



## ***Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba***

*Procedure for forecasting economic indicators using econometric techniques in Alastor, Cuba*

*“Anaís Laffita Riverón”<sup>1\*</sup> “Matilde Irene Riverón Hernández”<sup>2</sup>*

*“Daideé Caridad Ibarra Miranda”<sup>3</sup> “Héctor José Carmenate García”<sup>4</sup>*

### **Resumen**

*La planificación es imprescindible para el logro de mayores niveles de eficiencia, eficacia y efectividad en el desempeño de cualquier organización. Prestar atención a este proceso, de manera especial en el área económica, es estratégico. En ello pueden tener un papel fundamental los métodos cuantitativos de pronóstico. La investigación tuvo como objetivo el desarrollar un procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos basado en la integración de herramientas administrativas y técnicas econométricas como el análisis de regresión, el alisamiento exponencial y la Metodología Box-Jenkins para favorecer la planificación empresarial de indicadores económicos. El procedimiento estructurado en cuatro fases y trece pasos se aplicó para el pronóstico de las utilidades en Alastor, empresa de mantenimiento de sistemas de refrigeración y calefacción. Como resultado se obtiene que el mejor modelo para pronosticar las utilidades es el obtenido a través del alisamiento exponencial Holt Winters con estacionalidad modelo aditivo. Ello permitió elaborar el plan económico para el año 2021.*

### **Abstract**

*Planning is essential for achieving higher levels of efficiency and effectiveness in the performance of any organization. Paying attention to this process, especially in the economic area, it is strategic. Quantitative forecasting methods can play a fundamental role in this area. The objective of the research was to develop a procedure for the forecast of economic indicators based on the integration of administrative tools and econometric techniques such as the analysis of regression, exponential smoothing and the Box-Jenkins Methodology to favor business planning of economic indicators. The procedure is structured in four phases and thirteen steps were applied for the forecast of the profits in Alastor, a maintenance company for refrigeration and heating systems. As a result, it is obtained that the best model to forecast profits is the one obtained through the Holt Winters exponential smoothing with additive model seasonality. This allowed the elaboration of the economic plan for the year 2021.*

### **Palabras clave/Keywords**

*Planificación empresarial; métodos cuantitativos; Econometría; toma de decisiones; utilidades/Business planning; quantitative methods; Econometric; decision making; profits*

*\*Dirección para correspondencia: [mriveron@uho.edu.cu](mailto:mriveron@uho.edu.cu)*

*Artículo recibido el 18 - 05 - 2021 Artículo aceptado el 26 - 05 - 2022 Artículo publicado el 31 - 08 - 2022*

*Conflicto de intereses no declarado.*

*Fundada 2016 Unidad de Cooperación Universitaria de la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador.*

<sup>1</sup>Universidad de Holguín, Máster en Administración de Negocios, Facultad de Ciencias Empresariales y Administración, Departamento de Economía, Holguín, Holguín, Cuba, [anaís@uho.edu.cu](mailto:anaís@uho.edu.cu), +5358398555, <https://orcid.org/0000-0003-1755-9559>

<sup>2</sup>Universidad de Holguín, Master en Matemática Aplicada e Informática para la Administración, Facultad de Informática y Matemática, Departamento de Matemática, Holguín, Holguín, Cuba, [mriveron@uho.edu.cu](mailto:mriveron@uho.edu.cu), +5354092825, <https://orcid.org/0000-0002-1318-3526>

<sup>3</sup>Universidad de Holguín, Facultad de Ciencias Empresariales y Administración, Departamento de Ingeniería Industrial, Holguín, Holguín, Cuba, [daideebarra@gmail.com](mailto:daideebarra@gmail.com), +5355995133, <https://orcid.org/0000-0002-5941-6161>

<sup>4</sup>Universidad Autónoma de Guerrero, Master en Educación Matemática Universitaria, Acapulco de Juárez, Guerrero, México, [hicarmenate@gmail.com](mailto:hicarmenate@gmail.com), +527442840930, <https://orcid.org/0000-0003-2633-6883>

## 1. Introducción

Los métodos cuantitativos y cualitativos, entre ellos los econométricos, se han destacado como unas de las herramientas científicas más adecuadas en la toma de decisiones administrativas (Andrea, 2019; Cabrera y de León, 2018; Peguero, 2012; Rodríguez, 2017), pues proporcionan una vía objetiva y lógica para analizar los sistemas empresariales, permiten definir y planificar la política económica financiera, validar teorías e ideas económicas y predecir el futuro de múltiples variables. Los modelos econométricos son útiles para el análisis estructural y entender cómo funciona la economía, la predicción de los valores futuros de las variables económicas, para simular con fines de planificación distintas posibilidades de las variables exógenas y simular con fines de control valores óptimos de variables instrumentales de política económica y de empresa (Gujarati, 2020). De ahí que este autor considere que los pronósticos son una parte importante del análisis econométrico, y para algunas personas constituye el área más importante.

A pesar de que estos modelos de pronósticos son conocidos desde principios del siglo XX, el pronóstico empresarial como herramienta de planificación no está suficientemente documentado, ni actualizado, y existen pocos autores que se han preocupado por conocer su estado al interior de las empresas (Cadena, 2015). Fernández (2018) plantea que la disfuncionalidad que se presenta en la base y el rechazo a los temas relacionados con el plan y el presupuesto suceden - entre otras causas- por incoherencias conceptuales, que anulan el carácter científico de la planificación, obstaculizan su verdadera comprensión y, por lo tanto, obstruyen su desarrollo como proceso consciente.

Para Pozo *et al.* (2014) existe una serie de limitaciones en la planificación empresarial en Cuba; entre estas el que no constituya un medio para la toma de decisiones eficientes y responsables y que sea conformada, muchas veces, más por la entidad a la cual se subordina que por la propia empresa, lo que en consecuencia, según las investigadoras, repercute en que este proceso no esté favorecido por una sólida argumentación científica que, para el caso de la planificación económico financiera, puede encontrar en la aplicación de las técnicas econométricas y su utilidad para pronosticar una solución a esta situación.

El poco conocimiento sobre la aplicación de métodos de pronóstico ya sean cuantitativos o cualitativos, como apoyo para el perfeccionamiento de la planificación, conlleva a una insuficiente utilización de técnicas científicas para la estimación de indicadores en los planes económicos.

Durante la revisión bibliográfica sobre el uso de los pronósticos para la planificación empresarial se estudiaron un total de 30 investigaciones de diferente naturaleza entre los años 2002 y 2020, de las cuales las tesis representan el 87 % del total. El 46 % son de procedencia centroamericana e igual cantidad de América del Sur, el 4 % provienen de Europa y Asia respectivamente. Respecto a las áreas de conocimiento los estudios están relacionados en su mayoría a materias de Gestión de procesos y cadenas de suministro con un 23.33 % y Matemática aplicada e Ingeniería del factor humano con un 16.67 % y 13.33 % respectivamente.

Ibarra (2021) constató que en el orden metodológico procedimental existen diferentes propuestas de cómo integrar los métodos cuantitativos de pronósticos económicos a la gestión empresarial, en particular a la planificación. Respecto al uso del análisis de regresión se destacan Hernández-Contreras (2006); Laffita (2013); Macías (2007); Rivas (2017), en las series de tiempo como el Alisamiento exponencial Delgadillo-Ruiz *et al.* (2016); Laffita (2013); Pérez (2017); Usuga (2014) y la Metodología Box-Jenkins Delgadillo-Ruiz *et al.* (2016); Ho *et al.* (2002); Laffita (2013); Lazo (2019); Macías (2007); Marroquín y Chalita (2011); Ortiz de Dios (2012); Pérez (2017); Ráez (2012), sin embargo son pocas las herramientas que indiquen cómo realizar adecuadamente la predicción y más aún en el caso de los indicadores económicos, a excepción de las dadas por Laffita (2013) y Pérez (2017). En estas los autores definen por fases los objetivos y técnicas que se deben emplear para pronosticar y hacer más objetivo el plan económico, no obstante, carecen de la integración de técnicas administrativas que faciliten el empleo de las técnicas estadísticas y matemáticas por parte del personal inexperto en su uso, lo que dificulta y provoca limitaciones en la aplicación de los pronósticos para la planificación.

Por otro lado, según Ibarra (2021) en el período 2002-2020, en el 73.33 % de los estudios analizados se utilizaron técnicas de series de tiempo para el análisis de la información como el Alisamiento exponencial y la Metodología Box-Jenkins. El 46.67 % emplearon la modelación ARIMA (Arteaga, 2010; Ayala y Samillán, 2019; Delgadillo-Ruiz *et al.*, 2016; Ho *et al.*, 2002; Laffita, 2013; Lazo, 2019; Macías, 2007; Marroquín y Chalita, 2011; Ortiz de Dios, 2012; Pérez, 2017; Ráez, 2012; Vásquez y Gamonal, 2019) y el 26,67 % el Alisamiento Exponencial (Delgadillo-Ruiz *et al.*, 2016; González-Díaz *et al.*, 2012; Laffita, 2013; Opazo, 2016; Pérez, 2017; Rochina, 2013; Usuga, 2014). Es de destacar que solo el 30 % de los autores consultados proponen procedimientos o metodologías para realizar pronósticos y de ellos solo el 22.2 % lo hacen para indicadores económicos.

