



**Universidad
Europea**

UNIVERSIDAD EUROPEA DE MADRID

MÁSTER EN BUSINESS ANALYTICS

PROYECTO FIN DE MÁSTER

**ANÁLISIS COMPARATIVO DEL MERCADO
INMOBILIARIO EN ESPAÑA, ESTONIA Y
CHIPRE: TENDENCIAS, IMPACTO DEL
EURIBOR E INFLUENCIAS
MACROECONÓMICAS**

LUCAS GIMÉNEZ

INÉS PÉREZ SALIDO

SARA SÁNCHEZ PÉREZ

Dirigido por

CARLOS NIETO VILLALÓN

CURSO 2023-2024

Análisis comparativo del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre: tendencias, impacto del Euribor e influencias macroeconómicas



Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

TÍTULO: Análisis comparativo del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre: tendencias, impacto del Euribor e influencias macroeconómicas.

AUTOR: Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez.

TITULACIÓN: Máster en Business Analytics

DIRECTOR/ES DEL PROYECTO: Carlos Nieto López Villalón

FECHA: Julio de 2024

RESUMEN

Esta investigación analiza la *evolución de los precios de compra-venta de viviendas en España, Estonia y Chipre desde el año 2000 hasta 2023, junto con la evolución del Euribor y los precios de alquiler*. El **propósito principal es predecir el Índice de Precios de la Vivienda (IPV)**, cuyo objetivo es medir la evolución de los precios de compraventa de las viviendas de precio libre, tanto nuevas como de segunda mano, a lo largo del tiempo. Para ello, **utilizaremos modelos de regresión lineal y modelos de corrección del error (MCE)**, tratándose este último de una combinación de modelos lineales y series temporales. Esta predicción podrá ayudar a inversores y compradores a tomar decisiones más informadas sobre dónde invertir su dinero.

Entre los principales resultados se destacan:

- Diseño de un **sistema de predicción de precios** basado en regresión lineal y MCE, como bien hemos comentado previamente.
- Implementación de **herramientas de análisis y visualización de datos** utilizando R y Power BI.
- Análisis detallado de la **evolución del mercado inmobiliario y sus factores determinantes**.

Las conclusiones más importantes indican que la evolución de los precios de la vivienda está fuertemente influenciada sobre todo por la Renta per Cápita, Producto Interior Bruto, Índice de Precios de Alquileres Reales de la Vivienda, Salario medio y las condiciones del mercado de alquiler. Los modelos desarrollados han demostrado ser efectivos para realizar predicciones precisas, proporcionando valiosa información para futuros análisis y decisiones de inversión.

Palabras clave: Mercado inmobiliario, Impacto del Euribor, Influencias macroeconómicas, Modelos predictivos, España Estonia Chipre e Índice de precios de la vivienda.

ABSTRACT

This research analyzes the evolution of home purchase and sale prices in Spain, Estonia, and Cyprus from the year 2000 to 2023, along with the evolution of the Euribor and rental prices. **The main purpose is to predict the Housing Price Index (HPI)**, which aims to measure the evolution of free-market housing prices, both new and second-hand, over time. To achieve this, we will use linear regression models and error correction models (ECM), the latter being a combination of linear models and time series. This prediction can help investors and buyers make more informed decisions about where to invest their money.

Key results include:

- Design of a **price prediction system** based on linear regression and ECM, as previously mentioned.
- Implementation of **data analysis and visualization tools using R and Power BI**.
- Detailed analysis of the **evolution of the real estate market and its determining factors**.

The most important conclusions indicate that the evolution of housing prices is strongly influenced mainly by Per Capita Income, Gross Domestic Product (GDP), Real Housing Rental Price Index, Average Salary, and rental market conditions. The developed models have proven effective in making accurate predictions, providing valuable information for future analysis and investment decisions.

Keywords: Real estate market, Euribor impact, Macroeconomic influences, Predictive models, Spain, Estonia, Cyprus, Housing Price Index.

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más profundo agradecimiento a la dirección del máster y a todo el profesorado por brindarnos la oportunidad de adentrarnos en el fascinante mundo del Business Analytics. Su dedicación y esfuerzo en proporcionarnos una formación integral y práctica ha sido fundamental para nuestro desarrollo académico y profesional. Gracias a sus enseñanzas, hemos podido adquirir conocimientos avanzados y herramientas prácticas que nos han permitido aplicar el análisis de datos al mundo laboral de manera efectiva.

En particular, quisiéramos manifestar nuestro especial agradecimiento al director de este Trabajo de Fin de Máster, Carlos Nieto López Villalón. Su constante apoyo, orientación y consejos han sido invaluable a lo largo de este largo y desafiante camino. Su paciencia y disposición para resolver nuestras dudas y guiarnos en cada etapa del proyecto han sido esenciales para el logro de nuestros objetivos.

Además, queremos extender nuestro agradecimiento a nuestros compañeros de clase, cuya colaboración y espíritu de equipo han hecho de este viaje una experiencia enriquecedora y motivadora. Las discusiones, el intercambio de ideas y el apoyo mutuo han sido vitales para superar los retos que hemos enfrentado.

No podemos olvidar a nuestras familias y amigos, quienes han sido nuestro pilar de apoyo constante. Su comprensión y aliento nos han dado la fuerza para seguir adelante, especialmente en los momentos más difíciles.

Finalmente, agradecemos a todas las personas y entidades que, de una forma u otra, han contribuido a la realización de este proyecto. Sus aportaciones y apoyo han sido fundamentales para la culminación exitosa de este trabajo.

Gracias a todos por hacer posible este logro.

TABLA RESUMEN

	DATOS
Nombre y apellidos:	Inés Pérez Salido, Lucas Giménez, Sara Sánchez Pérez
Título del proyecto:	Análisis comparativo del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre: tendencias, impacto del Euribor e influencias macroeconómicas
Directores del proyecto:	Carlos Nieto López Villalón
El proyecto se ha realizado en colaboración de una empresa o a petición de una empresa:	NO
El proyecto ha implementado un producto:	NO
El proyecto ha consistido en el desarrollo de una investigación o innovación:	SI
Objetivo general del proyecto:	Estudiar la tendencia de los precios de compra-venta y alquiler de propiedades inmobiliarias en España, Estonia y Chipre, así como el comportamiento del Euribor, con el fin de identificar tendencias, factores influyentes y posibles implicaciones económicas y sociales

Índice

Capítulo 1. RESUMEN DEL PROYECTO	14
1.1. Contexto y justificación	14
1.2. Objetivos del proyecto	19
1.3. Resultados obtenidos	19
1.4. Estructura de la memoria	20
Capítulo 2. ANTECEDENTES / ESTADO DEL ARTE	22
2.1. Estado del arte	22
2.2. Contexto y justificación	22
2.3. Planteamiento del problema	23
Capítulo 3. OBJETIVOS	24
3.1. Objetivos generales	24
3.2. Objetivos específicos	24
3.3. Beneficios del proyecto	24
Capítulo 4. DESARROLLO DEL PROYECTO	26
4.1. Planificación del proyecto	26
4.2. Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas	28
4.3. Recursos requeridos	30
4.4. Presupuesto	31
4.5. Resultados del proyecto	32
Capítulo 5. DISCUSIÓN	34
5.1. Base de Datos	34
5.2. Matrices de Correlación con Variable Principal	35
5.3. Análisis De Variable Principal (IPV)	40
5.4. Relación del IPV con el Euribor	48
5.5. Análisis de Variables	50

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

5.5.1.	Producto Interior Bruto (PIB)	50
5.5.2.	Renta per cápita (RPC)	55
5.5.3.	Índice de Precios al Consumo (IPC)	56
5.5.4.	Tasas Hipotecarias y Euribor	58
5.5.5.	Préstamos a tipo variable	60
5.5.6.	Salario Medio	61
5.5.7.	Desempleo	63
5.5.8.	Afiliaciones a la Seguridad Social	64
5.5.9.	Alquileres Reales de la Vivienda	66
5.6.	Emisiones de gases de efecto invernadero	72
5.7.	Modelos Predictivos	76
5.7.1.	Regresión Lineal	77
5.7.2.	Random Forest	105
5.7.3.	Series Temporales	105
5.7.4.	Conclusión	106
Capítulo 6. CONCLUSIONES		108
6.1.	Conclusiones del trabajo	108
6.2.	Conclusiones personales	110
Capítulo 7. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO		111
Capítulo 8. REFERENCIAS		112

Índice de Gráficos

Gráfico 1: Tasa de variación de los precios de la vivienda en España, Estonia y Chipre en comparación con la media de la Eurozona (2009-2023)	16
Gráfico 2: Matriz de correlación de España	37
Gráfico 3: Matriz de correlación de Estonia	39
Gráfico 4: Matriz de correlación de Chipre	40
Gráfico 5: Evolución del IPV en España	41
Gráfico 6: Evolución del IPV en Estonia	45
Gráfico 7: Evolución del IPV en Chipre	47
Gráfico 8: Evolución del Índice de Precios de la Vivienda en comparación con el Euribor (2000-2023)	49
Gráfico 9: Evolución del PIB en España, Estonia y Chipre (2000-2023)	51
Gráfico 10: Valor añadido bruto del sector de la construcción en España, Estonia, Chipre en comparación con la media de la Eurozona (2010-2023)	53
Gráfico 11: Comparación de la Renta Per Cápita en España, Estonia y Chipre (2000-2023)	55
Gráfico 12: Comparación del Índice de Precios al Consumidor (IPC) en España, Estonia y Chipre (2000-2023)	57
Gráfico 13: Comparación de Tasas Hipotecarias con el Euribor en España, Estonia y Chipre (2000-2023)	58
Gráfico 14: Porcentaje de préstamos a tipo variable en España, Estonia y Chipre (2011-2023)	60
Gráfico 15: Evolución del salario medio en España, Estonia y Chipre (2000-2023)	62
Gráfico 16: Tasa de desempleo en España, Estonia y Chipre (2000-2023)	63
Gráfico 17: Relación entre afiliaciones a la Seguridad Social y el IPV en España	65
Gráfico 18: Evolución del Índice de Precios Reales del alquiler de la vivienda en España, Estonia y Chipre (2000-2023)	66
Gráfico 19: Porcentaje de personas que viven en un hogar y que son propietarios o alquilan su vivienda en 2023	69
Gráfico 20: Porcentaje de Personas que Viven en una Casa, Piso u Otros en 2003	71
Gráfico 21: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los Hogares (2010-2023)	73
Gráfico 22: Variables relevantes de España en forma logarítmica	78
Gráfico 23: Multicolinealidad con residuos – España	80
Gráfico 24: Predicción del IPV de España con el modelo MCE	85

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Gráfico 25: Variables relevantes de Estonia en forma logarítmica	87
Gráfico 26: Prueba de cointegración para variables de Estonia	88
Gráfico 27: Multicolinealidad con residuos – Estonia	89
Gráfico 28: Predicción del IPV de España con el modelo MCE	94
Gráfico 29: Variables relevantes de Chipre en forma logarítmica	96
Gráfico 30: Multicolinealidad con residuos – Chipre	98
Gráfico 31: Predicción del IPV de Chipre con el modelo MCE	103

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Prueba de cointegración para variables de España	79
Ilustración 2: Dickey-Fuller Aumentado – España	80
Ilustración 3: Modelo con variable “Tendencia” - España	81
Ilustración 4: Dickey-Fuller con variable “Tendencia” - España	82
Ilustración 5: Modelo de Corrección de Errores (MCE) - España	83
Ilustración 6: Modelo de Corrección de Errores (MCE) para series diferenciadas - España	84
Ilustración 7: Dickey-Fuller Aumentado – Estonia	89
Ilustración 8: Modelo con variable “Tendencia” - Estonia	90
Ilustración 9: Dickey-Fuller con variable “Tendencia” – Estonia	91
Ilustración 10: Modelo de Corrección de Errores (MCE) – Estonia	92
Ilustración 11: Modelo de Corrección de Errores (MCE) para series diferenciadas - Estonia	93
Ilustración 12: Prueba de cointegración para variables de Chipre	97
Ilustración 13: Dickey-Fuller Aumentado – Chipre	98
Ilustración 14: Modelo con variable “Tendencia” – Chipre	99
Ilustración 15: Dickey-Fuller con variable “Tendencia” – Chipre	100
Ilustración 16: Modelo de Corrección de Errores (MCE) – Chipre	101
Ilustración 17: Modelo de Corrección de Errores (MCE) para series diferenciadas – Chipre	102
Ilustración 18: Modelo ARIMA	105

Índice de Tablas

Tabla 1: Resumen del presupuesto de la investigación

31

Índice de Acrónimos

- **ADF:** Test de Dickey Fuller Aumentado
- **BCE:** Banco Central Europeo.
- **BOE:** Boletín Oficial del Estado.
- **EURIBOR:** European Interbank Offered Rate o Tipo Europeo de Oferta Interbancaria en español.
- **FMI:** Fondo Monetario Internacional.
- **INE:** Instituto Nacional de Estadística.
- **IPC:** Índice de Precios de Consumo.
- **IPCA:** Índice de Precios reales del alquiler de la vivienda.
- **IPV:** Índice de Precios de la Vivienda.
- **IQR:** Rango Intercuartílico.
- **MCE:** modelo de corrección del error.
- **OCDE:** Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
- **PIB:** Producto Interior Bruto.
- **RPC:** Renta per Cápita.
- **SS:** Seguridad Social.
- **VAB:** Valor Añadido Bruto

Capítulo 1. RESUMEN DEL PROYECTO

1.1. Contexto y justificación

Este proyecto estará centrado en el **análisis comparativo del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre** durante el periodo 2000-2023, basándonos en las **tendencias actuales, el impacto del Euribor y las influencias macroeconómicas** en cada uno de estos países.

La **selección del mercado inmobiliario** como tema principal se debe a que se trata de un **sector clave en la economía** y su evolución puede tener un impacto significativo en la **estabilidad económica regional**. Asimismo, el **Euribor** es un **indicador importante en los mercados financieros** y su influencia en los préstamos hipotecarios puede afectar directamente a la demanda de las viviendas.

Conforme a lo anterior, se trata de un **sector en constante movimiento**, y el cual ha experimentado constantes cambios y crisis económicas que han afectado a estos países durante el periodo de tiempo seleccionado como, por ejemplo:

- La crisis del 2008
- La pandemia del Covid-19
- Los diferentes cambios regulatorios que han ido surgiendo.

En cuanto al **contexto**, la evolución del mercado inmobiliario en los años previos a la crisis financiera y, en particular, el consiguiente aumento de la **deuda de los hogares** en algunos Estados miembros de la UE, exacerbaron los **desequilibrios macroeconómicos**. De hecho, **los precios de la vivienda** antes de 2008 se caracterizaron por una **expansión prolongada y fuerte** sin precedentes en la mayoría de los Estados. Esta expansión estuvo acompañada de un aumento significativo en los volúmenes de construcción y crédito (European Commission, 2017).

