

IMPLEMENTACION DE LA TECNICA SERIES DE TIEMPO PARA DESARROLLAR PRONÓSTICOS MEDIANTE LA IDENTIFICACIÓN DE PATRONES

IMPLEMENTATION OF THE TIME SERIES TECHNIQUE TO DEVELOP FORECASTS THROUGH THE IDENTIFICATION OF PATTERNS

Martelo Gómez Raúl, Franco Borré David, Oyola Quintero Paulo S.
Universidad de Cartagena. Programa de Ingeniería de Sistemas

Recibido: marzo 12 de 2019 Aceptado: junio 25 de 2019

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es implementar la técnica Series de tiempo para el acompañamiento de estudios prospectivos en la plataforma web SoftProsp. Esta técnica, analiza el comportamiento de variables a través de datos del pasado, para desarrollar pronósticos mediante la identificación de patrones y su posible evolución en el tiempo, suponiéndose que las condiciones en que las variables fueron analizadas permanecerán constantes. Como apoyo, se diseña e implementa un modelo, que especifica las etapas y alcance del desarrollo de la técnica. Como resultado se busca disminuir los inconvenientes presentados en los estudios tradicionales, mediante los beneficios de las aplicaciones web y la orientación del usuario a través de opciones de ayuda y la visualización de otros puntos de vista.

Palabras claves: SoftProsp, series de tiempo, identificación de patrones, pronostico.

ABSTRACT

The objective of this work is to implement the Time Series technique for monitoring prospective studies on the SoftProsp web platform. This technique analyzes the behavior of variables through data from the past, to develop forecasts by identifying patterns and their possible evolution over time, assuming that the conditions in which the variables were analyzed will remain constant. As support, a model is designed and implemented, which specifies the stages and scope of the development of the technique. As a result, it seeks to reduce the inconveniences presented in traditional studies, through the benefits of web applications and the orientation of the user through help options and the visualization of other points of view.

Keywords: SoftProsp, time series, pattern identification, forecast.

1. INTRODUCCIÓN

La planeación estratégica, “a diferencia de la planeación tradicional... hace énfasis en respuestas lógicas a necesidades de un futuro incierto, complejo y cambiante; busca prever los eventos futuros, y con ello, la posibilidad de describir el futuro de las decisiones actuales” (Conrado, 2000, pág. 18).

Como apoyo a la planeación estratégica se da entrada a la prospectiva, cuyo objetivo es ayudar a visualizar el futuro de los escenarios en estudio, para ello requiere tomar decisiones que contribuyan a intervenir sucesos posteriores mediante la previsión de lo que posiblemente va a acontecer, esto es realizado a través de análisis sistémicos que ayudan a integrar contextos, contenidos y procesos asociados a variables y a la interacción de los diferentes actores (Rodríguez, 2014).

Estos análisis son desarrollados a través de técnicas como las Series de tiempo, cuyo propósito es analizar y extraer regularidades (tendencias, ciclos, variaciones estacionales, etc.) presentes en el comportamiento de una variable a través del tiempo, de modo que pueda conocerse que genera dicho comportamiento y cuál será su evolución en el tiempo, suponiéndose que las condiciones en que fue analizada permanecerán constantes (Ríos & Hurtado, 2008).

Los pronósticos realizados a través de Series de tiempo son empleados en los estudios prospectivos en la fase de preprospectiva para describir, monitorear y medir la ocurrencia de temas relevantes que permitan definir el alcance de los objetivos y la metodología a utilizar en el estudio. Así como en la fase de generación para la exploración de tendencias, problemas principales y la anticipación de futuros posibles que ayuden a crear nuevas visiones e imágenes del futuro, resultantes de la información recolectada y analizada a lo largo del estudio (Popper, 2008).

La utilidad de esta técnica se evidencia en proyectos relacionados al pronóstico de: la demanda de almacenamiento de productos perecederos (Contreras, Atziry, Martínez, & Sánchez, 2016), rendimiento de granos básicos (Delgadillo-Ruiz, Ramírez-Moreno, Leos-Rodríguez, Salas, & Valdez-Cepeda, 2016), volatilidad para el análisis financiero (Velásquez, Gutierrez, & Franco, 2013), la fecundidad en México (Morales-Eslava, Silva-Urrutia, & Ordorica-Mellado, 2016) y precios y demanda de la energía eléctrica colombiana (Botero & Cano, 2008; Gil, 2016). Para el estudio de las variables se requiere construir un modelo y estimar sus parámetros mediante datos históricos que permitan crear una caracterización estadística entre el comportamiento pasado y futuro (Botero & Cano, 2008).

