



**LOS LIBERTADORES**  
FUNDACIÓN UNIVERSITARIA

# PRONÓSTICO DE LA CANTIDAD DE TRÁMITES CATASTRALES DE TERRENO QUE SE RECIBEN EN EL INSTITUTO GEOGRÁFICO AGUSTÍN CODAZZI (IGAC): CASO DE ESTUDIO TERRITORIAL CÓRDOBA

## FORECAST OF THE NUMBER OF LAND CADASTRAL PROCEDURES RECEIVED BY THE AGUSTÍN CODAZZI GEOGRAPHIC INSTITUTE (IGAC): CASE STUDY TERRITORIAL CÓRDOBA

John Freddy Sanabria Pacheco<sup>1</sup>  
jfsanabriap@libertadores.edu.co

Fundación Universitaria Los Libertadores, Educación Virtual y a Distancia, Programa de Estadística Aplicada (1)

### **Resumen**

El procedimiento actual para ejecutar los trámites denominados de terreno en las territoriales del IGAC en todo el país, no logra suplir las necesidades de los diferentes usuarios para contar con información actualizada oportunamente, pues al ser necesaria una visita al predio objeto del trámite, se requieren costosos recursos como profesionales idóneos en temas

catastrales, gastos de viáticos, transporte y todo lo relacionado con el desplazamiento a los diferentes municipios del país. Lo anterior ocasiona un servicio deficiente y rezagos cada vez más grandes que causan malestar en los ciudadanos que deben esperar mucho tiempo para ver su petición solucionada. Contar con un modelo predictivo del número de trámites de terreno que se reciben en la entidad, permite optimizar el proceso de la conservación catastral en cuanto a recursos necesarios y de paso beneficia directamente a la ciudadanía con información rápida y confiable ya que en la actualidad los tiempos de espera en la resolución de una petición o trámite son muy grandes. Lo anterior irá cambiando la percepción actual que se tiene del IGAC y en general, de las instituciones públicas. El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar un pronóstico de la cantidad de trámites de terreno que se reciben en la territorial Córdoba del IGAC que permita optimizar los recursos necesarios como personal, presupuesto y gastos de transporte para afrontar la demanda futura. El tipo de estudio fue descriptivo retrospectivo, en el cual se abordó dos tipos de pronóstico univariado que son la metodología Box-Jenkins y el de Holt-Winters que se compararon en cuanto a capacidad de predicción en base a los errores de pronóstico RMSE Y MAPE. Se logró pronosticar la demanda de los trámites catastrales de terreno recibidos para el primer semestre de 2022 con las dos metodologías. La mejor metodología que pronostica la serie de tiempo trámites catastrales de terreno, fue el método de Holt-Winters, que obtuvo los errores de pronóstico RMSE y MAPE más pequeños en comparación con la metodología Box-Jenkins.

*Palabras Clave:* pronóstico; series de tiempo; conservación catastral; trámites catastrales; IGAC; box-jenkins; holt-winters

## **Abstract**

The current procedure to carry out the so-called land procedures in the IGAC territories

throughout the country, fails to meet the needs of the different users to have updated information in a timely manner, since a visit to the property subject to the procedure is necessary. expensive resources as suitable professionals in cadastral issues, travel expenses, transportation and everything related to travel to the different municipalities of the country. The foregoing causes poor service and increasingly large backlogs that cause discomfort among citizens who must wait a long time to see their request resolved. Having a predictive model of the number of land procedures that are received in the entity, allows optimizing the cadastral conservation process in terms of necessary resources and incidentally directly benefits citizens with fast and reliable information since currently the Waiting times in the resolution of a request or procedure are very long. The foregoing will change the current perception of IGAC and, in general, of public institutions. The main objective of this study is to make a forecast of the number of land procedures received in the IGAC Córdoba territory, which will allow the optimization of the necessary resources such as personnel, budget, and transportation expenses to meet future demand. The type of study was retrospective descriptive, in which two types of univariate forecasts were addressed, which are the Box-Jenkins and Holt-Winters methodology, which were compared in terms of predictive capacity based on RMSE and MAPE forecast errors. . It was possible to forecast the demand for land cadastral procedures received for the first semester of 2022 with the two methodologies. The best methodology that forecasts the land cadastral procedures time series was the Holt-Winters method, which obtained the smallest RMSE and MAPE forecast errors compared to the Box-Jenkins methodology.