En cuanto a la **evolución de los precios de la vivienda** de 2010 a 2021, ha habido una **tendencia ascendente** continua desde 2013, con un **aumento significativamente grande** del 2015 a 2021. En concreto, del 2010 al 2021 se produjo un incremento del **37%**. Dichos aumentos se produjeron en **23 estados miembros** de la Unión Europea, mientras que las **disminuciones** solamente se produjeron en tres países.

Los mayores aumentos se observaron en:

- Estonia (+139%)
- Hungría (+122%)

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- Luxemburgo (+115%)
- Letonia (+101%)
- Austria (+100%)

Mientras que las disminuciones se registraron en:

- Italia (-13%)
- Chipre (-8%)
- España (-2%).

En cuanto a los **alquileres**, entre 2010 y 2021 también se ha producido un **incremento constante** en la UE, en concreto, del **16%**. Dicho aumento tuvo lugar en **25 de los Estados miembros**, observándose una **disminución** en el precio de los mismos tan solo en dos países (European Commission, 2017).

Los mayores aumentos se registraron:

- Estonia (+154%)
- Lituania (+110%)
- Irlanda (+68%)

Mientras que las disminuciones se observaron en:

- Grecia (-25%)
- Chipre (-3%)

Pasaremos a hablar de la **inflación**, que es el **incremento generalizado y sostenido de los precios de bienes y servicios** en una economía durante un periodo de tiempo. Este fenómeno implica que, con el tiempo, el **poder adquisitivo del dinero disminuye**, es decir, una cantidad de dinero compra menos bienes y servicios de los que podía adquirir en el pasado.

La inflación puede ser causada por diversos factores, como:

- El aumento de la demanda de bienes y servicios
- El incremento de los costos de producción
- La expansión de la oferta monetaria
- La depreciación de la moneda, entre otros.

En nuestro contexto, la inflación a **precios corrientes** aumentó un total del **17%** entre 2010 y 2021. Los países que experimentaron un mayor incremento en la inflación fueron:

- Hungría

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- Rumanía
- Estonia
- Lituania

Mientras que Grecia, Chipre e Irlanda registraron menores aumentos de los precios (*Housing in Europe - Evolution of House Prices and Rents*, n.d.)

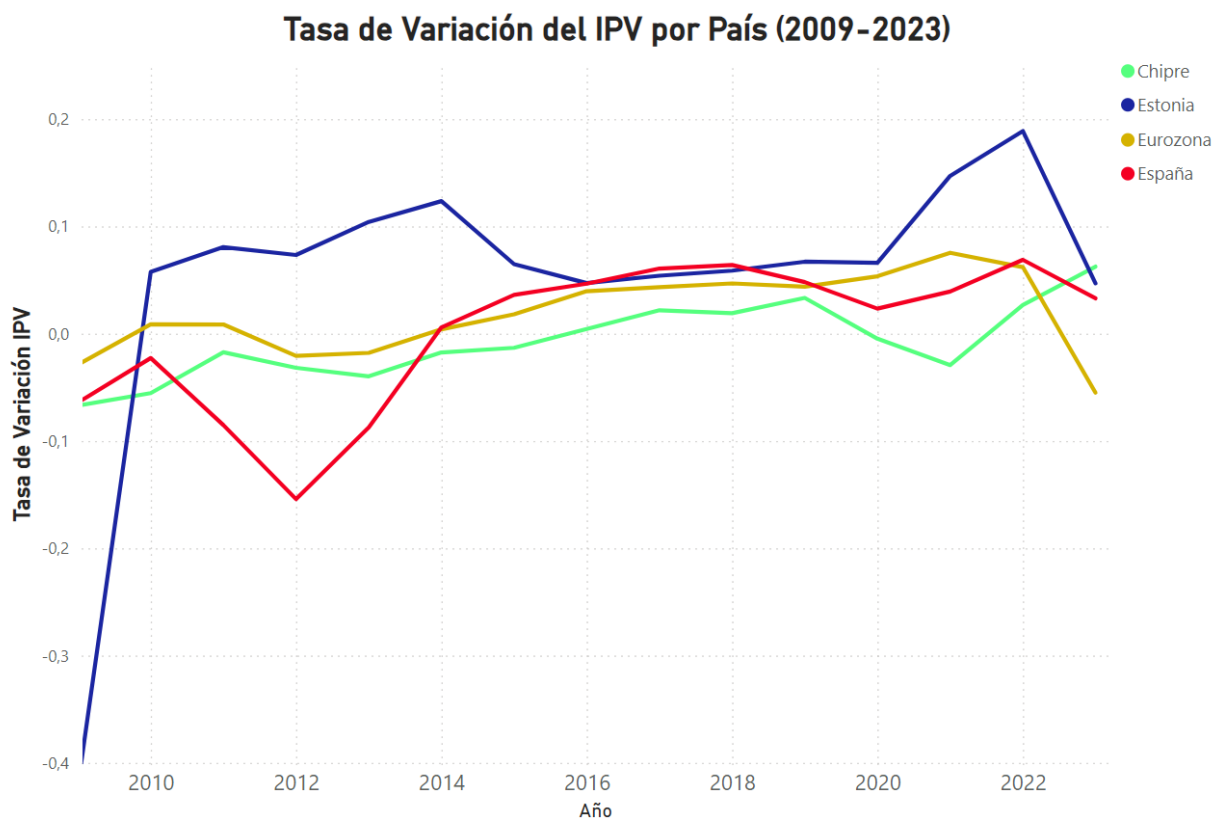


Gráfico 1: Tasa de variación de los precios de la vivienda en España, Estonia y Chipre en comparación con la media de la Eurozona (2009-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

Podemos observar en el gráfico anterior la **Tasa de Variación del IPV** por país. El **IPV**, acrónimo de **Índice de Precios de la Vivienda**, tiene como objetivo medir la **evolución de los precios de compraventa de las viviendas de precio libre**, tanto nuevas como de segunda mano, a lo largo del tiempo. Este estudio intentará **predecir dicha evolución**.

Como bien podemos observar en el gráfico anterior, **Estonia** presenta un **enorme crecimiento en los precios de la vivienda** del año 2009 al 2010. Adicionalmente, del año 2020 al 2022 también se

produce el mayor crecimiento en comparación con el resto, que coincide con el año en el que comienza la **pandemia del covid-19**. No obstante, a partir de 2022 podemos observar una **reducción en el IPV**.

Por otro lado, **Chipre** se ha mantenido **estable a lo largo de este periodo**, a excepción de en el año 2021, donde se puede observar una **considerable caída en el precio de la vivienda tras la pandemia del covid-19**.

En cuanto a **España**, podemos observar que, tras las **crisis de 2008**, del 2010 al 2012, se trata del país donde mayor reducción experimenta el precio de la vivienda y donde se genera un **incremento considerable pasado el año 2012**.

Conforme a los **datos de la eurozona**, no se han presentado grandes variaciones a lo largo del periodo de tiempo seleccionado. Esto podría significar que, en general, la **eurozona ha mantenido una cierta estabilidad en los precios de la vivienda** a lo largo del tiempo, en comparación con países como Estonia, Chipre y España que han presentado cambios más significativos.

En relación con lo anterior, hemos seleccionado a **España, Estonia y Chipre** como países a analizar.

- En el caso de **España**, ha sido el país que mayor reducción ha experimentado en los precios de la vivienda en el periodo del 2010 al 2012 y, además, con la implantación de la **Ley de Vivienda de 2023**, *Ley 12/2023, de 24 de mayo, por el derecho a la vivienda*, han surgido nuevos cambios en el **mercado inmobiliario** que hemos considerado relevante analizar.
- En el caso de **Estonia**, ha tenido un comportamiento totalmente inverso al resto de países, sobre todo, en el periodo de 2009 a 2010, donde, como bien hemos comentado anteriormente, se produjo un **incremento notable** con respecto al resto, por lo que hemos considerado interesante analizar el porqué de este comportamiento.
- Por último, en el caso de **Chipre**, es de los pocos estados miembros que ha tenido un comportamiento inverso al resto en el periodo del 2020 al 2021, justo cuando comenzó la **pandemia**.

En el caso de **España** se trata de una opción crucial debido a su **relevancia histórica en el mercado inmobiliario europeo** y su papel como uno de los **destinos turísticos más importantes del continente**. Además, su mercado inmobiliario ha experimentado **altibajos significativos** en las últimas décadas, desde el **boom de la construcción** a principios de los años 2000 hasta la **crisis financiera de 2008** y su posterior recuperación. Hasta el año 2008, el **sector de la construcción** era el que más aportaba al PIB de la economía española, siendo la economía dependiente de este sector.

Es por ello por lo que la **crisis económica** tuvo un gran impacto en España por la gran dependencia que teníamos del ladrillo.

Según datos del **Banco de España**, el sector inmobiliario español ha mostrado signos de recuperación en los últimos años, con un **aumento sostenido en la actividad de compraventa** y un **incremento moderado en los precios de la vivienda**, lo que lo convierte en un caso de estudio relevante para entender las dinámicas del mercado (Banco de España, Informe Anual sobre la Economía Española, 2023).

En el caso de **Estonia**, el mercado inmobiliario resulta de gran interés debido a diferentes factores. Los ciclos de crédito suelen coincidir con los ciclos en la actividad económica y el mercado de valores inmobiliarios, indicando una fuerte correlación entre el **crecimiento económico** y **transacciones en el mercado inmobiliario**. Esto es particularmente interesante en el caso de Estonia, en donde entre 2003 y 2008 se ha visto un **rápido crecimiento económico** y un **aumento considerable en la demanda inmobiliaria y precios de vivienda**. En el contexto estonio, se ha producido simultáneamente un **aumento de la oferta de crédito privado**, además de una competencia sustancial dentro del sector bancario, y un **aumento constante del importe de los valores de los préstamos** (Cocconcelli y Medda, 2011).

En cuanto a **Chipre**, se trata de un caso particularmente interesante debido a su **ubicación estratégica en el Mediterráneo** y su atractivo como **destino turístico**. Aunque es un mercado inmobiliario más pequeño en comparación con España y Estonia, ha experimentado su propia evolución en los últimos años, con un **aumento en la demanda de propiedades** tanto para inversión como para residencia. Según el **Banco Central de Chipre**, "el mercado inmobiliario de Chipre ha sido testigo de un **crecimiento constante en la demanda de propiedades residenciales y comerciales**, impulsado en parte por la **inversión extranjera y el programa de ciudadanía por inversión**" (Banco Central de Chipre, Informe Anual sobre la Estabilidad Financiera, 2023).

1.1. Planteamiento del problema

El planteamiento del problema de este proyecto se centra en **comprender las dinámicas del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre**, así como las **influencias macroeconómicas** en dichos mercados y el **impacto del Euribor**, ya que este indicador financiero juega un papel crucial en la variación de los precios de la vivienda y en la accesibilidad de las hipotecas para los compradores.

Por otro lado, se busca responder también a la pregunta de **cómo han evolucionado los precios de compraventa y alquiler de propiedades** en estos países en los últimos años, así como determinar cuál de estos países ha reaccionado de manera más efectiva ante las diferentes crisis financieras que han tenido lugar en el periodo 2000-2023 y si han tenido **patrones comunes o divergentes** entre ellos.

Conforme a lo anterior, hemos definido como variable principal el Índice de Precios de la Vivienda, estudiando su evolución en cada uno de los países, su relación con las variables más significativas con el fin de predecir su valor en los próximos años.

Este proyecto se desarrolla tanto para investigar cuestiones específicas del ámbito **científico-técnico**, ya que se pretende analizar y comprender la dinámica del mercado inmobiliario a través de **datos y estadísticas relevantes utilizando modelos predictivos**; así como para abordar inquietudes relacionadas con el **mercado inmobiliario europeo**. Además, incluye elementos de **innovación** al aplicar **técnicas de modelado de datos y análisis estadístico** para obtener una comprensión más profunda de las tendencias y sus implicaciones económicas y sociales.

1.2. Objetivos del proyecto

Como bien hemos comentado en varias ocasiones, el **objetivo principal** de este proyecto es realizar un **análisis comparativo del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre**, con un enfoque en las **tendencias de precios de compra-venta y alquiler de propiedades**, así como en el **impacto del Euribor y las influencias macroeconómicas**.

Además, vamos a realizar una **predicción de la variable principal, el Índice de Precios de Vivienda (IPV)**, para anticipar **futuras tendencias** en estos mercados inmobiliarios.

1.3. Resultados obtenidos

Fluctuaciones del Mercado Inmobiliario y Factores Macroeconómicos:

- **España:** El Índice de Precios de Vivienda (IPV) mostró una alta correlación con el PIB, la renta per cápita y la afiliación a la Seguridad Social (0.81). La crisis financiera de 2008 provocó una caída significativa en los precios de las viviendas, seguida de una recuperación gradual desde 2014.
- **Estonia:** El IPV presentó una fuerte correlación con el Índice de Precios de Alquileres Reales de la Vivienda (0.96), el PIB (0.95) y la renta per cápita (0.94). Aunque afectado por

la crisis financiera global, Estonia experimentó una rápida recuperación económica que impulsó los precios de la vivienda.

- **Chipre:** El IPV mostró una alta correlación con el Índice de Precios de Alquileres Reales de la Vivienda (0.85) y el salario medio (0.78). La crisis bancaria de 2012-2013 redujo los precios de las viviendas, pero desde 2015 se ha observado una recuperación influenciada por la inversión extranjera.

Impacto del Euribor y Tasas de Interés Hipotecarias:

- El Euribor negativo (2015-2021) redujo las tasas hipotecarias, incentivando la compra de viviendas en los tres países, lo que aumentó la demanda y elevó los precios de las viviendas.

Evolución de los Precios de Alquiler:

- **España:** Incremento gradual de los precios de alquiler desde 2000, con una desaceleración durante la crisis financiera y recuperación desde 2014.
- **Estonia:** Precios de alquiler volátiles, con un aumento hasta 2008, caída durante la crisis y recuperación desde 2010.
- **Chipre:** Crecimiento de los precios de alquiler hasta 2008, ligera disminución hasta 2015 y recuperación moderada desde entonces.

Comparación de Políticas Fiscales y Regulatorias:

- **España:** Implementación de leyes para estabilizar el mercado inmobiliario y proteger a los consumidores.
- **Estonia:** Enfoque en desarrollo sostenible y eficiencia energética.
- **Chipre:** Restricciones en la compra de propiedades por no ciudadanos de la UE.