Sin embargo, este tipo de estudio es realizado en su mayoría por grandes organizaciones, debido a los altos costos que acarrea la necesidad de contratar expertos, disponer de espacios para la realización del estudio, además de equipamiento tecnológico, papelería, viáticos para el personal involucrado, entre otros.

Por otro lado, al realizarse el estudio pueden presentarse otros inconvenientes como: el estudio ineficiente de variables clave a medida que el tiempo establecido se agota, los sesgos organizacionales que conllevan a una participación limitada de los individuos con menor jerarquía en la organización, al estar presentes junto a sus superiores en el mismo lugar geográfico y la necesidad de apartar a los empleados de sus actividades cotidianas para que participen en los talleres prospectivos lo que puede provocar pérdidas dentro de la organización.

A partir de estos inconvenientes, la Universidad de Cartagena desarrolló la plataforma SoftProps para el acompañamiento de estudios prospectivos (Cabarcas, Gomez, & Tovar, 2013), que se destaca principalmente por integrar en un mismo lugar diversas técnicas prospectivas y ser accesible de forma anónima desde la web. Lo anterior ayuda a disminuir notablemente los costos de los estudios, al ser innecesaria la adquisición de equipos y espacios físicos para la realización del estudio, esto conlleva a que los sesgos organizacionales sean eliminados o reducidos, al prescindir de la necesidad de reunir a los participantes en el mismo espacio, además de reducir las horas/trabajador que deben ser empleadas en el desarrollo del estudio prospectivo.

El objetivo del presente documento, es implementar la técnica Series de tiempo en la plataforma en cuestión, de modo que más empresas cuenten con la posibilidad de aplicar estudios prospectivos que contribuyan al desarrollo y alcance de futuros deseados, al reducir los requisitos económicos y demás inconvenientes que limitan su realización y la percepción de la prospectiva como herramienta necesaria dentro de las organizaciones.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

El desarrollo de este proyecto es considerado como una investigación documental y aplicada. Documental porque se lleva a cabo bajo conocimiento relacionado a conceptos, investigaciones, proyectos y resultados producidos con anterioridad, que permitieron redescubrir hechos, sugerir problemas y orientar la investigación (Rodríguez M. , 2013); y aplicada porque tiene por objetivo la generación de conocimiento con aplicación directa y a mediano plazo, a partir de información proveniente de investigación básica (Lozada, 2014).

La metodología utilizada para el desarrollo del estudio, se encuentra representada en la figura 1, constituida por los siguientes pasos: A) Recolección de información de la técnica; B) Aplicación de la metodología de desarrollo RUP; y C) Integración de la técnica.

La definición de las etapas que conforman la figura 1 es la siguiente:

I. Recolección de información de la técnica: fueron utilizadas como técnicas de recolección de información entrevistas y revisión documental, la primera porque permite analizar las experiencias de individuos conocedores del tema en estudio, al proporcionar un acceso a sus prácticas e interacciones en un contexto natural (Hernández, 2014) ; mientras que la segunda ayudó a identificar el proceso de aplicación de las Series de tiempo, lo cual abarcó libros, artículos y publicaciones científicas.

II. Aplicación de la metodología de desarrollo RUP: obtenida la información necesaria se aplicó la metodología de desarrollo del software RUP (Rational Unified Process), para el análisis de requerimientos, diseño e implementación de la técnica Series de tiempo, esta metodología de desarrollo del software se caracteriza por enfocarse en: casos de uso, arquitectura, desarrollo basado en iteraciones, división del sistema en componentes y utilización de un único lenguaje de modelado. Las fases en que se divide RUP, según Pacompia y Sarmiento (2016) son:

- Concepción: esta fase comprende las siguientes actividades: definición del ámbito del proyecto y sus límites, determinación de casos de uso críticos del sistema, estimación de riesgos, costos y tiempo del proyecto.
- Elaboración: los objetivos de la fase de elaboración son: analizar el dominio del problema, establecer bases de la arquitectura, desarrollar el plan del proyecto, eliminar riesgos y construcción de un prototipo, que debe evolucionar en iteraciones sucesivas hasta convertirse en el sistema final.