*Keywords:* forecast; time series; cadastral conservation; cadastral procedures; IGAC; box-jenkins; holt-winters

## **Introducción**

La conservación catastral, se define como “el conjunto de operaciones destinadas a mantener al día los documentos catastrales correspondientes a los predios, de conformidad con los cambios que experimente la propiedad inmueble en sus aspectos físico, jurídico, económico y fiscal” (Resolución 70, 2011, pág. 28). Dentro de este proceso se encuentran los trámites que radican los propietarios de predios u autorizados de estos, y que se reciben a diario en las oficinas del Instituto Geográfico Agustín Codazzi (desde ahora IGAC) de todo el país, denominadas Territoriales. Dichos trámites van desde una simple actualización del propietario hasta correcciones donde es necesaria una visita al predio para verificar si es procedente o no el trámite solicitado. Estos últimos, son denominados dentro del IGAC como trámites de terreno.

El procedimiento actual para ejecutar los trámites denominados de terreno en las territoriales del IGAC en todo el país, no logra suplir las necesidades de los diferentes usuarios para contar con información actualizada oportunamente, pues al ser necesaria una visita al predio objeto del trámite, se requieren costosos recursos como profesionales idóneos en temas catastrales, gastos de viáticos, transporte y todo lo relacionado con el desplazamiento a los diferentes municipios del país. Lo anterior ocasiona un servicio deficiente y rezagos cada vez más grandes que causan malestar en los ciudadanos que deben esperar mucho tiempo para ver su petición solucionada.

El alto grado de desactualización del catastro afecta entre otras cosas, el recaudo del impuesto predial, lo que a su vez impacta en las finanzas públicas donde el predial representa un amplio porcentaje de los ingresos de cada municipio ocasionando problemas para la puesta en marcha de las políticas para proyectar obras de infraestructura en los diferentes municipios de Colombia.

Aunque existen algunas cifras en la Dirección de Gestión Catastral del IGAC y en la Subdirección General de la misma entidad, no se ha realizado nunca un análisis consolidado que permitan determinar la evolución y comportamiento de los trámites de terreno que se reciben mes a mes en detalle, lo cual nos proporcionará una herramienta poderosa para la toma de decisiones en cuanto a número de personas a contratar, fechas de contratación del mismo y a presupuesto requerido para gastos de viáticos y transporte.

Contar con un modelo predictivo del número de trámites de terreno que se reciben en la entidad, permite optimizar el proceso de la conservación catastral en cuanto a recursos necesarios y de paso beneficia directamente a la ciudadanía con información rápida y confiable ya que en la actualidad los tiempos de espera en la resolución de una petición o trámite son muy grandes. Lo anterior irá cambiando la percepción actual que se tiene del IGAC y en general, de las instituciones públicas.

Existen estudios precedentes donde se han analizado diversas problemáticas en entidades estatales, pero se toma como base una investigación realizada precisamente en el IGAC, la cual ha brindado una buena propuesta de mejora en procesos que tienen que ver con la parte de productos, trámites y servicios y que concluye con un alto grado de insatisfacción de parte de los usuarios y con algunas recomendaciones para mejorar el proceso estudiado.

En el estudio: “Optimización en la expedición de certificados catastrales en el IGAC”, los autores afirman que el IGAC, ha presentado deficiencias en los servicios prestados a la ciudadanía en las oficinas de atención al cliente, determinadas como Centros de Información Geográfica, ya que no está cumpliendo eficientemente con la prestación del servicio a los usuarios.