1.4. Estructura de la memoria

La memoria se estructurará de la siguiente manera:

1. **Introducción:** en este capítulo se presentará el contexto del proyecto y la justificación del tema seleccionado. A su vez, se describirán los objetivos generales y específicos, así como la importancia de analizar la evolución del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre
2. **Estudio de las variables:** en este capítulo, definiremos nuestra variable principal (IPV), plantearemos una matriz de correlación del modelo y analizaremos cada una de las variables

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

que la conforman como, por ejemplo, el PIB, la tasa de desempleo, la inflación o los tipos de interés hipotecarios con el fin de relacionar el comportamiento de éstas con las fluctuaciones del mercado inmobiliario. A su vez, se analizarán las políticas fiscales y regulatorias relacionadas con el mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre.

3. **Elaboración de modelos econométricos:** en este capítulo elaboramos diferentes modelos econométricos con el fin de identificar cuáles son las variables más significativas a la hora de explicar el Índice de Precios de la Vivienda. Finalmente, haremos una predicción del IPV para los próximos cinco años.
4. **Conclusiones:** en este capítulo final se realiza un resumen de los resultados obtenidos en los modelos anteriores con sus respectivas conclusiones.

Cada sección se enfocará en el análisis de datos financieros y macroeconómicos para proporcionar una comprensión detallada de las tendencias y factores influyentes en el mercado inmobiliario de España, Estonia y Chipre.

Capítulo 2. ANTECEDENTES / ESTADO DEL ARTE

2.1. Estado del arte

El presente proyecto busca **comprender las dinámicas del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre**, así como el **impacto del Euribor** y las **influencias macroeconómicas** en dichos mercados y su comportamiento y reacción ante los diferentes cambios financieros y regulatorios que se han dado en el periodo del 2000 al 2023.

El **análisis del mercado inmobiliario** en Europa ha sido objeto de numerosos estudios y análisis. Investigaciones previas han demostrado la **influencia significativa de factores macroeconómicos**, como el **crecimiento económico**, la **tasa de desempleo** y las **políticas gubernamentales**, en los precios de la vivienda y la actividad del mercado.

Conforme a ello, encontramos numerosos estudios de mercado o informes que analizan la evolución del mercado inmobiliario de la Eurozona como, por ejemplo:

- *Property Index: Overview of European Residential Markets* de Deloitte (2023)
- *Housing Market Developments in the Euro Area: Focus on Housing Affordability* de la Comisión Europea (2022).
- *European Housing Markets at a Turning Point – Risks, Household and Bank Vulnerabilities, and Policy Options* del Fondo Monetario Internacional (2023), que habla de los riesgos y de las políticas de la Eurozona.

Sin embargo, notamos que muchos de estos estudios lo hacen de una forma más genérica y, por lo tanto, hasta la fecha consideramos que hay una **falta de comparaciones exhaustivas entre los mercados inmobiliarios de España, Estonia y Chipre**. Es por este motivo, que vemos conveniente realizar un **análisis comparativo** incluyendo estos países ya que aportará **conocimiento adicional ante un vacío hasta ahora poco explorado**.

2.2. Contexto y justificación

En los últimos años, el **sector inmobiliario** en Europa ha experimentado una serie de **cambios significativos** debido a factores como la **recuperación económica** después de la crisis financiera global, los **cambios demográficos**, las **políticas gubernamentales** y las **tendencias en la demanda de vivienda**. Algunos de los desarrollos clave incluyen:

1. **Recuperación post-crisis:** Después de la crisis financiera de 2008, muchos países europeos como, por ejemplo, **España**, experimentaron una **recuperación gradual** en sus mercados inmobiliarios, caracterizada por un **aumento en la actividad de compra-venta** y una **estabilización en los precios de la vivienda**.
2. **Inversión extranjera:** la **inversión extranjera** ha desempeñado un papel importante en el mercado inmobiliario de la región, especialmente en **áreas urbanas y destinos turísticos populares**. Esta inversión ha sido impulsada por una combinación de factores, incluida la **búsqueda de rendimientos atractivos, la estabilidad política y la calidad de vida**.
3. **Políticas gubernamentales:** los gobiernos han implementado una variedad de **políticas destinadas a regular el mercado inmobiliario**, abordar la **accesibilidad a la vivienda** y fomentar el **desarrollo sostenible**. Estas políticas varían de un país a otro y pueden tener un **impacto significativo** en las dinámicas del mercado y en el comportamiento de los inversores y compradores.

Este proyecto busca llenar este vacío proporcionando una **comprensión detallada de las tendencias de precios de compraventa y alquiler de propiedades en España, Estonia y Chipre**, así como de la **relación entre el Euribor y las tasas de interés hipotecarias** en cada país. El análisis comparativo de estos países proporcionará una comprensión más profunda de las **tendencias**, los **factores influyentes** y las posibles **implicaciones económicas y sociales** en el contexto europeo. Además, se compararán las **políticas fiscales y regulatorias** relacionadas con el mercado inmobiliario en estos tres contextos, destacando **similitudes, diferencias y su impacto** en la dinámica del mercado.

2.3. Planteamiento del problema

El análisis del **estado del arte** revela una falta de estudios integrales que aborden la **complejidad del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre**, especialmente desde una **perspectiva comparativa**. Existe una **necesidad de comprender** cómo los factores macroeconómicos, como el **crecimiento económico**, la **tasa de desempleo** y las **políticas gubernamentales**, influyen en los precios de la vivienda y la actividad del mercado en estos países.

Además, se requiere una **investigación sobre cómo las fluctuaciones en el Euribor** afectan a las **tasas hipotecarias y a la accesibilidad a la vivienda** en cada contexto nacional. Este proyecto se propone **abordar estas lagunas en el conocimiento** al ofrecer un **análisis exhaustivo y comparativo del mercado inmobiliario**, contribuyendo así al avance del campo de estudio y proporcionando información valiosa para inversores, reguladores y otros actores del mercado.

Capítulo 3. OBJETIVOS

3.1. Objetivos generales

El **objetivo general** de este proyecto de investigación consistirá en **analizar la evolución del mercado inmobiliario** en cuanto a **compraventa y alquiler en España, Estonia y Chipre** durante el periodo de tiempo 2000-2023 e **identificar las principales tendencias en los precios** de compra-venta y alquiler de propiedades mediante el análisis de las variables macroeconómicas, así como los factores que han influido en el mercado inmobiliario de estos países.

3.2. Objetivos específicos

En cuanto a los objetivos específicos, nos centraremos en:

- **Analizar las fluctuaciones del mercado inmobiliario** en relación con los **factores macroeconómicos** como el PIB, la tasa de desempleo, la inflación, así como las políticas gubernamentales de cada país.
- **Comparar la evolución del mercado inmobiliario** en cada país durante la **crisis financiera del 2008** y la crisis provocada por la **pandemia del Covid-19**.
- **Examinar la relación entre el Euribor y las tasas de interés hipotecarias** en cada país, evaluando su **impacto en la accesibilidad a la vivienda**.
- **Analizar la evolución de los precios de alquiler** en el mercado inmobiliario de España, Estonia y Chipre, identificando **patrones de crecimiento, fluctuaciones y factores determinantes**, como la demanda de vivienda, la oferta disponible y las políticas de vivienda pública.
- **Predecir los valores del Índice de Precios de la Vivienda** en los próximos cinco años.
- **Comparar las políticas fiscales y regulatorias** relacionadas con el mercado inmobiliario en los tres países, destacando similitudes, diferencias y su impacto en la dinámica del mercado.

3.3. Beneficios del proyecto

Este proyecto contribuirá a conseguir una **mayor comprensión de la evolución del mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre** a lo largo del periodo de tiempo 2000-2023, que se ha visto afectado por diferentes **crisis económicas y cambios regulatorios**, permitiendo **identificar patrones comunes y diferencias** entre los tres países, así como analizar las **estrategias** que se han implementado para **mitigar los efectos de estas crisis** en el mercado inmobiliario. Conforme a ello,

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

obtendremos información clave para determinar cuál de estos países ha reaccionado de manera más efectiva ante dichas crisis económicas y cuál ha salido mejor amparado.

Por otro lado, al examinar la **relación entre el Euribor y las tasas hipotecarias** en cada país, se podrá revelar cómo estos factores afectan a la **accesibilidad de la vivienda** lo cual es fundamental para entender la **dinámica del mercado inmobiliario**. El Euribor (European Interbank Offered Rate) es la tasa de interés promedio a la que los principales bancos europeos se prestan dinero entre sí, y se utiliza como referencia para fijar las tasas de interés en productos financieros, incluidos los préstamos hipotecarios. Las tasas hipotecarias son los intereses que los bancos cobran a los prestatarios por los préstamos destinados a la compra de viviendas, y pueden ser fijas o variables. Esta relación directa entre el Euribor y las tasas hipotecarias permite evaluar cómo varían los costos de las hipotecas y, por ende, la accesibilidad a la vivienda en cada país. A su vez, también ayudará a identificar cuál ha sido el país con un desempeño más sólido y estable en este ámbito.

Finalmente, al **comparar las políticas fiscales y regulatorias**, se podrán **identificar similitudes, diferencias y su impacto** en la dinámica del mercado, proporcionando información valiosa para la toma de decisiones tanto a nivel gubernamental como a nivel de los agentes del mercado. Los resultados de este análisis serán de gran utilidad para comprender las estrategias y políticas que han contribuido al éxito o fracaso de cada país en términos de su mercado inmobiliario.

Capítulo 4. DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1. Planificación del proyecto

El desarrollo de este proyecto se ha dividido en varias **fases**, cada una con **actividades específicas** que se han llevado a cabo. A continuación, se presenta un cronograma detallado de las actividades realizadas, así como una breve descripción de cada una y el **esfuerzo estimado en horas**.

Fase 1: Preparación y Planificación

Actividad 1.1: Revisión del estado del arte y recopilación de información previa.

Descripción: Revisión de literatura académica y estudios previos sobre el mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre.

Esfuerzo: **20 horas**

Actividad 1.2: Definición de objetivos y alcance del proyecto

Descripción: Definir claramente los objetivos generales y específicos del proyecto, así como el alcance del análisis.

Esfuerzo: **5 horas**

Actividad 1.3: Planificación del cronograma del proyecto

Descripción: Elaborar un cronograma detallado de todas las actividades a realizar durante el proyecto.

Esfuerzo: **5 horas**

Fase 2: Recopilación y Análisis de Datos

Actividad 2.1: Búsqueda y recopilación de datos del mercado inmobiliario:

Descripción: Recopilar datos sobre precios de compra-venta y alquiler de propiedades, así como datos macroeconómicos relevantes para España, Estonia y Chipre desde el año 2000 hasta el 2023.

Esfuerzo: **40 horas**

Actividad 2.2: Limpieza y preprocesamiento de datos

Descripción: Realizar la limpieza y el preprocesamiento de los datos obtenidos para asegurar su calidad y formato adecuado para el análisis.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Esfuerzo: **20 horas**

Actividad 2.3: Análisis exploratorio de datos

Descripción: Realizar un análisis exploratorio de datos para identificar tendencias y patrones iniciales en los datos recopilados.

Esfuerzo: **50 horas**

Fase 3: Desarrollo del Modelo de Datos y Predicciones

Actividad 3.1: Diseño y desarrollo del modelo de datos con R

Descripción: Utilizar el lenguaje de programación R para diseñar y desarrollar un modelo de datos que permita analizar las tendencias y realizar predicciones sobre el Índice de Precios de Vivienda (IPV).

Esfuerzo: **30 horas**

Actividad 3.2: Entrenamiento y validación del modelo predictivo

Descripción: Entrenar el modelo predictivo con los datos históricos y validar su precisión utilizando técnicas de machine learning.

Esfuerzo: **50 horas**

Actividad 3.3: Evaluación de los resultados del modelo

Descripción: Evaluar los resultados obtenidos del modelo predictivo y realizar ajustes necesarios para mejorar su precisión.

Esfuerzo: **20 horas**

Fase 4: Análisis Comparativo y Documentación

Actividad 4.1: Análisis de la relación entre Euribor y tasas hipotecarias

Descripción: Examinar cómo el Euribor y las tasas hipotecarias afectan la accesibilidad de la vivienda en cada país.

Esfuerzo: **15 horas**

Actividad 4.2: Comparación de políticas fiscales y regulatorias

Descripción: Analizar las políticas fiscales y regulatorias relacionadas con el mercado inmobiliario en España, Estonia y Chipre, y su impacto en la dinámica del mercado.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Esfuerzo: **20 horas**

Actividad 4.3: Redacción de la memoria del proyecto

Descripción: Documentar todo el proceso del proyecto, los análisis realizados, los resultados obtenidos y las conclusiones finales.

Esfuerzo: **30 horas**

Fase 5: Presentación y Revisión

Actividad 5.1: Preparación de la presentación final del proyecto

Descripción: Elaborar una presentación clara y concisa que resuma los principales hallazgos y conclusiones del proyecto.

Esfuerzo: **10 horas**

Actividad 5.2: Revisión y ajustes finales

Descripción: Revisar la memoria y la presentación del proyecto, realizando los ajustes necesarios según el feedback recibido de los directores del proyecto.

Esfuerzo: **10 horas**

4.2. Descripción de la solución, metodologías y herramientas empleadas

Herramientas Tecnológicas y Programas de Cálculo

- **RStudio**: Utilizado para el análisis estadístico, modelado de datos y visualización. Incluye bibliotecas específicas como ggplot2, dplyr, rpart, stats, party, tidyverse, ggcorrplot... para la creación de modelos predictivos y la representación gráfica de los datos.
- **Excel**: Para la organización inicial de datos, cálculos básicos y generación de tablas resumen.
- **Power BI**: Para la creación de dashboards interactivos, la visualización avanzada de los resultados del análisis de datos y la presentación del proyecto.

Dispositivos Utilizados

- **Ordenadores**: Equipadas con el software necesario para el análisis y la visualización de datos.
- **Servidores en la Nube**: Para el almacenamiento seguro y el procesamiento de grandes volúmenes de datos.

Modelos Aplicados para el Desarrollo del Proyecto

- **Matriz de correlación:** sirve para identificar la relación entre variables.
- **Modelos de Regresión Lineal Múltiple:** utilizados para identificar relaciones entre las variables macroeconómicas y los precios de la vivienda.
- **Modelos ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average):** Para el análisis de series temporales y la predicción de los precios de la vivienda.
- **Modelos de Random Forest:** combina la salida de múltiples árboles de decisión para alcanzar un solo resultado.
- **Modelos de Series Temporales:** sirve para predecir y analizar el comportamiento de una variable a lo largo del tiempo, utilizando información histórica de la misma. Dentro de las series temporales, se encuentra el modelo ARIMA.
- **Modelos de Corrección del Error:** herramienta econométrica que se utiliza para modelar la relación entre variables económicas que están cointegradas. Este tipo de modelo es especialmente útil cuando se analiza la dinámica a corto y largo plazo entre variables no estacionarias, es decir, variables que tienen una tendencia a lo largo del tiempo.

