades

Desde la perspectiva de Helbling (2010) una externalidad negativa se da cuando un contaminador toma decisiones basadas únicamente en el costo y la oportunidad de lucro directos de la producción, sin tener en cuenta los

costos indirectos que recaen en las víctimas de la contaminación, como son el deterioro de la calidad de vida y la pérdida de oportunidades de producción. Esto sucede, por ejemplo, cuando una generadora de gas natural produce CO₂ que deviene finalmente en el denominado efecto invernadero.

Enseguida, se presenta una tabla con las principales externalidades veto que se presentan en las diferentes tecnologías, de acuerdo a OSINERGMIN.

Tabla 1: Principales externalidades que se presentan en las diferentes tecnologías

Tipo de central	Aspecto ambiental Impacto ambiental	Impacto ambiental
Térmica	Emisión de gases de combustión (CO ₂ , CO, NO _x)	Afectación a la salud de las personas. Perjudica flora y fauna del lugar. Impacto sobre la calidad de aire, agua y suelo.
	Emisión de ruido	Afectación a la población, trabajadores y a la fauna del lugar.
	Fugas y derrames de hidrocarburos	Afectación a la salud de las personas. Perjudica flora y fauna del lugar. Impacto sobre la calidad de aire, agua y suelo.
Hidráulica	Inundación de grandes áreas para construcción de embalse	Perdida de suelo fértil Cambio en la calidad de vida por desplazamiento de la población. Desplazamiento de población, cambio en condiciones de vida e impacto en la salud. Perjudica flora y fauna del lugar.
	Emisión de ruido	Afectación a la población, trabajadores y a la fauna del lugar.
	Emisión de gases de efecto invernadero (CH ₄ Y CO ₂) por putrefacción de bosque y subsuelo inundado, y acumulación de sedimentos en represas	Afectación a la salud de las personas. Perjudica flora y fauna del lugar. Impacto sobre la calidad de aire, agua y suelo.
Nuclear Riesgo de explosión nuclear		Peligro de muerte y afectación de la salud de las personas y trabajadores.
	Emisión de radiación	Afectación a la salud de las personas. Perjudica flora y fauna del lugar. Inutilización de tierras agrícolas.
Eólica	Emisión de ruido	Afectación a la población, trabajadores y a la fauna del lugar.
	Instalación de aerogeneradores	Impacto paisajístico. Riesgo de colisión de aves.

Fuente: OSINERMIN.

Las centrales térmicas son las que generan una mayor cantidad de polución, y las centrales hidráulicas, generan más efectos ambientales, debido al tema de traslación de poblaciones y la afectación a la flora y fauna acuática en el área de efecto directo e indirecto del proyecto.

Dentro de las energías renovables no convencionales, las centrales de biomasa, de igual manera generan contaminantes. Las centrales nucleares no emiten contaminantes, pero cabe la posibilidad de impactos ambientales debido al riesgo de fallas en los reactores. Por otro lado, las centrales de biogás y de cogeneración con biomasa generan una externalidad afirmativa al ahorrar emisiones de CO₂.

Al introducirlas externalidades, el costo de generación de las centrales térmicas aumentan en gran medida, mientras que el de la central de biogás permanece constante; las centrales hidráulicas de embalse, las eólicas y las térmicas.

a. Bonos de carbono

Según el diario Gestión (2013) la empresa Walt Disney compró 437 000 bonos de carbono a USD 3.500 000. Se trató de la primera experiencia de un proyecto de esta naturaleza.

Los bonos de carbono se emplean para incentivar a las empresas privadas a utilizar energías limpias a través de subsidios que constituyan la diferencia entre el impacto negativo de emplear un combustible con efecto invernadero versus emplear energías RER.

Según Dammert et al (2017: 345-349) las energías renovables no convencionales son promovidas por la comunidad internacional debido a que su utilización permite reducir CO₂ con lo cual pueden cumplir con sus metas para reducir el impacto del uso de la energía en el calentamiento global. Estas energías no convencionales reemplazarían a las centrales térmicas que tienen efecto invernadero. Si se considera el costo de las externalidades, el costo de generación de las centrales térmicas aumenta en gran medida, mientras que el costo de las energías renovables permanece igual, con lo cual el costo neto de utilizar estas últimas sería menor.

JUSTIFICACIÓN DEL PAGO ADICIONAL POR LA COMBINACIÓN DE GENERACIÓN SOLAR CON HIDROELÉCTRICA EN VEZ DE ÚNICAMENTE GENERACIÓN HIDROELÉCTRICA

La European Environment Agency www.eea.europa.eu estimó en 2007 que el costo adicional por contaminación ambiental incluyendo emisiones de efecto invernadero está entre US\$1.3/kWh y US\$5/kWh para generación eléctrica con gas natural y en US\$0.5/kWh y US\$1/kWh para generación eléctrica con fotovoltaicas. Por lo tanto la diferencia a favor de fotovoltaicas está entre US\$0.8/kWh y US\$4/kWh. Estas diferencias son significativamente mayores que los costos adicionales de producir conjuntamente con energía solar e hidroeléctrica mostrados en el párrafo anterior (entre US\$0.08/kWh y US\$0.26/kWh). Ello justificaría un subsidio para la combinación de solares con hidroeléctricas. Alternativamente se podría considerar otorgar bonos de carbono a esta combinación con el objetivo de incentivarla (los bonos de carbono se otorgan a través de diversas instituciones internacionales y representan un beneficio monetario para los productores de energías limpias. Estos bonos de carbono los compran empresas que emiten gases contaminantes para reducir su nivel registrado de contaminación y poder cumplir con sus compromisos ambientales).

CONCLUSIONES

Como se ha indicado anteriormente, con objeto de limitar el efecto invernadero en la producción de energía es necesario que el estado implemente políticas para promover el desarrollo de energías limpias como la energía solar. Estas políticas pueden incluir subsidios que cubran las externalidades ambientales de las energías tradicionales o también que el estado gestione ante la comunidad internacional que esta combinación hidroeléctrica con energía solar sea elegible para obtener bonos de carbono.