- **Construcción:** se busca alcanzar la capacidad operacional del producto a través de iteraciones sucesivas, mediante las cuales se produce un prototipo del proyecto cada vez más completo y funcional que se puede mostrar a los usuarios. Además, incluye la administración eficiente de los recursos, de forma que se optimicen los costes, calendarios y calidad. Los productos de esta fase abarcan desde modelos completos hasta manuales iniciales del sistema y riesgos mitigados.
- **Transición:** el producto es colocado a disposición de los usuarios finales, incluye: completar la documentación, entrenar al usuario en la instalación y usabilidad del producto.

III. **Integración de la técnica:** una vez desarrollada la técnica se procederá a integrarla al conjunto disponible en la plataforma SoftProsp. Para ello, se realizarán pruebas de integración para verificar que el nuevo componente y los anteriores funcionan adecuadamente. Este tipo de pruebas tiene como objetivo verificar si los componentes o los módulos del sistema, juntos, trabaja como se describe en las especificaciones del sistema y del proyecto (De Greca, Rossi, Robiolo, & Travassos, 2015).

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Al utilizar la metodología descrita anteriormente se obtuvieron los siguientes resultados:

A) Recolección de información de la técnica

La información recolectada permitió establecer que los pronósticos mediante Series de tiempo dependen de información confiable, adecuadamente caracterizada y almacenada, que unida a la experiencia y pericia del investigador, puede generar buenas o malas estimaciones siempre y cuando las condiciones históricas sean muy similares a las que se pretenden modelar en el futuro. (Moreno, 2013, p.37)

Por otro lado, Ríos y Hurtado (2008), definen los siguientes modelos de series de tiempo:

- **Modelos deterministas:** métodos de extrapolación en los que no se hace referencia a las fuentes o naturaleza de la aleatoriedad subyacente en la serie. Su simplicidad generalmente va acompañada de menor precisión.

- **Modelos estocásticos:** asumen que las series observadas se extraen de un grupo de variables aleatorias con cierta distribución que es difícil de determinar, lo que conduce a la construcción de modelos aproximados para la generación de los pronósticos.

A partir de lo anterior se hizo necesario establecer un alcance más limitado en el proceso de implementación e integración de la técnica Series de tiempo en la plataforma SoftProsp, puesto que además de los modelos expuestos, existen diversos métodos para analizar la información resultante (origen fijo versus móvil, tamaño creciente versus constante, Box-Jenkins, entre otros).

Se determinó entonces que el alcance del proyecto abarcaría solo el método Box-Jenkins, debido a que este es ampliamente usado en el modelamiento de series de tiempo

estocásticas y puede ser utilizada para series estacionarias y no estacionarias, a través de la identificación del proceso estocástico que ha generado los datos, estimación de parámetros y la verificación del cumplimiento de las hipótesis que permiten la estimación (Ríos & Hurtado, 2008).

Las etapas que conforman este método se encuentran representadas en el Figura 2, según Box, Jenkins, Riensel y Ljung (2015), estas son: A) Identificación; B) Estimación de parámetros; C) Verificación; y D) Pronósticos.

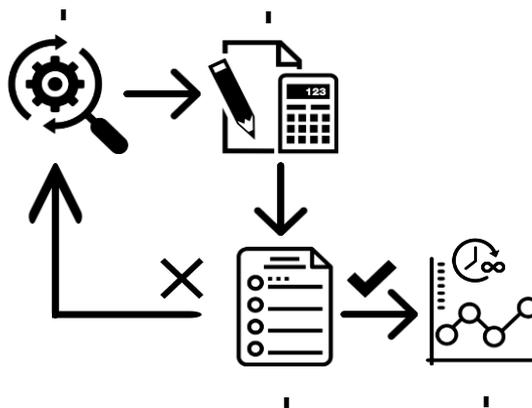


Figura 1. Etapas del método Box - Jenkins

La definición de las etapas es la siguiente:

- I. **Identificación:** consiste en detectar el tipo de proceso estocástico que ha generado los datos. Se debe disponer de una serie estacionaria, para ello la variable estudiada puede diferenciarse las veces necesarias hasta lograr este tipo de serie.
- II. **Estimación de parámetros:** En esta etapa se estiman los coeficientes de los términos autoregresivos y de media móvil incluidos en el modelo. Esta estimación puede ser efectuada a partir de mínimos cuadrados lineales o la estimación no lineal.
- III. **Verificación:** se evalúa si el modelo se ajusta a los datos razonablemente, en caso afirmativo se procede a la siguiente etapa, de lo contrario se debe identificar un nuevo modelo. Incluye el análisis de parámetros del modelo, evaluación de la bondad de ajuste y análisis de los residuos. Esta etapa incluye análisis de los coeficientes o parámetros del modelo, evaluación de la bondad de ajuste y análisis de los residuos.
- IV. **Pronósticos:** consiste en la determinación de un periodo futuro a partir del modelo seleccionado de acuerdo al análisis del comportamiento de la variable.