Descripción del Análisis de Datos

- **Recolección de Datos:** Se recopilaron **datos históricos** sobre precios de compraventa y alquiler de propiedades, tasas de interés del Euribor y otras variables macroeconómicas relevantes de fuentes confiables como Eurostat, Banco Central Europeo y bancos centrales de los países analizados.
- **Limpieza y Preprocesamiento de Datos:** Incluyó la **normalización de datos**, tratamiento de **valores faltantes y eliminación de outliers** para asegurar la calidad de los datos antes del análisis.
- **Análisis Descriptivo:** Realización de **análisis estadísticos descriptivos** para entender las características básicas de los datos, como medias, medianas, desviaciones estándar y distribuciones.
- **Análisis de Correlación:** Utilización de **matrices de correlación** para identificar **relaciones significativas** entre las variables estudiadas.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- **Análisis de Series Temporales:** Aplicación de **modelos de series temporales** para **identificar patrones, tendencias y estacionalidades** en los datos de precios de vivienda y Euribor.
- **Visualización de Datos:** Creación de **gráficos** para la representación visual de los resultados obtenidos, facilitando la **interpretación y comunicación** de los hallazgos.
- **Modelado Predictivo:** Desarrollo y validación de **modelos predictivos** para anticipar **futuras tendencias** en el Índice de Precios de la Vivienda de España, Estonia y Chipre.

4.3. Recursos requeridos

- **Recursos Técnicos:** Ordenadores, servidores en la Nube y dispositivos de almacenamiento externo (discos duros, unidades USB)
- **Software y Herramientas:** RStudio, Excel, Power BI
- **Datos y Fuentes de Información:** Eurostat, Banco Central Europeo, Bancos centrales de España, Estonia y Chipre, INE, OECD, FMI, Banco Mundial entre otros.
- **Asistencia de Expertos:** Consultores en análisis de datos, expertos en mercados inmobiliarios y profesores de la Universidad Europea.
- **Materiales Adicionales:** Documentación técnica y guías de usuario para herramientas de análisis y estudios previos y literatura científica sobre mercados inmobiliarios.

4.4. Presupuesto

Tipo de coste	Valor (€)	Comentarios
Horas de trabajo en el proyecto	4500,00	3 personas, 100 horas cada una a 15 €/hora
Equipo técnico utilizado		
Ordenadores	1500,00	3 ordenadores a 500 € cada uno
Doble pantalla	600,00	3 pantallas a 200 € cada una
Impresora	150,00	Valor aproximado si se tuviera que adquirir nueva
Software utilizado		
R Studio (versión gratuita)	0,00	Utilizado software de licencia gratuita
Buscadores (Google, etc.)	0,00	Utilizado software de licencia gratuita
Power BI (versión gratuita)	0,00	Utilizado software de licencia gratuita
Word, Drive	0,00	Utilizado software de licencia gratuita
Estudios e informes	0,00	
Dialnet, Google Academics, TESEO, Biblioteca Universidad	0,00	Acceso gratuito a estudios e informes
Materiales empleados		
Papel y tinta para impresión	30,00	Insumos para la impresión del trabajo final
Total	6780,00	

Tabla 1: Resumen del presupuesto de la investigación

Fuente: Elaboración propia

4.5. Resultados del proyecto

Como bien hemos comentado en numerosas ocasiones, **nuestro principal objetivo** es **examinar y predecir los precios de la vivienda** para los próximos cinco años en España, Estonia y Chipre. Conforme a ello, hemos obtenido los siguientes resultados:

- **El análisis de la correlación** mostró que, en general, el **Índice de Precios de Vivienda (IPV)** está altamente correlacionado con variables macroeconómicas como el **PIB**, la **Renta per Cápita** e **Índice de Precios Reales del Alquiler** en los tres países. En **España**, la **afiliación a la seguridad social** tuvo una correlación muy fuerte con el IPV, sugiriendo que el **empleo formal** y la **estabilidad económica** son factores clave en la determinación de los precios de la vivienda. La **inflación**, medida a través del **Índice de Precios al Consumidor (IPC)**, mostró una correlación moderada en **Estonia**, mientras que en **España** y **Chipre** su impacto fue menos significativo.
- Durante la **crisis financiera de 2008**, todos los países experimentaron una **caída significativa** en los precios de la vivienda, siendo **España** la más afectada debido a su **burbuja inmobiliaria**. **Estonia** y **Chipre** también vieron descensos, pero la **recuperación en Estonia** fue más rápida y pronunciada. Durante la **pandemia de Covid-19**, hubo una **breve desaceleración** en el mercado inmobiliario, seguida de una **rápida recuperación**, impulsada por **políticas gubernamentales de apoyo** y **bajas tasas de interés**.
- El análisis reveló que el **Euribor** tiene una **baja correlación** con los precios de la vivienda. Sin embargo, las **tasas hipotecarias**, que están influenciadas por el Euribor, mostraron que cuando estas tasas son bajas, la **accesibilidad a la vivienda mejora**, lo que incrementa la demanda y, por ende, los precios de las viviendas. En **España**, hubo una **notable preferencia por hipotecas a tipo fijo**, lo cual ofreció estabilidad a los compradores.
- En **España**, los **precios de alquiler** mostraron un **crecimiento constante**, especialmente después de la crisis financiera de 2008, reflejando la **recuperación económica** y el **aumento de la demanda de alquiler**. **Estonia** mostró más **volatilidad** en los precios de alquiler, con un **crecimiento significativo** postcrisis financiera. **Chipre** presentó una **estabilización y recuperación gradual** en los precios de alquiler después de la crisis económica.
- Utilizando **modelos predictivos** como la **regresión lineal** y **modelos de series temporales**, se proyecta un **incremento en el IPV** en los tres países, con un **crecimiento más pronunciado en España** y más moderado en el resto de países.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- **España** ha implementado varias **reformas legales** para **estabilizar el mercado post-crisis**, incluyendo leyes para **proteger a los deudores hipotecarios** y **fomentar el mercado de alquiler**. **Estonia**, en contraste, ha centrado sus políticas en la **eficiencia energética** y la **digitalización del mercado**. **Chipre** ha enfrentado desafíos únicos debido a **restricciones en la compra de propiedades por extranjeros no pertenecientes a la UE** y ha implementado políticas para **atraer inversiones extranjeras**.

Capítulo 5. DISCUSIÓN

5.1. Base de Datos

Hemos creado una base de datos que contiene los datos necesarios para el análisis de la evolución de compraventas de viviendas en España, Estonia y Chipre. Las variables que hay en este banco de datos abarcan información desde el año 2000 al 2023 de manera mensual, y serían las siguientes:

- **PIB_SPA, PIB_EST, PIB_CYP:** Producto Interno Bruto (PIB) de España, Estonia y Chipre respectivamente. Es una medida del valor de mercado de todos los bienes y servicios finales producidos dentro de un país en un período de tiempo determinado.
- **RPC_SPA, RPC_EST, RPC_CYP:** Renta per cápita de España, Estonia y Chipre respectivamente. Indica el ingreso promedio por persona en cada país y es calculado dividiendo el PIB entre la población total.
- **IPV_SPA, IPV_EST, IPV_CYP:** Índice de Precios de Vivienda de España, Estonia y Chipre respectivamente. Mide la variación de precios de los bienes raíces residenciales en cada país.
- **IPV_EUR:** Índice de Precios de Vivienda en la Eurozona. Similar al anterior, pero abarca todos los países que utilizan el euro como moneda.
- **RTE_CHANGE_IPV_SPA, RTE_CHANGE_IPV_EST, RTE_CHANGE_IPV_CYP, RTE_CHANGE_IPV_EUROZ:** Tasas de cambio del índice de precios de vivienda de España, Estonia, Chipre y Eurozona respectivamente. Representan las variaciones en los precios de la vivienda en cada área geográfica.
- **IPC_SPA, IPC_EST, IPC_CYP:** Índice de Precios al Consumidor de España, Estonia y Chipre, respectivamente. Es un indicador clave para la economía, ya que permite evaluar la inflación o deflación en el país. El IPC se utiliza para ajustar salarios, pensiones y otros valores monetarios, y también para la formulación de políticas económicas.
- **IPCA_SPA, IPCA_EST, IPCA_CYP:** Índice de Precios de Alquileres Reales de la Vivienda de España, Estonia y Chipre respectivamente. Mide la variación de los precios del alquiler de la vivienda ajustados por inflación.
- **INT_RATE_SPA, INT_RATE_EST, INT_RATE_CYP:** Tasa de interés hipotecaria en España, Estonia y Chipre, respectivamente. Es el costo porcentual del dinero prestado o ganado por depositar dinero en una institución financiera.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- **EURIBOR:** European Interbank Offered Rate. Es la tasa de interés promedio a la cual los bancos se prestan dinero en el mercado interbancario en la zona euro.
- **VAR_RTE_LOANS_SPA, VAR_RTE_LOANS_EST, VAR_RTE_LOANS_CYP:** Porcentaje de Préstamos a Tipo Variable en España, Estonia y Chipre respectivamente. Indica la proporción de préstamos hipotecarios que tienen una tasa de interés variable.
- **UNEMPL_RTE_SPA, UNEMPL_RTE_EST, UNEMPL_RTE_CYP:** Tasa de desempleo en España, Estonia y Chipre respectivamente. Mide el porcentaje de la fuerza laboral que está desempleada y busca activamente empleo.
- **AVG_WAGE_SPA, AVG_WAGE_EST, AVG_WAGE_CYP:** Tasa de salario medio en España, Estonia y Chipre respectivamente. Es el salario promedio que gana un trabajador en cada país.
- **SOC_SEC_AF_SPA:** Afiliados a la Seguridad Social en España. Indica el número de trabajadores que están afiliados al sistema de seguridad social en España.
- **POP_ESP, POP_EST, POP_CYP:** Población en España, Estonia y Chipre. Indica la cantidad de habitantes en cada país.

Conforme a lo anterior, **nuestra variable principal es el Índice de Precios de la Vivienda**. Más adelante, haremos una predicción de ella para el año 2024, pero primero hemos realizado una matriz de correlación para cada país con el fin de identificar con qué variables está más relacionada nuestra variable principal.

5.2. Matrices de Correlación con Variable Principal

La **matriz de correlación** en la construcción de modelos predictivos nos ha ayudado a seleccionar las **variables más relevantes** y a entender cuáles pueden ser redundantes debido a la alta colinealidad.

Estas matrices muestran las **correlaciones entre todas las variables** en un conjunto de datos. Cada celda de la matriz contiene el **coeficiente de correlación** entre dos variables, lo cual puede ayudar a comprender mejor la **estructura de los datos**, identificar **variables importantes** y tomar decisiones informadas en base a las relaciones encontradas.

Los valores del coeficiente de correlación pueden variar entre **-1 y +1**:

- Cuando es igual a **-1**, indica una **correlación perfecta negativa**, es decir, las variables están asociadas, pero varían en sentido opuesto.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- Cuando es igual a **0**, indica que **no hay correlación lineal** entre las variables (las variables no están asociadas).
- Cuando es igual **1**, indica una **correlación perfecta positiva**, es decir, las variables varían en el mismo sentido.

Si el coeficiente es cercano a **-1 o a 1**, las variables están **fuertemente relacionadas**, pero si el coeficiente está cerca de **0**, no hay relación lineal significativa.

En este caso, vamos a considerar para nuestro análisis aquellas variables que presenten un **coeficiente de correlación superior al 0,4**. Así pues, asignaremos el grado de correlación en función del valor del coeficiente:

- $|r| = 0.4 - 0.59$: correlación moderada.
- $|r| = 0.6 - 0.79$: correlación fuerte.
- $|r| = 0.8 - 1.0$: correlación muy fuerte.

Conforme a lo anterior, empezamos analizando la **matriz de España**, donde podemos observar que **la variable que mayor correlación presenta con el Índice de Precios de la Vivienda es la afiliación a la Seguridad Social** con una correlación muy fuerte del 0,81. Esto significa que a medida que aumenta la afiliación a la seguridad social, los precios de las viviendas también tienden a aumentar. La afiliación a la seguridad social generalmente se relaciona con el empleo formal y la estabilidad económica de los individuos. Un aumento en la afiliación puede indicar un mayor nivel de empleo formal y estabilidad financiera, lo que a su vez puede aumentar la demanda de viviendas y, por ende, los precios.

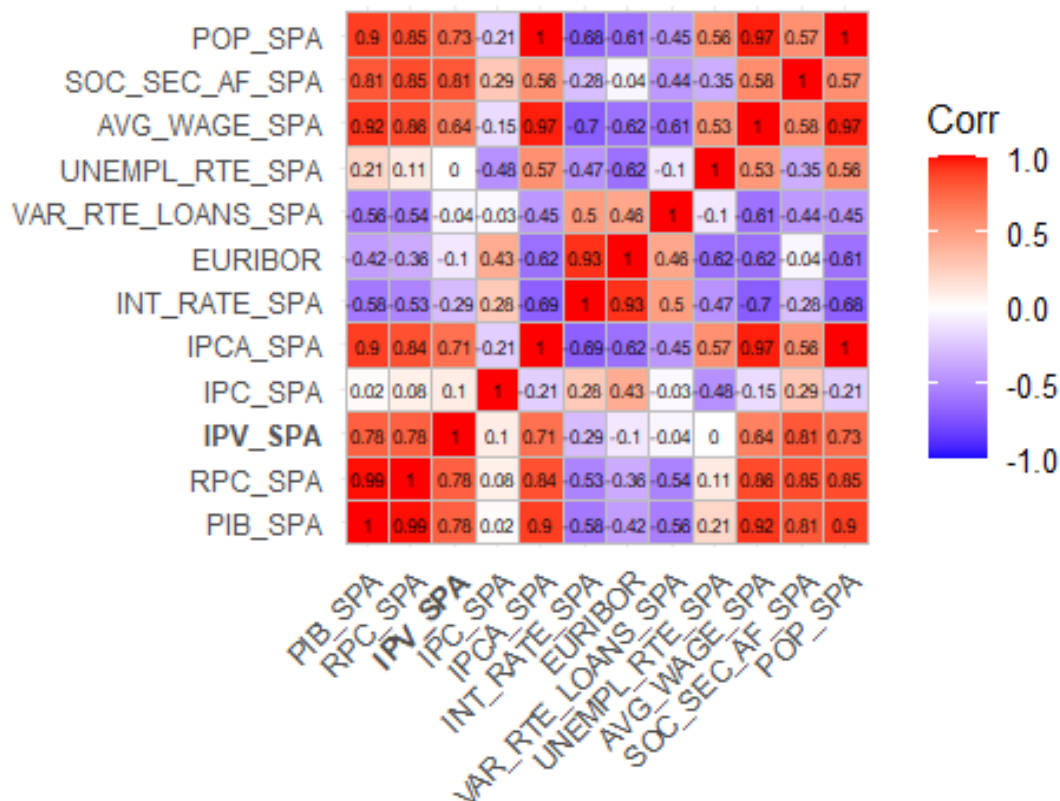


Gráfico 2: Matriz de correlación de España

Fuente: Elaboración propia

A parte de la afiliación a la seguridad social, el resto de **variables que presentan una mayor correlación** con el Índice de Precios de la Vivienda son

- **Renta per Cápita**, con una correlación fuerte del 0,78. Esto indica que a medida que aumenta la renta disponible de las personas, también tienden a aumentar los precios de la vivienda.
- **Producto Interior Bruto**, con una correlación también del 0,78. Esto sugiere que el aumento del PIB está fuertemente relacionado con el aumento en los precios de la vivienda.
- **Población**, con una correlación del 0,73. Esto indica que, a medida que aumenta la población, también tienden a aumentar los precios de la vivienda.
- **Índice de Precios Reales del Alquiler de la Vivienda**, con una correlación fuerte del 0,71. Esto sugiere que, en general, **cuando los precios de los alquileres aumentan, también tienden a aumentar los precios de las viviendas**. Esto indica que hay una

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

tendencia en la cual el mercado de alquiler y el mercado de compra de viviendas se influyen mutuamente.