REFERENCIAS

- [1] García, R., Nario, T. y Pérez-Reyes, R. (enero del 2011). Valorización de las externalidades y recomposición del parque óptimo de Generación Eléctrica. Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. (28), 26. Recuperado de: http://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Documentos_de_Trabajo/Documento_de_Trabajo_28.pdf
- [2] Dammert, Alfredo y Raúl García. *Economía de la energía*. Fondo Editorial PUCP, Lima, Perú, 2017.
- [3] Dammert, Alfredo, Juan José Javier Jara y Liz Bautista. *El futuro de las energías renovables en el Perú*, Fondo Editorial USMP, Lima, Perú, en preparación.
- [4] International Energy Agency (IEA). *Energy Technology Perspectives 2012*, 2012, Paris-France.
- [5] Lopez Ibor, Vicente (ed.) *Clean Energy Law and Regulation*, Wildy Simmons and Hill Publishing, London, 2017.
- [6] Osinergmin. *La Industria de la Energía Renovable en el Perú*. 2017, Lima-Perú.
- [7] www.eea.europa.eu www.sector-electricidad.com/109/proyecto-de-la-central-hidroeléctrica-de-inambari-2000mw/ www.hrudnick.sistios.ing.uc.cl/alumno12/costosernc/C_Hidro.html
- [8] Evolución de Costos ERNC www.maps.nrel.gov/rede-peru/? Web del Proyecto PNUMA, MINEM www.pv-magazine-latam.com
- [9] Helbling, Thomas (2010) ¿Qué son las externalidades? En: *Finanzas y Desarrollo*. Fondo Monetario Internacional. Washington DC
- [10] Diario Gestión (14 de marzo del 2013). Disney adquirió US\$ 3.5 millones en bonos de carbono en San Martín. Lima, Perú. Recuperado de: <https://gestion.pe/economia/empresas/disney-adquirio-us-3-5-millones-bonos-carbono-san-martin-33948-noticia/>

INDICADOR LÍDER DE LA INVERSIÓN PRIVADA: METODOLOGÍA DE REDES NEURONALES

RICARDO NAJARRO^A

RESUMEN

El presente documento de investigación tiene como objetivo construir un indicador líder de la inversión privada a través del uso de la metodología de redes neuronales artificiales. El indicador líder consiste en el pronóstico de la tasa de crecimiento de la inversión privada para los próximos tres trimestres en base a indicadores adelantados, los cuales se determinan a través de las correlaciones dinámicas de las variables adelantadas con la inversión privada. Es importante mencionar que el aporte de este trabajo de investigación es brindar una metodología de pronóstico, ya que podrían ser relevantes para dar señales sobre el desempeño futuro de la inversión privada y permitirles a los hacedores de política económica tomar decisiones pertinentes.

JEL: B22, C13 y E17

PALABRAS CLAVES: Indicador Líder de la Inversión Privada, Redes Neuronales, Pronósticos, Ciclos, Tendencia y Estacionalidad.

ABSTRACT

This research aims to build a leading indicator of private investment through the use of artificial neural networks methodology. The leading indicator consists of forecaster, the private investment growth rate for the next three quarters based on advanced indicators, which are determined by dynamic correlations between leading indicators and private investment. It is essential to indicate that this research provides a forecast methodology; which would be relevant to provide an indicator of the future performance of private investment and allow policymakers to make relevant decisions.

JEL: B22, C13 y E17

KEYWORDS: Leading Indicator to Private Investment, Neural Networks, Forecasting, Cycles, Trend and Seasonality.

A Investigador docente de la Escuela Profesional de Economía de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Financieras de la Universidad de San Martín de Porres y Especialista de Proyecciones Macroeconómicas en la Dirección de Política Macroeconómica y Descentralización Fiscal del Ministerio de Economía y Finanzas de Perú. Se agradece enormemente la asistencia de investigación de Luis Guillermo Del Piélagos Alva quien ha realizado un excelente trabajo.

INTRODUCCIÓN

Los indicadores líderes proporcionan señales de alerta temprana sobre el desempeño de la actividad económica. Dicho de otro modo, pueden anticipar los puntos de inflexión en los ciclos económicos en torno a su crecimiento potencial. En ese sentido, los indicadores líderes son importantes para los hacedores de política económica, ya que les permite formular de forma anticipada instrumentos de política económica para poder contrarrestar la ocurrencia de un evento adverso que podría afectar el normal desempeño de la actividad económica.

En este contexto, dado la importancia de los indicadores líderes en la actividad económica, el presente documento de investigación tiene como objetivo construir un indicador líder de la inversión privada a través de la metodología de redes neuronales. Es importante mencionar que la inversión privada es una variable relevante en la economía peruana, al representar casi el 20% del PBI; además de que es una variable que genera encadenamientos en otros sectores económicos, es una importante fuente de generación de empleo a través del círculo virtuoso inversión-empleo-consumo.

El resto de la investigación tiene la siguiente estructura. En el apartado 2, se revisa de forma breve el marco teórico vinculado a los indicadores líderes no solo a nivel de la inversión privada sino también a nivel del PBI. El apartado 3 muestra los datos trimestrales de un conjunto de variables que se utilizan para estimar el indicador líder de la inversión, los cuales comprenden desde el primer trimestre de 1994 hasta el primer trimestre de 2019. En el apartado 4 se describe la metodología de redes neuronales y el filtro de Baxter y King que son relevantes para realizar la estimación del indicador líder de la inversión privada. En el apartado 5, se describen los resultados obtenidos del indicador líder de la inversión. Finalmente, el apartado 5, muestra algunas conclusiones del presente trabajo de investigación.

MARCO TEÓRICO

El presente trabajo de investigación toma como base de referencia al trabajo realizado por Kapsoli y Bencich (2002), quienes emplean la metodología de redes neuronales para estimar el crecimiento del PBI en función a un conjunto de indicadores adelantados de la actividad económica. En esa misma línea, algunos trabajos de investigación como Loyola

(2009), Mendiburo (2010) y Rodríguez (2010), muestran la relevancia de la inversión privada para determinar la dinámica de la actividad económica y sus componentes no observables. Asimismo, Castellares (2009) hace una revisión de las diferentes metodologías empleadas para el cálculo de los indicadores líderes en Perú y los emplea para detectar el ciclo económico de la economía peruana.

Finalmente, es importante mencionar que la elaboración de indicadores líderes es variada y se estiman a partir de las necesidades particulares que se requieren para la investigación y según lo que se desee pronosticar. En ese sentido, Pérez, Ghurra y Grandez (2016) utilizan el modelo de Aruoba para estimar los quiebres de la tasa de crecimiento del PBI.

DATOS A UTILIZAR

Para la estimación del modelo se utilizan 12 variables, las cuales deben guardar cierta correlación con la inversión privada. Dichas variables son indicadores adelantados, las cuales se han obtenido de fuentes primarias de información como el Fondo Monetario Internacional – FMI, el Instituto de Estadística e Informática - INEI y el Banco Central de Reserva del Perú - BCRP. Así se pueden mencionar algunas de las variables más relevantes como los términos de intercambio, inversión minera, importaciones de bienes de capital, entre otros. La periodicidad de los datos es trimestral a partir del primer trimestre de 1994 hasta el primer trimestre de 2019.

