

Práctica empresarial y modelo de pronóstico del IPP de oferta interna en Enel Colombia S.A ESP

Julian David Botero Pastrana

Trabajo de Grado para Optar por el Título de Economista

Directora:

Josefa Ramoni Perazzi

Economista, PhD. Economía

Universidad Industrial de Santander

Facultad de Ciencias Humanas

Escuela de Economía y Administración

Bucaramanga

2026

**Tabla de contenido**

Introducción .....6

1. Caracterización de la entidad .....7

2. Planteamiento del problema.....8

3. Objetivos .....9

    3.1 Objetivo general.....9

    3.2 Objetivos específicos .....9

4. Justificación .....9

5. Alcance de la práctica .....10

    5.1 Actividades realizadas .....11

    5.2 Áreas de formación y competencias relacionadas con la práctica .....12

6. Marco Teórico.....13

    6.1 El Índice de Precios al Productor (IPP) .....13

    6.2 Relevancia para la planificación financiera empresarial .....14

    6.3 Modelos de series de tiempo y el modelo ARIMA.....15

7. Revisión bibliográfica.....16

8. Metodología .....18

    8.1 Diseño metodológico .....18

    8.2 Fuentes de información.....19

    8.3 Técnicas de análisis.....19

    8.4 Fases para el ajuste y evaluación del modelo del IPP.....19

9. Análisis y Resultados.....	20
9.1 Análisis Descriptivo del IPP.....	20
9.1.1 Evolución Histórica del IPP.....	21
9.1.2 Comportamiento interanual .....	22
9.1.3 Autocorrelación del IPP.....	23
9.2 Modelo de Pronóstico del IPP.....	24
9.2.1 Identificación del modelo .....	25
9.2.2 Estimación de parámetros del modelo .....	28
9.2.3 Diagnóstico del modelo .....	29
9.2.4 Resultados del Pronóstico .....	31
10. Conclusiones.....	33
Referencias Bibliográficas.....	35

**Lista de Tablas**

Tabla 1. Resultados de la prueba de Dickey-Fuller aumentada para la serie IPP (2010 - 2025)...28

Tabla 2. Resultados de la estimación del modelo SARIMA(1/10,1,0)(1,0,1)[6] .....31

Tabla 3. Valores pronosticados IPP septiembre 2025 - febrero 2026.....35

**Lista de Figuras**

Figura 1. Evolución mensual del IPP de oferta interna (enero 2000 - agosto 2025) .....25

Figura 2. Variación interanual del IPP de oferta interna (2000 - 2025) .....26

Figura 3. Correlograma simple del IPP.....28

Figura 4. Correlograma simple del IPP con la primera diferencia .....29

Figura 5. Correlograma parcial del IPP con la primera diferencia .....30

Figura 6. Periodograma y prueba de ruido blanco de Bartlett .....32

Figura 7. Estabilidad del modelo mediante el círculo unitario .....33

Figura 8. Valores reales y pronósticos del IPP .....34

Figura 9. IPP real y valores pronosticados.....35

## Resumen

**Título:** Práctica empresarial y modelo de pronóstico del IPP de oferta interna en Enel Colombia S.A ESP\*

**Autor:** Julian David Botero Pastrana\*\*

**Palabras clave:** Índice de Precios al Productor, Modelos de series de tiempo, Metodología Box Jenkins

**Descripción:** El presente trabajo de grado toma como punto de partida la experiencia obtenida durante la práctica empresarial en Enel Colombia S.A ESP, y se desarrolla un modelo econométrico de pronóstico del Índice de Precios al Productor (IPP) de oferta interna, un indicador fundamental para medir cambios en los precios de productos a nivel interno, además de usarse como indexador para el precio de la energía en contratos de largo plazo. En línea con lo anterior, este ejercicio busca aportar una mirada complementaria que fortalezca la comprensión del comportamiento del IPP y poder ofrecer una herramienta de apoyo a la planificación financiera en el sector energético. Para ello se hace un análisis breve del comportamiento histórico del indicador y sus variaciones utilizando información mensual del DANE desde el año 2000. A partir de la metodología de Box-Jenkins, se estimó un modelo SARIMA de la serie con información del período 2010 - 2025. Los pronósticos que se generaron reflejan un adecuado ajuste del modelo, estos proyectan un comportamiento relativamente estable del IPP a corto plazo con mínimas variaciones. Este ejercicio demuestra la utilidad de los modelos de series de tiempo en el análisis y la anticipación de variables macroeconómicas, a la vez que aporta un enfoque replicable y transparente para la estimación del IPP tanto en contextos empresariales como académicos.

\* Trabajo de grado

\*\* Facultad de Ciencias Humanas. Escuela de Economía. Directora: Josefa Ramoni Perazzi. Doctora en Economía.

### **Abstract**

**Title:** Business internship and forecasting model for the internal offer IPP at Enel Colombia S.A.

ESP\*

**Author:** Julian David Botero Pastrana\*\*

**Keywords:** Producer Price Index, Time Series Models, Box Jenkins Methodology

**Description:** This study takes as its starting point the experience gained during an internship at Enel Colombia S.A ESP, and develops an econometric model for forecasting the Producer Price Index (PPI) for internal supply, a key indicator for measuring changes in domestic product prices, as well as being used as an index for energy prices in long-term contracts. In line with the above this exercise seeks to provide a complementary perspective that strengthens the understanding of the behavior of the PPI and to offer a tool to support financial planning in the energy sector. To this end, a brief analysis of the historical behavior of the indicator and its variations is carried out using monthly information from DANE since 2000. Using the Box-Jenkins methodology, a SARIMA or the series was estimated with information from the period 2010 - 2025. The forecasts generated reflect an adequate adjustment of the model, projecting relatively stable PPI behavior in the short term, with minimal variations. This exercise demonstrates the usefulness of time series models in the analysis and anticipation of macroeconomic variables, while providing a replicable and transparent approach to estimating the PPI in both business and academic contexts.

\* Undergraduate Thesis

\*\* Faculty of Human Science. School of Economics and Administration. Thesis Advisor: Josefa Ramoni Perazzi. PhD in Economics.

## Introducción

La práctica empresarial se llevó a cabo en Enel Colombia S.A. ESP en la unidad de Control Industrial E&CM Col&Cam<sup>1</sup>, dentro de la organización esta área es responsable de funciones relacionadas con la planificación y el control financiero de la organización. Durante dicha experiencia se llevaron a cabo actividades tales como: la actualización de manuales internos, revisión de provisiones, validación de información en los cierres contables, gestión presupuestal y la administración de objetos de control en el sistema financiero. Cabría aclarar que, aunque estas labores son operativas, a lo largo de la experiencia se logró comprender que son estratégicas para asegurar la calidad y confiabilidad de la información utilizada en la toma de decisiones empresariales.