### 1.1. Sobre los modelos econométricos

En general existen solo dos tipos de modelos de pronóstico cuantitativos: los denominados de relación causal o regresión y los de series de tiempo. Los primeros explican el comportamiento de una variable, denominada dependiente, en función de otra u otras denominadas independientes; los segundos pronostican una variable en función de su propio pasado. Es común encontrar que dichos modelos se complementen y se usen de forma combinada. Cadena (2015) además considera que tanto el análisis de regresión como el análisis univariado de series de tiempo son técnicas válidas y útiles en el tema de la previsión económica, financiera y empresarial.

Gujarati (2020) asevera que siempre que se va a hacer un análisis integral de la validez de un modelo econométrico se supone que se debe: contrastar la significación estadística de las estimaciones realizadas, establecer una medida de la bondad a priori y su validación a posteriori, contrastar la validez de los supuestos sobre la que se ha basado la construcción del modelo para de incumplirse valorar sus consecuencias y posibles soluciones al problema. Como también considera que en la práctica surgen dos tipos de problemas importantes al aplicar el modelo

*Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba*

Anaís Laffita Riverón, Matilde Irene Riverón Hernández, Daideé Caridad Ibarra Miranda, Héctor José Carmenate García



clásico de regresión lineal: 1) los debidos a supuestos sobre la especificación del modelo y sobre las perturbaciones  $U_i$  y 2) los debidos a los supuestos sobre los datos.

Para la primera categoría debe cumplirse:

1. El modelo de regresión es lineal en los parámetros.
2. Los valores de las regresoras, las  $X$ , son fijos, o los valores de  $X$  son independientes del término de error.
3. Para  $X$  dadas, el valor medio de la perturbación  $u_i$  es cero.
4. Para  $X$  dadas, la varianza de  $u_i$  es constante u homoscedástica. Se puede detectar mediante la Prueba de Park, Prueba de Glejser, Prueba de correlación de orden de Spearman, Prueba de Goldfeld-Quandt, Prueba Breusch-Pagan-Godfrey y Prueba general de heteroscedasticidad de White.
5. Para  $X$  dadas, no hay autocorrelación, o correlación serial, entre las perturbaciones. A detectar por el método gráfico, Prueba de “las rachas”, Prueba de Durbin-Watson y la prueba general de autocorrelación de Breusch-Godfrey.
6. El modelo está correctamente especificado.
7. El término estocástico (de perturbación)  $u_i$  está normalmente distribuido. A verificar mediante la prueba  $\chi^2$ , Prueba de Kolmogorov-Smirnov y Prueba de Jarque y Bera, entre otras.
8. El número de observaciones  $n$  debe ser mayor que el número de parámetros por estimar.
9. Debe haber variación suficiente entre los valores de las variables  $X$ .
10. No hay colinealidad exacta entre las variables  $X$ .

Las series de tiempo se suelen describir como una sucesión de valores  $Y_{t1}, Y_{t2}, \dots, Y_{tn}$  correspondiente a una variable  $Y$ , las cuales son tomadas en un período  $t_1, t_2, \dots, t_n$  que generalmente son en intervalos iguales (Pupo, 2004).

El uso de las series temporales se encuentra ampliamente difundido en múltiples ámbitos, así como en sectores de muy diversa naturaleza, demostrándose su validez predictiva y su utilidad en la ayuda para la toma de decisiones (Jiménez *et al.*, 2006).

Dentro de la categoría de series de tiempo existen diferentes métodos, los causales, ya explicados brevemente, y los univariantes, entre ellos el método de análisis clásico de las componentes (método de mínimos cuadrados y medias móviles) también llamado método clásico de descomposición de la serie, los métodos de Alisamiento Exponencial y la Modelación Box-Jenkins (Jiménez *et al.*, 1997).

En el análisis univariante no se necesita conocer ninguna relación de causalidad explicativa del comportamiento de la variable endógena (dependiente)  $Y_t$ , en su defecto, ninguna información relativa al comportamiento de otras variables explicativas (exógenas) (Jiménez *et al.*, 2006).

El Alisamiento Exponencial es un procedimiento que puede ser muy útil para la descripción de la tendencia, particularmente en series con grandes oscilaciones y más útil aún en la elaboración de pronósticos, con la ventaja de que no se sustenta en supuestos.

Estas técnicas expresan el pronóstico como una combinación ponderada de dos cantidades: 1. El valor de la variable real en el período anterior. 2. El pronóstico hecho para ese período de la variable. Cada una tiene su modelo específico.

Existen diversos tipos, como el de suavizamiento exponencial simple, el método lineal de Holt y el método de Holt-Winters, así como sus variaciones (Gujarati, 2020), denominadas también: Técnica de Alisamiento Exponencial Simple, Técnica de Alisamiento Holt-Winters sin estacionalidad, Técnica de Alisamiento Holt-Winters, estacional aditivo y Técnica de Alisamiento Holt-Winters, estacional multiplicativo. Para seleccionar el mejor modelo se usa el error de pronóstico conocido como Error Cuadrático Medio (ECM) con el que se mide la fiabilidad de estas técnicas.

Se asumen las consideraciones de Gujarati (2020) sobre la metodología Box-Jenkin, que para este autor es uno de los métodos más populares para pronosticar y lo denomina el método autorregresivo integrado de promedios móviles, técnicamente conocida como metodología ARIMA, cuyo interés está en el análisis de las propiedades probabilísticas, o estocásticas, de las series de tiempo económicas, incorporan para el tratamiento de series temporales, componentes aleatorios.

Para saber si una serie de tiempo sigue un proceso AR puro, un proceso MA puro, un proceso ARMA o un proceso ARIMA, se deben conocer los valores de  $p$ ,  $d$  y  $q$ , donde  $p$  denota el número de términos autorregresivos,  $d$  es el número de veces que la serie debe diferenciarse para hacerse estacionaria y  $q$  el número de términos de promedios móviles, se consideran cuatro pasos:

Paso 1. Identificación. Es decir, encontrar los valores apropiados de  $p$ , el correlograma y el correlograma parcial ayudan en esta labor, las herramientas principales son la función de autocorrelación (FAC), la función de autocorrelación parcial (FACP) y los correlogramas resultantes.

Paso 2. Estimación

Tras identificar los valores apropiados de  $p$  y  $q$ , la siguiente etapa es estimar los parámetros de los términos autorregresivos y de promedios móviles incluidos en el modelo.

Paso 3. Examen de diagnóstico

Mediante un proceso iterativo seleccionar el modelo ARIMA particular y de estimar sus parámetros, verificando si el modelo seleccionado se ajusta a los datos (ver si los residuales estimados son de ruido blanco).

Paso 4. Pronóstico

Supuestos de la metodología Box-Jenkins:

Para utilizar una serie de tiempo para efectuar inferencias sobre un proceso estocástico tiene que ser un proceso estacionario y ergódico.

Una serie es estacionaria cuando fluctúa aleatoriamente alrededor de algún valor fijo, generalmente la media de la serie.

Dentro de varios modelos estacionarios y ergódicos, se selecciona el que mejor describa los datos, y que tenga menor valor de la raíz del Error Cuadrático Medio.

La aplicación de los modelos de Alisamiento Exponencial y Box y Jenkins impone disponer de un gran número de observaciones que permiten lograr pronósticos más acertados, no menos de 50. La utilización de estos métodos hace posible el perfeccionamiento y la vigilancia del comportamiento de los indicadores económicos.

Presentada una síntesis del sustento teórico de la investigación se consideró adecuado desarrollar un procedimiento para el pronóstico de

*Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba*

*Anaís Laffita Riverón, Matilde Irene Riverón Hernández, Daideé Caridad Ibarra Miranda, Héctor José Carmenate García*



indicadores económicos basado en técnicas econométricas que favoreciera la planificación empresarial y permitiera la elaboración de los planes económicos en la empresa Alastor, objetivo declarado.

## 2. Materiales y Métodos

Se presenta una investigación para pronósticos cuantitativos, de carácter descriptivo con estudios causales, predictivos y de correlación, de tipo longitudinal donde se toman datos de los registros económicos de Alastor, empresa de mantenimiento de sistemas de refrigeración y calefacción, en el período comprendido entre enero de 2016 a diciembre de 2020, se aplicaron técnicas econométricas que apoyadas en el análisis de regresión, el alisamiento exponencial y la Metodología Box-Jenkins favorecieron la elección de los mejores modelos para pronosticar indicadores económicos y con ello favorecer la planificación de la entidad.

### 2.1. Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas

Estructuralmente el procedimiento se organizó en 4 fases y 13 pasos que se presentan detallando el objetivo de cada fase, el contenido, mediante tareas a ejecutar y la técnica de cada uno de los pasos. El procedimiento tiene un carácter sistémico e integral, aplicable en cualquier entidad y para el pronóstico de los diferentes indicadores económicos.

#### Fase I. Preparación Inicial

Objetivo: crear las condiciones necesarias para el desarrollo del procedimiento.

##### Paso 1.1 Involucramiento

Contenido: asegurar desde el inicio y durante todo el proceso la ejecución del procedimiento propuesto. Para garantizar esto se propone realizar conferencias, seminarios y talleres. Estas acciones van encaminadas a explicar a la alta dirección y otros directivos de los procesos fundamentales la esencia del procedimiento, su importancia para la entidad y el papel protagónico del procedimiento en el mejoramiento del proceso de planificación. Se debe mantener un lenguaje sencillo y con el mayor respeto para el logro de una fluida comunicación.

Técnicas: revisión documental y trabajo en grupo.