Tabla N° 1: Indicadores adelantados de la inversión privada

Variabes	Unidad de medida
Inflación	Índice
Términos de intercambio –TI	Índice
Índice de precios de exportación - IPX	Índice
Precio del cobre	¢US\$/lb
EMBI	Índice
VIX	Índice
Inversión pública	Niveles reales a precios de 2007
Inversión minera	Niveles nominales
Producción de electricidad	GWh
Crédito al sector privado	Niveles nominales (soles)
Importaciones de bienes de capital	Niveles nominales (dólares)
Despachos locales de cemento	Toneladas métricas
Variable adicional	
Inversión privada	Niveles reales a precios de 2007

Fuente: BCRP, INEI, FMI.

Tabla N° 2: Correlaciones dinámicas de los ciclos de la inversión privada y los indicadores adelantados

Variabes líderes	Nivel de adelanto en el ciclo (Trimestres)	Correlación dinámica máxima
Inversión privada	0	1,000
Inflación	5	0,552
Términos de intercambio	1	0,636
Índice de precios de exportación	1	0,745
Precio del cobre	6	0,634
EMBI	5	0,529
VIX	3	0,376
Inversión pública	6	0,638
Inversión minera	1	0,648
Producción de electricidad	1	0,643
Crédito al sector privado	3	0,763
Importaciones de bienes de capital	1	0,932
Despachos locales de cemento	1	0,924

METODOLOGÍA

Para la estimación del indicador líder de la inversión privada, es indispensable utilizar el filtro Baxter y King y la metodología de redes neuronales. Particularmente, el filtro de Baxter King (BK) es una aproximación de un filtro de paso de banda lineal, el cual elimina los componentes de tendencia y alta frecuencia (componentes irregulares), teniendo como objetivo mantener los componentes cíclicos (intermedios). El filtro BK descompone una serie de tiempo en tres componentes: una tendencia, un ciclo y un componente irregular.

Donde es la tendencia, es el ciclo y es el componente irregular, Baxter y King (1999).

Una nueva serie de tiempo se genera cuando se aplica una media móvil simétrica finita.

Donde son las constantes o ponderaciones de las observaciones y para $k = 1, \dots, K$. Además estas ponderaciones suman cero $=0$

Respecto a la metodología de redes neuronales artificiales, el modelo matemático se construye sobre la base de la neurona funcional como un

elemento central del sistema nervioso humano cuya tarea es transformar la información de una neurona a la otra. El objetivo del modelo matemático de redes neuronales es el proceso de identificación. En otras palabras, lo que se busca es encontrar una función de entrada y salida; y para que la función de salida pueda encontrar parámetros estimados deseados debe estar sujeta a la minimización de los errores. Los detalles matemáticos se pueden ver en el *paper* de Kapsoli y Bencich (2002), entre otros.

RESULTADOS

Los gráficos N° 1, 2 y 3, muestran los resultados de la descomposición de la inversión privada

en sus componentes estocásticos como el ciclo, tendencia y estacionalidad para el periodo 1T1994 hasta el 1T2019. Particularmente, para obtener el indicador líder de la inversión privada es fundamental hacer este mismo ejercicio para las otras 12 variables y obtener el ciclo. Así, a través de la obtención de los ciclos y haciendo uso de la metodología de redes neuronales, se podrá pronosticar el ciclo de la inversión privada adelantada tres trimestres (ver gráfico N° 4). Cabe mencionar que la proyección muestra que hay una recuperación del ciclo de la inversión privada entre el 2T2019 y 4T2019.