La experiencia, además de permitir aplicar conocimientos adquiridos en el programa de economía, también contribuyó a evidenciar la relevancia de los indicadores macroeconómicos en la planificación financiera de sectores como el energético. En este trabajo particularmente, el Índice de Precios al Productor (IPP) de oferta interna ocupa un lugar central, pues los contratos de energía de Enel Colombia, tanto en el mercado regulado como el no regulado, se encuentran indexados a este indicador. Existen informes como los de Corficolombiana y de la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) que señalan un comportamiento volátil de este indicador en los últimos años, lo que por supuesto, llega a plantear un desafío para empresas sensibles a este indicador afectando directamente la proyección sus de ingresos y estabilidad financiera.

---

<sup>1</sup> Energy & Commodity Management Colombia and Central America

Con este panorama en cuenta, el trabajo busca enriquecer la experiencia práctica sumando un componente que sea de carácter analítico y aplicado: el desarrollo de un modelo de pronóstico del IPP utilizando técnicas econométricas de series de tiempo. Dicho modelo se plantea como una herramienta de apoyo para fortalecer los procesos de planificación financiera y a su vez, poder reducir la incertidumbre asociada a la indexación de precios. Aunque durante la práctica se participó en el ajuste de un modelo interno de proyección del IPP desarrollado en Python, este trabajo no pretende replicarlo, sino desarrollar un modelo alternativo con fines académicos y de validación metodológica.

De esta manera, el trabajo combina dos dimensiones que se complementan: por un lado, la documentación y análisis de las funciones ejecutadas durante la práctica que consolidaron habilidades en gestión financiera y apoyo a procesos de cierre contable, y por otro lado, se plantea desarrollar un modelo econométrico de pronóstico, cuyo aporte permite convertirse en una propuesta con utilidad tanto para la empresa como en el ámbito académico en relación con el sector energético colombiano.

### **1. Caracterización de la entidad**

Enel Colombia S.A. ESP es una pieza central dentro del Grupo Enel, una multinacional de amplia trayectoria y presencia en más de treinta países que posee gran alcance y participación en la generación y distribución de energía eléctrica a nivel global, donde se destaca también por su firme compromiso con la transición energética y una visión orientada hacia la sostenibilidad. Esto lo deja posicionado como uno de los principales productores de energía limpia a través de proyectos solares, eólicos, geotérmicos e hidroeléctricos, los cuales son pilares en su estrategia empresarial. En la región de Latinoamérica, Enel mantiene operaciones en Argentina, Brasil,

Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Panamá y Perú, donde atiende a más de 27 millones de clientes, lo que refuerza la idea de su influencia en la tendencia energética regional y el ritmo de su transición.

En Colombia, Enel desarrolla actividades clave que abarcan la mayor parte de la cadena de valor de la energía eléctrica, entre ellas encontramos: generación, distribución y comercialización. La empresa es responsable del suministro de energía en Bogotá y Cundinamarca, atendiendo a más de 3 millones de usuarios. Además, opera activos de generación en distintas regiones del país, esto incluye plantas hidroeléctricas y termoeléctricas; en su historia dentro de la región, esta empresa se ha consolidado como un actor fundamental en el impulso de las energías renovables y la modernización del sistema eléctrico nacional. Con su enfoque innovador y sostenible, sumado a su visión del futuro, resulta imposible ignorar que Enel contribuye de manera significativa al desarrollo energético del país.

## **2. Planteamiento del problema**

Enel Colombia participa de manera activa en la comercialización de energía por medio de contratos a largo plazo tanto en el mercado regulado como el no regulado, los cuales son fundamentales para la estabilidad de los ingresos y además se encuentran indexados al IPP de oferta interna, el cual, observando su reciente comportamiento muestra variaciones atípicas que dificultan la proyección de los ingresos e incrementa la incertidumbre.

Dicho acontecimiento plantea un reto significativo para la empresa y sectores directa o indirectamente relacionados, pues la evolución del IPP tiene efecto sobre la estimación de los precios de la energía. Aunque las áreas de planificación y control financiero cuentan con procedimientos y un modelo corporativo de proyección del indicador, este solo responde a fines

inmediatos y operativos, y no se concibe como una herramienta que esté documentada metodológicamente ni que sea replicable en un entorno académico.

La ausencia de un modelo de pronóstico construido y validado desde un enfoque investigativo se encuentra con una barrera que lo limita, la cual es la posibilidad de evaluar de manera sistemática y transparente el comportamiento del IPP y, con ello, de diseñar escenarios prospectivos con bases robustas. Frente a este panorama, surge la necesidad de desarrollar un modelo alternativo que se fundamenta en técnicas econométricas de series de tiempo y complementa el ejercicio corporativo para contribuir a una planificación más sólida.

### **3. Objetivos**

#### **3.1 Objetivo general**

Desarrollar un modelo de pronóstico del Índice de Precios al Productor (IPP) de oferta interna, articulado con las actividades realizadas en el área de Planificación y Control de Enel Colombia, con el fin de anticipar sus fluctuaciones, fortalecer la proyección de ingresos y aportar insumos para la toma de decisiones financieras.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Contextualizar el trabajo de grado a partir de las actividades realizadas en la práctica empresarial, vinculándolas con la necesidad de un modelo de pronóstico del IPP.
2. Describir la relevancia del IPP de oferta interna como índice de referencia en la indexación de contratos y la planificación financiera.
3. Evaluar la validez y desempeño del modelo econométrico de series de tiempo ajustado para el IPP.

#### **4. Justificación**

La práctica empresarial permitió comprender de manera integral la importancia de la planificación y control financiero en el sector energético. En organizaciones dentro de este sector, la calidad de la información y su adecuada gestión, son factores que determinan la toma de decisiones estratégicas, especialmente en entornos que se ven afectados por la volatilidad de precios y existe la necesidad de proyectar ingresos con precisión. Es por esto que el IPP de oferta interna adquiere una gran relevancia como índice de referencia para la planificación en el sector energético.

Este trabajo integra entonces, la experiencia práctica con un componente analítico aplicado: el desarrollo de un modelo econométrico de pronóstico del IPP, el cual busca anticipar el comportamiento del índice y poder construir escenarios más confiables. La justificación del trabajo se sustenta en dos dimensiones:

1. Académica: aplicando los conocimientos de economía y econometría a un problema real, lo que aporta transparencia metodológica y replicabilidad en la construcción del modelo.
2. Empresarial: proponiendo una herramienta que complemente los procesos de la compañía, ofreciendo una referencia adicional para poder mejorar la estimación de ingresos y fortaleciendo la gestión de riesgos en un entorno económico incierto.

#### **5. Alcance de la práctica**

El presente trabajo de grado comprende por una parte el desarrollo de la práctica empresarial realizada, entonces, el alcance del proyecto comprende dos dimensiones complementarias:

1. Dimensión práctica: consiste en contextualizar el trabajo de grado a partir de las actividades desarrolladas durante la práctica empresarial, mostrando cómo estas se relacionan con los procesos de planificación y control financiero en la compañía.
2. Dimensión analítica: corresponde al desarrollo de un modelo econométrico de pronóstico del IPP de oferta interna, basado en series históricas publicadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) y en metodologías de series de tiempo. El modelo tiene como propósito anticipar la evolución del indicador y evaluar su utilidad como herramienta de apoyo en la planificación financiera y en la proyección de ingresos de la empresa.