La investigación tuvo como fin generar estrategias para el mejoramiento del proceso de

emisión del certificado catastral a las personas de estrato 1 y 2, el cual es requerido por los ciudadanos para diferentes tramites de interés social. En conclusión, el objetivo general de la investigación fue proponer estrategias para agilizar los procesos de emisión de certificados catastrales del área de difusión y mercadeo del IGAC.

El objetivo principal del presente estudio consiste en realizar un pronóstico de la cantidad de trámites de terreno que se reciben en la territorial Córdoba del IGAC mediante modelos de series de tiempo que permitirá optimizar los recursos necesarios como personal, presupuesto y gastos de transporte para afrontar la demanda futura.

Se aspira a que las propuestas realizadas y resultados sean replicables a las demás Territoriales del IGAC y por qué no, en las demás entidades catastrales que existen actualmente en Colombia, contribuyendo así, en un cambio positivo en el manejo de la conservación catastral.

El estudio se soporta en información proporcionada por la Dirección de Gestión Catastral del IGAC, la cual corresponde a la cantidad de trámites de terreno que ha recibido la territorial Córdoba desde enero de 2014 al mes de junio de 2022. La base de datos tiene corte al 30 de junio de 2022. Para nuestro caso se tomaron únicamente los datos de los trámites clasificados de terreno porque, como ya se dijo, son los que requieren de un personal contratista especializado y una visita al predio para inspección ocular, lo cual genera por lo tanto un gasto en viáticos y transporte.

### **Materiales y métodos**

El tipo de estudio fue descriptivo retrospectivo, en el cual se abordó dos tipos de pronóstico univariado que son la metodología Box-Jenkins y el de Holt-Winters que se

compararon entre sí, en cuanto a capacidad de predicción en base a los errores de pronóstico RMSE Y MAPE.

### **Descripción de los datos**

La base de datos con la que se realizó el estudio fue generada y provista por la Dirección de Gestión Catastral del IGAC y contiene la información de 62278 trámites de terreno recibidos en la Territorial Córdoba del IGAC entre enero de 2014 hasta junio de 2022.

### **Procesamiento de los datos**

Inicialmente la base contenía información de 277125 trámites recibidos tanto de oficina como de terreno, recibidos en el periodo comprendido entre enero de 2014 a junio de 2022, pero se descartaron los trámites denominados de oficina (trámites que no requieren visita al predio) ya que, debido a la naturaleza del estudio, solo son necesarios los datos de los trámites denominados de terreno.

### **Metodología Box-Jenkins**

#### ***Identificación***

Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo de la información y se generaron estimaciones de la cantidad de trámites para el 2022 utilizando la metodología Box-Jenkins para la predicción del número de trámites de terreno que se reciben cada mes. La identificación del modelo inició determinando la posible estacionariedad de la serie, revisando en primer lugar el comportamiento del número de trámites a lo largo del tiempo, ya que además de los indicadores de un comportamiento no estacional como la ausencia de una media o varianza constante y una pequeña tendencia, se obtiene información sobre valores extremos o cambios estructurales de los datos; en la segunda se realizó la revisión de los comportamientos de las funciones de autocorrelación (AC) y de autocorrelación parcial (ACP) del correlograma, pues se considera

que si estas funciones en los distintos rezagos se ubican alrededor de cero, indican un comportamiento estacionario de la serie; y en la última, para determinar la posible estacionariedad de la serie se aplicó la prueba de Dickey y Fuller aumentada (DFA). Al resultar la serie no estacionaria, ésta fue transformada aplicando diferencia ordinaria y se sometió a una nueva DFA, logrando la estacionariedad.

### ***Estimación***

El procedimiento continuó identificando los órdenes  $p$  y  $q$  del probable modelo ARMA mediante la observación del comportamiento de las gráficas de los correlogramas ACF y PACF. A partir de la definición inicial de los órdenes  $p$  y  $q$  se propusieron varios modelos con diversas combinaciones AR ( $p$ ) y MA( $q$ ).