##### Paso 1.2 Conformación del grupo de trabajo

Contenido: se recomienda que el número de integrantes del grupo de trabajo oscile entre 7 y 15. Entre los miembros deben estar presentes altos directivos, representantes del departamento económico y de los procesos fundamentales que se desarrollan en la entidad. Para su selección se tendrán en cuenta varios requisitos, entre ellos el interés de participar, conocimiento en materia de Economía, su participación en investigaciones previas desarrolladas en la entidad, así como el nivel de experiencia y prestigio en la organización.

Técnicas: revisión documental y trabajo en grupo.

##### Paso 1.3 Capacitación de los miembros del grupo de trabajo

Contenido: preparar a los miembros del grupo de trabajo para la aplicación del procedimiento propuesto y en las técnicas a utilizar en la misma. Este último punto se realiza en el caso de los miembros que lo requieran. Se confecciona un plan donde se refleja el cronograma para la ejecución de las diferentes fases y el personal implicado, así como los responsables de cada actividad. La capacitación puede realizarse de dos formas:

- Externa: coordinada a través de una institución de educación superior o alguna otra institución escogida por la entidad en la que pueden participar todos los miembros del grupo de trabajo o solo los que lo necesiten.
- Interna: los representantes del área económica después de recibir capacitación la transmiten a los restantes miembros del grupo de trabajo.

Técnicas: revisión documental, conferencias, seminarios, entrenamientos y talleres.

##### Paso 1.4 Planificación de los recursos necesarios

Contenido: el grupo de trabajo al iniciar la aplicación del procedimiento hace un estimado de los posibles recursos a utilizar en el transcurso de su desarrollo. Los más significativos están referidos a materiales (recursos de oficina como hojas, *toner* para impresoras, lapiceros, computadoras), laborales (por concepto de salario de actividades que sean propias del procedimiento), energía consumida por los medios de cómputo, combustible, alimentación (en caso de ser necesario), gastos asociados a la capacitación externa y adquisición de los tipos de software correspondientes y sus licencias. A partir de la determinación de estos elementos y con ayuda de los departamentos de Contabilidad y Finanzas y de Recursos Humanos se expresan estos recursos en valor.

Técnicas: revisión documental.

#### Fase II. Diagnóstico de la planificación de los indicadores económicos

Objetivo: determinar el estado en el que se encuentra la planificación de los indicadores económicos que serán analizados en la organización durante el período de tiempo determinado.

##### Paso 2.1 Selección de los indicadores

Contenido: de la información proporcionada por el área económica y a través del trabajo de grupo se seleccionan los indicadores económicos que son de interés pronosticar. Para su selección se tendrán en cuenta los criterios siguientes:

- Incidencia en el cumplimiento de los objetivos de la empresa.
- Relación directa con la remuneración de los trabajadores.
- Indicadores que por su naturaleza (incremento o decrecimiento) han mantenido de forma sostenida un comportamiento desfavorable.
- Indicadores de interés para instancias superiores.

Técnicas: revisión documental y trabajo en grupo.

##### Paso 2.2 Análisis del comportamiento de los indicadores

Contenido: a partir del *software* Microsoft Excel se procede a tabular los valores planificados y reales de cada uno de los indicadores seleccionados. Como resultado, se obtiene el comportamiento de estos (cumplimiento, sobrecumplimiento o incumplimiento) en un horizonte de tiempo. Luego se procede a determinar la cantidad de veces que se

sobrecumplieron o incumplieron los indicadores en dicho período. Se establecen los rangos de comportamiento (expresados en porcentaje), y de acuerdo con la naturaleza de los indicadores se le asocia una evaluación cualitativa a su comportamiento de Inadecuado, Adecuado o Incongruente como se muestra en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Criterios de evaluación del estado actual del comportamiento de los indicadores*

Indicador	Rangos del porcentaje de cumplimiento		
	Inadecuado	Adecuado	Incongruente
	<70	70 a 120	>120

Se sugiere procesar la información para no menos de 50 muestras o sea un período de tiempo no menor de cuatro años y dos meses y presentar los análisis mensualmente. Para ilustrar mejor los resultados y lograr una mejor comprensión se propone el empleo de gráficos de barra, poligonales, etc.

Técnicas: revisión documental, trabajo en grupo, herramientas para analizar y presentar datos.

Paso 2.3 Evaluación de la planificación de los indicadores

Contenido: teniendo en cuenta los resultados del paso anterior, se determinará la situación actual de la planificación de los indicadores. La evaluación que se otorga responde a dos categorías: Eficiente o Deficiente. La planificación se considera Eficiente si al menos el 60 % de los indicadores analizados tuvo un comportamiento adecuado y deficiente en caso contrario. Se deben analizar las causas de una evaluación deficiente de la planificación teniendo en cuenta los factores siguientes:

- Disponibilidad de materias primas,
- Orientaciones de cifras directivas,
- Oportunidades del entorno,
- Situaciones excepcionales (fenómenos meteorológicos, sanitarios, etc.).

Se recomienda continuar con la aplicación del procedimiento, aunque la planificación sea Eficiente debido a que el empleo de herramientas matemáticas para el pronóstico de los indicadores económicos brinda una mayor precisión durante el proceso de planificación.

Técnicas: revisión documental y trabajo en grupo.

Fase III. Estimación de las variables económicas

Objetivo: Obtener los posibles modelos de las variables económicas analizadas mediante análisis de regresión, alisamiento exponencial: Simple, Holt-Winters no estacional, Holt Winters estacional aditivo, y Holt Winters estacional multiplicativo y la modelación ARIMA o metodología Box-Jenkins.

Paso 3.1 Estimación mediante análisis de regresión

Contenido: para la realización de este paso en aras de obtener los posibles modelos de regresión de las variables económicas en estudio se deben realizar las tareas siguientes:

Tarea 3.1.1 Establecer cuántas variables se desean pronosticar.

Tarea 3.1.2 Definir la relación funcional de estas variables (endógenas) con otra(s) variable(s) (exógenas).

Tarea 3.1.3 Realizar gráficos de dispersión para seleccionar el tipo de modelo según el ploteo de puntos.

Tarea 3.1.4 Realizar las regresiones y verificar sus resultados a través de las pruebas F, pruebas t, coeficiente de determinación y/o error estándar de estimación. Comprobar los supuestos.

Acción. Si es necesario realizar otras regresiones, eliminando o agregando variables, estimando mediante otros tipos de modelos o solucionando mediante medidas remediales el no cumplimiento de los supuestos. Si se obtienen modelos válidos y adecuados se pasa a la siguiente tarea, si no se termina en esta acción.

Tarea 3.1.5 Realizar las estimaciones con los modelos seleccionados y analizar los residuos y si estos describen los datos adecuadamente, con errores o diferencias aceptables se pueden utilizar para realizar pronósticos definitivos.

Limitaciones:

- No siempre existen variables económicas entre las que existan relaciones de dependencia.
- Pueden existir variables cualitativas difíciles de medir.
- Se pueden obtener modelos no válidos o que no cumplan con los supuestos de la regresión.

Paso 3.2. Estimación mediante técnicas de alisamiento exponencial

Contenido: para la estimación de las variables o indicadores económicos según las técnicas de alisamiento exponencial: Simple, Holt-Winters no estacional, Holt Winters estacional aditivo, y Holt Winters estacional multiplicativo se realizan las tareas siguientes:

Tarea 3.2.1 Estimar mediante las técnicas de alisamiento y comparar los modelos obtenidos para cada variable a partir del estadígrafo concluyente para la selección de los mejores modelos. También se pueden analizar los gráficos de las series para determinar con antelación la existencia de tendencia, estacionalidad o la ausencia de estos componentes.

Tarea 3.2.2 Interpretar los parámetros de la ecuación del modelo seleccionado para cada variable y si es posible calcular y analizar la componente estacional.

Tarea 3.2.3 Calcular el gráfico de la serie con la serie estimada para determinar si los valores estimados se acercan a los valores reales.

Limitaciones:

- Cada método de alisamiento se adecua a un tipo de serie de tiempo (series sin tendencia y sin estacionalidad, series con tendencia sin estacionalidad y series con tendencia y con estacionalidad).
- A las variables o indicadores que tengan valores negativos no se les puede aplicar la técnica de alisamiento Holt-Winters estacional multiplicativo.
- Estas técnicas les dan un mayor peso o importancia a las observaciones recientes.

Paso 3.3 Estimación mediante la modelación ARIMA o metodología Box-Jenkins

Contenido: para estimar las variables o indicadores económicos según la metodología Box –Jenkins o modelación ARIMA se realizan las siguientes tareas:

*Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba*

*Anaís Laffita Riverón, Matilde Irene Riverón Hernández, Daideé Caridad Ibarra Miranda, Héctor José Carmenate García*





Tarea 3.3.1 Identificar o especificar el modelo. Para ello se deben realizar varios análisis de gráficos y correlogramas para verificar el cumplimiento de las condiciones de estacionariedad y ergodicidad en los modelos; además se deben transformar estos mediante primeras o segundas diferencias o por la vía logarítmica de existir necesidad.

Tarea 3.3.2 Estimar y verificar todos los posibles modelos teniendo en cuenta los requisitos establecidos. Una vez analizados, se puede seleccionar el mejor modelo.

Limitantes:

- Se requiere analizar un mínimo de 50 observaciones.
- Pueden existir diversos criterios profesionales respecto a la selección de los modelos y a la cantidad de transformaciones necesarias a aplicar.
- El modelo es usado para pronósticos de corto y mediano plazo, actualizado a medida que los nuevos datos se hacen disponibles para que se pueda minimizar el número de períodos requeridos con anticipación para el pronóstico.