El trabajo no contempla la inclusión de datos internos confidenciales de Enel Colombia y tampoco la intervención directa en decisiones estratégicas de la empresa; el análisis aquí desarrollado se basa en fuentes oficiales y secundarias, complementadas con el conocimiento obtenido durante la práctica. De esta forma, el alcance del proyecto se delimita a la construcción de un insumo académico y aplicado que refuerza la conexión entre el ejercicio profesional y el estudio de variables macroeconómicas relevantes para el sector energético.

### **5.1 Actividades realizadas**

Durante la práctica en la unidad de Control Industrial E&CM Col&Cam de Enel Colombia se desarrollaron actividades orientadas a apoyar los procesos de planificación y control financiero de la organización. Aunque de carácter principalmente operativo, estas tareas resultaron estratégicamente relevantes porque contribuyeron a garantizar la calidad de la información empleada en la toma de decisiones. Entre las principales se encuentran:

1. Actualización del manual del practicante, con el propósito de sistematizar los procedimientos del área y facilitar la continuidad de las labores asignadas a futuros aprendices.
2. Revisión de provisiones de ingresos, costos variables y del indicador OPEX<sup>2</sup>, contribuyendo al seguimiento de la información financiera clave para el cierre contable.
3. Gestión de reclasificaciones contables por PEPs<sup>3</sup> y cuentas, orientadas a asegurar la coherencia y confiabilidad de los registros financieros.
4. Apoyo en actividades propias del cierre contable, tales como la corrida de macros, validación de datos y formulación de archivos, insumos necesarios para consolidar los reportes del área.
5. Creación de objetos de control y traslados presupuestales en el sistema financiero, lo que permitió una adecuada asignación de recursos entre proyectos, áreas y cuentas.
6. Apoyo en la ejecución mensual del modelo interno de proyección del IPP, lo que favoreció la estimación de escenarios para el año en curso y reforzó la conexión entre los indicadores macroeconómicos y la planificación empresarial.
7. Participación en las actividades de los Sistemas Integrados de Gestión, relacionadas con el cumplimiento de políticas internas, autocuidado y prevención del riesgo.

El desarrollo de estas actividades favoreció el fortalecimiento de competencias prácticas en gestión financiera y el análisis de información. Asimismo, contribuyeron a desarrollar habilidades para desenvolverse en un entorno empresarial complejo como el del sector energético.

---

<sup>2</sup> Operating Expenses: gastos operativos para mantener el funcionamiento de una empresa.

<sup>3</sup> Project Element Plan: elemento de un proyecto para estructurar y organizar actividades dentro de este.

## **5.2 Áreas de formación y competencias relacionadas con la práctica**

Este trabajo se sitúa dentro de áreas de formación relacionadas con la economía aplicada, aquellas con énfasis en el análisis económico, finanzas y econometría. Estas áreas de formación resultaron esenciales para la práctica empresarial en Enel Colombia y para la construcción del modelo de pronóstico, ya que proporcionaron tanto los fundamentos técnicos como teóricos para poder comprender la relación entre variables económicas e implementar modelos de pronóstico de series de tiempo.

La experiencia en Enel permitió afianzar competencias propias del programa de economía, donde se puede destacar la capacidad de análisis de información económica y financiera para evaluar el impacto de variables macroeconómicas como el IPP; también se pudo fortalecer las competencias en relación con el uso de herramientas cuantitativas y econométricas para analizar datos y construir modelos de pronóstico.

Adicionalmente, esta experiencia propició una mejor comprensión de la dinámica de los mercados energéticos y su regulación, y también los procesos de toma de decisiones financieras en escenarios de incertidumbre. Por lo que, al integrar el conocimiento teórico con la experiencia profesional se consolida una visión crítica, analítica y aplicada, en sintonía con el perfil profesional que promueve la Universidad Industrial de Santander.

## **6. Marco Teórico**

### **6.1 El Índice de Precios al Productor (IPP)**

El Índice de Precios al Productor (IPP) es un indicador de la economía publicado cada mes por el DANE y nos permite observar la variación promedio de los precios a los que los productores

nacionales venden los bienes y servicios en las primeras etapas del mercado. El IPP no debe confundirse con el Índice de Precios al consumidor (IPC), pues responden de manera distinta a la economía: el IPP reacciona con mayor rapidez a cambios en las condiciones de producción y costos en la economía, mientras que el IPC representa la evolución de precios de los bienes y servicios de mayor consumo (Banco de la República, s.f)

El IPP tiene cobertura a nivel nacional y es construido tomando con referencia la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU Rev. 4 A.C.); por esta razón abarca actividades diversas como la minería, industria manufacturera y agricultura, silvicultura, caza y pesca. La manera en cómo se construye el indicador hacer que su estructura pueda disponer de tres tipos de índices principales: el total nacional, por destino económico y por divisiones industriales (DANE, 2018)

Para comprender la dinámica del IPP, es esencial enmarcarlo en la función que cumplen los precios en una economía de mercado, donde estos actúan como un mecanismo de coordinación entre productores y consumidores: precios más altos incentivan una mayor oferta y desalientan el consumo, mientras que precios más bajos generan el efecto contrario (Samuelson & Nordhaus, 2009). Este mecanismo contribuye a equilibrar la asignación de recursos y permiten ajustar las decisiones de producción y consumo ante cambios en la demanda o los costos. Bajo esta lógica, el IPP, al reflejar la evolución de los precios desde el lado de la oferta, aporta información relevante sobre la estructura de costos de los sectores productivos, los niveles de rentabilidad y la competitividad. Asimismo, su uso como insumo para la formulación de políticas públicas y la negociación de contratos (Pérez, 2014) da a entender su importancia como herramienta para comprender el comportamiento de los mercados.

## **6.2 Relevancia para la planificación financiera empresarial**

La planificación financiera requiere proyectar la evolución de los costos y los ingresos futuros, por lo que las empresas emplean modelos de proyección y técnicas cuantitativas para anticipar posibles variaciones de precios, insumos u otros factores relevantes (Horngren et al., 2012). De esta manera, disponer de herramientas que permitan proyectar el comportamiento de los costos de producción y evaluar escenarios alternativos se convierte en un recurso estratégico para atenuar dicha incertidumbre y favorecer la toma de decisiones empresariales.

De manera complementaria, en contextos internacionales, el Producer Price Index (PPI) se ha usado como referencia en los contratos de largo plazo y formulación de precios, dada su alta sensibilidad a los costos de producción (U.S. Bureau of Labor Statistics, 2021). Por lo tanto, se entiende que el IPP no solo es un indicador macroeconómico de referencia, sino además, un instrumento de gran relevancia en la gestión corporativa. Su análisis y proyección permiten a las empresas una mayor capacidad para enfrentar escenarios de volatilidad y robustecer procesos de planificación que estén a la par del entorno económico.