- **Salario medio**, con una correlación fuerte del 0,64. Esto sugiere que, cuando el salario medio aumenta, también tienden a aumentar los precios de la vivienda.

Por el contrario, **las variables que presentan menor correlación** con nuestra variable principal son:

- **Tasa de interés hipotecaria**, con una correlación de -0,29. Esto indica que, en general, una mayor tasa de interés hipotecaria tiende a asociarse con precios de vivienda más bajos, aunque esta relación es bastante débil.
- Euribor, con una correlación del -0,1
- Préstamos a tipo variable, con una correlación de -0,04
- Índice de Precios al Consumo, con una correlación del 0,1

En cuanto a la **matriz de Estonia**, **las variables que presentan una mayor correlación** con el Índice de Precios de la Vivienda son:

- **Índice de Precios de Alquileres Reales de la Vivienda (0,96)**
- **Producto Interior Bruto (0,95)**
- **Renta per Cápita (0,94)**
- **Salario medio (0,93)**
- Préstamos a tipo variable (0,5)
- Índice de Precios al Consumo (0,45)

En relación con lo anterior, **las cuatro primeras variables presentan una correlación muy fuerte con el Índice de Precios de la Vivienda**. No obstante, los préstamos a tipo variable y el Índice de Precios Reales del Alquiler también presentan una correlación moderada, ya que se encuentran entre los umbrales definidos previamente.

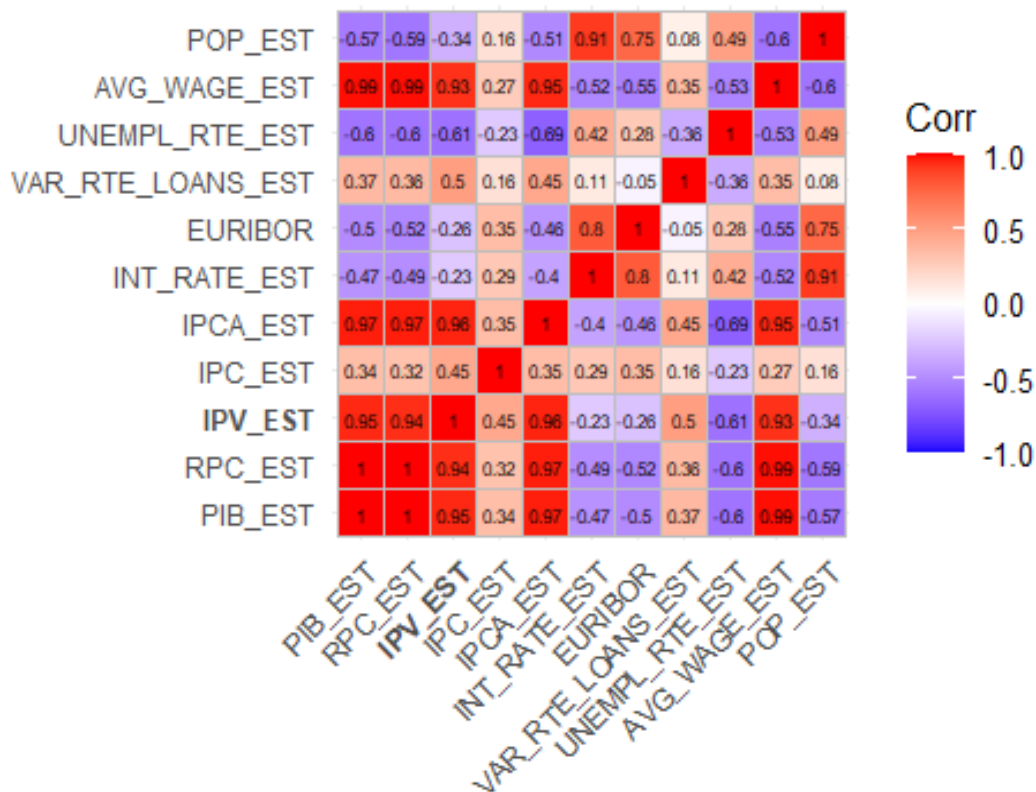


Gráfico 3: Matriz de correlación de Estonia

Fuente: Elaboración propia

Por el contrario, **las variables que presentan menor correlación** con nuestra variable principal son:

- Tasa de desempleo (-0,61)
- Población (-0,34)
- Euribor (-0,26)
- Tasa de interés hipotecario (-0,23)

Conforme a ello, podemos observar que las variables con mayor correlación con el IPV son similares en España y Estonia, aunque en este último tenemos más variables que presentan una correlación muy fuerte superior al 0,90.

Finalmente, en cuanto a la **matriz de Chipre**, las variables que presentan una mayor correlación con el Índice de Precios de la Vivienda son:

- Índice de Precios de Alquileres Reales de la Vivienda (0,85)
- Salario medio (0,78)

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- Renta per Cápita (0,65)
- Producto Interior Bruto (0,61)
- Población (0,56)

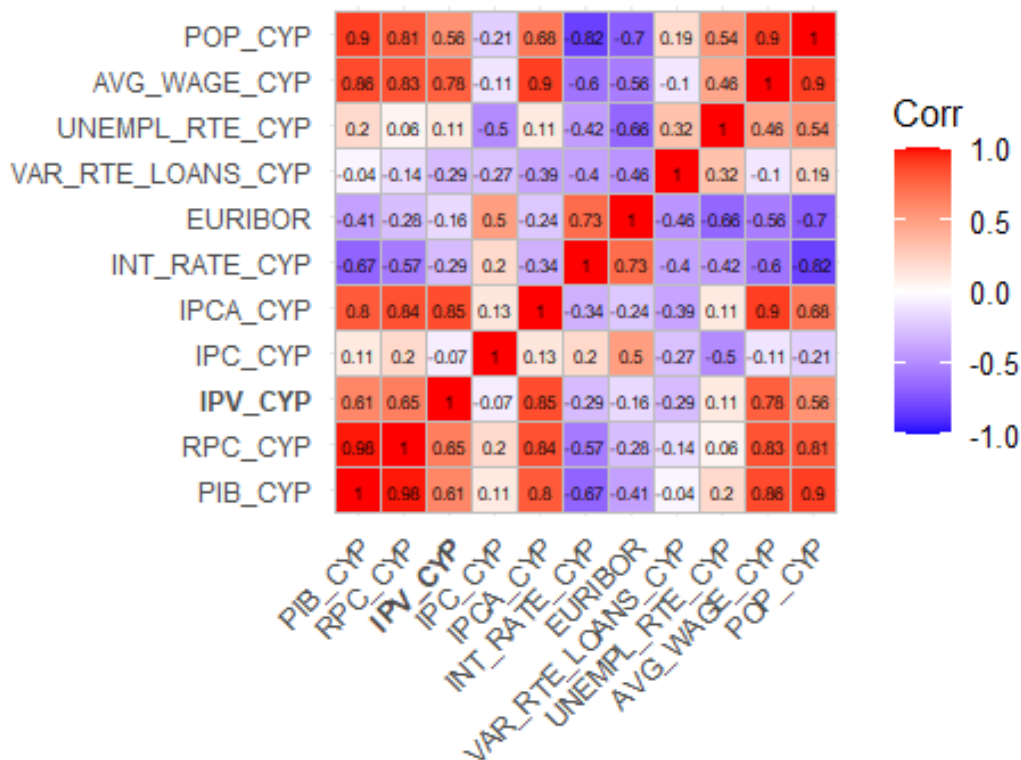


Gráfico 4: Matriz de correlación de Chipre

Fuente: Elaboración propia

En esta matriz, al contrario que en España, sí tenemos una variable que presenta una correlación muy fuerte con el Índice de Precios de la Vivienda, el Índice de Precios Reales del Alquiler.

No obstante, *al igual que en el resto de los países, la relación con la tasa de interés hipotecaria no es muy significativa*, ya que en este caso **existe una correlación negativa de -0.29, al igual que los préstamos a tipo variable**, situándose como las variables con menor correlación, seguida del Euribor (-0,16) y el Índice de Precios al Consumo (-0,07).

5.3. Análisis De Variable Principal (IPV)

A continuación, pasamos a analizar nuestra variable principal en el periodo 2000-2023 en España, Chipre y Estonia.

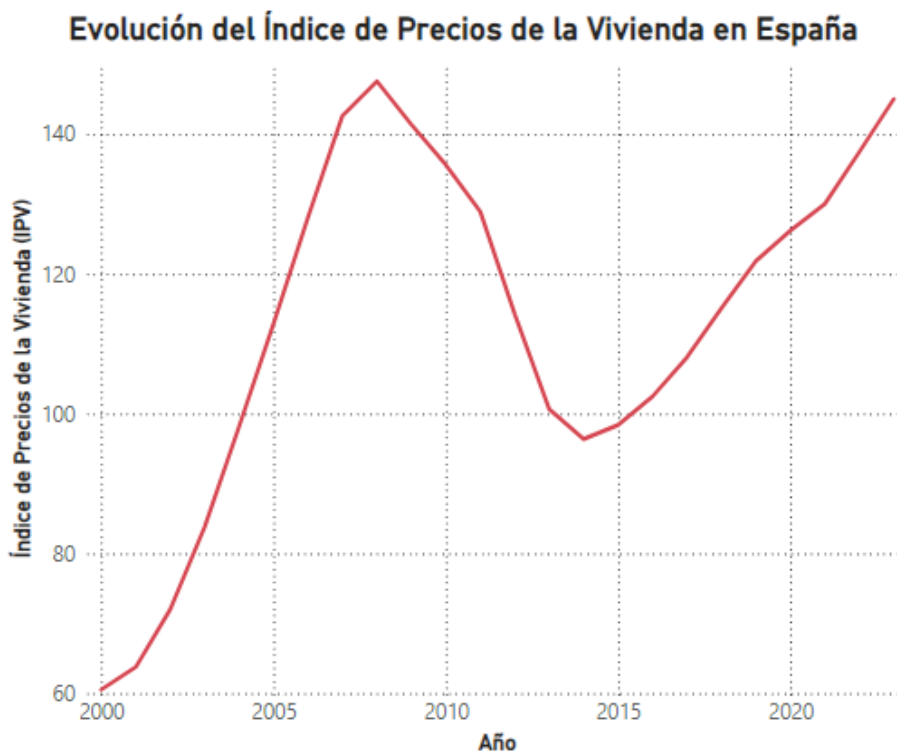


Gráfico 5: Evolución del IPV en España

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

El gráfico muestra la evolución del Índice de Precios de Vivienda (IPV). Cabe recordar que el IPV tiene como objetivo medir la **evolución de los precios de compraventa de las viviendas de precio libre** a lo largo del tiempo., tanto nuevas como de segunda mano.

En **España** desde el año 2000 hasta el 2022. Podemos observar un **crecimiento inicial** desde el año 2000 alcanzando un **pico en el año 2007**. Este periodo coincide con el **boom inmobiliario** en España, donde los precios de las viviendas aumentaron significativamente debido a factores como el **fácil acceso al crédito** y la **alta demanda de viviendas** (Eurostat, 2023). Según Muñoz (2016), este crecimiento fue impulsado por **políticas de crédito expansivas** y un **entorno macroeconómico favorable**.

A partir del 2008, el **IPV empieza a descender abruptamente** hasta llegar a su punto más bajo alrededor del 2014. Este descenso está relacionado con la **crisis financiera global** y la **burbuja inmobiliaria** en España, que resultó en una **caída drástica de los precios** de las viviendas (Banco de España, 2023). García (2019) señala que la crisis condujo a un **exceso de oferta de viviendas** debido

a la gran cantidad de viviendas construidas durante el período de auge y una **disminución significativa en la demanda**, exacerbando la caída de los precios.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante resaltar que la **crisis financiera de 2008 tuvo un efecto devastador en el mercado inmobiliario y en la economía en general**. Esta situación provocó una serie de reformas legislativas enfocadas en proteger a los consumidores y estabilizar el mercado, entre ellas:

1. Ley 29/1994, de Arrendamientos Urbanos (LAU)

Después de la crisis, se realizaron varias reformas a la LAU para **fomentar el mercado del alquiler como alternativa a la compra de vivienda**. La Ley 4/2013 introdujo medidas para flexibilizar el mercado del alquiler y hacer más atractiva la inversión en viviendas de alquiler. Estas reformas buscaron mejorar la seguridad jurídica para propietarios e inquilinos y promover un mercado de alquiler más dinámico y accesible (*Boletín Oficial del Estado [BOE], 1994*).

2. Ley 1/2013, de 14 de mayo, de medidas para reforzar la protección a los deudores hipotecarios, reestructuración de deuda y alquiler social:

Tiene como objetivo proteger a los deudores hipotecarios en riesgo de desahucio. Esta ley introdujo medidas como la moratoria de desahucios para colectivos vulnerables y la creación del Fondo Social de Viviendas para proporcionar alquileres asequibles a los afectados por ejecuciones hipotecarias. Ayudó a muchas familias en riesgo de perder su vivienda, proporcionando un respiro temporal y alternativas de alquiler social (*Boletín Oficial del Estado [BOE], 2013*).

3. Ley 5/2019, de 15 de marzo, reguladora de los contratos de crédito inmobiliario:

Esta ley, conocida como la "Ley Hipotecaria", se implementó para **aumentar la transparencia en la contratación de hipotecas y proteger a los consumidores frente a abusos**. Introdujo una mayor claridad en los contratos y estableció obligaciones para los prestamistas. Redujo la incertidumbre para los compradores de vivienda y mejoró la seguridad jurídica en las transacciones hipotecarias (*Boletín Oficial del Estado [BOE], 2019*).