Fase IV. Pronóstico y elaboración del plan económico

Objetivo: Seleccionar, estimar y pronosticar el mejor modelo seleccionado por variable y elaborar el plan de los indicadores económicos analizados.

Paso 4.1 Pronóstico de las variables

Contenido: para pronosticar las variables en estudio se deben llevar a cabo las tareas siguientes:

Tarea 4.1.1 Comparar los mejores modelos obtenidos por cada técnica aplicada: regresión, alisamiento exponencial y del enfoque ARIMA para cada variable y seleccionar el mejor modelo para el pronóstico de cada una de ellas. Como criterio de comparación se tienen en cuenta los valores de la raíz del error cuadrático medio y/o el error estándar de estimación.

Tarea 4.1.2 Estimar cada variable según la técnica y el modelo escogido. En un primer momento comparar dichas estimaciones con los planes y reales de la empresa que permitan validar su pertinencia. Analizar los intervalos de confianza de las estimaciones. Estimar los pronósticos según cada técnica.

Paso 4.2 Valoración cualitativa de los pronósticos

Contenido: luego de establecidos los valores pronosticados de los indicadores se determina si estos son realmente pertinentes de acuerdo con las condiciones actuales de cada entidad, sus capacidades reales, restricciones de abastecimiento entre otros aspectos y se redefine el valor planificado o no se modifica.

Técnicas: revisión documental, tormenta de ideas y trabajo en grupo

Paso 4.3 Elaboración del plan

Contenido: se conforma el plan económico para el período deseado con los valores decididos en el paso anterior según la valoración cualitativa. Se deben tener en cuenta los aspectos siguientes:

- El registro del comportamiento de cada variable para el plan y el real del año anterior (por meses).
- El pronóstico para cada variable según la técnica escogida.
- Valor pronosticado para un nivel de confianza del 95 %.
- Realización de técnicas de consenso grupal como la tormenta de ideas, para conocer la pertinencia de los pronósticos y de los

cálculos auxiliares, y realizar la propuesta de plan para los indicadores económicos, rectorando la toma de decisiones los documentos y normativas por los que se rige la planificación, y las proyecciones estratégicas a mediano plazo de la empresa.

### 3. Resultados

#### 3.1. Aplicación del procedimiento para el pronóstico de las Utilidades en una empresa de mantenimiento de sistemas de refrigeración y calefacción para el año 2021

Fase I. Preparación Inicial

Esta fase se inició con la comunicación a los directivos y otros trabajadores de Alastor, empresa de mantenimiento de sistemas de refrigeración y calefacción, sobre la necesidad de la elaboración del plan económico del indicador a través del empleo de técnicas matemáticas que mejoren la objetividad de este y en consecuencia de la planificación. Se programaron todas las actividades que integran los pasos posteriores del procedimiento, teniendo en cuenta el alcance acordado.

Paso 1.1 Involucramiento

Se realizaron juntas con los altos directivos con el objetivo de explicar el propósito de la investigación, así como la importancia y beneficios que traería para el correcto funcionamiento de la organización. Estas acciones fueron divididas por grupos, en la discusión con los restantes miembros del consejo de dirección se enfatizó también en su papel protagónico durante todo el proceso. Se impartió una conferencia orientada a los trabajadores del departamento económico donde se abordaron los elementos más significativos sobre la planificación económica, la importancia de esta para el éxito organizacional, así como los beneficios que trae consigo la implementación de técnicas econométricas en la planificación.

Paso 1.2 Conformación del grupo de trabajo

Debido a que el departamento económico es el principal responsable de la implementación del procedimiento, se definió que forman parte del grupo de trabajo todos los trabajadores del área, así como el director general y académicos de centros investigativos.

Paso 1.3 Capacitación de los miembros del grupo de trabajo

Aunque el grupo de trabajo mayoritariamente quedó conformado por personal especializado en materia económica se planificaron acciones de capacitación en técnicas estadísticas y matemáticas de pronóstico. Estas se realizaron de manera interna. Los especialistas del área económica fueron capacitados por profesores universitarios e investigadores y estos a su vez capacitaron al resto de los miembros del grupo de trabajo que lo necesitaron.

Paso 1.4 Planificación de los recursos necesarios

A través del trabajo en grupo se conformó un listado de los diferentes recursos que se prevén emplear para desarrollar el procedimiento los cuales son pocos y no representan un gasto considerable para la empresa debido a que no se incurrió en gastos de capacitación externa, transporte, alojamiento o pago de salario a trabajadores.

*Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba*

*Anaís Laffita Riverón, Matilde Irene Riverón Hernández, Daideé Caridad Ibarra Miranda, Héctor José Carmenate García*



Fase II. Diagnóstico de la planificación de los indicadores económicos

Paso 2.1 Selección de los indicadores

El indicador analizado fue Utilidades (U) expresado en miles de pesos (MP) debido a que constituye un indicador directivo y condicionante del que depende la estimulación de los trabajadores y el cumplimiento de los índices de eficiencia de la organización.

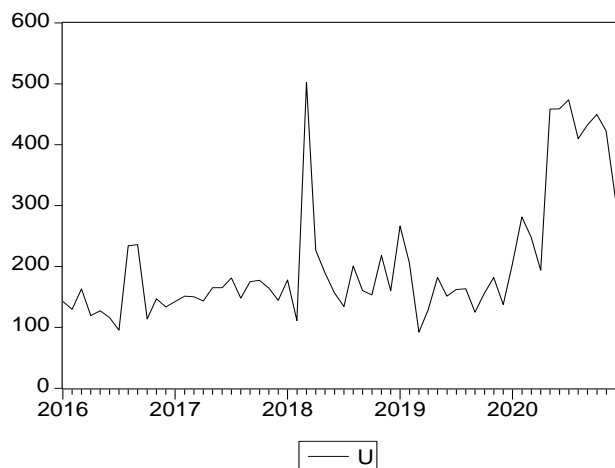
Pasos 2.2 y 2.3 Análisis del comportamiento del indicador y evaluación de la planificación

Se procesaron en el software Microsoft Excel un total de 120 muestras correspondientes a los valores plan y real mensuales del indicador seleccionado para un período de cinco años comprendido desde enero de 2016 a diciembre de 2020. Se tabuló la información y se determinó la cantidad de veces en que se cumplió, sobrecumplió o incumplió el plan como se observa en la Tabla 2. El gráfico de series de tiempo correspondiente se muestra en la Figura 1.

**Tabla 2**  
 Comportamiento mensual del cumplimiento del indicador Utilidades en el período 2016-2020

Indicador	Rangos del porcentaje de cumplimiento		
	Inadecuado	Adecuado	Incongruente
Utilidades	<70	70 a 120	>120
	1	19	40

**Figura 1**  
 Gráfico de series de tiempo de la variable Utilidades



Fuente: Salida del EViews 3.1.

Para este indicador en el 66.67 % de los meses analizados se sobrecumplió el plan y solo en el 31.67 % de los casos el comportamiento fue adecuado, por lo que el proceso de planificación se evaluó de Deficiente. Según análisis realizado por el grupo de trabajo, esto se debió en mayor medida a que la planificación del indicador se

*Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba*  
 Anaís Laffita Riverón, Matilde Irene Riverón Hernández, Daideé Caridad Ibarra Miranda, Héctor José Carmenate García

realizó teniendo en cuenta los valores orientados por el organismo al cual se subordina la empresa sin tener en cuenta las características propias de la organización. Se analizó la influencia de los efectos de la pandemia causada por el nuevo coronavirus Sars-Covid 2 que golpeó duramente la economía durante el año 2020, pero dado el objeto social de la entidad se experimentó un aumento de la demanda de los servicios prestados debido al incremento del número de enfermos en centros de aislamiento y hospitales.

Fase III. Estimación de las variables económicas

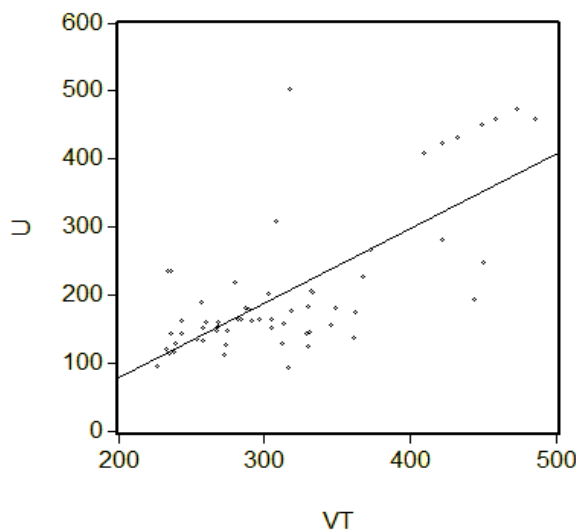
Para la estimación de las variables económicas se empleó el paquete estadístico EViews 3.1.

Paso 3.1 Estimación mediante análisis de regresión

Se definió la relación de dependencia entre la variable en estudio y la variable Ventas Totales (VT) (Ecuación 1) y se realizaron las regresiones para obtener los posibles modelos de pronósticos a través del software EViews 3.1. Para ello se elaboró el gráfico de dispersión que se observa en la Figura 2.

$$U = f(VT) \quad (1)$$

**Figura 2**  
 Diagrama de dispersión para  $U = f(VT)$



Fuente: Salida del EViews 3.1.