B) Aplicación de la metodología de desarrollo RUP

A partir de lo anterior se determinó como caso crítico del sistema el modelado de las series de tiempo y la caracterización de la información usada para la realización de los pronósticos.

Se determinaron las siguientes mejoras frente a las soluciones existentes:

- Al ser de suma importancia para el estudio, disponer de información suficiente y debidamente organizada, los expertos podrán realizar observaciones relacionadas a esta,

que ayuden a evidenciar posibles falencias, antes de proceder a la etapa de identificación. De igual modo, para la etapa de verificación los expertos contarán con la capacidad de dar a conocer su opinión respecto a si el modelo se ajusta o no a los datos analizados.

- Proporcionar opciones de ayuda con el fin de mantener orientado al usuario sobre aspectos clave como la interpretación de gráficas, parámetros calculados y tipos de modelo que pueden ser utilizados para la aplicación del método Box – Jenkins.

- Permitir a los coordinadores establecer el tiempo en que se llevará a cabo cada etapa de la técnica, enviando a los participantes mensajes de aviso cuando este por cumplirse la fecha de cierre en el calendario a través de correo electrónico y la plataforma.

- Los resultados podrán ser corroborados o complementados a través de técnicas cualitativas disponibles en la plataforma como Lluvia de ideas, para la identificación de variables claves que aumenten la probabilidad de ocurrencia de los pronósticos realizados y DOFA para el análisis de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas que pueden influir en el futuro del sistema estudiado.

- Para la fase final de la técnica, cada individuo del grupo de expertos podrá redactar sus propios pronósticos o recomendaciones, que serán utilizados como bases para el informe final.

C) Integración de la técnica

Desarrollado el componente de Series de tiempo, se procederá a integrarlo a la plataforma SoftProsp. Las pruebas de integración correspondientes tendrán como objetivo identificar: comportamientos que solo ocurren al interactuar con otros componentes, problemas con interfaces entre unidades y falta de coherencia entre lo que los resultados esperados y alcanzados.

Se observa que el desarrollo de pronósticos implica tomar datos históricos para crear proyecciones del futuro a través de modelos matemáticos, que ayudarán a tomar decisiones con enfoques a corto, mediano o largo plazo (Méndez & López, 2014). La influencia de este tipo de decisiones es fundamental dentro del sector empresarial, ya que el dinamismo que han adquirido los mercados a lo largo de las últimas décadas se refleja en la necesidad de diseñar e implementar herramientas administrativas y de gestión que permitan optimizar las actividades empresariales (Botero & Alvarez, 2013).

Dentro de los métodos para la realización de pronósticos, las series de tiempo se destacan por descifrar el futuro mediante el análisis de datos del pasado y la identificación de patrones recurrentes en el tiempo (Box, Jenkins, Reinsel, & Ljung, 2015), lo que produce pronósticos más precisos que los alcanzados por técnicas cualitativas como Delphi y el juicio de expertos, que a pesar de generar resultados rápidos, emplean información poco relevante, subjetiva o carente de una estructura analítica definida (Botero & Alvarez, 2013).

4. CONCLUSIONES

A partir de los resultados y su discusión, se tienen las siguientes conclusiones:

La aplicación de la técnica Series de tiempo a través de la plataforma SoftProsp puede ser considerada una solución a los problemas tradicionalmente presentados en su aplicación dentro de los estudios prospectivos, puesto que esta utiliza los beneficios proporcionados por las aplicaciones web.

El diseño de interfaces con opciones de ayuda, permite mantener orientado al usuario, reduciéndose el problema que representa para el analista recién iniciado en la teoría y aplicación de la técnica, la elección de modelos adecuados para el análisis de los datos y la creación de los pronósticos correspondientes. Además de proporcionar la visualización de los puntos de vista de los participantes, de modo que el desarrollo de los pronósticos considere diferentes opciones, experiencias o ideas que contribuyan al diseño de adecuado de visiones del futuro.