## **6.3 Modelos de series de tiempo y el modelo ARIMA**

El análisis de series de tiempo es esencial en el campo de la economía, pues nos permite modelar y pronosticar la evolución de variables, como lo es en el caso de este ejercicio sobre el IPP. Dentro de este enfoque, uno de los métodos más utilizados es el modelo ARIMA (Autoregressive Integrated Moving Average), este método fue propuesto por Box y Jenkins en la década de 1970, el modelo ARIMA amplía el modelo ARMA(p,q) donde en este primero se incorpora un componente de diferenciación para lograr transformar series no estacionarias en estacionarias en caso de ser necesario. En este sentido:

- La parte autorregresiva (AR) captura la dependencia lineal de los valores presentes respecto a rezagos pasados de la propia serie.
- La parte de integración (I) refleja el número de veces que la serie debe diferenciarse para alcanzar estacionariedad.
- La parte de medias móviles (MA) incorpora el efecto de perturbaciones pasadas (errores) en el valor actual de la serie.

En su forma expandida, el modelo ARMA(p,q) se expresa como:

$$Y_t = c + E_t + \sum_{i=1}^p \alpha Y_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta E_{t-i}$$

Donde:

- $p$  es del orden del polinomio autorregresivo.
- $q$  es el orden del polinomio para las medias móviles.
- $\alpha$  son los parámetros autorregresivos.
- $\theta$  los parámetros de medias móviles.
- $c$  es una constante.
- $E$  corresponde al término de error.

Al incorporar el operador de diferenciación  $(1 - L)^d$ , se obtiene la formulación general del ARIMA(p,d,q):

$$Y'_t = c + E_t + \sum_{i=1}^p \alpha Y'_{t-i} + \sum_{i=1}^q \theta E_{t-i}$$

donde  $Y'_t = (1 - L)^d Y_t$  representa la serie diferenciada  $d$  veces, condición necesaria para que el modelo capture adecuadamente la dinámica de la serie en un contexto estacionario.

## 7. Revisión bibliográfica

La literatura especializada resalta la importancia del IPP como insumo para el análisis económico y la planificación financiera. Tang et al. (2019) han destacado que la precisión en su predicción es importante para la labor económica, en ámbitos como: la indexación de contratos, la construcción de deflatores, la comparación de costos entre insumo y productos y la elaboración de previsiones. Complementario a esto, el Manual del Índice de Precios al Productor del FMI (2010) señala que el IPP es fundamental para entender la inflación de origen interno, y que es por esto, que los bancos centrales que los bancos y organismos centrales lo emplean como referencia para diseñar e implementar políticas económicas.

Revisando el caso colombiano, se puede determinar que el IPP ha adquirido un papel central en la indexación de contratos de energía, lo cual ha generado tensiones financieras ante su comportamiento, específicamente, autores como Agudelo y Orbegozo (2022) han señalado que la dependencia de este indicador en la fijación de precios ha expuesto a las empresas del sector a riesgos derivados de su comportamiento, reforzando de esta manera, la idea de que es necesario poder contar con herramientas que permitan anticipar su evolución y en lo posible, reducir la incertidumbre.

Desde una perspectiva metodológica, se ha recurrido a los modelos de series de tiempo para lograr anticipar y entender el comportamiento de variables macroeconómicas y de los precios. Los trabajos de Box y Jenkins introducen los modelos ARIMA y SARIMA, que se consolidaron como referentes por la capacidad de capturar patrones históricos, tendencias y entender la

estacionalidad de los datos. Los modelos han servido de base para estudios recientes que buscan mejorar la predicción del IPP, como el modelo híbrido GA-SVR-ARIMA propuesto por Tang et al. (2019). Por el lado del contexto colombiano, Gómez et al. (2020) aplican modelos SARIMA, SARIMAX y VAR para poder estimar el precio de la energía en bolsa, lo que muestra la utilidad del enfoque en sectores volátiles y de relevancia para la planificación.

En lo que refiere el ámbito regulatorio, la CREG (2024) ha venido advirtiendo sobre la importancia de fortalecer los mecanismos de planificación que incorporen el seguimiento del IPP, pues tiene gran impacto en la rentabilidad de los contratos de largo plazo del sector eléctrico; tal recomendación refuerza la idea de contar con modelos de pronóstico para la construcción de escenarios y generación de estrategias de mitigación.

En síntesis, la revisión de la literatura evidencia dos puntos clave:

1. El IPP es un indicador fundamental en la planificación económica, destacando su relación con sectores regulados como el energético.
2. Los modelos de series de tiempo son una herramienta bastante útil para anticipar su comportamiento, esto aporta tanto valor tanto a la investigación académica como a la planificación empresarial.

## **8. Metodología**

El trabajo adopta un enfoque aplicado y cuantitativo que se orienta por medio del análisis de series de tiempo con el fin de ajustar un modelo de pronóstico para el Índice de Precios al Productor (IPP) de oferta interna en Colombia. La metodología que se sigue se estructura en cuatro componentes principales: diseño, fuentes de información, técnicas de análisis y fases de modelado.

## **8.1 Diseño metodológico**

La investigación tiene un diseño no experimental y longitudinal, centrado en el estudio de la serie histórica del IPP de enero de 2000 hasta agosto del 2025 publicada por el DANE. El objetivo es identificar patrones de comportamiento, observar su volatilidad y evaluar un modelo econométrico que permita proyectar cómo evoluciona el índice; no se involucran datos internos confidenciales de Enel Colombia, en cambio, la experiencia permitió resaltar la importancia del indicador en la planificación financiera de la empresa y el sector energético.

## **8.2 Fuentes de información**

Las principales fuentes utilizadas son:

1. Publicaciones mensuales del DANE sobre el IPP de oferta interna, tanto a nivel agregado como desagregado por sectores.
2. Reportes económicos del Banco de la República y de entidades de investigación económica.
3. Literatura académica sobre series de tiempo y modelos de pronóstico.

## **8.3 Técnicas de análisis**

El análisis se desarrolla en dos niveles:

1. Análisis exploratorio y descriptivo: incluye la revisión gráfica de la serie y la identificación de patrones de tendencia o estacionalidad. Este paso permite contextualizar el comportamiento del IPP antes de proceder con la modelación.

2. Modelación econométrica: se utiliza la metodología de Box-Jenkins (1976) para modelar series de tiempo y se evalúa capacidad de ajuste en la serie del IPP. Todos los cálculos econométricos se realizaron en el software Stata.

#### **8.4 Fases para el ajuste y evaluación del modelo del IPP**

Para el ajuste y la evaluación del modelo se hace conforme a cuatro fases relacionadas en línea con la metodología de Box-Jenkins descritas a continuación:

- Fase 1. Identificación del modelo: En esta etapa se determinaron las posibles especificaciones ARIMA o SARIMA; en primer lugar se realiza la verificación de estacionariedad a través de una prueba de raíz unitaria, el análisis gráfico de la serie y de sus funciones de autocorrelación para aplicar transformaciones en caso de ser necesario, posteriormente se proponen combinaciones tentativas de órdenes (p,d,q) y, en caso de ser necesario, de componentes estacionales (P,D,Q)[S].
- Fase 2. Estimación de parámetros: Una vez propuesto el modelo candidato, se procedió a la estimación de sus parámetros y sus coeficientes fueron evaluados por medio de pruebas de significancia individual; esto se hace con el fin de garantizar la consistencia del modelo ajustado.
- Fase 3. Diagnóstico del modelo: En esta fase se examinó la independencia y aleatoriedad de los residuos para determinar si se comportan como ruido blanco, se aplicó la prueba de Bartlett para ruido blanco con el fin de identificar posible correlación serial y se analizó la estabilidad del modelo mediante la verificación de sus raíces. Estos procedimientos permiten valorar la validez y solidez de las especificaciones estimadas.