El diagrama de dispersión sugiere un modelo lineal, el cual es válido según la prueba F para un nivel de significación del 1 % (p-valor para C de 0.0023 y p-valor para VT de 0.0000) (Tabla 3). Las hipótesis se enunciaron como sigue:

$$H_0: \beta_1 = 0 \text{ El modelo no es válido}$$

$$H_0: \beta_1 \neq 0 \text{ El modelo es válido}$$



**Tabla 3**

*Modelo de regresión estimado para la variable Utilidades. Salida del EViews 3.1*

Dependent Variable: U				
Method: Least Squares				
Date: 01/06/21 Time: 15:10				
Sample: 1 60				
Included observations: 60				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-142.6541	44.64826	-3.195065	0.0023
VT	1.103430	0.138131	7.988294	0.0000
R-squared	0.523860	Mean dependent var	205.7538	
Adjusted R-squared	0.515650	S.D. dependent var	106.2992	
S.E. of regression	73.97921	Akaike info criterion	11.47821	

El coeficiente de determinación  $R^2 = 0.523860$  sugiere un aceptable ajuste y la ecuación de regresión estimada fue (Ecuación 2):

$$U = -142.6540935 + 1.103429697 * VT \quad (2)$$

Se comprobaron los supuestos de la regresión para determinar si el modelo es adecuado para el pronóstico. La comprobación del supuesto de No Autocorrelación se realizó a través de la Prueba de Breusch-Godfrey o Multiplicadores de Lagrange. Las hipótesis se enunciaron de la manera siguiente:

$$H_0: \rho = 0 \text{ No hay autocorrelación}$$

$$H_0: \rho \neq 0 \text{ Hay autocorrelación}$$

Siendo la región crítica:  $prob(n * R^2) < \alpha$ . Como el valor de probabilidad del estadígrafo igual a 0.011787 es mayor que el nivel de significación no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que no hay autocorrelación por lo que se cumple el supuesto como se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Comprobación del supuesto de No autocorrelación para la variable Utilidades. Salida del EViews 3.1*

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	6.737729	Probability	0.011984
Obs*R-squared	6.342613	Probability	0.011787

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID  
 Method: Least Squares  
 Date: 01/06/21 Time: 08:42  
 Presample missing value lagged residuals set to zero.

Para la comprobación del supuesto de Normalidad en los residuos se plantearon las hipótesis:

$$H_0: U_i \sim N \text{ Los errores siguen una distribución Normal}$$

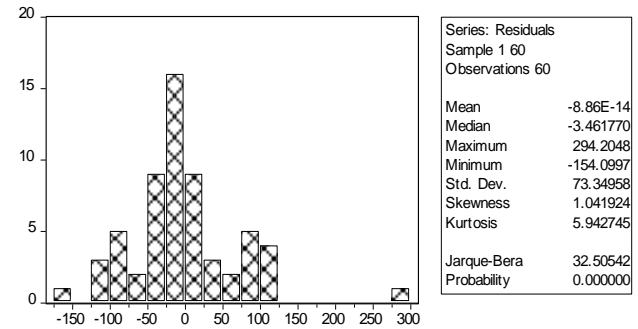
$$H_0: U_i \neq N \text{ Los errores no siguen una distribución Normal}$$

Se obtuvo un valor de probabilidad del estadístico de Jarque-Bera de 0.0000 menor que el nivel de significación por lo que se rechaza  $H_0$  y se

puede plantear que los residuos no siguen una distribución Normal y no se cumple el supuesto (Figura 3).

**Figura 3**

*Comprobación del supuesto de Normalidad para la variable Utilidades*



Fuente: Salida del EViews 3.1

Se aplicó la Prueba de White para comprobar el supuesto de Homocedasticidad en los residuos planteándose las hipótesis como sigue:

$$H_0: \alpha_1 = 0 \text{ Las perturbaciones son homocedásticas}$$

$$H_0: \alpha_1 \neq 0 \text{ Las perturbaciones no son homocedásticas}$$

Se obtiene un valor de  $prob(n * R^2) < \alpha$  de la prueba de White de 0.162100 por lo que al compararlo con el nivel de significación de 0.01 no se rechaza  $H_0$  y se cumple el supuesto de Homocedasticidad en las perturbaciones (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Comprobación del supuesto de Homocedasticidad para la variable Utilidades. Salida del EViews 3.1*

White Heteroskedasticity Test:			
F-statistic	1.840173	Probability	0.168099
Obs*R-squared	3.639081	Probability	0.162100

Test Equation:  
 Dependent Variable: RESID^2  
 Method: Least Squares  
 Date: 01/06/21 Time: 10:25  
 Sample: 1 60  
 Included observations: 60

Como se ha visto, solamente se incumple el supuesto de Normalidad por lo que se puede decir que el modelo es válido para realizar pronósticos.

Paso 3.2 Estimación mediante técnicas de alisamiento exponencial

Se obtuvo los modelos de pronósticos de la variable Utilidades mediante Alisamiento Exponencial Simple, Holt-Winters sin estacionalidad, Holt-Winters con estacionalidad aditivo y Holt-Winters con estacionalidad multiplicativo (Tablas 6, 7, 8 y 9).





**Tabla 6**

*Modelo estimado mediante Alisamiento Exponencial Simple para la variable Utilidades. Salida del EViews 3.1*

Date: 01/09/21 Time: 08:02		
Sample: 2016:01 2020:12		
Included observations: 60		
Method: Single Exponential		
Original Series: U		
Forecast Series: USM1		
Parameters:	Alpha	0.4360
	Beta	339957.9
	Gamma	75.27260
Sum of Squared Residuals		376.6164
Root Mean Squared Error		
End of Period Levels:	Mean	

**Tabla 7**

*Modelo estimado mediante Alisamiento Holt-Winters sin estacionalidad para la variable Utilidades. Salida del EViews 3.1*

Date: 01/09/21 Time: 08:03		
Sample: 2016:01 2020:12		
Included observations: 60		
Method: Holt-Winters No Seasonal		
Original Series: U		
Forecast Series: USM2		
Parameters:	Alpha	0.4400
	Beta	0.0000
Sum of Squared Residuals		339523.6
Root Mean Squared Error		75.22451
End of Period Levels:	Mean	375.8438
	Trend	-0.276667

**Tabla 8**

*Modelo estimado mediante Alisamiento Holt-Winters con estacionalidad aditivo para la variable Utilidades. Salida del EViews 3.1*

Date: 01/09/21 Time: 08:04		
Sample: 2016:01 2020:12		
Included observations: 60		
Method: Holt-Winters Additive Seasonal		
Original Series: U		
Forecast Series: USM3		
Parameters:	Alpha	0.4300
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		283183.6
Root Mean Squared Error		68.70027
End of Period Levels:	Mean	405.9359
	Trend	4.485642
	Seasonals:	
	2020:01	5.679200
	2020:02	-9.746443
	2020:03	41.00791
	2020:04	-32.23973
	2020:05	25.35463
	2020:06	6.068988
	2020:07	1.123345
	2020:08	18.69770
	2020:09	8.732061
	2020:10	-11.67358
	2020:11	0.700776
	2020:12	-53.70487

**Tabla 9**

*Modelo estimado mediante Alisamiento Holt-Winters con estacionalidad multiplicativo para la variable Utilidades. Salida del EViews 3.1*

Date: 01/09/21 Time: 08:06		
Sample: 2016:01 2020:12		
Included observations: 60		
Method: Holt-Winters Multiplicative Seasonal		
Original Series: U		
Forecast Series: USM4		
Parameters:	Alpha	0.4100
	Beta	0.0000
	Gamma	0.0000
Sum of Squared Residuals		297475.2
Root Mean Squared Error		70.41250
End of Period Levels:	Mean	435.6923
	Trend	4.485642
	Seasonals:	
	2020:01	1.148292
	2020:02	0.993299
	2020:03	1.264881
	2020:04	0.884995
	2020:05	1.078593
	2020:06	0.966866
	2020:07	0.934690
	2020:08	1.085922
	2020:09	1.024662
	2020:10	0.890912
	2020:11	0.970436
	2020:12	0.756454

Se prestó especial atención a los parámetros de cada modelo y al valor de la raíz del error cuadrático medio  $\sqrt{(ECM)}$  que es el estadígrafo concluyente escogido con que se realizan las comparaciones para escoger el mejor modelo. En la Tabla 10 se muestran los resultados de dicho estadígrafo obtenidos con cada técnica de alisamiento empleada.

**Tabla 10**

*Valores de la  $\sqrt{(ECM)}$  obtenidos con las técnicas de alisamiento exponencial para la variable Utilidades a través del EViews 3.1*

Técnicas			
Alisamiento Exponencial Simple (SM1)	Holt-Winters sin Estacionalidad (SM2)	Adecuado Holt-Winters con Estacionalidad Aditivo (SM3)	Holt-Winters con Estacionalidad Multiplicativo (SM4)
75.27260	75.22451	68.70027	70.41250

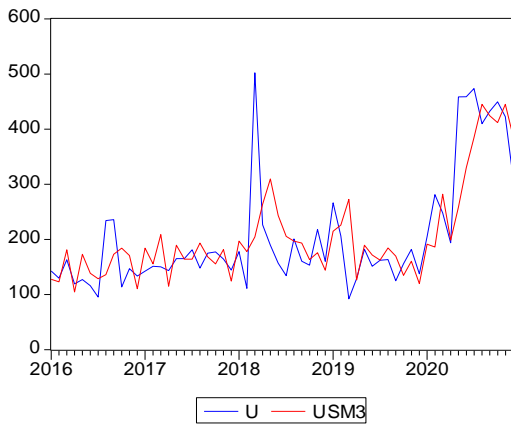
Como se observa, el mejor ajuste para esta variable es el alcanzado a través del Método de Alisamiento Holt-Winters con estacionalidad aditivo con el cual se obtuvo el menor valor de la  $\sqrt{(ECM)}$ , con valores de  $\alpha$ ,  $\beta$  calculados que hacen mínima la suma de cuadrados residual y período t=60.