### ***Verificación***

Los modelos propuestos se compararon entre sí utilizando el valor de los coeficientes y la obtención de los valores más pequeños para los criterios de información de BIC. Con los probables modelos seleccionados se aplicaron las exigencias mínimas de homocedasticidad, autocorrelación y residuos.

### ***Pronóstico***

Se evaluó la capacidad predictiva del modelo para el primer semestre del año 2022 con la metodología de Box-Jenkins.

## **Método de Holt Winters**

### ***Optimización***

Se encontraron los parámetros óptimos  $\alpha$ ,  $\beta$  y  $\gamma$  para la serie trámites catastrales de terreno.

### ***Pronóstico***

Se evaluó la capacidad predictiva del modelo para el primer semestre del año 2022 con el método de Holt-Winters.

### **Comparación de las dos metodologías**

Se calcularon las medidas de error de pronóstico raíz del error cuadrático medio (RMSE) y la media absoluta del porcentaje del error (MAPE) para las dos metodologías y se realizó la elección del mejor modelo que predice la cantidad de trámites catastrales de terreno que se reciben mensualmente en la territorial Córdoba del IGAC.

Todas las estimaciones, pruebas de hipótesis, evaluaciones y comparaciones, se realizaron con la ayuda del programa R, versión 2.1.2.

## **Resultados y discusión**

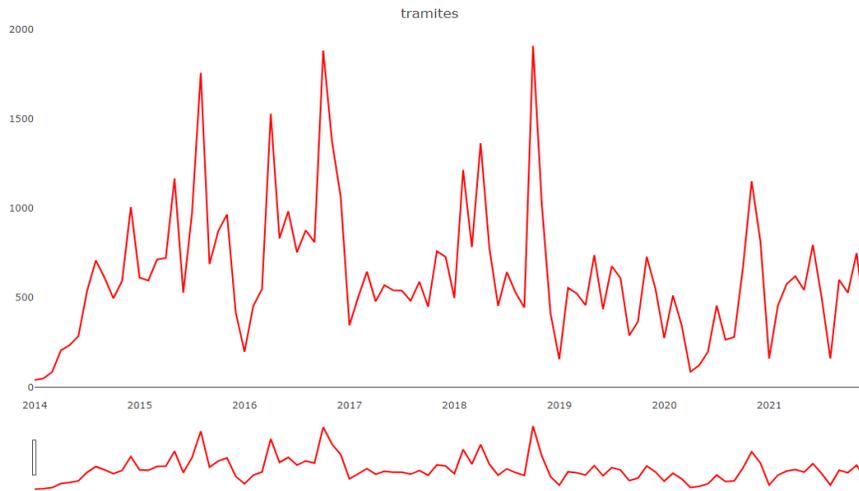
Para la serie de trámites catastrales de terreno recibidos se utilizó el periodo enero de 2014 a diciembre de 2021 para entrenar el modelo tanto en Box-Jenkins como en Holt-Winters, y para probar el ajuste de cada modelo se utilizó el periodo enero 2022 a junio 2022.