Desde 2015, se observa una **recuperación gradual en el IPV**, con un incremento constante hasta el 2022. Este periodo de recuperación refleja la **estabilización y el crecimiento paulatino del mercado inmobiliario español**, respaldado por la mejora en la economía general y el incremento en la demanda de viviendas (INE, 2023). García (2019) destaca que la recuperación ha sido apoyada por

la **reducción de los tipos de interés y un incremento en la inversión extranjera** en el mercado inmobiliario español.

Por otro lado, la **pandemia del covid-19** generó una crisis económica global que también afectó significativamente al mercado de la vivienda en España. En respuesta, el gobierno implementó varias medidas urgentes para proteger a los inquilinos y propietarios:

1. **Real Decreto-ley 11/2020, de 31 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes complementarias en el ámbito social y económico para hacer frente al COVID-19:**

Tiene como objetivo **proteger a los inquilinos en situación de vulnerabilidad económica causada por la pandemia**. Entre las medidas se incluyen la suspensión de desahucios, moratorias en el pago del alquiler y la creación de ayudas al alquiler. Estas medidas proporcionaron una red de seguridad para muchas personas que vieron reducidos sus ingresos debido a la pandemia, evitando una oleada de desahucios y estabilizando el mercado de alquiler (*Boletín Oficial del Estado [BOE], 2020*).

2. **Real Decreto-ley 37/2020, de 22 de diciembre, de medidas urgentes para hacer frente a situaciones de vulnerabilidad social y económica en el ámbito de la vivienda y en materia de transportes:**

Tiene como objetivo **extender y reforzar las medidas de protección para los inquilinos**, incluyendo la prolongación de la moratoria de desahucios y la extensión de ayudas al alquiler. Estas medidas adicionales aseguraron que la protección continuara durante la duración de la crisis sanitaria y económica, ofreciendo estabilidad y apoyo a los afectados (BOE, 2020).

No obstante, la última ley que se ha introducido en España ha sido la **Ley 12/2023, de 24 de mayo, por el derecho a la vivienda**, es una normativa que busca abordar y mejorar el acceso a la vivienda en España, con un enfoque integral que considera las necesidades actuales del mercado de la vivienda y los derechos de los ciudadanos.

La ley pretende incrementar el parque de viviendas asequibles y sociales a través de la promoción pública y privada, así como mediante la colaboración con entidades del tercer sector e impulsar la rehabilitación y renovación de viviendas y entornos urbanos para mejorar la eficiencia energética, la accesibilidad y la calidad de vida en las áreas urbanas y rurales. De esta forma, se espera que la ley mejore significativamente el acceso a la vivienda para los grupos más vulnerables y las clases medias, reduciendo la presión económica sobre las familias. A su vez, la ley permite a las

comunidades autónomas y municipios **declarar zonas de mercado residencial tensionado**, donde los alquileres han aumentado significativamente y la oferta es insuficiente. En estas zonas, se pueden implementar medidas de control de rentas para evitar subidas desproporcionadas (*Boletín Oficial del Estado [BOE], 2023*).

Esta ley **influye en el IPV al aumentar la oferta de vivienda asequible y controlar los precios del alquiler**. Esto puede moderar los aumentos del IPV, especialmente en zonas urbanas donde la demanda es alta. A su vez, la promoción de la rehabilitación y renovación urbana también puede mejorar la calidad de la vivienda, afectando positivamente al valor y al precio de las viviendas rehabilitadas.

No obstante, en 2023 los **precios de la vivienda en España** aún no habían superado el récord establecido en 2007 durante la burbuja inmobiliaria, cuando el Índice de Precios de Vivienda (IPV) alcanzó los 148,9 puntos. Sin embargo, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), en el primer trimestre de 2024, el **IPV ha establecido un nuevo récord** al situarse en **152,6 puntos**, superando así los niveles previos a la crisis.

Conforme a lo anterior, cabe destacar que, en España, “**uno de cada cuatro hogares es unipersonal (25,7% del total)**”, según la Encuesta continua de hogares de 2019. Sin embargo, “estos hogares representan solo el 10,3% de la población, ya que predominan los de dos personas (30,4%) y el grupo mayoritario de la población (cerca de 13 millones de personas) es el que vive en hogares de cuatro miembros (que son el 17,4% del total de hogares)” (Boletín Informativo del Instituto Nacional de Estadística [INE], 2020).

En cuanto a la **población de 65 o más años que vive sola**, en el caso de España, “uno de cada cuatro mayores se encuentra en esta situación (25,2%), pero la media en la UE es bastante más alta (32,5%) y sube más aún la cifra en Dinamarca, donde casi uno de cada dos mayores vive solo (46,9%), en Estonia (43,3%) y Lituania (40,6%)”. Chipre es el país que registra el dato más bajo, con un 16,6% y con valores también inferiores al de España se encuentran: Portugal, Eslovaquia y Grecia (Investropa, 2024).

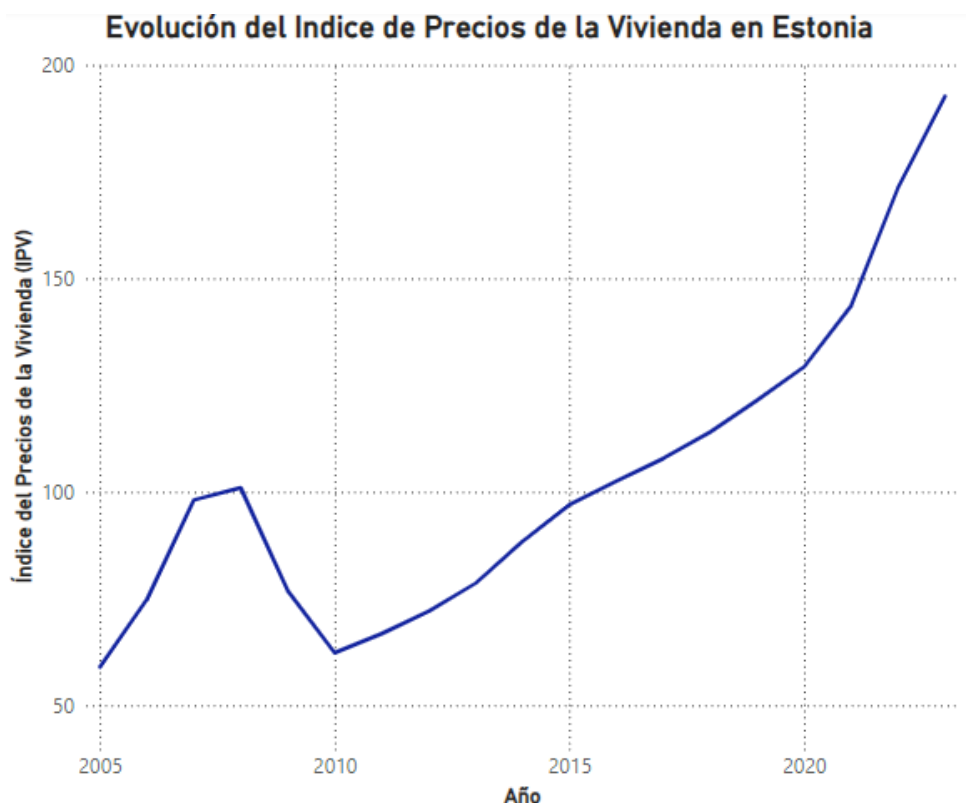


Gráfico 6: Evolución del IPV en Estonia

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

En cuanto a **Estonia**, su economía se ha mantenido **estable y en crecimiento**, especialmente desde su **independencia en 1991** y su posterior **entrada en la UE en 2004**, lo que ha influido positivamente en el mercado inmobiliario.

Los primeros registros son en el 2006, después de la **entrada de Estonia en la Unión Europea en 2004**, lo cual **atrajo inversiones extranjeras y aumentó la confianza en el mercado inmobiliario** (Eurostat, 2023). El **IPV** a partir del 2007 desciende significativamente, llegando a un **punto negativo** alrededor de 2009. Este **descenso** coincide con la **crisis financiera global** de 2008, que afectó duramente a los mercados inmobiliarios en toda Europa, incluyendo Estonia (Banco de Estonia, 2023). El Ministerio de Finanzas de Estonia (2019) señala que la **contracción económica** y la **restricción del crédito** fueron **factores clave** en esta caída.

No fue hasta 2010, cuando el **IPV** muestra una **recuperación gradual**, con algunas fluctuaciones a lo largo de los años. El periodo de recuperación refleja la **estabilización económica** y la **mejora en las condiciones del mercado inmobiliario** en Estonia (INE, 2023). Las fluctuaciones

pueden estar relacionadas con cambios en las **políticas económicas** y variaciones en la **demanda de viviendas**.

En los últimos años, hasta 2022, se observa un **incremento en el IPV**, aunque con cierta variabilidad. Esto podría indicar un **mercado inmobiliario** que sigue respondiendo a **factores económicos externos e internos**, como la política monetaria del Banco Central Europeo y las dinámicas de oferta y demanda locales (Eurostat, 2023). Conforme a lo anterior, el mercado inmobiliario ha experimentado un crecimiento significativo a lo largo de los años.

Históricamente, las **políticas gubernamentales** han desempeñado un papel relevante en la configuración del mercado inmobiliario de Estonia. Tras la independencia, el gobierno implementó **reformas** para la transición de una economía de estilo soviético a un sistema basado en el mercado, incluyendo la **privatización de viviendas** de propiedad estatal, lo que permitió a la población **poseer propiedades** y **estimular el mercado inmobiliario**. (Republic of Estonia Principles of Ownership Reform Act, 2023). Esta ley aborda la devolución y compensación de propiedades expropiadas ilegalmente, lo que ha sido crucial para restablecer la confianza y dinamizar el mercado inmobiliario. La normativa también establece procedimientos para la transferencia de propiedades estatales a municipales o privadas y la resolución de disputas relacionadas con las reclamaciones de propiedad.

Recientemente, el gobierno se ha centrado en mayor medida en el **desarrollo sostenible** y la **eficiencia energética**, influyendo así en **nuevas normas de construcción** y renovaciones.

Por otro lado, Estonia es conocida por tener un **proceso de compra de propiedades sencillo y transparente**. En cuanto a los cambios regulatorios, no ha habido ninguna modificación importante recientemente que afecte de forma significativa a la compra o venta de propiedades.

En cuanto a la **demanda actual de bienes raíces residenciales**, ésta es bastante fuerte sobre todo en las zonas urbanas. Dicha demanda se ha visto impulsada por la **estabilidad económica** del país, el **crecimiento del sector tecnológico** y el **atractivo de la vivienda urbana**.

En relación con lo anterior, **la oferta de vivienda nueva** trata de satisfacer esta demanda, pero existen **dificultades**. En las zonas urbanas, por ejemplo, se están llevando a cabo **proyectos nuevos** con el fin de abordar el incremento en la necesidad de vivienda. No obstante, estos desarrollos a veces presentan **desafíos** para seguir el ritmo de la demanda en aumento.

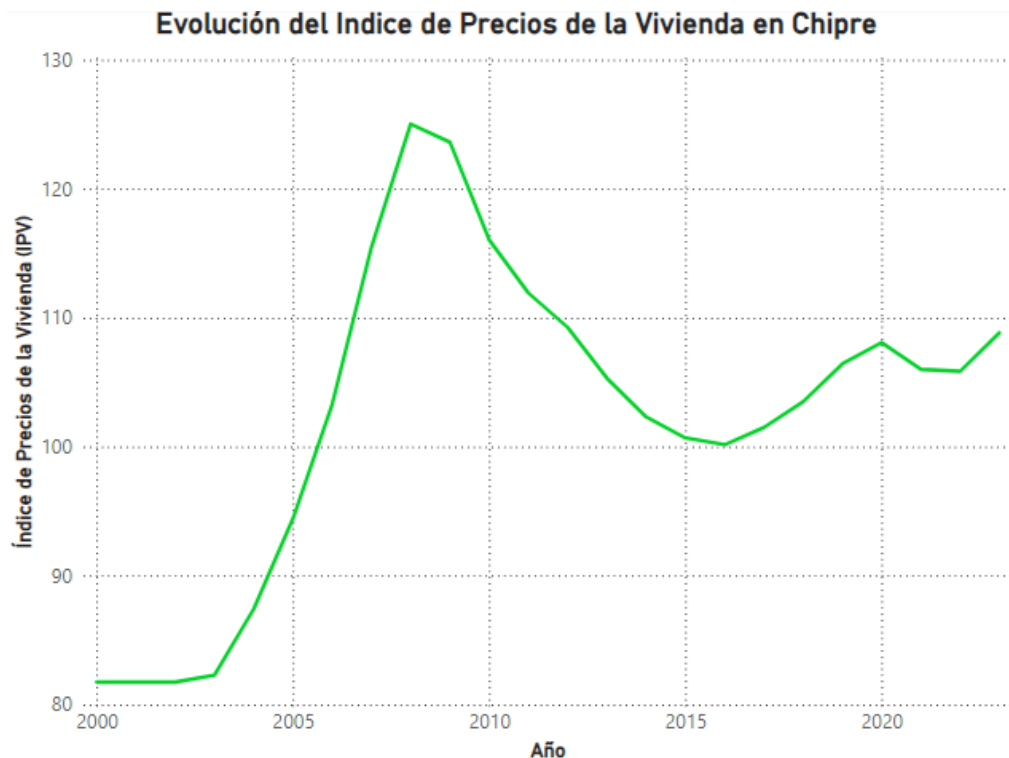


Gráfico 7: Evolución del IPV en Chipre

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

Pasando a **Chipre** en el año 2000, el **IPV** comienza en valores bajos, prácticamente en cero, indicando que no hay registros disponibles o no se había comenzado a registrar este índice. A partir del 2001, se observa un **incremento significativo y constante** en el IPV, alcanzando un pico en el 2006. Este aumento puede atribuirse a una serie de factores, incluyendo un **auge en el mercado inmobiliario** y posibles **cambios económicos** que fomentaron la inversión en propiedades.

Desde el 2007 hasta el 2010, el **IPV** se mantiene relativamente alto, con un **máximo visible en el año 2008**. Este periodo coincide con la **burbuja inmobiliaria** que afectó a muchos países europeos antes de la crisis financiera global. Después del pico del 2008, hay una ligera disminución, reflejando el **impacto inicial de la crisis financiera**.

Entre el 2011 y el 2015, se observa una **tendencia descendente en el IPV**, lo cual es consistente con los **efectos prolongados de la crisis financiera global** en el sector inmobiliario. La **reducción en la demanda de propiedades** y la **disminución de los precios de las viviendas** son factores clave durante este periodo. Estudios como los de Reinhart y Rogoff (2009) señalan que las crisis financieras tienen **efectos duraderos en los mercados inmobiliarios**.