Si se observa el gráfico de la serie (Figura 1) se aprecia estacionalidad, denotada en la presencia de picos significativos, y una ligera tendencia creciente al final del período. En la Figura 4, gráfico de la serie con la serie estimada, el ajuste resulta ser bueno ya que los valores estimados se acercan bastante a los valores reales.



**Figura 4**

Gráfico de la serie de tiempo y de la serie estimada a través de la técnica de Alisamiento Exponencial Holt Winters aditivo para la variable Utilidades



Fuente: Salida del *EViews 3.1*.

Al sustituir los coeficientes en la ecuación del modelo (Ecuación 3) se obtiene la expresión siguiente:

$$\hat{Y}_{t+T} = (405.9359 + 4.485642T) + SF_{t+T}^* \quad (3)$$

Los coeficientes de la ecuación de tendencia se interpretan como sigue:  $a_t = 405.9359$  es el valor estimado de la serie en el origen, en este caso enero de 2016, en el que las utilidades alcanzaron un valor de 405.9359 MP y  $b_t = 4.485642$  significa que las utilidades mensualmente aumentan como promedio 4.49 MP, si los demás factores permanecen constantes y constituye la mejor estimación de la pendiente de la tendencia estimada en el período  $t=60$ .

En la salida del software para este modelo en la Tabla 8 se observa cómo los índices estacionales toman valores positivos excepto en los meses de febrero, abril, octubre y diciembre lo que denota una disminución promedio de las utilidades del período por debajo del valor de la tendencia. En los meses con índices estacionales positivos se aprecia un incremento promedio de dicho indicador por encima del nivel de la tendencia, aspecto de vital importancia durante la planificación ya que se puede considerar a estos meses como los más favorables del año.

Paso 3.3 Estimación mediante la modelación ARIMA o metodología Box-Jenkins

El gráfico de la Figura 1 sugiere que la serie no es estacionaria en varianza debido a los grandes picos que se observan en la misma. El correlograma de la serie (Tabla 11) muestra cómo los valores de los Coeficientes de Autocorrelación (AC) y los Coeficientes de Autocorrelación Parcial (PAC) parecen decrecer lentamente a una razón constante lo que reafirma la no estacionariedad.

**Tabla 11**

Correlograma de la serie Utilidades. Salida del *EViews 3.1*

Date: 01/12/21 Time: 08:21  
Sample: 2016:01 2020:12  
Included observations: 60

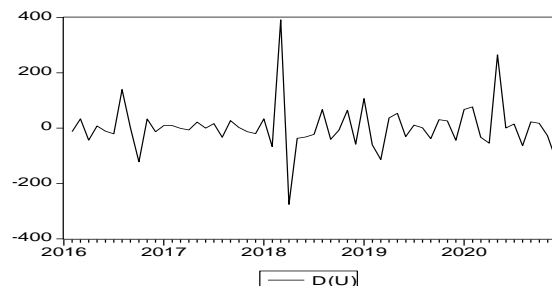
Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *****	. *****	1	0.663	0.663	27.680	0.000
. *****	. ***	2	0.557	0.211	47.596	0.000
. *****	. *	3	0.483	0.097	62.811	0.000
. ****	. .	4	0.397	0.003	73.306	0.000
. ****	. .	5	0.333	0.002	80.785	0.000
. ***	. *	6	0.202	-0.144	83.603	0.000
. .	. *	7	0.061	-0.182	83.866	0.000
. .	. *	8	0.059	0.079	84.117	0.000
. .	. .	9	0.019	0.016	84.142	0.000
. .	. .	10	0.013	0.064	84.156	0.000
. *	. *	11	-0.089	-0.149	84.752	0.000
. *	. .	12	-0.115	-0.018	85.775	0.000
. *	. .	13	-0.088	0.037	86.387	0.000
. *	. .	14	-0.102	-0.037	87.221	0.000
. *	. .	15	-0.114	-0.017	88.304	0.000
. .	. *	16	-0.057	0.136	88.578	0.000
. *	. .	17	-0.087	-0.048	89.226	0.000
. .	. .	18	-0.021	0.033	89.266	0.000
. .	. .	19	-0.002	0.004	89.266	0.000
. *	. *	20	-0.060	-0.134	89.603	0.000
. .	. .	21	-0.052	-0.024	89.861	0.000
. .	. .	22	-0.020	0.054	89.902	0.000
. .	. .	23	-0.019	0.022	89.937	0.000
. .	. .	24	-0.029	-0.038	90.026	0.000
. *	. .	25	-0.064	-0.026	90.465	0.000
. *	. **	26	0.076	0.263	91.102	0.000
. *	. .	27	0.083	-0.014	91.880	0.000
. *	. .	28	0.098	-0.029	92.989	0.000

Como la serie sugiere una tendencia lineal se aplicó la primera diferencia con el objetivo de eliminar la no estacionariedad. El gráfico de la primera diferencia de la serie muestra cómo se elimina el problema de la no estacionariedad (Figura 5) y el correlograma (Tabla 12) muestra cómo los valores de los AC y los PAC son altos y luego tienden rápidamente a cero.

Como se observa, el modelo parece ser AR(1) AR(2) MA(1), por lo que se estimaron y verificaron varios modelos tanto autorregresivos como de medias móviles, de los cuales se muestran los más significativos en las tablas 13, 14, 15 y 16, con el objetivo de seleccionar el que mejor describiera el comportamiento de la variable.

**Figura 5**

Gráfico de la primera diferencia de la serie Utilidades  $D(U)$



Fuente: Salida del *EViews 3.1*.



**Tabla 12**  
Correlograma de la primera diferencia de la serie Utilidades D(U). Salida del EViews 3.1

Date: 01/12/21 Time: 08:22  
Sample: 2016:01 2020:12  
Included observations: 59

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
*** .	*** .	1	-0.386	-0.386	9.2690	0.002
.  .	** .	2	-0.051	-0.235	9.4321	0.009
.  .	* .	3	0.012	-0.128	9.4421	0.024
.  .	* .	4	-0.027	-0.107	9.4888	0.050
.  * .	.  .	5	0.081	0.026	9.9269	0.077
.  .	.  * .	6	0.015	0.071	9.9413	0.127
*** .	* .	7	-0.195	-0.173	12.567	0.083
.  * .	.  .	8	0.123	-0.038	13.627	0.092
* .	* .	9	-0.086	-0.128	14.165	0.117
.  * .	* .	10	0.145	0.074	15.699	0.109
* .	.  .	11	-0.101	-0.042	16.456	0.125
* .	* .	12	-0.065	-0.092	16.779	0.158
.  .	.  .	13	0.053	-0.049	16.997	0.199
.  .	.  .	14	0.005	-0.056	16.998	0.256
* .	* .	15	-0.102	-0.167	17.851	0.271
.  * .	.  .	16	0.128	-0.014	19.216	0.258
* .	* .	17	-0.146	-0.108	21.035	0.225
.  * .	* .	18	0.075	-0.077	21.531	0.253
.  * .	* .	19	0.107	0.085	22.554	0.258
* .	.  .	20	-0.086	-0.002	23.231	0.278
.  .	* .	21	-0.027	-0.064	23.299	0.328
.  .	* .	22	0.017	-0.069	23.327	0.383
.  .	.  .	23	0.000	-0.037	23.327	0.442
.  * .	.  .	24	0.067	-0.019	23.789	0.474

**Tabla 13**  
Modelo estimado C AR(1) AR(2) MA(1) para la primera diferencia de la serie Utilidades D(U). Salida del EViews 3.1

Dependent Variable: D(U)  
Date: 01/12/21 Time: 10:41  
Sample(adjusted): 2016:04 2020:12

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.654352	3.816773	1.219447	0.2281
AR(1)	0.134224	0.279555	0.480135	0.6331
AR(2)	0.010999	0.206424	0.053285	0.9577
MA(1)	-0.702955	0.233235	-3.013934	0.0040
R-squared	0.238413	Mean dependent var		2.549123
Adjusted R-squared	0.195304	S.D. dependent var		88.00545
S.E. of regression	78.94516	Akaike info criterion		11.64298

**Tabla 14**  
Modelo estimado C MA(1) para la primera diferencia de la serie Utilidades D(U). Salida del EViews 3.1

Dependent Variable: D(U)  
Date: 01/12/21 Time: 10:42  
Sample(adjusted): 2016:02 2020:12

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.358829	4.031629	1.081158	0.2842
MA(1)	-0.607324	0.107305	-5.659813	0.0000
R-squared	0.234947	Mean dependent var		2.810169
Adjusted R-squared	0.221525	S.D. dependent var		86.59392
S.E. of regression	76.40286	Akaike info criterion		11.54323

**Tabla 15**  
Modelo estimado MA(1) para la primera diferencia de la serie Utilidades D(U). Salida del EViews 3.1

Dependent Variable: D(U)  
Date: 01/12/21 Time: 10:43  
Sample(adjusted): 2016:02 2020:12

