

Rafael Bernardo Carmona Benítez  
Facultad de Economía y Negocios, CADEN  
rafael.carmona@anahuac.mx



María Rosa Nieto Delfín  
Facultad de Economía y Negocios, CADEN  
maria.nieto@anahuac.mx

## Introducción

En esta investigación se propone el modelo de pronósticos de series estacionales SARIMA-Grey. Este modelo es una modificación del modelo "Damp Trend Grey Model" (DTGM) propuesto por Carmona-Benítez et al (2013). La diferencia entre ambos modelos radica en que el factor de suavizamiento del DTGM es estático, no cambia a través del tiempo y, por lo tanto, no captura el comportamiento dinámico de los datos de una serie de tiempo estacional. Por su parte, el factor de suavizamiento del modelo SARIMA-Grey captura el comportamiento estocástico de la tendencia y la estacionalidad de los datos de una serie de tiempo estacional.

Las desventajas del modelo DTGM son: asume que el modelo Grey (1,1), propuesto por Kayacan et al (2010), simula el comportamiento de los datos y usa esto para calcular el factor estático que suaviza el crecimiento del pronóstico; y utiliza series de Fourier para simular el comportamiento estacional.

El factor de suavizamiento en SARIMA-Grey simula el comportamiento de los datos de una serie de tiempo estacional y lo usa para suavizar el crecimiento del pronóstico. Este factor se estima para cada periodo de tiempo.

## Material y Método

Para aplicar el modelo SARIMA-Grey los datos deben ser estacionarios. La mayoría de los datos no lo son, por lo que se debe aplicar diferencia regular y estacional. Una vez aplicado el modelo SARIMA a la serie estacionaria, se obtienen las estimaciones de la media condicional. Con una serie de tiempo de longitud  $n$  se puede calcular una un paso adelante la media condicional y con esto se calcula el factor de suavizado dinámico del modelo SARIMA-Grey.

Caso de estudio: pronóstico de la demanda mensual de pasajeros de transporte aéreo de los Estados Unidos (Figura 1). La base de datos de la demanda de pasajeros es de enero de 1990 a enero de 2015 (Bureau of Transportation Statistics, 1991-2015). Se divide en dos: enero 1990 a enero 2012 y de enero a diciembre de 2015. El primer conjunto se utiliza para la estimación. El segundo conjunto se utiliza para la validación.

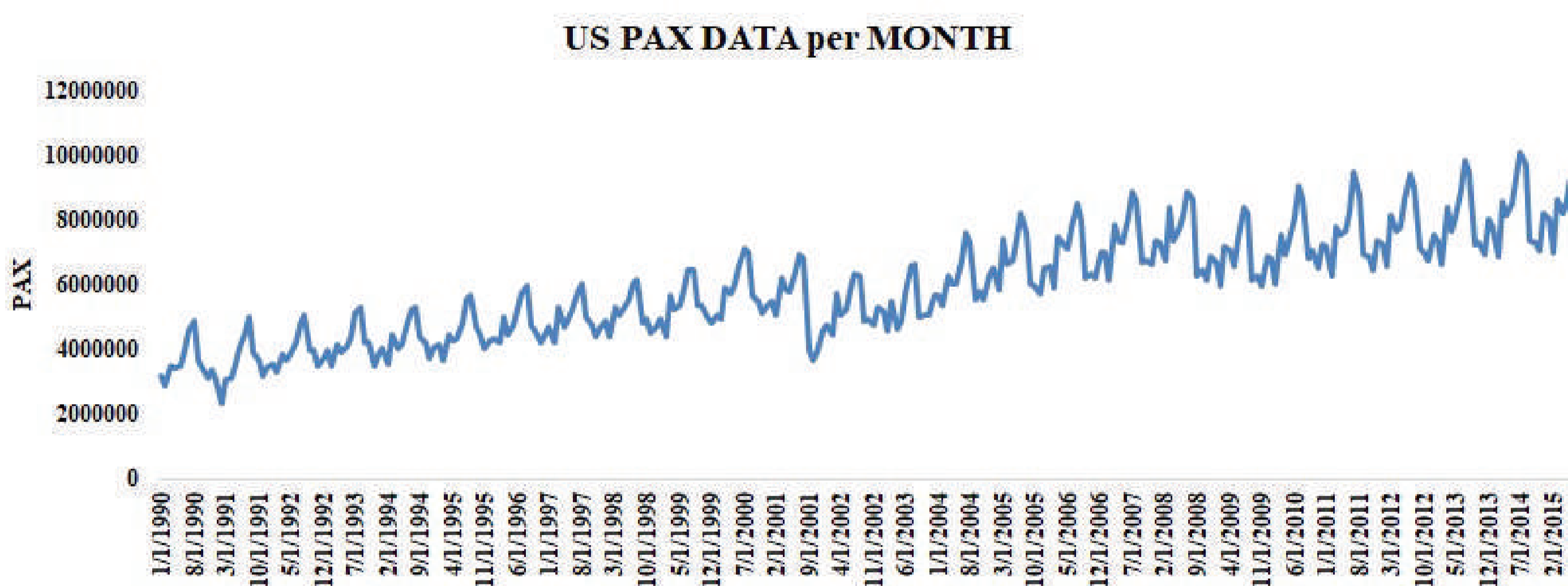


Figura 1. Demanda de pasajeros (enero 1990 a enero 2015).