- Fase 4. Pronóstico: Tras la selección del modelo más adecuado, se valida el modelo fuera de muestra. Finalmente, se elaboraron proyecciones con la serie completa para poder analizar su comportamiento en el futuro.

## **9. Análisis y Resultados**

### **9.1 Análisis Descriptivo del IPP**

Para poder comprender el comportamiento histórico del IPP de oferta interna, se realizó un análisis descriptivo del indicador usando la serie mensual publicada por el DANE (2000 - 2025). Esto constituye un acercamiento inicial para que se puedan identificar patrones, tendencias y choques que hayan podido influir en la dinámica del índice.

#### **9.1.1 Evolución Histórica del IPP**

Un análisis de la evolución histórica evidencia la tendencia crecimiento del indicador y sus fluctuaciones en las últimas dos décadas. La Figura 1 ilustra de manera general dicho comportamiento:

**Figura 1**

*Evolución mensual del IPP de oferta interna (enero 2000 - agosto 2025)*



*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

En efecto, la evolución histórica muestra un crecimiento sostenido a lo largo de todo el recorrido de la serie, con cierta aceleración temporal posiblemente atribuible a factores de coyuntura que impactaron en los costos de producción, como lo fueron la recuperación económica tras la pandemia, el encarecimiento de las materias primas y presiones inflacionarias a nivel internacional. Es por esto que el período (2021 - 2022) se convierte en una etapa atípica respecto a la trayectoria histórica del indicador y su dinámica tradicional. Sin embargo, se debe destacar que posterior a este período la serie parece retomar un comportamiento cercano a su trayectoria histórica.

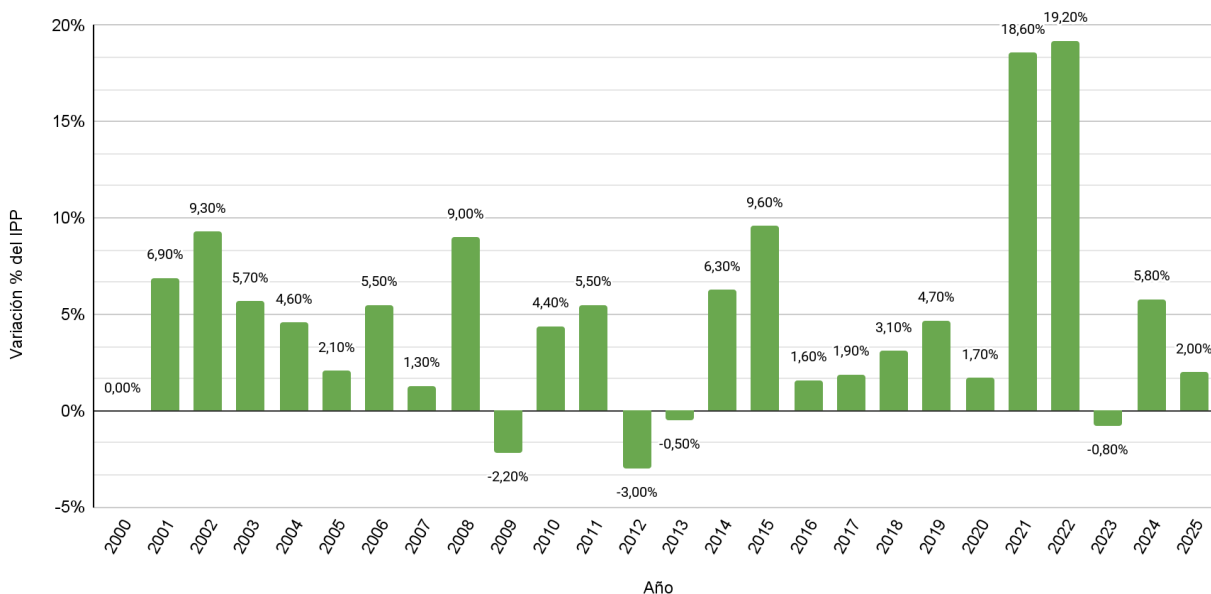
### **9.1.2 Comportamiento interanual**

Tras revisar la trayectoria histórica del IPP se examina el comportamiento de sus variaciones interanuales. Aunque se esperan observaciones similares, ver estos cambios nos

permite dimensionar con precisión la magnitud de las fluctuaciones en el índice de un año a otro, permitiendo ver de manera más detallada los cambios entre los periodos de estabilidad relativa de aquellos en los que se presentaron incrementos o caídas abruptas. La Figura 2 permite observar la tasa de variación anual del IPP:

**Figura 2**

*Variación interanual del IPP de oferta interna (2000 - 2025)*



*Nota.* La variación 2024 - 2025 se hizo con los meses de diciembre y agosto respectivamente. Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

Al examinar estas variaciones interanuales se refuerza lo observado en la trayectoria histórica y se destaca la magnitud del incremento anteriormente mencionado, con crecimientos de casi 20% en 2021 y 2022, muy superiores a 5% aproximado de los restantes periodos, interrumpidos por algunas variaciones negativas puntuales.

## 9.2 Modelo de Pronóstico del IPP

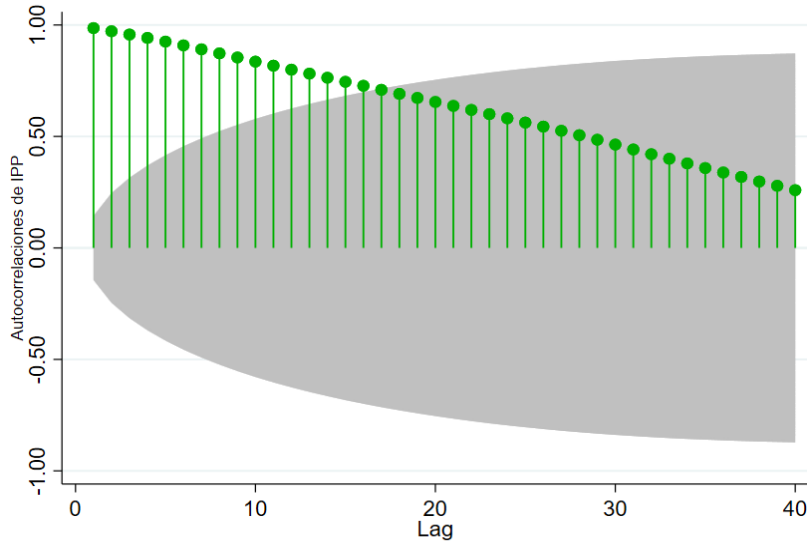
Para construir el modelo de pronóstico se utilizaron datos del índice comprendidos desde el año 2010 hasta agosto del 2025; la construcción se realiza acorde a la metodología de Box y Jenkins anteriormente descrita.