Gráfico N° 1

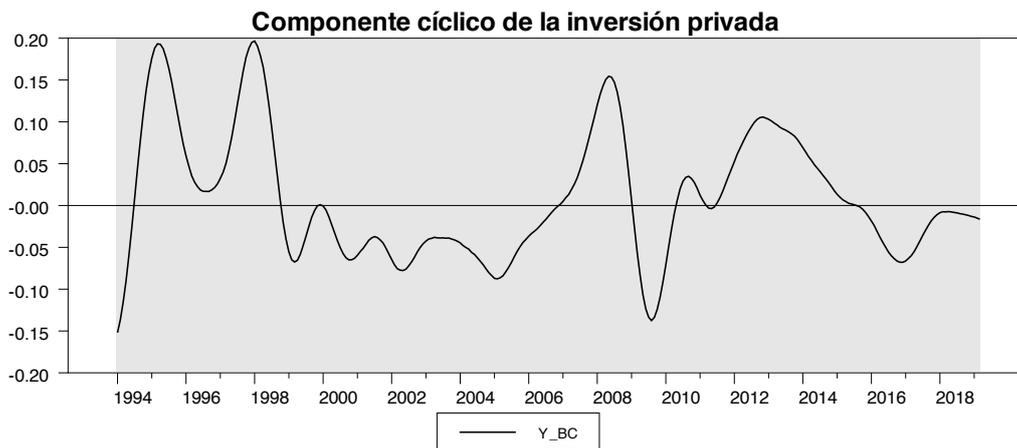


Gráfico N° 2

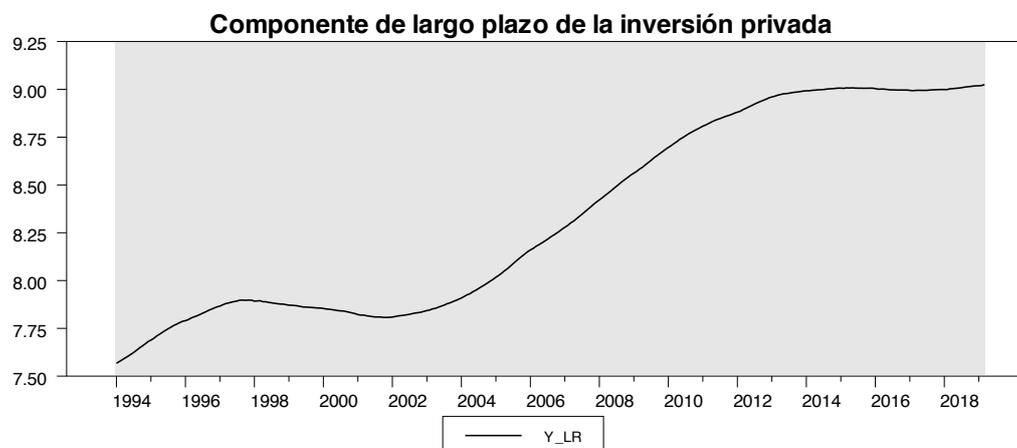


Gráfico N° 3

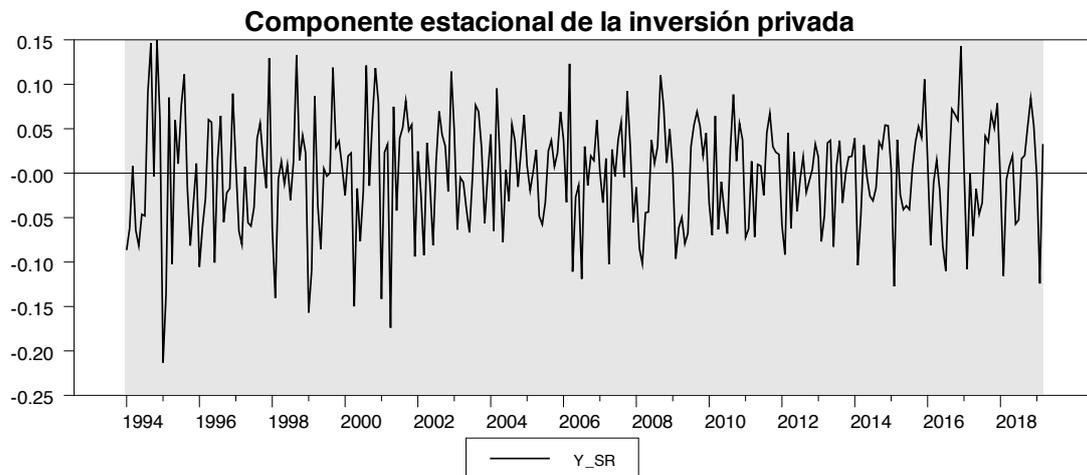
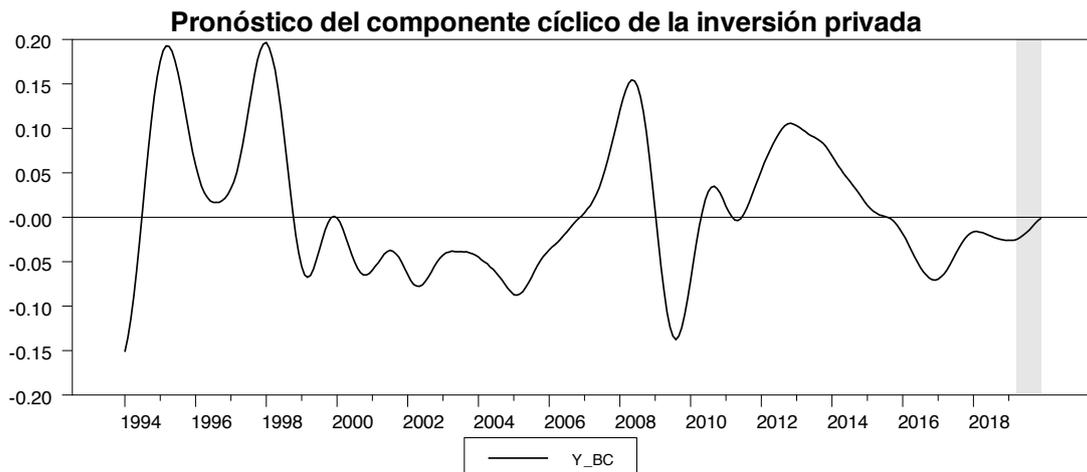
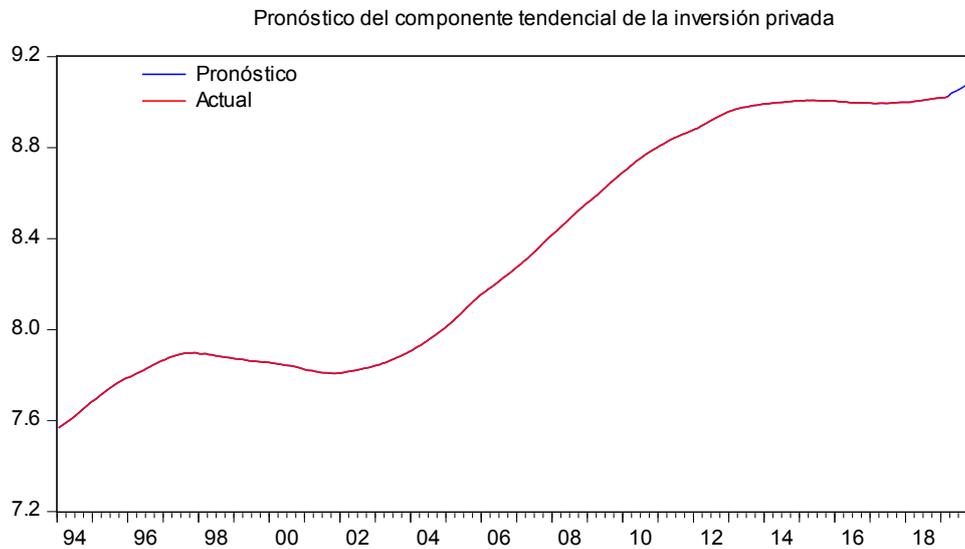
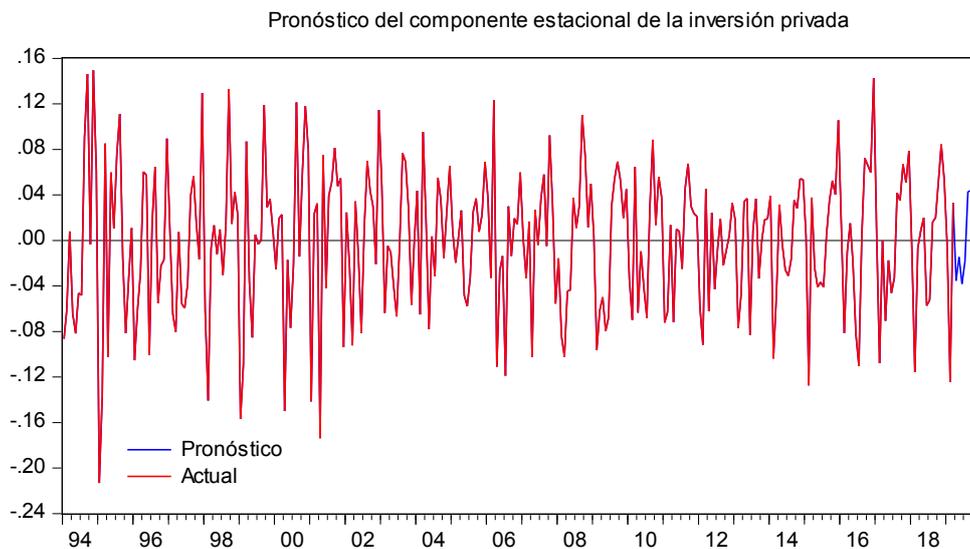