## Resultados

La figura 1 muestra que la demanda de pasajeros de Estados Unidos no es estacionaria, por lo que se aplica una diferencia regular de orden uno y una diferencia estacional de orden 12. La figura 2 muestra el pronóstico de la demanda de pasajeros de transporte aéreo de Estados Unidos usando el modelo SARIMA-Grey. La figura 3 lo presenta usando el DTGM.

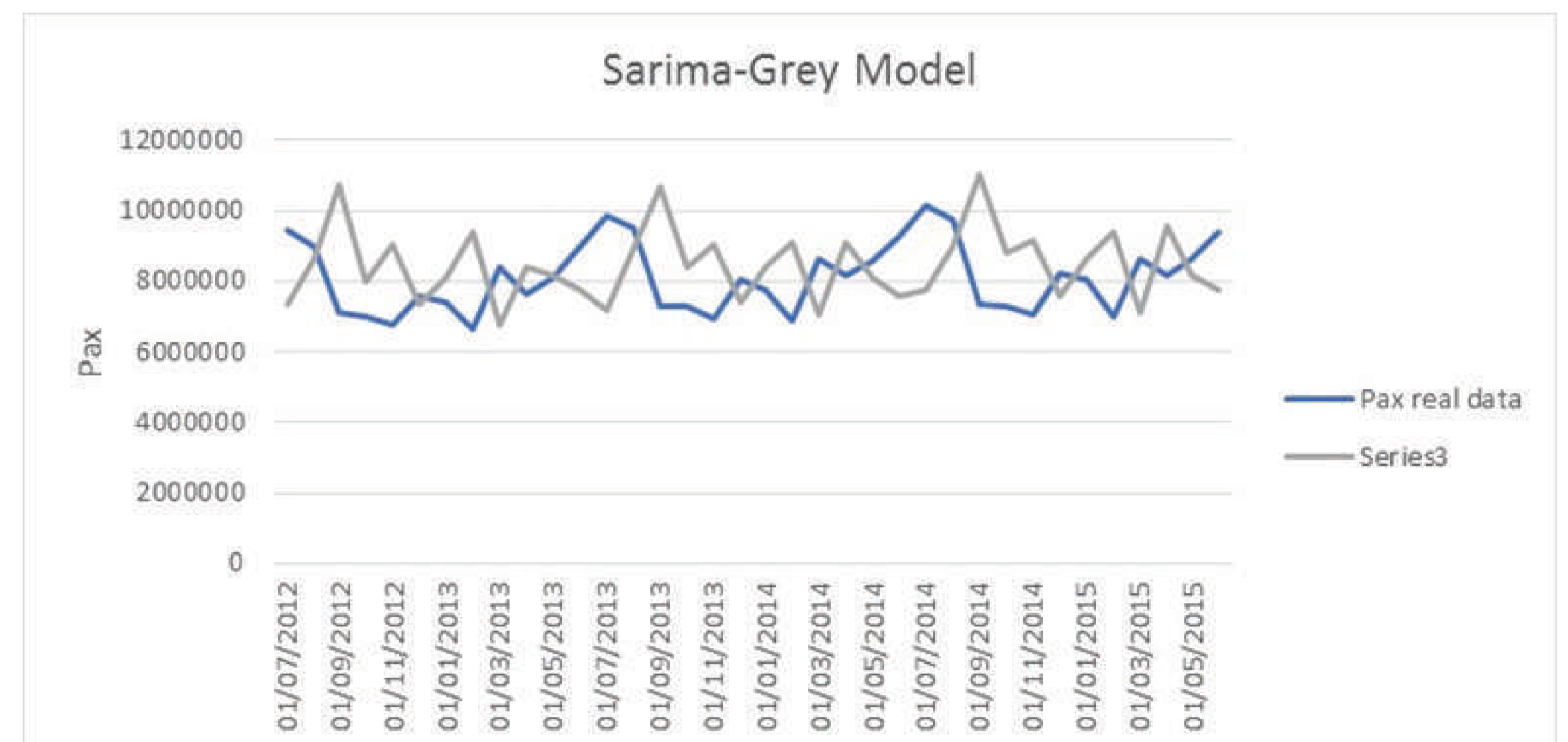


Figura 2. Pronóstico de la demanda de pasajeros con SARIMA-Grey.