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-0.567256	0.109851	-5.163871	0.0000
R-squared	0.221040	Mean dependent var		2.810169
Adjusted R-squared	0.221040	S.D. dependent var		86.59392
S.E. of regression	76.42667	Akaike info criterion		11.52734

**Tabla 16**  
Modelo estimado AR(1) para la primera diferencia de la serie Utilidades D(U). Salida del EViews 3.1

Dependent Variable: D(U)  
Date: 01/12/21 Time: 07:54  
Sample(adjusted): 2016:03 2020:12

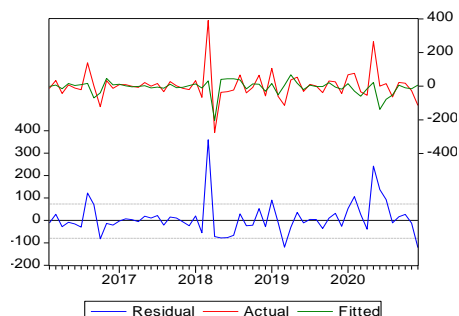
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.396052	0.123805	-3.199001	0.0023
R-squared	0.151135	Mean dependent var		3.082759
Adjusted R-squared	0.151135	S.D. dependent var		87.32467
S.E. of regression	80.45562	Akaike info criterion		11.63038

Se contrastaron y verificaron cada uno de los modelos determinándose que el mejor modelo que describe el comportamiento de la serie es MA(1) el cual presenta un mejor ajuste menor valor del SE of regression y menor valor del ECM de 85.9. La ecuación estimada quedó como se muestra a continuación (Ecuación 4):

$$D(U) = 0 + [MA(1) = -0.5672562962, BACKCAST=2016:02] \quad (4)$$

El modelo es válido, pues en el caso de los parámetros se cumple que el valor absoluto es mayor que el doble del valor del error estándar, por lo que el parámetro es adecuado para un 95 % de nivel de confianza. También al realizar las pruebas t de significación de los parámetros se obtiene un valor de probabilidad inferior a 0.05, indicando que el modelo es significativo. La figura 6 muestra los valores actuales, estimados y residuos, se observa que el modelo estimado sigue los valores reales. Además, se cumple que para un MA(1):  $|0| < 1$ ,  $|-0.567256| < 1$ .

**Figura 6**  
Gráfico de los valores actuales, estimados y de los residuos de la primera diferencia de la serie Utilidades D(U)



Fuente: Salida del EViews 3.1.

Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba

Anaís Laffita Riverón, Matilde Irene Riverón Hernández, Daideé Caridad Ibarra Miranda, Héctor José Carmentat García



Fase IV. Pronóstico y elaboración del plan económico

Paso 4.1. Pronóstico de las variables

Se compararon los modelos obtenidos por cada técnica aplicada: análisis de regresión, alisamiento exponencial y modelación ARIMA a través del valor de la  $\sqrt{(ECM)}$  o error estándar de estimación en cada modelo, que es el estadígrafo concluyente para tomar decisiones en este tipo de estudios como se muestra en la Tabla 17.

**Tabla 17**

Valores de la  $\sqrt{(ECM)}$  obtenidos con cada técnica de pronóstico para la variable Utilidades a través del EViews 3.1

Técnicas	$\sqrt{(ECM)}$	Técnicas	$\sqrt{(ECM)}$
Análisis de regresión	73.97921	Holt-Winters con Estacionalidad Aditivo	68.70027
Alisamiento Exponencial Simple	75.27260	Holt-Winters con Estacionalidad Multiplicativo	70.41250
Holt-Winters sin Estacionalidad	75.22451	Metodología Box-Jenkins	76.426667

Como se observa el mejor modelo es el obtenido a través del alisamiento exponencial Holt Winters con estacionalidad modelo aditivo pues es el que posee menor valor de la  $\sqrt{(ECM)}$ . A partir de este resultado se procedió a estimar la variable con sus respectivos modelos y realizar los pronósticos para el año 2021 como se muestra en la tabla 18.

**Tabla 18**

Pronósticos para el año 2021 resultantes de la estimación con la técnica de Alisamiento exponencial Holt-Winters con Estacionalidad Aditivo a través del EViews 3.1

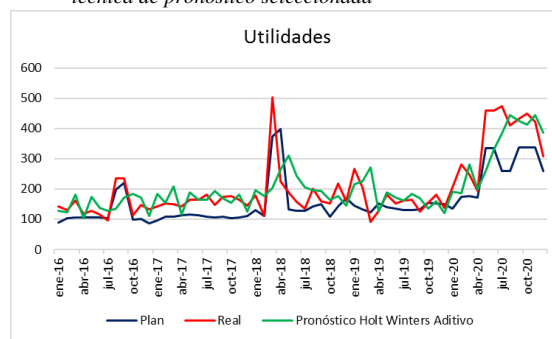
Meses	Utilidad en el período (MP)
enero	416.1007
febrero	405.1607
marzo	460.4007
abril	391.6387
mayo	453.7187
junio	438.9187
julio	438.4587
agosto	460.5187
septiembre	455.0387
octubre	439.1187
noviembre	455.9787
diciembre	406.0587

Para la comparación de las estimaciones realizadas se toman los valores planes y reales obtenidos desde enero de 2016 hasta diciembre de 2020. De esta forma se puede valorar la pertinencia en la utilización de estas técnicas. En la figura 7 se comparan los valores plan, real y estimados según el mejor modelo seleccionado. Se puede apreciar cómo en todos los casos la estimación realizada según la técnica de pronóstico

se acerca más a los valores reales obtenidos por la empresa que el plan previsto.

**Figura 7**

Comparación de los valores plan, real y estimados según la técnica de pronóstico seleccionada



Fuente: Salida del EViews 3.1.

Paso 4.2 y 4.3. Valoración cualitativa de los pronósticos y elaboración del plan

Se analizó el comportamiento de la planificación del indicador para el año anterior (valores plan y real) así como los valores pronosticados y se determinaron los intervalos de confianza (IC) que indican la confiabilidad de que dichos pronósticos se encuentran dentro de los límites del intervalo calculado: límite inferior (LI) y límite superior (LS), por lo que se recomienda que cualquier proyección de ellos no debe quedar fuera de estos rangos.

Estos aspectos sirvieron de guía para la planificación de los indicadores económicos analizados. En el análisis participaron todas las personas involucradas directamente en la elaboración del plan empresarial que no forman parte del grupo de trabajo, se tuvo en cuenta, además, los múltiples documentos y orientaciones por los que se rige la planificación en la empresa y las peculiaridades de los años 2020 y 2021 dadas por las afectaciones provocadas por el Covid-2 (Tabla 19).

**Tabla 19**

Propuesta de plan del indicador Utilidades

Período (2021)	Plan (Año anterior)	Real (Año anterior)	Pronóstico Holt Winters Aditivo	IC (LI)	IC (LS)	Plan
enero	134.1	204.71	416.1	281.4	550.8	300
febrero	173.9	281.11	405.2	270.5	539.8	350
marzo	176.8	247.91	460.4	325.7	595.1	360
abril	170.7	193.5	391.6	256.9	526.3	290
mayo	335.6	458.4	453.7	319.1	588.4	451
junio	335.6	458.7	438.9	304.3	573.6	436
julio	259.6	473.4	438.5	303.8	573.1	436
agosto	259.6	409.6	460.5	325.9	595.2	405
septiembre	336.6	432.3	455.0	320.4	589.7	428
octubre	336.6	449.5	439.1	304.5	573.8	434
noviembre	337.6	422.6	455.9	321.3	590.6	420
diciembre	259.6	308.3	406.1	271.4	540.7	300



#### 4. Discusión

La presente investigación brinda una herramienta práctica para la toma de decisiones que permite pronosticar indicadores económicos empleando técnicas econométricas para favorecer la planificación en el contexto de una empresa cubana.

El análisis se centra en encontrar el mejor modelo para el pronóstico del indicador económico Utilidades (U). Para el análisis de regresión se consideró como variable independiente las ventas totales, se verifica la validez del modelo y el cumplimiento de los supuestos exigidos para poder utilizarlo con fines de pronóstico.

Una vez obtenidos los modelos por cada una de las técnicas análisis de regresión, alisamiento exponencial y modelación ARIMA se compararon los modelos obtenidos a través del valor de la  $\sqrt{(ECM)}$  o error estándar de estimación en cada modelo, estadígrafo concluyente para tomar decisiones en este tipo de estudios. Resultó el mejor modelo el de alisamiento exponencial Holt Winters con estacionalidad modelo aditivo.

Semejante análisis puede ser realizado con cada uno de los indicadores económicos de esta y otras entidades. Pueden ser incluidas otras técnicas no consideradas en esta oportunidad y además reforzar la científicidad de la planificación con el empleo de los pronósticos cualitativos.

Al aplicar el procedimiento, si bien ya algunos autores han realizado aportes en esta área como Laffita (2013) y Pérez (2017), el actual procedimiento integra las herramientas estadístico-matemáticas con las administrativas para facilitar el empleo de las primeras por el personal inexperto en su uso, lo que permite el logro de mayor objetividad en la elaboración de los planes económicos. El instrumento propuesto tiene como limitante que no todas las técnicas de pronóstico pueden emplearse en dependencia de la naturaleza de los datos por lo que se podría estudiar los resultados de emplear otras técnicas con el mismo fin.