Gráfico N° 4



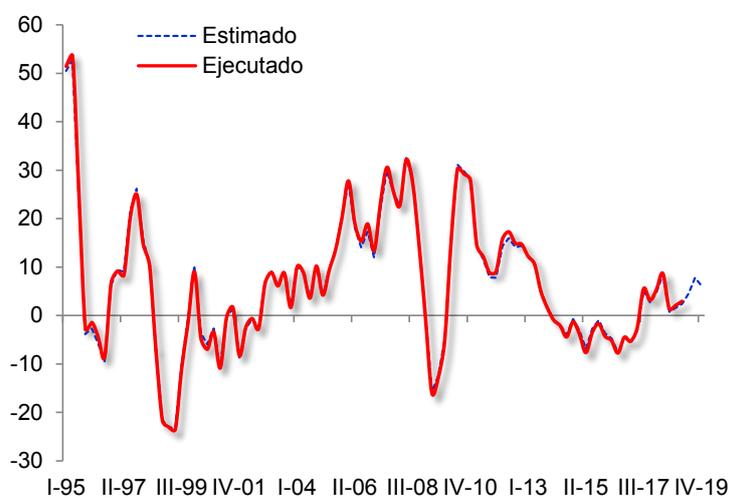
En análisis económico lo que importa es la tasa de crecimiento más que la determinación del ciclo, por lo que se utiliza un modelo ARIMA para proyectar los otros dos componentes (tendencia y estacionalidad). Una vez que se tenga la proyección de los componentes adicionales

(gráfico 5 y 6), se realiza el proceso inverso a la descomposición, es decir la agregación de componentes para la determinación de la serie histórica que incluye la proyección de la inversión privada tres trimestres hacia adelante.

Gráfico N° 5**Gráfico N° 6**

Finalmente, las estimaciones obtenidas a partir de los componentes de la inversión privada no distan de los datos ejecutados. En ese sentido, se han proyectado los datos de la inversión privada para el 2T2019, 3T2019 y 4T2019 (ver gráfico N° 7 y tabla N° 3). Así se puede decir que al cierre

de 2019, utilizando la metodología planteada en el presente documento de investigación, la inversión privada crecería 5,2% con una aceleración importante en la segunda mitad de año (3T2019: 7,8% y 4T2019:6,2%).

Gráfico N° 7: Inversión privada (Var. % real anual)**Tabla N° 3: Inversión privada (Var. % real anual)**

2017	Ejecutado	Estimado
I-17	-5,3	-5,6
II-17	-2,6	-3,0
III-17	5,5	5,1
IV-17	3,1	2,7
Año	0,2	-0,2
2018	Ejecutado	Estimado
I-18	5,3	4,7
II-18	8,7	8,4
III-18	1,4	0,7
IV-18	2,1	1,6
Año	4,2	3,9
2019	Ejecutado	Estimado
I-19	2,9	2,4
II-19		4,5
III-19		7,8
IV-19		6,2
Año		5,2

Fuente: BCRP, Estimaciones propias.

CONCLUSIONES

El presente trabajo de investigación busca contribuir con una metodología de pronósticos de corto plazo de la inversión privada, al ser esta variable de suma importancia en la actividad económica de Perú.

Asimismo, los pronósticos obtenidos a partir de los indicadores adelantados de la inversión privada, en base a la metodología de redes neuronales, podrían ser relevantes para los hacedores de política económica, ya que les permitiría anticipar el desempeño de esta variable, lo cual podría ser importante para las decisiones de política macroeconómica.

Finalmente, tal como se menciona en la literatura, la metodología planteada se puede mejorar toda vez que los componentes estacionales y tendenciales se estiman a partir de un modelo ARIMA y no por indicadores adelantados.

REFERENCIAS

- [1] Kapsoli, J. y Bencich, B. (2004), Indicadores líderes, redes neuronales y predicción de corto plazo. *Revista económica PUCP*.
- [2] Moron, E., Casas, C., y Carranza, E. (2002), *Indicadores líderes para la economía peruana*. Universidad del Pacífico.
- [3] Pérez, F., Ghurra, O., y Grandez, R. (2016), *Un indicador líder de actividad real para Perú*. BCRP.
- [4] Loyola, J. (2009), *Comportamiento de la inversión privada durante los ciclos económicos*. BCRP.
- [5] Mendiburú, C. (2010), *La inversión privada y el ciclo económico en el Perú*. BCRP.
- [6] Flores, J. (2014), Un modelo de factores dinámicos con expectativas aplicados a un indicador líder para la inversión privada. *Tesis PUCP*.
- [7] Martínez, M., y Quineche, R. (2014), *Un indicador líder para el nowcasting de la actividad económica del Perú*. BCRP.
- [8] Yu, L., Huang, W., Lai, K., y Nakamori, Y. (2007), Neural networks in finance and economics forecasting. *International journal of information technology and decision making*.
- [9] Yalcinoz, T., y Short, M. (1998), Neural networks approach for solving economic dispatch problem with transmission capacity constraints. *IEEE*, volume 13.
- [10] Ntumba, A. (2002), Macroeconomic forecasting: comparison between artificial neuronal networks and econometric model.
- [11] Falat, L., y Pancikova, L. (2015), Quantitative Modelling in Economics with Advanced Artificial Neural Networks. *Procedia economics and finance*.

UNA NOTA SOBRE EL GOBIERNO CORPORATIVO EN LA INDUSTRIA BANCARIA

CÉSAR PORTALANZA^A | GUIBELL CARLEVARO^B

RESUMEN

El presente documento pretende identificar determinadas características de la industria bancaria que hacen que el gobierno corporativo sea distinto al que se promueve para empresas que no pertenecen al sistema financiero. Las buenas prácticas de gobierno corporativo, desde la perspectiva de la OECD¹, señalan un énfasis en la protección de los accionistas minoritarios de las empresas que cotizan en el mercado de valores; mientras que, por sus características particulares, entre ellas, el muy elevado apalancamiento, la regulación, y su gran importancia en la economía, el gobierno corporativo en la banca debe considerar que existen otros grupos de interés, además de los accionistas minoritarios, como los ahorristas, que requieren el resguardo de sus intereses, así como aspectos de gobierno orientados a la gestión de riesgos y control, y sistema de remuneraciones y compensaciones, como lo plantea el Comité de Basilea.

JEL: G30; G34; G38.

PALABRAS CLAVES: Gobierno Corporativo, Directorio, Gerencia

ABSTRACT

This document aims to identify certain characteristics of the banking industry that make corporate governance different from that promoted for companies that do not belong to the financial system. Sound corporate governance practices, from the OECD perspective, point to an emphasis on the protection of minority shareholders of companies listed on the stock market; while, due to its particular characteristics, among them, the very high leverage, regulation, and its great importance in the economy, corporate governance in banking must consider that there are other interest groups, in addition to minority shareholders, such as depositors, who require the safeguarding of their interests, as well as aspects of government oriented to risk management and control, and remuneration and compensation system, as proposed by the Basel Committee.

JEL: G30; G34; G38.