### 9.2.1 Identificación del modelo

A partir del análisis de la evolución histórica del IPP (Figura 1) se sospecha que la serie no es estacionaria. El correlograma simple de la serie 2010 - 2025 muestra una caída lenta y persistente de la función de autocorrelación (ver Figura 3), característico de una serie no estacionaria. Adicionalmente, la prueba de Dickey-Fuller Aumentada (ADF) permite determinar si la serie presenta una raíz unitaria (lo que indica un comportamiento no estacionario) o si, por el contrario, es estacionaria y fluctúa alrededor de un valor medio estable. Su hipótesis nula ( $H_0$ ) plantea que la serie no es estacionaria, frente a la hipótesis alternativa ( $H_1$ ) establece que sí es estacionaria. La prueba ADF se aplicó en la serie incluyendo constante, tendencia, y componentes estacionales (dado al carácter mensual de la serie) cuyos resultados se resumen en la Tabla 1. De acuerdo con el criterio de información de Akaike (AIC) se seleccionó la especificación con 3 rezagos, su p-valor de  $0.1603 > 0.05$  no permite rechazar  $H_0$  y se concluye que la serie no es estacionaria. Similar resultado se obtiene con base en el criterio de información Bayesiano (BIC).

**Figura 3**

*Correlograma simple del IPP*



*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

**Tabla 1**

*Resultados de la prueba de ADF para la serie IPP (2010 - 2025)*

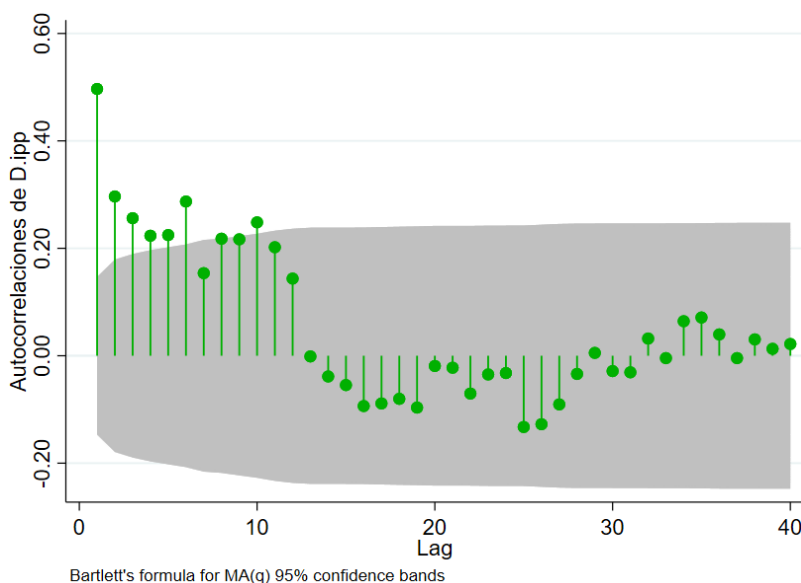
<b>Rezagos</b>	<b>t-adf</b>	<b>F-prob (p-valor)</b>	<b>AIC</b>	<b>BIC</b>
6	-1.875	-	525.89	589.86
5	-1.672	0.0579	527.95	588.72
4	-1.639	0.0815	527.53	585.10
3	-1.571	0.1603	525.68	580.05
2	-1.446	0.0565	528.16	579.34
1	-1.396	0.0863	526.63	574.60
0	-1.044	0.0000	573.30	618.08

*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

Con la serie del IPP transformada aplicando la primera diferencia, se procede a analizar su correlograma simple (Figura 4). En este se observa una caída exponencial en el componente regular y también en el componente estacional (rezagos 1, 6 y 12), por lo que se concluye que la serie solo requiere una diferencia regular para alcanzar estacionariedad y que, si bien se identifica un componente estacional, no requiere diferencia.

**Figura 4**

*Correlograma simple del IPP con la primera diferencia*



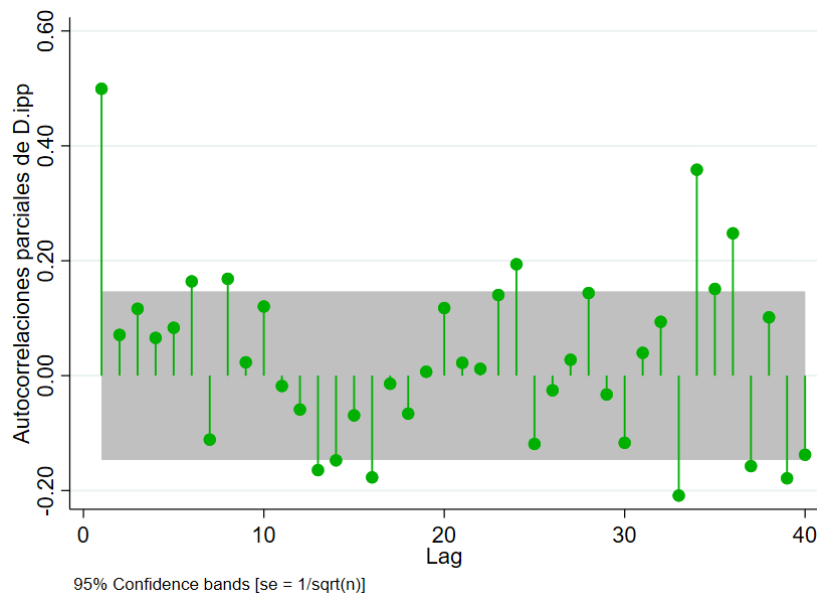
*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

Se ha evidenciado hasta el momento que la serie presenta una diferencia en su componente regular ( $d = 1$ ). A la hora de proponer el modelo adecuado para la serie en estudio, se analizan los correlogramas simple y parcial (ver Figura 5). En el primero se evidencia una caída exponencial en el componente regular, con una correlación significativa en el primer rezago del correlograma parcial, lo que permite sugerir un componente autorregresivo de primer orden AR(1), mientras que

no se identifican señales claras que justifiquen un componente de media móvil MA regular. En la parte estacional, se sugiere la incorporación de componentes AR(1) y MA(1): La correlación significativa en el rezago 6 indica una periodicidad de 6 meses S(6) lo que es consistente con la naturaleza mensual del IPP.

**Figura 5.**

*Correlograma parcial del IPP con la primera diferencia*



*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

De esta manera, se propone un modelo SARIMA(1,1,0)(1,0,1)[6]. No obstante, siendo que el correlograma de los residuos de este modelo mostró autocorrelación significativa en el rezago 10, se añade un componente autorregresivo AR(10) en la parte regular. Así, el modelo finalmente ajustado corresponde a un SARIMA(1/10,1,0)(1,0,1)[6].