### **Metodología Box-Jenkins**

#### ***Identificación***

#### **Figura 1**

*Serie de tiempo cantidad de trámites catastrales de terreno.*

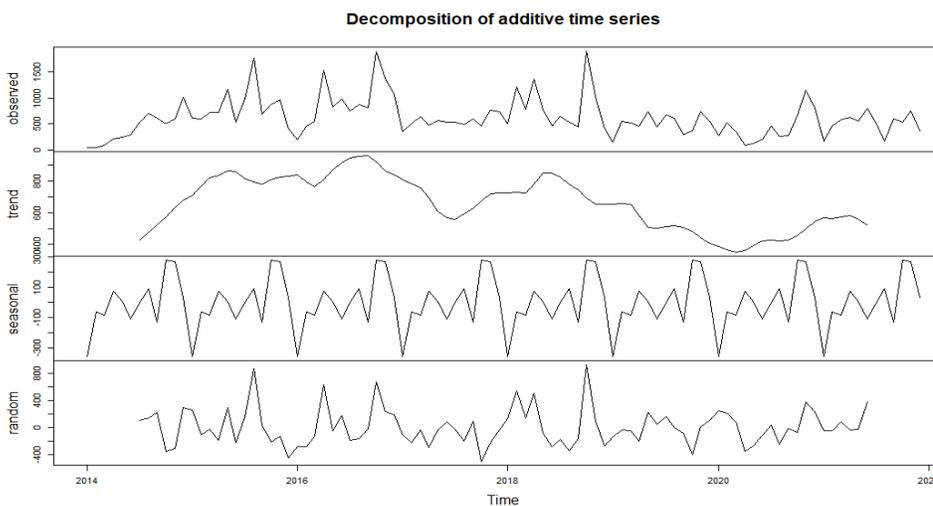


*Nota.* Trámites catastrales de terreno recibidos entre enero de 2014 y diciembre de 2021.

La inspección visual de la gráfica de la figura 1, nos indica que probablemente la serie es no estacionaria, con una tendencia decreciente pequeña con media y varianza no constante. El promedio de trámites catastrales de terreno recibidos durante este periodo fue de 627,5 trámites por mes, la mediana fue de 553 trámites, el mínimo de trámites recibidos fue de 41 en enero de 2014 y el número máximo de trámites de terreno recibidos fue de 1907 en octubre de 2018.

**Figura 2**

*Descomposición de la serie temporal.*



*Nota.* Descomposición de la serie temporal trámites catastrales de terreno.

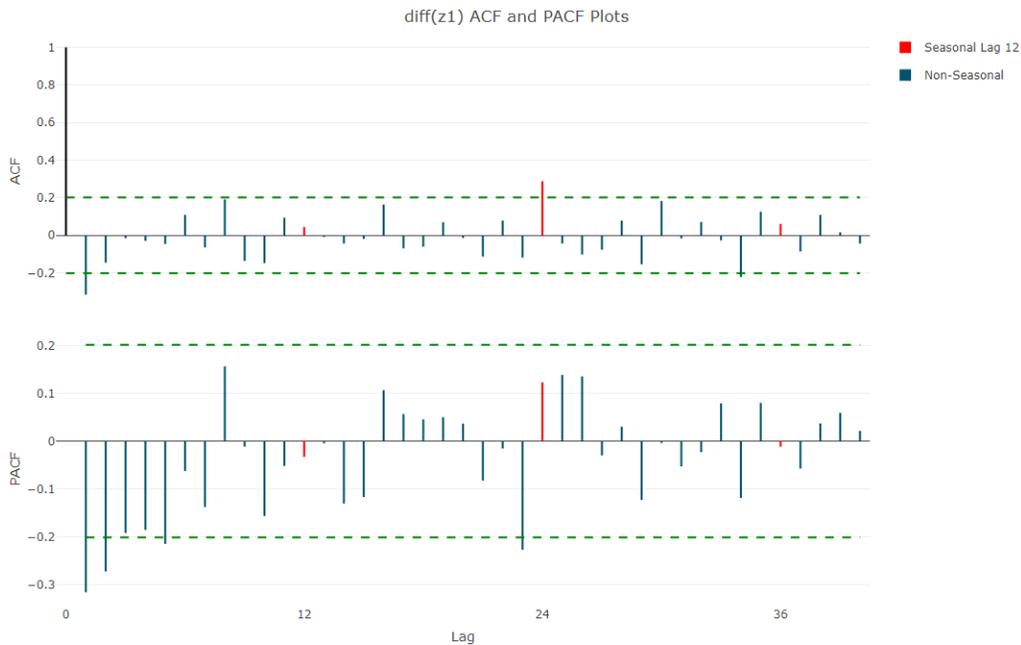
Se observa en la figura 2 una tendencia decreciente pequeña y se nota un efecto estacional, por lo tanto, es muy evidente que la serie no es estacionaria. De todas maneras, se aplicaron las respectivas pruebas de Dickey-Fuller y Phillips-Perron que corroboraron la no estacionariedad de la serie.