KEYWORDS: Corporate Governance, Board of Directors, Management

A Investigador docente de la Escuela Profesional de Economía de la Facultad de Ciencias Contables, Económicas y Financieras de la Universidad de San Martín de Porres.

B Licenciada en Administración de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

1 OECD (2015). G20/OECD Principles of Corporate Governance. OECD Publishing, Paris.

INTRODUCCIÓN

Los últimos desastres financieros, fraudes, malversación de fondos, falsificación contable entre otros, ocurridos a nivel mundial, han manifestado la desconfianza de los clientes en las empresas y, como consecuencia, su imagen ha sido deteriorada. La implementación de buenas prácticas de gobierno corporativo puede lograr un balance entre el riesgo y la rentabilidad en un horizonte de sostenibilidad de mediano y largo plazo con el objeto de intentar evitar desastres financieros empresariales.

La importancia de las buenas prácticas de gobierno corporativo se ha destacado recientemente a partir de los desastres financieros, que han puesto en duda lo que usualmente se asume que existe en las empresas, el uso de buenas prácticas para la toma de decisiones empresariales; en particular, se destacan, entre otras, la confusión de roles, responsabilidades y funciones del directorio y la gerencia.

PROBLEMA DEL PRINCIPAL-AGENTE Y GOBIERNO CORPORATIVO

Las empresas pueden realizar sus actividades empresariales debido a que logran financiar sus negocios, típicamente a través de capital y deuda, ambas en sus diversas modalidades. Con este aporte de capital, los accionistas obtienen derechos políticos y económicos, entre ellos elegir al directorio, que de acuerdo a la OECD (2015): "...es responsable de controlar los resultados de la dirección y ofrecer una rentabilidad adecuada a los accionistas, al tiempo que debe evitar conflictos de interés y lograr un equilibrio entre las exigencias contrapuestas que afronta la empresa"².

En este contexto empresarial, los accionistas eligen al directorio. A su vez, el directorio, para la gestión de la empresa, elige a la gerencia. En esta secuencia de designaciones, la pregunta que surge es si el directorio actuará de acuerdo a los intereses de quienes los eligen, los accionistas; en el mismo sentido, también nos podemos preguntar, si la gerencia actuará de acuerdo a los lineamientos dados por el directorio. En teoría, cada grupo de interés, en este caso directorio y gerencia, deberían alinearse a los intereses de quienes los eligen; sin embargo, el gerente puede contratar más personal del necesario o puede estar muy enfocado en sus intereses particulares y no en la generación de valor para el accionista. Este es el problema que se conoce como el del

2 OCDE, p. 51. (Ver referencias)

Principal – Agente de la Teoría de Agencia. Jensen y Meckling (1976) señalan:

We define an agency relationship as a contract under which one or more persons (the principal(s)) engage another person (the agent) to perform some service on their behalf which involves delegating some decision making authority to the agent. If both parties to the relationship are utility maximizers, there is good reason to believe that the agent will not always act in the best interests of the principal.³

Más enfocado en los accionistas, Shleifer y Vishny (1997) concluyen, "Corporate governance deals with the agency problem: the separation of management and finance. The fundamental question of corporate governance is how to assure financiers that they get a return on their financial investment"⁴.

Por lo que, el buen gobierno corporativo plantea soluciones al problema de agencia, entendiendo que los proveedores de capital en la empresa son los accionistas, mayoritarios o minoritarios, y estos últimos sin mayor control sobre el *management*. Como señala Tirole (1999), "La definición común de gobierno corporativo promueve la defensa de los intereses de los inversionistas (accionistas)"⁵.

En este sentido, las recomendaciones de la OCDE, en su primera y segunda revisión en el 2004 y 2015⁶, respectivamente, entre otras recomendaciones, están orientadas a promover la protección de los accionistas minoritarios de las empresas que cotizan en el mercado de capitales, sean estas instituciones financieras o no.

Las decisiones del *management* afectan a todos los grupos de interés, de dentro y fuera de la empresa, que contribuyen con el financiamiento y desarrollo de la empresa (acreedores, proveedores, clientes, entre otros). Es así, que a los que actúan financiando la empresa, deuda y *equity*, les interesa que el negocio sea viable, aunque no todos los grupos de interés participan en la elección del directorio (sólo lo hacen los accionistas).

Tirole (1999) señala que las decisiones del *management* generan externalidades a diversos

3 Jensen, M. C and Meckling, W. H., p. 5. (Ver referencias)

4 Shleifer, A. and R. Vishny., p.773. (Ver referencias)

5 Tirole, J., p.9. (Ver referencias)

6 OECD (2015). G20/OECD Principles of Corporate Governance. OECD Publishing, Paris.

grupos de interés (“*natural stakeholders*”), además de los accionistas minoritarios, a los acreedores, proveedores, clientes, entre otros. La implementación de buenas prácticas de gobierno corporativo tiene como objetivo garantizar un sistema de “pesos y contrapesos” que generen beneficios a todos los grupos de interés, lo que permite reducir los conflictos de agencia.

EL GOBIERNO CORPORATIVO EN LA INDUSTRIA BANCARIA

La industria bancaria⁷ tiene características que la hacen muy diferente a otros sectores o actividades económicas. Entre otras características, quisiéramos destacar su importancia en la economía, la regulación, y el elevado nivel de apalancamiento.

El gobierno corporativo en la industria bancaria debe tener claramente elementos diferenciadores de empresas que desarrollan actividades no bancarias. Como señala Hagendorff (2015)⁸, el gobierno corporativo tiene elementos comunes entre la banca y otras industrias; sin embargo, si existen determinadas características que las diferencian como el sistema de compensaciones y remuneraciones, el directorio, la estructura de capital, y la gestión de riesgos.

Adam y Mehran (2003) señalan que, los accionistas, ahorristas y reguladores hacen que sea más complejo el gobierno de los bancos:

The governance of banking firms may be different from that of unregulated, nonfinancial firms for several reasons. For one, the number of parties with a stake in an institution’s activity complicates the governance of financial institutions. In addition to investors, depositors and regulators have a direct interest in bank performance. On a more aggregate level, regulators are concerned with the effect governance has on the performance of financial institutions because the health of the overall economy depends upon their performance.⁹

Importancia de la industria bancaria en la economía

La industria bancaria es trascendental en el progreso de la economía, debido a que en su rol

de intermediario financiero canaliza el ahorro de la economía hacia el desarrollo de actividades productivas¹⁰, promoviendo el financiamiento empresarial y el desarrollo de inversiones. El buen funcionamiento de la banca favorece el crecimiento económico, por lo que un sistema financiero solvente, estable y eficiente dinamiza el crecimiento de la economía de un país.