Los estudios pueden ser complementados a través de técnicas como Lluvia de ideas y DOFA, disponibles en la plataforma, mediante las cuales puedan ser identificadas variables claves que puedan influir positiva o negativamente en el cumplimiento de los pronósticos realizados.

La metodología empleada puede ser ampliada a través de la inclusión de otros métodos para el análisis de Series de tiempo, que permitan disponer de diferentes alternativas cuantitativas para su estudio.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Botero, J., & Alvarez, L. (2013). Caracterización de la gestión de pronósticos de demanda empresarial (Tesis de pregrado). Bogotá, Colombia: Universidad del Rosario. Obtenido de <http://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/4847/1020758767-2013.pdf>
- Botero, S., & Cano, J. (2008). Análisis de series de tiempo para la predicción de los precios de la energía en la bolsa de Colombia. Cuadernos de economía, 27(48), 173-208.
- Box, G., Jenkins, G., Reinsel, G., & Ljung, G. (2015). Time series analysis: forecasting and control. John Wiley & Sons.
- Cabarcas, A., Gomez, R., & Tovar, L. (2013). Software para mejorar la aplicación de técnicas cuantitativas en estudios prospectivos. Cuadernos de administracion, 29(49), 64-74. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=225028225008>
- Conrado, C. (2000). La necesidad de la planeación estratégica en las organizaciones industriales modernas. TEMAS de Ciencia y Tecnología, 4(11), 17-28.
- Contreras, A., Atziry, C., Martínez, J., & Sánchez, D. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda de almacenamiento de productos perecederos. Estudios gerenciales, 32, 387-396.
- De Greca, F., Rossi, B., Robiolo, G., & Travassos, G. (2015). Aplicación y Valoración de la Verificación y Validación de Software: una Encuesta Realizada en Buenos Aires. Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE 2015)-JAIIO 44, (págs. 26-40). Rosario.
- Delgadillo-Ruiz, O., Ramírez-Moreno, P., Leos-Rodríguez, J., Salas, J., & Valdez-Cepeda, R. (2016). Pronósticos y series de tiempo de rendimientos de granos básicos en México. Acta Universitaria, 26(3), 23-32. doi:10.15174/au.2016.882
- Gil, V. (2016). Pronóstico de la demanda mensual de electricidad con series de tiempo. EIA, 13(26), 111-120.
- Hernández, R. (2014). La investigación cualitativa a través de entrevistas: su análisis mediante la teoría fundamentada. Cuestiones Pedagógicas, 23, 187-210.
- Lozada, J. (2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. Centro de Investigación en Mecatrónica y Sistemas Interactivos, Universidad Tecnológica Indoamérica(3), 34-39.
- Méndez, G., & López, E. (2014). Metodología para el pronóstico de la demanda en ambientes multiproducto y de alta variabilidad. Tecnura, 18(40), 89-102.

- Morales-Eslava, A., Silva-Urrutia, E., & Ordorica-Mellado, M. (2016). Pronósticos de la fecundidad en México: una aplicación de modelos multivariados de series de tiempo. *Papeles de población*, 22(89), 99-131.
- Moreno, E. (2013). Predicción con series de tiempo y regresión. *Panorama*, 2(4).
- Pacompiá, E., & Sarmiento, J. (2016). Implementación de un sistema de información, basado en la metodología RUP, para mejorar el proceso de ventas en la empresa Cynergy Data (Tesis de pregrado). Lima, Perú: Universidad Autónoma del Perú. Obtenido de <http://repositorio.autonoma.edu.pe/handle/AUTONOMA/335>
- Popper, R. (2008). Foresight methodology. En L. Georghiou, J. Cassingena, M. Keenan, I. Miles, & R. Popper, *The Handbook the technology foresigth Concepts and Practice*. Edward Elgar Publishing Limited.
- Ríos, G., & Hurtado, C. (2008). *Series de Tiempo*. Universidad de Chile.
- Rodríguez, C. (2014). Pensamiento prospectivo: visión sistémica de la construcción del futuro. *Análisis*, 46(84), 89-104.
- Rodríguez, M. (19 de Agosto de 2013). Acerca de la investigación bibliográfica, documental. Obtenido de Guía de tesis: <https://guiadetesis.wordpress.com/2013/08/19/acerca-de-la-investigacion-bibliografica-y-documental/>
- Velásquez, J., Gutierrez, S., & Franco, C. (2013). Using a dynamic artificial neural network for forecasting the volatility of a financial time series. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 12(22), 127-136.