#### Referencias bibliográficas

- Andrea, G. Y. (2019). *Modelos de elección binaria aplicados al pronóstico del fracaso empresarial para las Pymes en Colombia*. (Trabajo final presentado como requisito para optar al título de: Magíster en Contabilidad y Finanzas). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/78098>
- Arteaga, G. E. A. (2010). *Construcción de un modelo econométrico para estimar las ventas mensuales de las cuatro marcas principales de bebidas gaseosas de la Empresa Ecuador Bottling Company Corp.* Bachelor's thesis. EPN. Quito.
- Ayala, J. A. R. y Samillán, V. C. J. (2019). Metodología de Box Jenkins vs Redes Neuronales Artificiales para construir un modelo de pronóstico del precio de compra de cierre mensual de las acciones del Banco de Crédito del Perú en La Bolsa de Valores de Lima, abril de 2005 hasta febrero de 2018. <https://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/5322>
- Cabrera, G. G. y de León, A. A. (2018). Modelación markoviana para identificar la dinámica y pronóstico del índice de producción industrial en México de 1980 a 2018. *EconoQuantum*, 16(2), 23-41. <https://biblat.unam.mx/es/revista/econoquantum/articulo/modelacion-markoviana-para-identificar-la-dinamica-y-pronostico-del-indice-de-produccion-industrial-en-mexico-de-1980-a-2018>
- Cadena, L. J. B. (2015) *Análisis de la información económico-financiera: la utilización de los métodos lineales de pronóstico en las empresas de Bogotá*. (Tesis doctoral). Universidad SEU San Pablo, Bogotá. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=118482>
- Delgadillo-Ruiz, O., Ramírez-Moreno, P. P., Leos-Rodríguez, J. A., Salas González, J. M. y Valdez-Cepeda, R. D. (2016). Pronósticos y series de tiempo de rendimientos de granos básicos en México. *Acta universitaria*, 26(3), 23-32.
- Fernández, O. (2018). Rasgos esenciales del modelo de funcionamiento económico en Cuba. Limitaciones y retos de las transformaciones en marcha. *Revista Economía y Desarrollo (Impresa)*, 147(1). <http://www.econdesarrollo.uh.cu/index.php/RED/article/view/285/190>
- González-Díaz, A., Sánchez-Valdés, L., Armas-Pérez, L., Rodríguez-Vargas, L., Salgado-Villavicencio, A., Borrero-Pérez, H. y González-Ochoa, E. (2012). Tendencias y pronósticos de la tuberculosis, desafíos en etapa de eliminación en La Habana. *Revista Cubana de Medicina Tropical*, 64(2), 163-175.
- Gujarati, D. P. (2020). D.(2010). *Econometría*.
- Hernández-Contreras, F. (2006). Success in the economy of China and the dark clouds towards 2010. *CienciaUAT*, 1(1), 24.
- Ho, S. L., Xie, M. y Goh, T. N. (2002). A comparative study of neural network and Box-Jenkins ARIMA modeling in time series prediction. *Computers & Industrial Engineering*, 42(2-4), 371-375. [https://www.researchgate.net/publication/223865692\\_A\\_comparative\\_study\\_of\\_neural\\_network\\_and\\_Box-Jenkins\\_ARIMA\\_modeling\\_in\\_time\\_series\\_prediction](https://www.researchgate.net/publication/223865692_A_comparative_study_of_neural_network_and_Box-Jenkins_ARIMA_modeling_in_time_series_prediction)
- Ibarra, D.C. (2021) *Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas. Aplicación en la División Alastor Holguín*. (Tesis presentada en opción al grado científico de Máster en Ciencias). Universidad de Holguín, Cuba.
- Jiménez, J.F.; Gázquez, J.C.; Sánchez, R. (2006) La capacidad predictiva en los métodos Box-Jenkins y Holt-Winters: Una aplicación al sector turístico. Universidad de Almería. España. *Revista Europea de Dirección y Economía de la Empresa*, 15(3), 185-198.
- Jiménez, E. Uriel y Rosat, I. Gea. (1997). *Econometría Aplicada*, Editorial AC, 1997.
- Laffita, R. A. (2013). *Propuesta de metodología integrada para la planificación de indicadores económicos en la Comercializadora Escambray UCT Holguín*. (Tesis presentada en opción al título académico de Máster en Administración de Negocios). Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Holguín, Cuba.
- Lazo, Ch. H. (2019). *Modelo de redes neuronales artificiales para el pronóstico del número de visitantes extranjeros a Machu Picchu*

*Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba*

*Análisis Laffita Riverón, Matilde Irene Riverón Hernández, Daideé Caridad Ibarra Miranda, Héctor José Carmentat García*





- en comparación con la Metodología de Box y Jenkins. (Tesis para optar al grado académico de: Maestro en Estadística). Universidad Nacional de San Antonio Abad Del Cusco, Cusco, Perú. [https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNS\\_e072af27b52288e183ca74a3e4a25d51](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNS_e072af27b52288e183ca74a3e4a25d51)
- Macías, C. G. G. (2007). *Metodología para calcular el pronóstico de la demanda y una medición de su precisión, en una empresa de autopartes: Caso de estudio*. (Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencias con especialidad en Administración. Instituto Politécnico Nacional, México, D.F. <https://www.yumpu.com/es/document/view/14513339/metodologia-para-calculer-el-pronostico-de-la-demanda-y-una-jenkins-para-pronostico-de-precios-en-jitomate>
- Marroquín, M. G. y Chalita, T. L. E. (2011). Aplicación de la metodología Box-Jenkins para pronóstico de precios en jitomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(4), 573-577. [https://www.researchgate.net/publication/262592170\\_Aplicacion\\_de\\_la\\_metodologia\\_Box-Jenkins\\_para-pronostico-de-precios-en-jitomate](https://www.researchgate.net/publication/262592170_Aplicacion_de_la_metodologia_Box-Jenkins_para-pronostico-de-precios-en-jitomate)
- Opazo, T. V. D. R. (2016). *Propuesta de metodología de pronóstico para centro de distribución carnes Noble Corral*. (Doctoral dissertation, Universidad Católica de la Santísima Concepción).
- Ortiz de Dios, C. E. (2012). *Modelos Econométricos y de Redes Neuronales para predecir la Oferta Maderera en México: ARIMA vs NAR y ARMAX vs NARX*. (Tesis para obtener el grado de: Maestría en Ciencias). Universidad Autónoma Metropolitana. <https://ydocuments.mx/modelos-econometricos-y-de-redes-neuronales-para-predecir-la-hml>
- Peguero, P. R. (2012). *Modelo econométrico para la estimación y evaluación de los costos de calidad en la sala de cuidados intensivos del Hospital Militar "Dr. Joaquín Castillo Duany"*. (Tesis en opción al título académico de Máster en Matemática Aplicada e Informática para la Administración). Universidad de Holguín, Holguín, Cuba. <https://repositorio.uho.edu.cu/handle/uho/445>
- Pérez, M. L. R. (2017). *Procedimiento para el pronóstico de ventas de la Empresa de Materiales de Construcción de Las Tunas*. (Tesis en opción al título académico de Master en Ingeniería Industrial). Las Tunas, Cuba. <http://roa.ult.edu.cu/handle/123456789/4095?mode=full>
- Pupo, J. (2004). *Análisis de Regresión y Series Cronológicas*. La Habana: Editorial Félix Varela.
- Pozo, R. J. M., Martins Kidito Xavierda Gama, M., & Rodríguez Cotilla, Z. (2014). La lógica de la planificación empresarial y de la productividad del trabajo. *Economía y Desarrollo*, 152(2), 122-137. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0252-85842014000200008](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0252-85842014000200008)
- Ráez, G. L. R. (2012). *Metodología para la medición de la atención en una central telefónica usando Box-Jenkins*. (Tesis para optar el Grado Académico de Magister en Ingeniería Industrial). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/2538>
- Rivas, M. A. (2017). *Procedimiento para el pronóstico de productos farmacéuticos mediante modelos de regresión*. (Tesis en opción al Título Académico de Máster en Matemática Aplicada e Informática para la Administración). Universidad de Holguín, Holguín, Cuba.
- Rochina, C. L. C. (2013). *Modelo econométrico para la producción y el pronóstico en la Empresa de Hilandería de la parroquia Salinas del cantón Guaranda de la provincia de Bolívar* (Bachelor's thesis).
- Rodríguez, R. R. J. (2017). *Análisis de mercados inmobiliarios (un enfoque desde cointegración y econometría espacial)*. (Tesis Doctoral). Universidad Complutense de Madrid, Madrid, España. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=112660>
- Usuga, E. S. T. (2014). *Metodología para la elaboración de pronósticos en la unidad de negocio de agroquímicos de una multinacional química integrando juicio humano con computador*. (Tesis en opción al título de Magister en Gerencia de Operaciones). Universidad de La Sabana, Chía, Colombia. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=112660>
- Vásquez Díaz, K. Y. y Gamonal Sánchez, M. E. (2019). *Modelo para el pronóstico del consumo mensual de energía eléctrica, de la provincia Bagua Grande, mediante la metodología de Box y Jenkins, para el año 2016*.

---

## Distribución

Esta obra está bajo una [Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/).

---

## Conflicto de intereses

Los autores declaran la inexistencia de conflicto de interés con institución o asociación comercial de cualquier índole.

*Procedimiento para el pronóstico de indicadores económicos mediante técnicas econométricas en Alastor, Cuba*

Anaís Laffita Riverón, Matilde Irene Riverón Hernández, Daideé Caridad Ibarra Miranda, Héctor José Carmenate García