Industria regulada

Una característica fundamental del sistema bancario es que se encuentra sujeto a una regulación, que comprende, entre otros, requerimientos mínimos de capital, límites operativos, y determinados requerimientos de buen gobierno. Hay que señalar que cada decisión importante dentro de la organización está altamente influenciada por el gobierno interno (Directorio) y por el gobierno externo, principalmente el regulador bancario, y el mercado. No todas estas fuerzas son iguales y sus intereses no siempre se alinean, ya que no siempre buscan el mismo resultado¹¹. En esta industria existe una alta regulación pero la gestión de los activos bancarios sigue siendo responsabilidad del banco.

La regulación macroprudencial tiene como objetivo garantizar la estabilidad del sistema financiero, mientras que, la regulación microprudencial está enfocada en proteger a los ahorristas, además para dicho fin, existe el fondo de seguro de depósitos, que amortigua las pérdidas de los ahorristas.

Elevado apalancamiento bancario

El apalancamiento es otro elemento central en el negocio bancario. El financiamiento del negocio bancario proviene de recursos de terceros (depósitos), y el *equity* representa sólo un diez por ciento del financiamiento total. En el Cuadro 1, se presenta un balance muy simplificado con el objetivo de destacar el alto grado de apalancamiento en esta industria, y se puede apreciar que, los accionistas aportan 1 y gestionan un negocio de 14.5¹², y son estos accionistas los que eligen a un directorio que resguarde sus intereses.

10 Allen, F., Carletti, E. and Gu, X., p.1. (Ver referencias)

11 Mehran, H. y Mollineaux, L., p 11. (Ver referencias)

12 Se supone que los activos y contingentes ponderados por riesgo (AyCPR) equivalen a 10. En este aspecto, debemos señalar que, Basilea III (diciembre 2017) está recomendando limitar las operaciones de los bancos no sólo con el ratio de capital típico o ratio Cooke sino con un ratio apalancamiento, limitando la relación de los activos y contingentes sin ponderar respecto del capital regulatorio.

7 Entiéndase por “bancos” a cualquier institución del sistema financiero (bancos, cajas, etc.) que cumplen en rol de intermediarios financieros en la economía.

8 Hagendorff, J., p.1. (Ver referencias)

9 Adams, R., and H. Mehran, p. 124. (Ver referencias)

En esta estructura de capital (9 de Depósitos y 1 de *equity*), hay un incentivo natural hacia una mayor toma de riesgos en los proyectos o inversiones por parte del banco debido a que dichos proyectos son financiados con recursos de terceros, no con dinero del accionista. Si un

proyecto genera un valor presente neto (VPN) positivo, beneficia a los accionistas; mientras que, si el VPN es negativo las pérdidas son asumidas por los accionistas pero fundamentalmente por quienes han financiado en gran parte el proyecto, como son los ahorristas.

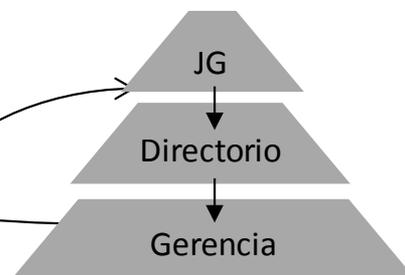
Cuadro 1. Balance bancario simplificado y estructura del activo y contingente del total de la banca múltiple a diciembre 2018

Disponible	1.50	Depósitos	9.00	Ponderación	AyCPR			
Inversiones	1.20	Equity	1.00			Disponible	0%	0.00
Créditos	7.00					Inversiones	50%	0.60
Otros	0.30					Créditos	100%	7.00
Total Activos	10.00	Total Depósitos y Equity	10.00			Otros	50%	0.15
Contingentes	4.50			Contingentes	50%	2.25		
	14.50					10.00		

Ratio de Capital **10.00%**
 Ratio de Apalancamiento (Deuda/Equity) **14.5**

Balance Bancario Simplificado

Créditos (A)	Depósitos (D)
10	9
	Equity (E)
	1
Contingentes	
4.5	



Elaboración propia.

Gobierno corporativo en la OCDE y Basilea

Esta particularidad de la industria bancaria es la que le permite al Comité de Basilea sobre Supervisión Bancaria identificar elementos diferenciadores en sus “Principios sobre Gobierno Corporativo para la Banca”¹³. El Comité de Basilea destaca, entre otros, la separación de funciones y responsabilidades del Directorio y la Gerencia, la Gestión de Riesgos,

el Control Interno y Cumplimiento, y el Sistema de Compensaciones.

Respecto del directorio, se establece que es el máximo responsable de la dirección del banco, y tiene, entre otras funciones, la supervisión de la Gerencia, y ésta tiene la función de reportar al Directorio. Por otro lado, la gestión de riesgos es otra característica intrínseca en el negocio bancario, que requiere de buenas prácticas en el gobierno para evitar la toma excesiva de riesgos en el corto plazo que afecte la sostenibilidad del

13 Bank for International Settlements. (2015). (Ver referencias)

banco. Los Principios de Gobierno Corporativo de Basilea también recomiendan un sistema de remuneraciones y compensaciones que penalice la toma de riesgos desalineados con

los establecidos por el Directorio, con el fin de eliminar incentivos perversos que afecten el patrimonio.

Cuadro 2. Principios de Gobierno Corporativo según la OCDE¹⁴ y el Comité de Basilea¹⁵

Principios de Gobierno Corporativo OCDE, Noviembre 2015	Principios para mejorar el Gobierno Corporativo Comité de Basilea, Julio 2015
<ol style="list-style-type: none"> 1. Consolidación de la base para un marco eficaz de gobierno corporativo 2. Derechos y tratamiento equitativo de los accionistas y funcionarios de propiedad clave 3. Inversores institucionales, mercados de valores y otros intermediarios 4. El papel de los actores intermediarios en el ámbito del gobierno corporativo 5. Divulgación de información y transparencia 6. La responsabilidad del directorio 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Responsabilidades del directorio 2. Aptitudes y composición del directorio 3. Estructura y prácticas del directorio 4. Alta dirección 5. Gobierno de estructuras de grupo 6. Función de gestión de riesgo. 7. Identificación, seguimiento y control de riesgos. 8. Comunicación de riesgos 9. Cumplimiento 10. Auditoría interna 11. Compensación 12. Divulgación y transparencia 13. El papel de los supervisores

Fuente: OCDE y Bank for International Settlements.

En el Cuadro 1 se aprecia que los accionistas aportan 1, y dirigen un negocio de 14.5; además, estos accionistas eligen al Directorio con el objeto de que proteja sus intereses. En el balance simplificado se evidencia que los depositantes, a pesar de que financian el negocio bancario en un 90% no tienen una injerencia en la administración, por lo que resulta razonable que desde el Comité de Basilea se promueva la participación de independientes en el directorio (Principio 2), que por su imparcialidad garanticen un tratamiento objetivo a este grupo de interés, que es el que financia el negocio bancario.