A partir del 2016, el **IPV** muestra una **tendencia de estabilización y ligera recuperación**. Este patrón sugiere una recuperación gradual del mercado inmobiliario en Chipre. Según el informe del FMI (2020), muchos países europeos experimentaron una recuperación gradual del mercado inmobiliario postcrisis.

En los últimos años, especialmente hacia el 2020 y más allá, se puede observar una **leve tendencia al alza**, lo que podría indicar una **recuperación sostenida** y posible **reactivación del mercado inmobiliario**.

En cuanto a la **regulación de la vivienda en Chipre**, al contrario que en España, donde no existen restricciones significativas para los ciudadanos de fuera de la UE en cuanto a la compra de propiedades, de forma que los extranjeros pueden adquirir cualquier tipo de propiedad, siempre que cumplan con los requisitos fiscales y legales, en Chipre sí que existen ciertas restricciones, ya que los no ciudadanos de la UE tienen restricciones sobre la cantidad y tipo de propiedades que pueden adquirir. Pueden comprar una residencia o un terreno de hasta 4.014 m², pero no pueden comprar una participación en una tierra (Y. Vasiliou & Co LLC, 2022).

En resumen, la evolución del **Índice de Precios de Vivienda (IPV)** en **España, Chipre y Estonia** entre 2000 y 2023 muestra **patrones similares** influenciados por eventos económicos globales, como el **boom inmobiliario** y la **crisis financiera de 2008**.

- En **España**, el IPV experimentó un **notable aumento** antes de la crisis, seguido de una **fuerte caída** y una **recuperación gradual**.
- **Estonia** mostró una **recuperación gradual** después de un **declive significativo** durante la crisis.
- **Chipre**, por otro lado, mostró **estabilidad con fluctuaciones menores** en los años recientes.

Estos patrones reflejan la **sensibilidad de los mercados inmobiliarios** a las **condiciones económicas internas y externas**, destacando la importancia de políticas económicas prudentes para mitigar los efectos adversos de futuras crisis.

5.4. Relación del IPV con el Euribor

El **Euribor o índice de referencia para los tipos de interés en Europa** se refiere al precio al que las entidades bancarias europeas se prestan dinero entre sí. En el contexto inmobiliario, al solicitar una hipoteca es posible elegir entre **tres tipos de interés**: fijo (un porcentaje que no cambia), variable

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

(que depende del índice de referencia) y mixto (una combinación entre fijo y variable). Así pues, con una hipoteca a tipo fijo, el importe a pagar se mantendrá constante a lo largo de toda la duración del préstamo. En cambio, con una hipoteca a tipo variable, el importe se ajustará periódicamente (normalmente cada seis o doce meses) para reflejar el estado actual de la economía, utilizando como índice de referencia el Euribor. Es decir, que, si ya escogimos o vamos a elegir una hipoteca con interés variable, el valor de los intereses bajará si el índice del Euribor baja o subirá si éste también sube.

Conforme a lo anterior, el siguiente gráfico muestra la **evolución del Índice de Precios de la Vivienda (IPV) en comparación con el Euribor para Estonia, Chipre y España** desde el año 2000 hasta 2023. A pesar de que en el apartado anterior ya hemos analizado los datos del IPV, resulta interesante observar la evolución del Euribor en un gráfico ya que se trata de una de las variables que menor correlación presentaba con nuestra variable principal.

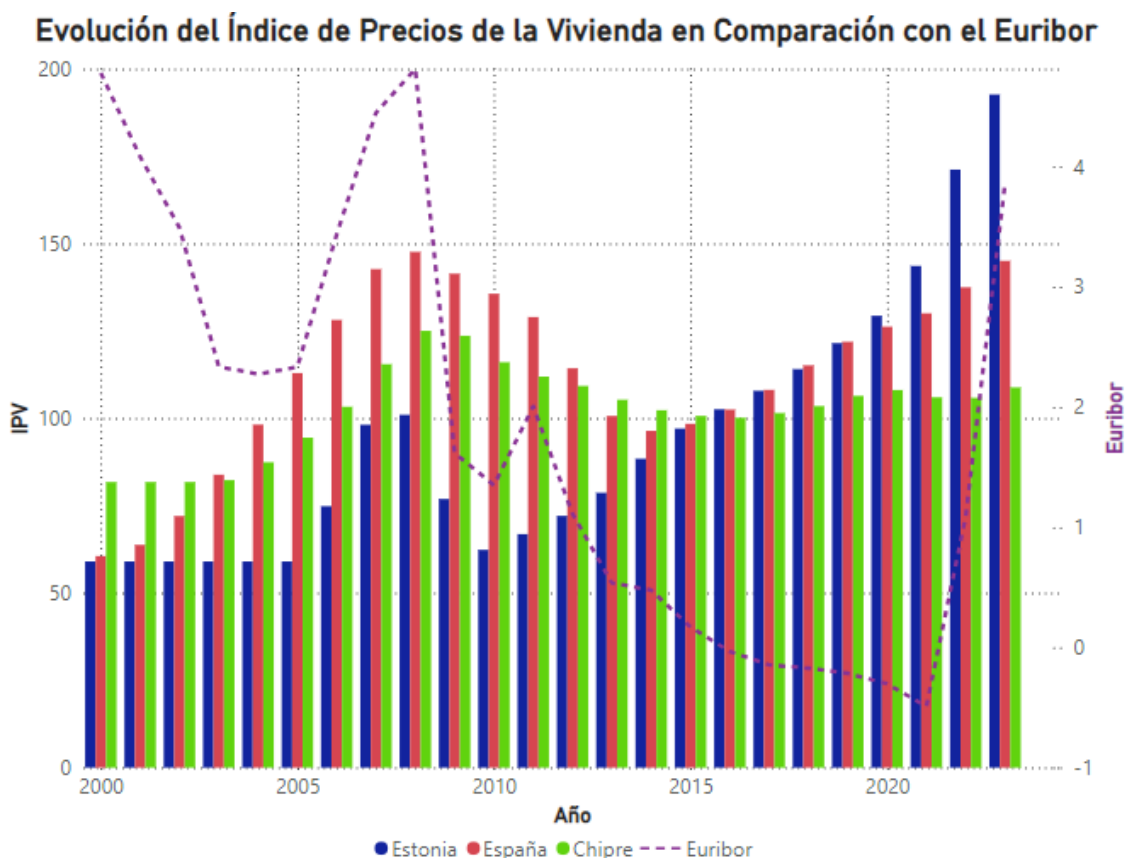


Gráfico 8: Evolución del Índice de Precios de la Vivienda en comparación con el Euribor (2000-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

La línea discontinua morada en el gráfico representa la evolución del **Euribor**, el cual muestra un descenso desde el año 2000 hasta aproximadamente 2005, seguido de un aumento hasta 2008. No obstante, al igual que ocurre con el Índice de Precios de la Vivienda en los tres países, la crisis financiera lleva a una caída brusca del Euribor alrededor de 2009. A partir de 2010, éste permanece en niveles bajos con ligeras fluctuaciones, incluso niveles negativos desde el año 2015 a 2021, y mostrando de nuevo un aumento hacia 2022 y 2023.

Así pues, **el Euribor fue negativo en el periodo del 2015 al 2021** debido a una combinación de factores económicos y políticas monetarias adoptadas por el Banco Central Europeo (BCE). En respuesta a la **crisis financiera de 2008** y la crisis de la deuda soberana europea, *el BCE adoptó una política de tasas de interés negativas para estimular la economía de la zona euro*. En **junio de 2014**, *el BCE redujo su tasa de depósito por debajo de cero*, lo que significaba que los bancos comerciales tenían que pagar por mantener sus reservas en el BCE. A su vez, adoptaron otra medida que buscaba incentivar a los bancos a prestar más dinero en lugar de mantenerlo inactivo en el BCE. Como resultado, las tasas interbancarias, incluidas las utilizadas para calcular el Euribor, también cayeron. (BCE, 2015).

Conforme a lo anterior, el **Índice de Precios de la Vivienda** en España, Estonia y Chipre siguió un comportamiento de crecimiento al igual que el Euribor. No obstante, a partir del 2015, *cuando el Euribor presenta valores negativos, el IPV actúa de manera inversa, ya que continúa creciendo en estos tres países*. Esto es normal, ya que cuando el Euribor es bajo, se reducen las tasas hipotecarias, incentivando la compra de viviendas y, aumentando, por tanto, el IPV.

5.5. Análisis de Variables

5.5.1. Producto Interior Bruto (PIB)

El siguiente gráfico muestra la **evolución del PIB de Estonia, Chipre y España** entre los años **2000 y 2023**. El **Producto Interior Bruto (PIB)** es la medida estándar del **valor agregado creado** mediante la **producción de bienes y servicios** en un país durante un periodo determinado. Este indicador también mide los **ingresos obtenidos** de dicha producción o la **cantidad total gastada** en bienes y servicios.

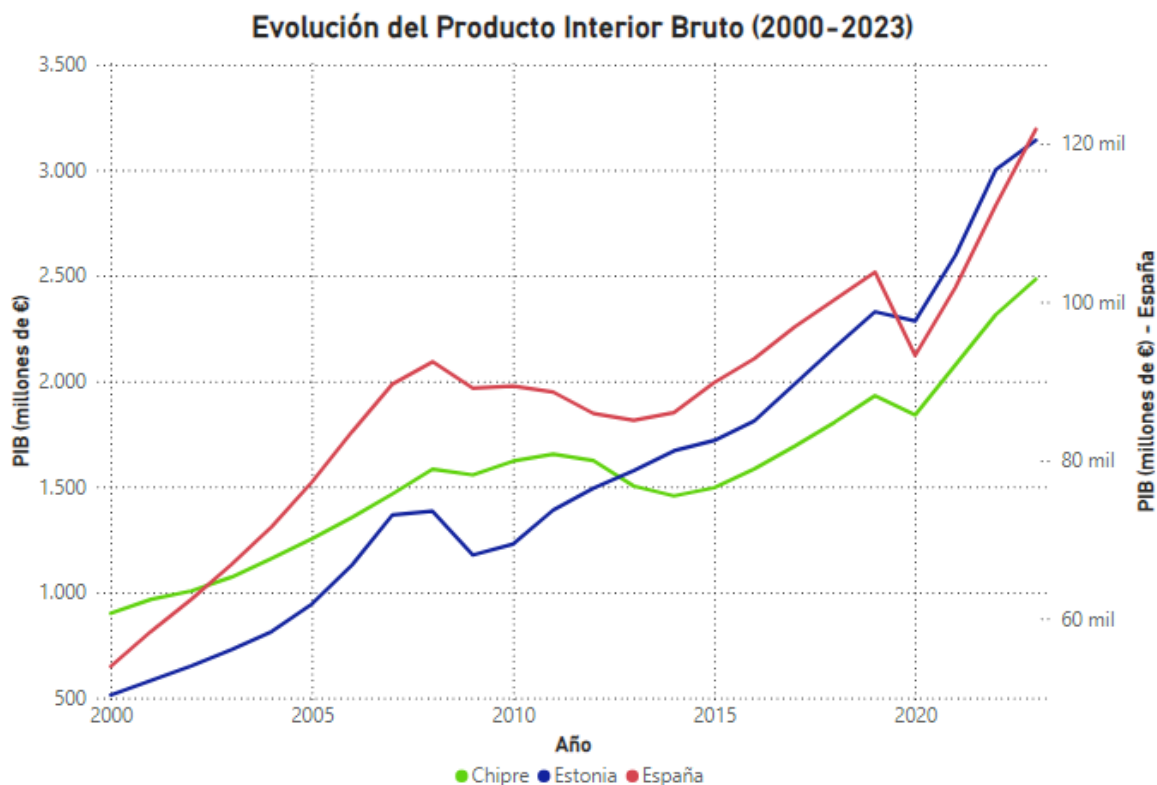


Gráfico 9: Evolución del PIB en España, Estonia y Chipre (2000-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos del BCE

Conforme a lo anterior, es importante analizar la evolución del PIB de un país porque tiende a estar estrechamente relacionada con el mercado inmobiliario, ya que un **PIB en crecimiento suele reflejar una economía saludable y mayor poder adquisitivo de los ciudadanos**, lo que puede llevar a un aumento en los precios de las viviendas. En contraste, una caída del PIB, especialmente durante una crisis económica, puede resultar en una disminución de los precios inmobiliarios debido a la reducción de la demanda y el aumento de la incertidumbre económica.

Según un estudio de Harvard Joint Center for Housing Studies (2024), la construcción residencial, las mejoras en el hogar y los gastos relacionados representan aproximadamente una quinta parte del PIB. Las condiciones del mercado de la vivienda son un indicador crítico de la salud económica, ya que los cambios en los precios de la vivienda, las tasas de alquiler y los tipos de interés hipotecarios pueden afectar significativamente los ingresos y la riqueza de los hogares, así como sus patrones de gasto y ubicación.

Volviendo al gráfico, lo primero a señalar y a tener en cuenta es que **Chipre y Estonia son economías más pequeñas**, tanto en términos de población como de tamaño geográfico. Esto limita su capacidad para generar un PIB tan alto como el de economías más grandes.

Conforme a lo anterior, el **PIB de Estonia** ha mostrado un **crecimiento sostenido** desde el año 2000. A pesar de presentar una **caída notable durante la crisis financiera** de 2008-2009, el PIB se **recuperó rápidamente** en los años siguientes. Concretamente, entre 2015 y 2023, el crecimiento del PIB se aceleró, alcanzando su **punto más alto en 2023**. A pesar de que Estonia ha hecho grandes avances en tecnología y digitalización, su economía aún está en desarrollo en comparación con países más grandes.

Chipre, en comparación con Estonia, ha tenido un **crecimiento más moderado**. Su PIB creció de manera constante desde 2000 hasta 2008, pero experimentó una caída significativa durante la crisis financiera y la crisis bancaria propia en 2012-2013. Después de 2013, el PIB de Chipre se ha **recuperado de forma gradual**, alcanzando **niveles cercanos a los de 2008 en 2023**. No obstante, hay que tener en cuenta que Chipre ha enfrentado desafíos como la división de la isla y tensiones políticas que han afectado su desarrollo económico.

Con respecto a **España**, presenta un PIB **significativamente mayor** que Estonia y Chipre, tal y como se muestra en la escala secundaria, ya que es **una de las mayores economías de Europa**, con una población y un mercado interno mucho más grandes que los otros dos países. Además, España tiene una economía diversificada con sectores fuertes como el turismo, la industria, la agricultura y los servicios financieros. Volviendo a los datos del gráfico, el PIB español creció de manera sostenida desde el año 2000 hasta 2008, pero sufrió una **caída considerable durante la crisis financiera de 2008-2013**. A partir de 2014, España ha mostrado una **recuperación económica continua**, aunque con algunas fluctuaciones, alcanzando su **pico más alto en 2023**.