**Estimación**

Al aplicar una diferencia ordinaria a la serie se logra la estacionariedad. En base a la gráfica de la figura 3, se obtuvieron y validaron 4 modelos con esta metodología, encontrando que el modelo SARIMA (2,1,0) x (0,0,2) (12) fue el mejor entre los propuestos y cumpliendo con las exigencias mínimas de homocedasticidad, autocorrelación y aleatoriedad, aunque los residuos no siguen una distribución normal.

**Figura 3**

*Correlogramas ACF y PACF.*



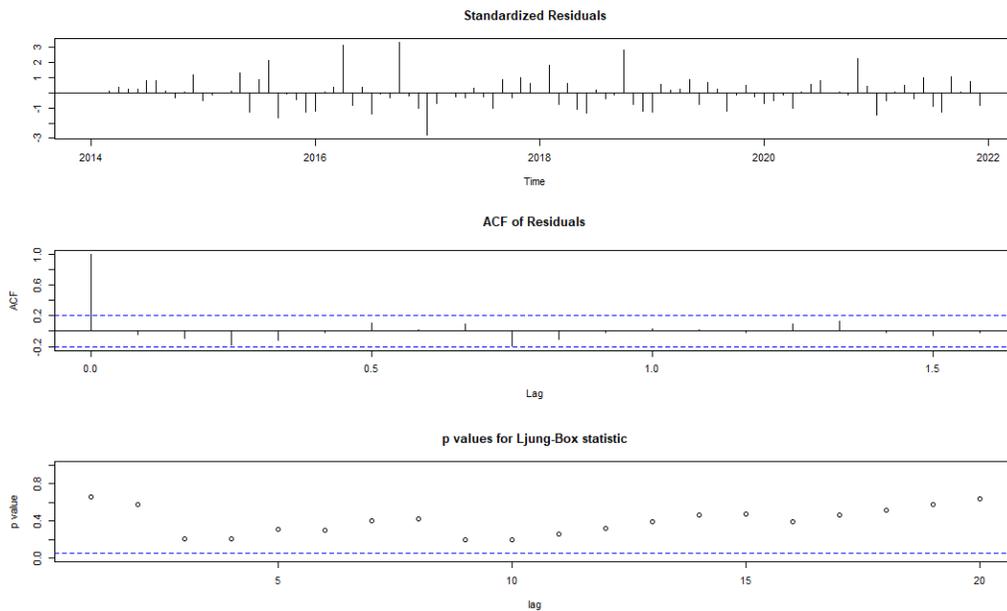
*Nota.* Correlogramas ACF y PACF para la identificación del modelo.

**Verificación**

El modelo SARIMA (2,1,0) x (0,0,2) (12) como ya se mencionó arriba, aprobó las exigencias de homocedasticidad, autocorrelación y aleatoriedad, pero los residuos no siguen una distribución normal. En la figura 4 observamos el comportamiento de los residuales.

**Figura 4**

*Comportamiento Residuales*



*Nota.* Comportamiento Residuales del modelo seleccionado.

**Pronóstico**

Se logró pronosticar la demanda de los trámites catastrales de terreno recibidos para el primer semestre de 2022, con los siguientes resultados para cada mes:

**Tabla 1**

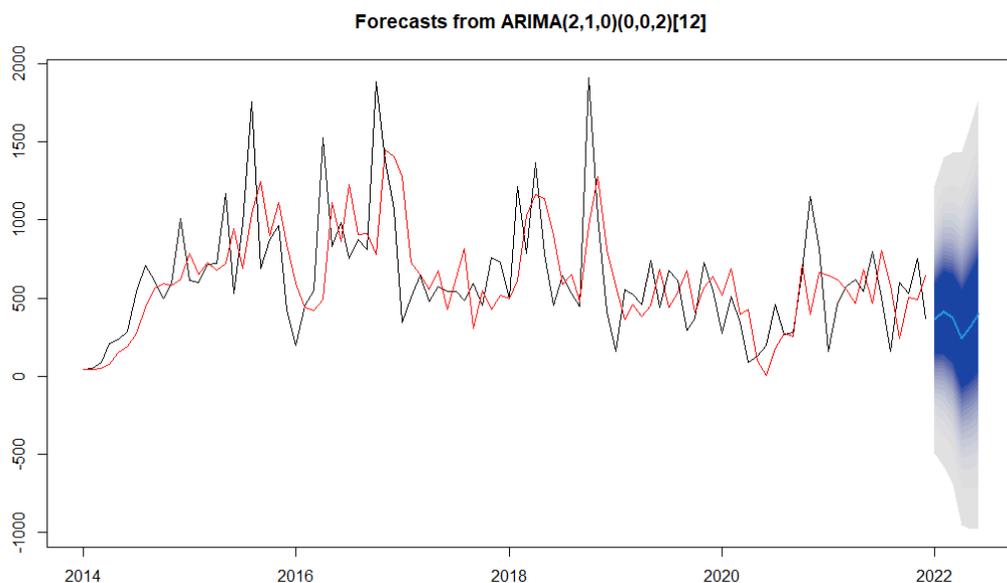
*Pronóstico con la metodología Box-Jenkins.*

Mes	trámites
ene-22	365,8551
feb-22	412,7415

mar-22	372,9645
abr-22	238,5064
may-22	316,2925
jun-22	401,8469

**Figura 5**

*Pronóstico enero 2022 a junio 2022.*



**Nota.** Pronóstico trámites catastrales de terreno enero 2022 a junio 2022 con Metodología Box-Jenkins.

**Método de Holt-Winters**

Con la segunda metodología propuesta, también se logró pronosticar la demanda de los trámites de terreno recibidos para el primer semestre de 2022, con los siguientes resultados para cada mes:

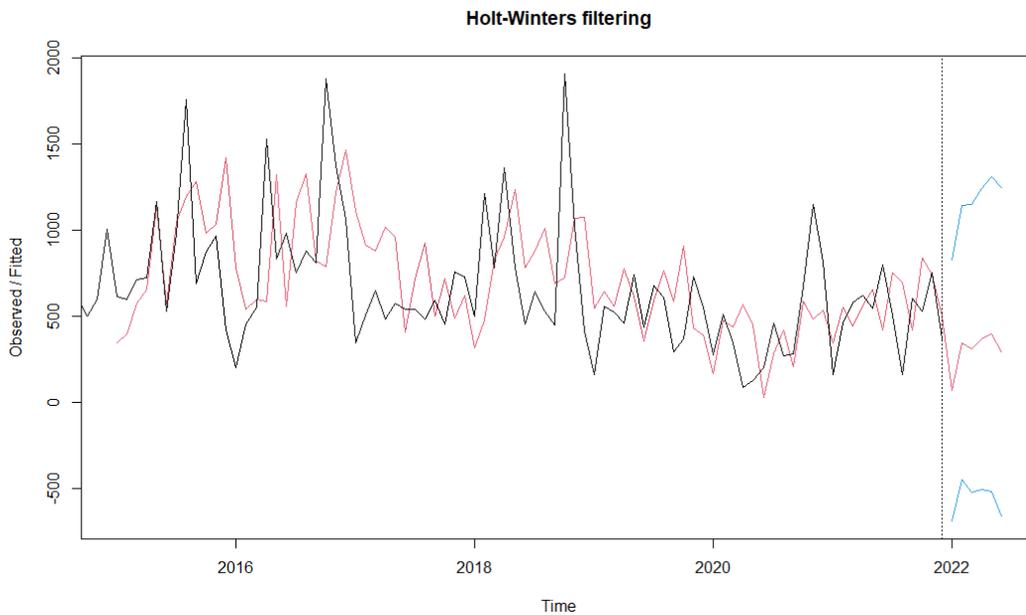
**Tabla 2**

*Pronóstico con método de Holt Winters.*

Mes	trámites
ene-22	68,8935
feb-22	346,1872
mar-22	310,7471
abr-22	366,1866
may-22	394,4933
jun-22	293,1893