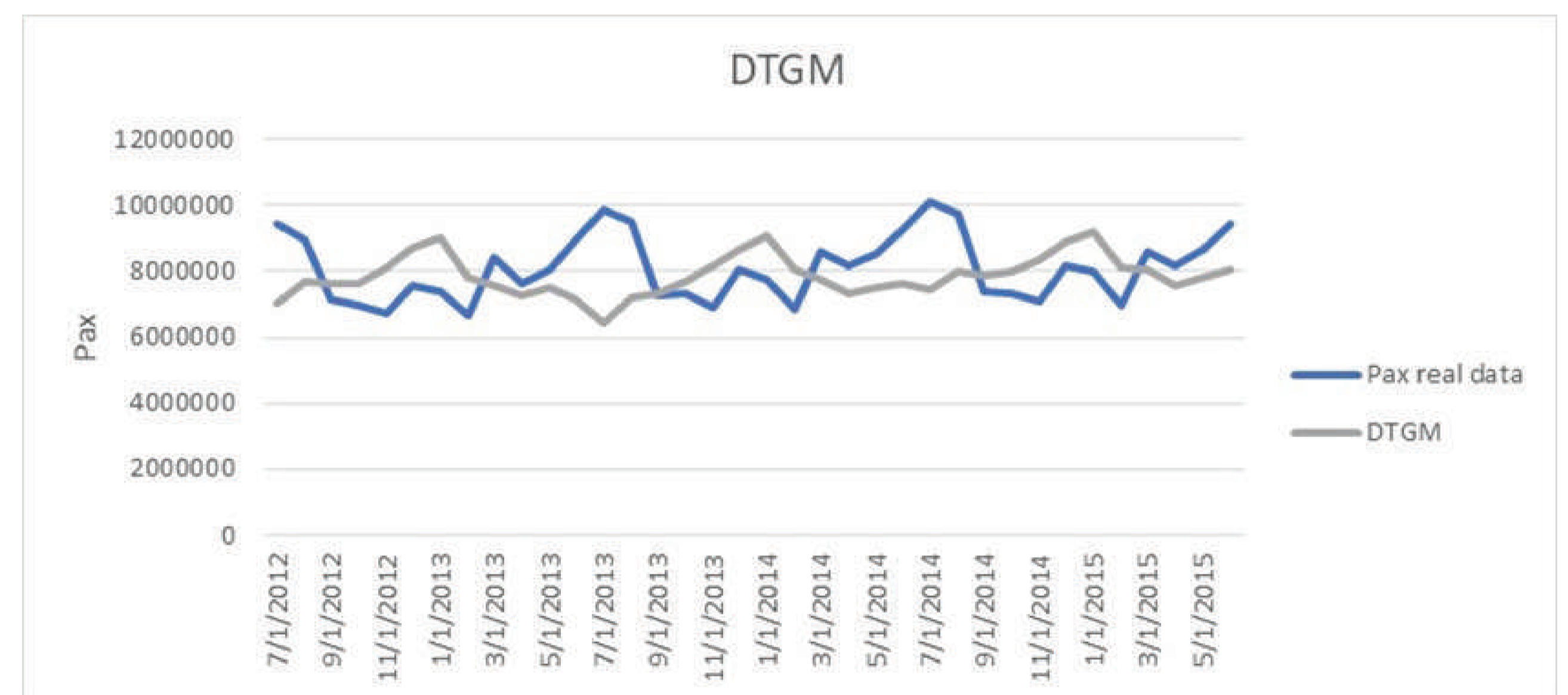


Figura 3. Pronóstico de la demanda de pasajeros con DTGM.

## Discusión

El modelo SARIMA-Grey permite pronosticar datos estacionales, ya que captura los efectos de la estacionalidad usando los datos reales. El modelo suaviza el pronóstico basado en datos históricos y no se basa en el pronóstico. El modelo puede pronosticar horizontes a corto, mediano y largo plazo pero, a diferencia del DTGM que solo necesita 4 datos, SARIMA-Grey necesita más. Sin embargo, pocos datos reales pueden ser un problema para poder captar el comportamiento de una serie de datos estacional para cualquier modelo de pronóstico.

## Referencias

1. Carmona BR, Carmona PR, Lodewijks G, Nabais JL. Damp trend grey model forecasting method for airline industry. Journal of Expert Systems with Applications. 2013;40(12):4915-4921.
2. Kayacan E, Ulutas B, Kaynak O. Grey system theory based models in time series prediction. Expert Systems with Applications. 2010;37:1784-1789.
3. Bureau of Transportation Statistics (1991-2016) Data and Statistics. [Internet]. Disponible en: [https://www.rita.dot.gov/bts/data\\_and\\_statistics/Index.html](https://www.rita.dot.gov/bts/data_and_statistics/Index.html).