### 9.2.2 Estimación de parámetros del modelo

Con base en los resultados de la fase de identificación del modelo, el siguiente paso fue estimar el modelo propuesto, cuyos resultados se resumen en la Tabla 2:

**Tabla 2**

*Resultados de la estimación del modelo SARIMA(1/10,1,0)(1,0,1)[6]*

Parámetro	Coefficiente	Error estándar	p-valor
Constante	129.99	29.135	0.000
AR(1)	1.08	0.0091	0.000
AR(10)	-0.08	0.01016	0.000
AR(1) estacional	0.9170	0.27032	0.001
MA(1) estacional	-0.8715	0.30270	0.004

*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

Así, el modelo resultante se expresa como:

$$\Delta Y_t = 129.48 + 1.08 \Delta Y_{t-1} - 0.08 \Delta Y_{t-10} + 0.91 \Delta Y_{t-6} - 0.87 \varepsilon_{t-6} + \varepsilon_t$$

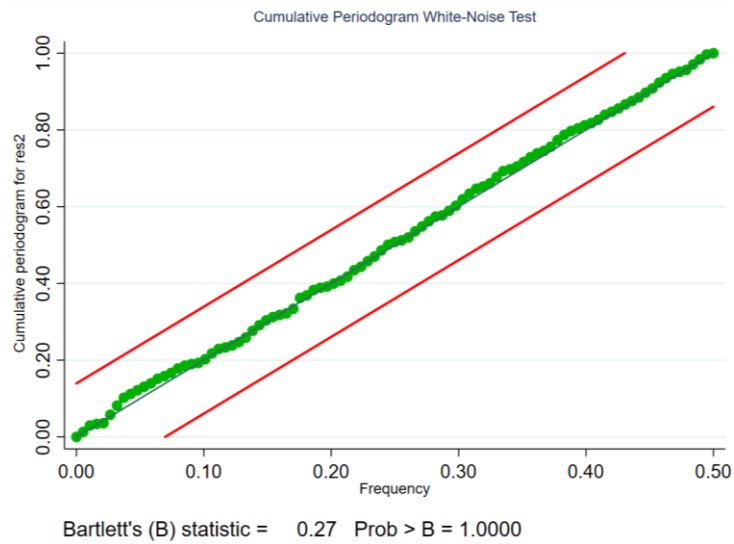
### 9.2.3 Diagnóstico del modelo

En esta etapa, los procedimientos están orientados a verificar la validez del modelo estimado y el cumplimiento de los supuestos. Primero, se analiza si los residuos se comportan como ruido blanco por medio del periodograma y la prueba de Bartlett (ver Figura 6). En el periodograma los valores se mantienen dentro de las bandas de confianza por lo que no quedó comportamiento importante sin explicar en el modelo. Por su parte, la prueba de Bartlett prueba la hipótesis nula de que los residuos son ruido blanco: en este caso, la prueba arroja un p-valor de

$1.000 > 0.05$ , por lo que no se rechaza  $H_0$ . En conjunto, tanto el análisis gráfico como los resultados de la prueba permiten concluir que los residuos del modelo se comportan como ruido blanco. La Figura 7 permite corroborar que las raíces características del modelo caen dentro del círculo unitario, lo que confirma que el modelo es estable y sus parámetros no generan comportamientos explosivos en la serie.

**Figura 6**

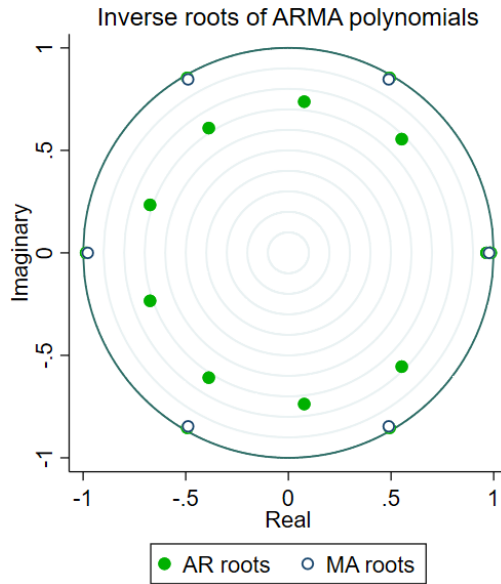
*Periodograma y prueba de ruido blanco de Bartlett*



*Nota.* Las líneas rojas representan las bandas de confianza. Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

**Figura 7**

*Estabilidad del modelo mediante el círculo unitario*



*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

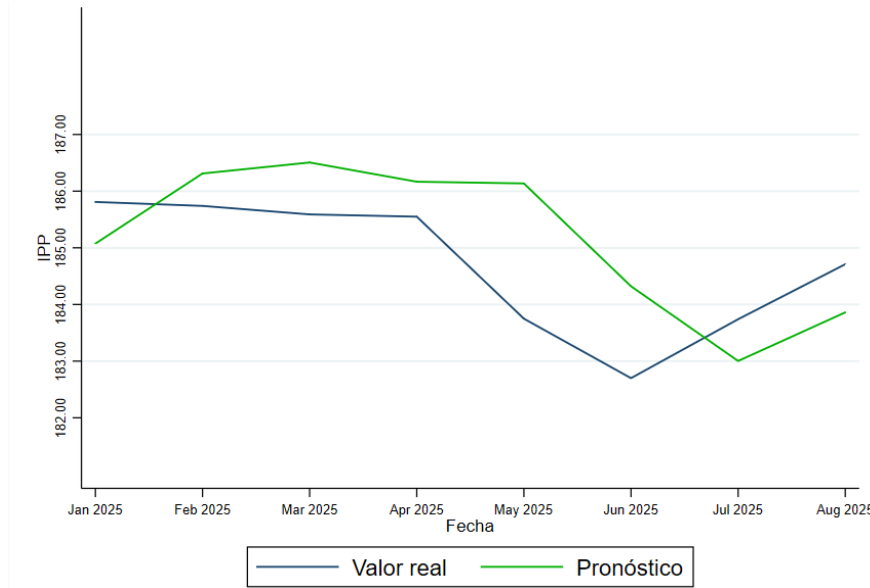
En síntesis, estos resultados permitieron concluir que el modelo está adecuadamente especificado al cumplir los supuestos necesarios, por lo que se respalda la validez del modelo estimado y su idoneidad para representar una dinámica acorde al IPP y por tanto, elaborar pronósticos.