Debe mencionarse que, la regulación bancaria si bien protege los intereses de los ahorristas, no tiene un rol directo ni activo en la gestión del banco como sí lo tiene el Directorio

(en representación de los accionistas) y la Gerencia. El Comité de Basilea promueve la participación de directores independientes para velar por los intereses de los ahorristas y de todos los grupos de interés; no obstante, los “modelos” de gobierno corporativo en el mundo difieren en el tratamiento del directorio, como lo señala Haggendorff (2015), en Alemania los trabajadores tienen participación en los directorios de las grandes empresas¹⁶.

Finalmente, como Haggendorff (2015), debemos señalar que las buenas prácticas de gobierno corporativo en la banca deben estar vinculadas a las propias características del negocio bancario, y entre ellas más focalizadas a velar por los intereses de quienes financian este negocio, como se observa en el Cuadro 1.

14 OCDE (2015). (Ver referencias)

15 Bank for International Settlements. (2015). (Ver referencias)

16 Haggendorff, J., p.13.(Ver referencias)

The corporate governance of banks is clearly an important topic both for investors and for policymakers. However, much of what is known about the governance of banks has relied on replicating research based on the nonfinancial sector without adequately taking the unique features of banks into account. However, these unique features of banks call for a more profound rethink of the corporate governance of banks, one that centers around debtholders rather than equity holders....

CONCLUSIONES

Una característica central en el negocio bancario es su muy elevado nivel de apalancamiento; sin embargo, los acreedores no tienen mayor injerencia en la administración del banco, pero sí pueden resultar perjudicados por el *management* y los accionistas. Una recomendación del Comité de Basilea (2015) es la de tener directores independientes, con el objetivo de garantizar que los beneficios y perjuicios se distribuyan objetivamente entre los diferentes grupos de interés.

El Comité de Basilea (2015), debido a las características propias del negocio bancario, plantea recomendaciones sobre la gestión de riesgos, control y cumplimiento, así como un sistema de remuneraciones e incentivos que aliente la sostenibilidad a mediano y largo plazo del banco. Los Principios de Gobierno Corporativo de la OCDE no consideran en sus recomendaciones los temas planteados por el Comité de Basilea.

REFERENCIAS

- [1] Adams, R., and H. Mehran. (2003). *Is Corporate Governance Different for Bank Holding Companies?* Economic Policy Review 9(1):123–42.
- [2] Allen, F., Carletti, E., and Gu, X. (2008). *The Roles of Banks in Financial Systems*. In The Oxford Handbook of Banking, Edited by Allen N. Berger, Phillip Molyneux, and John O.S. Wilson.
- [3] Bank for International Settlements (2015). *Corporate Governance principles for Banks*.
- [4] Claessens, S. y B. Yurtoglu. (2012). *Corporate Governance and Development: An Update*. Focus N° 10. Global Corporate Governance Forum and IFC. Washington DC.
- [5] De Haan, Jakob, y Vlahu, Razvan. (2013). *Corporate Governance of Banks: A survey*. DNB Working Paper. Amsterdam.
- [6] Harm, Christian (2002). *Bank Management between Shareholders and Regulators*. Société Universitaire Européenne de Recherches Financières.
- [7] Hagendorff, Jens (2015). *Corporate Governance in Banking*. In The Oxford Handbook of Banking, Edited by Allen N. Berger, Phillip Molyneux, and John O.S. Wilson. Second Edition.
- [8] Jensen, M y Meckling, W. (1976). *Theory of the firm: Managerial behavior, agency costs and ownership structure*. Journal of Financial Economics.
- [9] Kenneth J. Arrow. (1986). “*Agency and the Market*”. In Handbook of Mathematical Economics, vol III, ed. Kenneth J Arrow and Michael D Intriligator (Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. North-Holland).
- [10] Maher, Maria y Andersson, Thomas. (1999). *Corporate Governance: Effects on Firm Performance and Economic Growth*. Organization for Economic Co-Operation and Development (OECD).
- [11] Mehran, Hamid y Mollineaux, Lindsay. (2012). *Corporate Governance of Financial Institutions*. Federal Reserve Bank of New York Staff Report. No. 539.
- [12] Mehran, H., Morrison, A., y Shapiro, Joel. (2011). *Corporate Governance and Banks: What Have We Learned from the Financial Crisis?* Federal Reserve Bank of New York Staff Reports. No. 502.
- [13] Mehran, H., y L. Mollineaux (2012). *Corporate Governance of Financial Institution*. Federal Reserve Bank of New York. Staff Reports N° 539. February 2012.
- [14] Minton, B., Taillard, J., y Rohan Williamson. (2014). *Financial Expertise of the Board, Risk Taking, and Performance: Evidence from Bank Holding Companies*. Journal of Financial and Quantitative Analysis. Vol. 49, No. 2. pp. 351–380.

- [15] Mülbert, Peter. 2010. *Corporate Governance of Banks after the Financial Crisis - Theory, Evidence, Reforms*. ECGI Working Paper N° 151/2010.
- [16] OCDE. (2015). *Principios de Gobierno Corporativo de la OCDE y del G20*. Editions OCDE, Paris. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264259171-es>.
- [17] Shleifer A, Vishny R. (1986). Large Shareholders and Corporate Control, *Journal of Political Economy*, 94(3): 461-88.
- [18] Stenning, Francis, Boza, Beatriz (2015). *Buenas prácticas de Gobierno Corporativo*. La Voz del Mercado.
- [19] Stulz, René Z. (2016). *Risk Management, Governance, Culture, and Risk Taking in Banks*. En FRBNY Economic Policy Review.
- [20] The Committee on the Financial Aspects of Corporate Governance. The Cadbury Report, December 1992, <http://cadbury.cjbs.archios.info/report>.
- [21] Tirole, J. (1999). *El Gobierno Corporativo*. En *Economía* Vol. XXII, N° 44. Diciembre. PUCP.

REVISTA DE ANÁLISIS ECONÓMICO Y FINANCIERO

SE DIAGRAMÓ EN EL

FONDO EDITORIAL USMP

JR. LAS CALANDRIAS 151-291, SANTA ANITA, LIMA 43 -PERÚ

CORREO ELECTRÓNICO: FONDOEDITORIAL@USMP.PE

TÉLEFONO: (51-1) 362-0064 ANEXO: 3262

NOVIEMBRE 2019 LIMA - PERÚ



USMP
UNIVERSIDAD DE
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE
CIENCIAS CONTABLES
ECONÓMICAS Y FINANCIERAS

ESCUELA PROFESIONAL
DE ECONOMÍA

INSTITUTO DE
INVESTIGACIÓN