**Figura 6**

*Pronóstico enero 2022 a junio 2022.*



**Nota.** Pronóstico trámites catastrales de terreno enero 2022 a junio 2022 con el método de Holt-Winters.

### Comparación de los dos modelos

Resumiendo, en la tabla 3 tenemos los valores obtenidos con cada metodología junto con los valores reales del periodo comprendido entre enero de 2022 y junio de 2022:

**Tabla 3**

*Comparación de los modelos con los datos reales.*

Mes	datos reales	Box-Jenkins	Holt-Winters
ene-22	106	365,8551	68,8935
feb-22	355	412,7415	346,1872
mar-22	484	372,9645	310,7471
abr-22	358	238,5064	366,1866
may-22	370	316,2925	394,4933
jun-22	369	401,8469	293,1893

Con las medidas de error de pronóstico se realizó la elección del mejor modelo que predice la cantidad de trámites catastrales de terreno que se reciben mensualmente en la territorial Córdoba del IGAC. Los resultados fueron:

**Tabla 4**

*Medidas de error de pronóstico de cada modelo.*

Error	Box-Jenkins	Holt-Winters
RMSE	130,01	79,46
MAPE	56,85	17,12

La raíz del error cuadrático medio (RMSE) para el caso de Box-Jenkins, arroja un valor de 130.01, siendo muy superior comparado con el método de Holt-Winters, que es de 79,46. La media absoluta del porcentaje del error (MAPE) para el caso de la metodología de Box-Jenkins,

también arrojó un valor muy superior de 56,85 frente a 17,12 del método de Holt-Winters. Claramente, se encontró que el método de Holt-Winters, arroja los errores de pronósticos más pequeños comparándolo con la metodología de Box-Jenkins, por lo tanto, la mejor técnica que pronostica la serie de tiempo trámites catastrales de terreno que se reciben en la territorial Córdoba es el método de Holt-Winters.

### **Conclusiones**

La mejor metodología que pronostica la serie de tiempo trámites catastrales de terreno para el periodo comprendido entre enero de 2022 y junio de 2022, fue el método de Holt-Winters, que obtuvo los errores de pronostico RMSE y MAPE más pequeños en comparación con la metodología Box-Jenkins.

La propuesta metodológica para pronosticar el número de trámites de terreno que llegan a la territorial Córdoba del IGAC, empleando el método de Holt-Winters, funciona de manera eficiente y arroja excelentes resultados en su aplicación, lo que ha de redundar en la optimización y uso racional del recurso humano que realiza este tipo de trámites y del presupuesto para gastos de traslado a los diferentes municipios.

Los resultados obtenidos en este artículo se pueden replicar en las demás territoriales del IGAC, lo que permitirá un adecuado manejo a los recursos recibidos para la ejecución de este tipo de trámites y en general para una adecuada planeación de los recursos de la nación.

### **Referencias**

Consejo Nacional de Política Económica y Social. (2019, 26 de marzo). Documento conpes 3958. Departamento Nacional de Planeación.

Instituto Geográfico Agustín Codazzi. (2011, 4 de febrero). Resolución 70. Normograma IGAC.

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2020, 4 de febrero). Decreto 148. Gestor Normativo Función Pública.

Acosta Barreto, F., Sichacá Beltrán, D., y Sáenz Beltrán, J. (2016). Optimización en la expedición de certificados catastrales en el IGAC. Fundación Universitaria Panamericana-Compensar.