**9.2.4 Resultados del Pronóstico**

En esta fase se aplicó el modelo validado para generar pronósticos del IPP. En primer lugar, se procede a evaluar la capacidad predictiva del modelo mediante un ejercicio de validación fuera de muestra (ver Figura 8), donde se excluyeron las observaciones reales correspondientes al 2025:

**Figura 8**

*Valores reales y pronósticos del IPP*

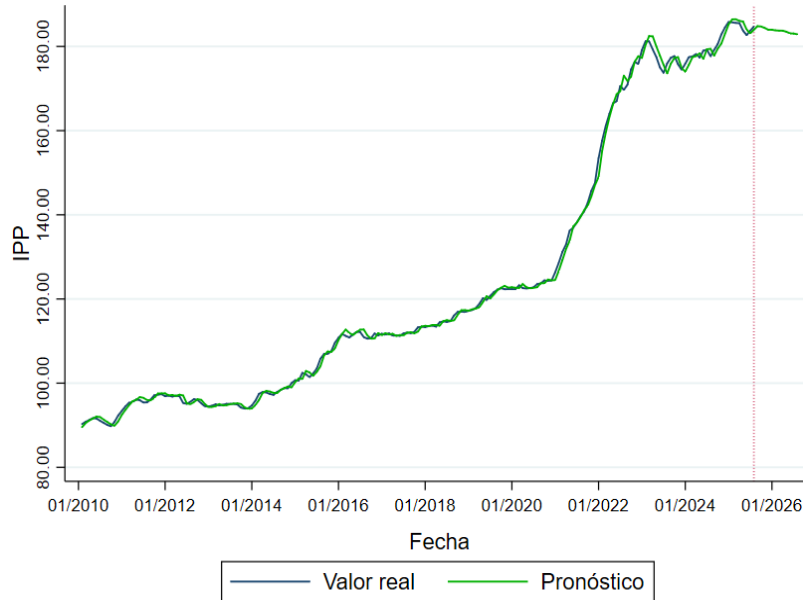


*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

Los resultados evidencian un ajuste aceptable entre los valores reales y las proyecciones hasta agosto del 2025, esto refuerza la idea de que el modelo tiene una adecuada capacidad predictiva. Dado el comportamiento favorable, se usaron todos los datos disponibles (2010 - Agosto 2025) para generar y graficar los pronósticos (Figura 9), estos resultados se resumen para los próximos 6 meses (ver Tabla 3). Se observa que los valores pronosticados se ajustan muy cerca de los originales y las proyecciones indican un comportamiento estable del índice con variaciones pequeñas que reflejan tendencia a volverse estable.

**Figura 9**

*IPP real y valores pronosticados*



*Nota.* La línea roja representa el inicio de los valores pronosticados. Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

**Tabla 3**

*Valores pronosticados IPP septiembre 2025 - febrero 2026*

<b>Fecha</b>	<b>Valor pronosticado</b>	<b>Cambio %</b>
09/2025	184.82	0.47%
10/2025	184.74	-0.04%
11/2025	184.39	-0.19%
12/2025	183.97	-0.23%
01/2026	183.97	0%
02/2026	183.81	-0.09%

*Nota.* Elaboración propia con base en datos del DANE (2025).

## 10. Conclusiones

Durante la experiencia práctica, a través del seguimiento del Índice de Precios al Productor (IPP) de oferta interna, fue posible comprender su papel como referente clave para la gestión de contratos indexados y por tanto, la evaluación de escenarios. A partir de esto, se planteó la necesidad de desarrollar un ejercicio académico que permitiera analizar de forma técnica el comportamiento del IPP y construir un modelo de pronóstico capaz de aportar a la toma de decisiones en contextos empresariales.

Para lograr construir y validar un modelo econométrico de pronóstico del IPP se emplea la metodología Box-Jenkins, bajo la cual se aplicó un modelo SARIMA que permitió capturar la dinámica del indicador, además se aseguró la estabilidad del modelo mediante pruebas de diagnóstico. Los ejercicios de pronóstico y la comparación con los valores reales lograron evidenciar una estrecha correspondencia entre valores y una adecuada capacidad predictiva; los resultados que se observaron en las proyecciones después de agosto del 2025 parecen aportar señales de estabilidad del indicador y por tanto, una señal favorable para los costos de producción.

Adicionalmente, el ejercicio evidencia que los modelos de pronóstico no solo cumplen una función técnica, sino que constituyen herramientas prácticas para la planificación financiera. Para el caso específico de ENEL, contar con estimaciones del IPP contribuye evaluar posibles comportamientos de los ingresos contractuales, y con ello, fortalecer la capacidad de la empresa para gestionar riesgos y formulación presupuestal frente a diferentes escenarios.

Para concluir, en términos académicos y aplicados, el modelo planteado ofrece una herramienta metodológicamente transparente que es fácilmente replicable y puede contribuir a una mejor comprensión de la dinámica del indicador, aunque el modelo generado no puede sustituir los

ejercicios corporativos de proyección y el diseño de nuevos modelos, su valor radica en proporcionar un marco de análisis que puede fortalecer la interpretación de los escenarios macroeconómicos y promover la toma de decisiones informadas en contextos de incertidumbre.

### Referencias Bibliográficas

- Agudelo, J. L. M., & Orbegozo, M. C. (2022, junio). *Inflación de precios de la energía e indexación en Colombia*. Corfi.com. Disponible en: <https://investigaciones.corfi.com/documents/38211/0/Perspectiva%20Sectorial%20%20Energia%20Junio%202022%20vf.pdf/d632ee12-e6fb-223b-43ef-befefdcffb69>
- Banco de la República. (s.f.). Glosario de términos económicos: Índice de precios del productor (IPP). Disponible en: <https://www.banrep.gov.co/es/glosario>
- Box, G. E. P., Jenkins, G. M., Reinsel, G. C., & Ljung, G. M. (2015). *Time series analysis: Forecasting and control* (5th ed.). Wiley.
- CREG. (2024, julio). Proyecto de Resolución No. 701 055 de 2024.
- CREG. (2024, agosto). Energía eléctrica Indexadores Resolución de consulta. [creg.gov.co](https://creg.gov.co). Disponible en: <https://creg.gov.co/loader.php?lServicio=Publicaciones&lFuncion=newVisor&id=3545>
- DANE. (2018, Julio). Metodología general Índice de Precios del Productor IPP. Disponible en: <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/IPP/met-IPP.pdf>
- DANE. (2024). *Índice de Precios al Productor (IPP)*. Disponible en: <https://www.dane.gov.co>
- Gómez Cano, L., Cuéllar, S. C., & Méndez Vargas, R. (2020). Modelo de pronóstico para estimar el comportamiento del precio en bolsa de la energía en Colombia. Fundación Universitaria Los Libertadores. Disponible en: <https://repository.libertadores.edu.co/handle/11371/3579>

Horngren, C. T., Datar, S. M., & Rajan, M. (2012). *Cost accounting: A managerial emphasis* (14th ed.). Pearson.

International Monetary Fund. (2010). *Producer Price Index Manual: Theory and practice*. IMF. Disponible en: <https://www.imf.org/external/np/sta/teggppi/ch2.pdf>

Pérez Monsalve, M. (2014). *Simulación Modelo VAR IPP-IPC*. Cuadernos de Administración (Universidad del Valle). Disponible en: [https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-46452014000200009&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-46452014000200009&script=sci_arttext)

Samuelson, P. A., & Nordhaus, W. D. (2009). *Economics* (19th ed.). McGraw-Hill Education.

Tang, J., Wang, H., Cheng, J., & Chen, Q. (2019). Forecasting model based on information-granulated GA-SVR and ARIMA for producer price index. arXiv. Disponible en: <https://arxiv.org/abs/1903.12012>

U.S. Bureau of Labor Statistics. (2021, diciembre). *Producer Price Index (PPI) Guide for Price Adjustment*. U.S. Department of Labor. Disponible en: <https://www.bls.gov/ppi/publications/price-adjustment-guide-for-contracting-parties.htm>