Además, el **segundo gráfico** presenta la **evolución del Valor Añadido Bruto (VAB) del sector de la construcción** en **Chipre, España, Estonia** y la **Unión Europea (UE)** entre los años 2010 y 2023, permitiendo observar las **tendencias y cambios en la contribución económica** de este sector en diferentes regiones.

El **Valor Añadido Bruto (VAB)** del sector de la construcción es una medida económica que refleja el **valor total de la producción generada por el sector**, menos el valor de los **bienes y**

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

servicios intermedios utilizados en el proceso de producción. En otras palabras, el VAB representa la **contribución neta del sector de la construcción** a la economía.

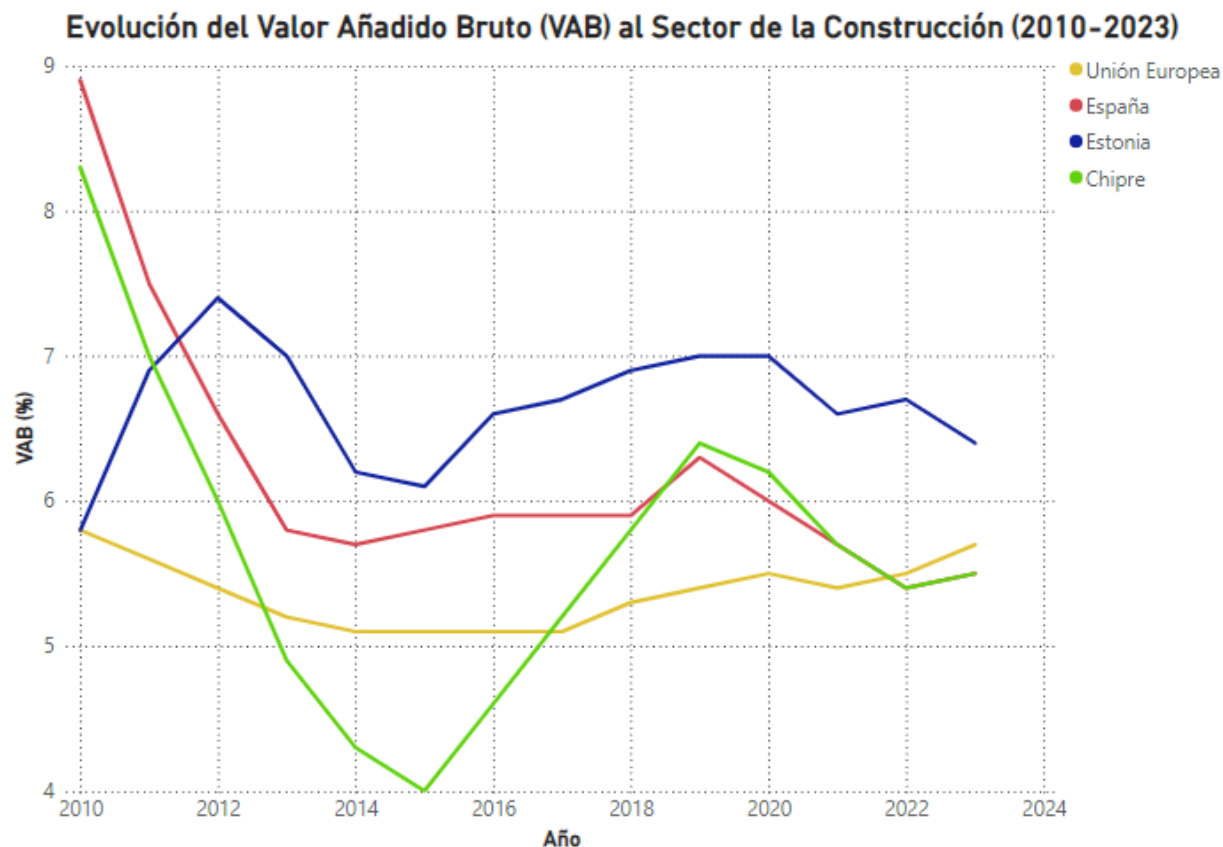


Gráfico 10: Valor añadido bruto del sector de la construcción en España, Estonia, Chipre en comparación con la media de la Eurozona (2010-2023)

Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat

En primer lugar, llama la atención el comportamiento del VAB del sector de la construcción en Chipre, ya que muestra una caída drástica desde el año 2010 al año 2015, seguida de una notable recuperación hasta el año 2019. Esa drástica caída se debió a que Chipre sufrió una crisis financiera severa en 2013 que tuvo un impacto devastador en muchos sectores, incluido el de la construcción. Las medidas de austeridad y la contracción del crédito afectaron gravemente al sector. A partir de 2015, Chipre comenzó a recuperarse gracias a reformas económicas y una mejor gestión financiera. La confianza de los inversores regresó, lo que revitalizó el sector de la construcción. El auge del turismo y la inversión extranjera en propiedades residenciales y comerciales también contribuyó significativamente a la recuperación del sector (IMF, 2013). No obstante, con la pandemia,

se ha producido de nuevo una severa disminución en este valor, pero en el 2023 parece que empieza a aumentar ligeramente.

En cuanto a **España**, ha experimentado un *comportamiento similar* en los primeros años, ya que observamos una caída significativa del año 2010 al año 2013, pero muestra una **recuperación más moderada en comparación con Chipre**. Como bien comentamos al inicio de la investigación, la crisis financiera global tuvo un impacto profundo en el sector de la construcción en España, que se había sobrecalentado antes de la crisis. La burbuja inmobiliaria explotó, llevando a una caída drástica en el VAB del sector de la construcción. La crisis provocó altos niveles de desempleo y un aumento significativo de la deuda, lo que afectó negativamente a la inversión en el sector de la construcción. Las reformas en el mercado laboral y las políticas fiscales ayudaron a estabilizar la economía española, permitiendo una recuperación gradual en este sector. A su vez, la afluencia de inversión extranjera en bienes raíces también contribuyó a la recuperación del sector (European Commission, 2019).

En el caso de **Estonia**, presenta un **comportamiento totalmente contrario al de los otros países**, con un aumento en el VAB del sector de la construcción desde el año 2010 al 2012, ya que Estonia implementó políticas económicas estables y favorables, incluso durante la crisis financiera global. Las reformas estructurales y fiscales hicieron que la economía fuera más resiliente. La financiación de la Unión Europea para proyectos de infraestructura y desarrollo regional también jugó un papel crucial en el fortalecimiento del sector de la construcción en Estonia (World Bank, 2020). No obstante, sí podemos observar una disminución del año 2012 al 2015, mostrando en este periodo de tiempo un comportamiento más similar al resto de países.

Si comparamos estos datos con los de la **Eurozona**, tuvo una **caída menos abrupta** en el VAB del sector de la construcción hasta 2013. Desde entonces, ha mostrado una **tendencia estable** con leves aumentos y descensos, reflejando una **recuperación más gradual y sostenible** del sector en la región. Esto puede estar relacionado con **políticas de cohesión y programas de inversión en infraestructuras** a nivel europeo.

Conforme a lo anterior, podemos observar, además, que **Estonia es el país que mayor VAB del sector de la construcción presenta en todo momento**, alcanzando su valor máximo en el año 2012 con un 7,5%.

En resumen, el **impacto de la crisis financiera** es evidente en todos los países analizados, con una caída significativa en el VAB del sector de la construcción durante la crisis financiera de 2008-2013. Sin embargo, la magnitud y la **recuperación posterior varían**. España y Chipre muestran caídas

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

más pronunciadas, mientras que la UE y Estonia tienen una recuperación más destacada en años recientes.

5.5.2. Renta per cápita (RPC)

La **Renta per Cápita (RPC)** es un indicador del **nivel de ingresos de los habitantes de un país**. Se obtiene dividiendo la renta nacional entre el número de habitantes del país.

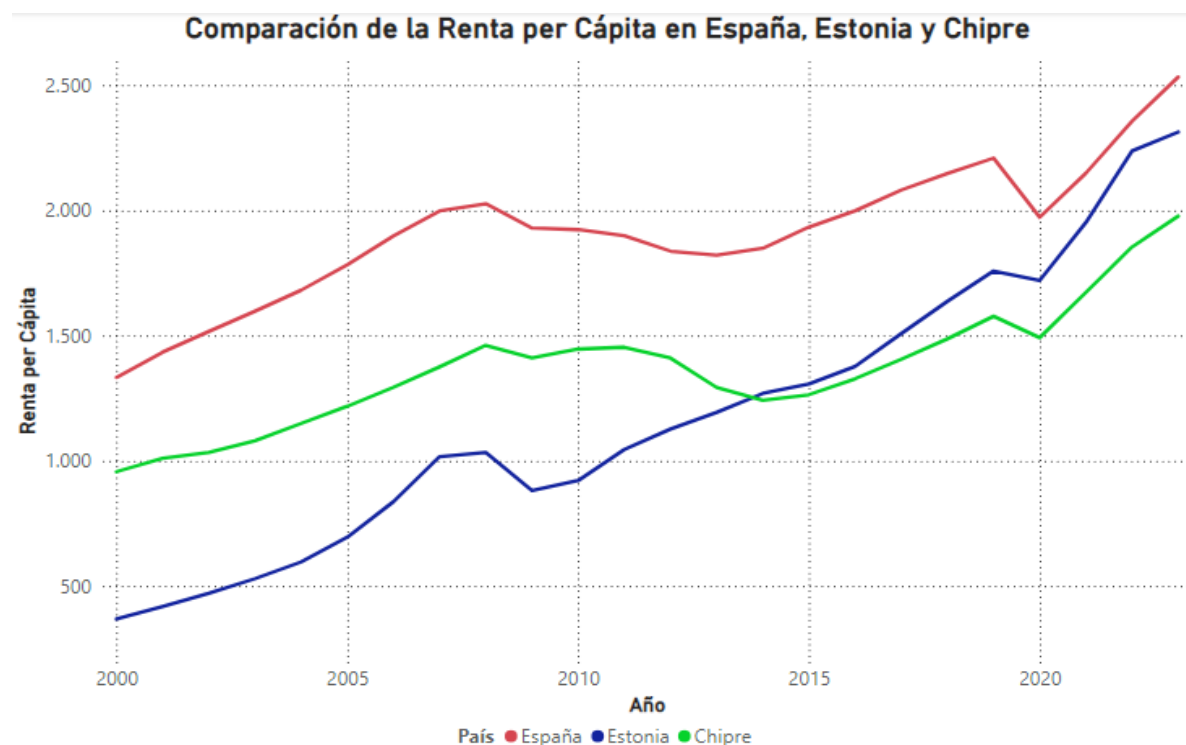


Gráfico 11: Comparación de la Renta Per Cápita en España, Estonia y Chipre (2000-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

Para la **Renta per cápita** en este periodo, **España** muestra un **crecimiento sostenido** hasta aproximadamente el año 2008, momento en que la **crisis financiera global** impactó negativamente la economía. La **recuperación** se observa a partir de 2014, con un **crecimiento gradual pero continuo** hasta 2019.

La **RPC en Chipre** muestra un crecimiento hasta 2008, seguido de una **caída** debido a la **crisis financiera global y la crisis bancaria propia** en 2012-2013. Sin embargo, desde 2014, Chipre muestra una **recuperación gradual**, alcanzando niveles incluso superiores a los de 2008 en 2023. Según el Banco Central de Chipre (2021), "las **reformas en el sector financiero** y la **atracción de inversiones** han sido **claves** para la recuperación económica"

En el caso de **Estonia**, por debajo de España y Chipre muestra un **crecimiento constante** de la RPC desde 2000, con una **caída durante la crisis financiera de 2008-2009**. A diferencia de España, Estonia experimenta una **recuperación mucho más rápida y acelerada** a partir de 2010. Entre 2015 y 2023, el crecimiento se vuelve más pronunciado, alcanzando su **punto más alto en 2023** llegando casi a alcanzar los valores de España.

El Fondo Monetario Internacional (2019) destaca que "**las políticas económicas** de Estonia, centradas en la **estabilidad fiscal** y la **promoción de la inversión extranjera**, han sido **cruciales** para su rápido crecimiento económico". Además, la Comisión Europea (2020) menciona que "la digitalización y la innovación han sido pilares fundamentales en la estrategia de crecimiento de Estonia" (Comisión Europea, 2020).

La **evolución de la Renta Per Cápita** en estos tres países refleja las **diferentes trayectorias económicas y políticas implementadas** en respuesta a la crisis financiera global y otros desafíos económicos.

- **España**, aunque afectada severamente por la crisis, ha mostrado una **recuperación gradual** respaldada por **reformas estructurales y políticas fiscales expansivas**.
- **Estonia**, por otro lado, ha demostrado un **crecimiento más rápido y sostenido**, beneficiándose de su enfoque en la **digitalización y la estabilidad fiscal**.
- **Chipre**, aunque afectado por crisis internas y externas, ha logrado **recuperar su economía** mediante **reformas en el sector financiero y políticas de inversión**.

5.5.3. Índice de Precios al Consumo (IPC)

El **Índice de Precios de Consumo (IPC)**, es una medida estadística de la **evolución de los precios** de los **bienes y servicios** que consume la población residente en viviendas familiares. El conjunto de bienes y servicios, que conforman la **cesta de la compra**, se obtiene básicamente del **consumo de las familias** y la importancia de cada uno de ellos en el cálculo del IPC está determinada por dicho consumo.

En cuanto al **IPC**, aunque **menos correlacionado** con la variable principal para **España y Chipre**, lo es **moderadamente** para **Estonia**. **Estonia** muestra una **tendencia más volátil** en el IPC en comparación con España y Chipre. En particular, se observan **picos significativos** alrededor de 2008 y nuevamente alrededor de 2022. Estos picos pueden atribuirse a varios factores, incluyendo **fluctuaciones en los precios de energía y alimentos**, así como la implementación de **políticas**

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

económicas. El Fondo Monetario Internacional (2019) indica que "la volatilidad en el IPC de Estonia está estrechamente relacionada con su **economía abierta** y su **exposición a las fluctuaciones** en los mercados internacionales de materias primas".

La evolución del **IPC en España** refleja varios períodos de **inflación y deflación** a lo largo de los años. En general, el IPC ha permanecido **relativamente estable** con incrementos moderados, exceptuando algunos picos durante los años de **crisis económica** y la reciente **pandemia de COVID-19**.

Chipre, similar a España, ha mostrado un IPC **relativamente estable** con algunos picos notables durante las **crisis financieras** y la reciente pandemia. La **inflación en Chipre** ha sido generalmente moderada, aunque la **crisis bancaria de 2012-2013** provocó una **caída significativa en el IPC**. La **recuperación económica postcrisis** ha sido gradual, con un impacto moderado en el IPC.

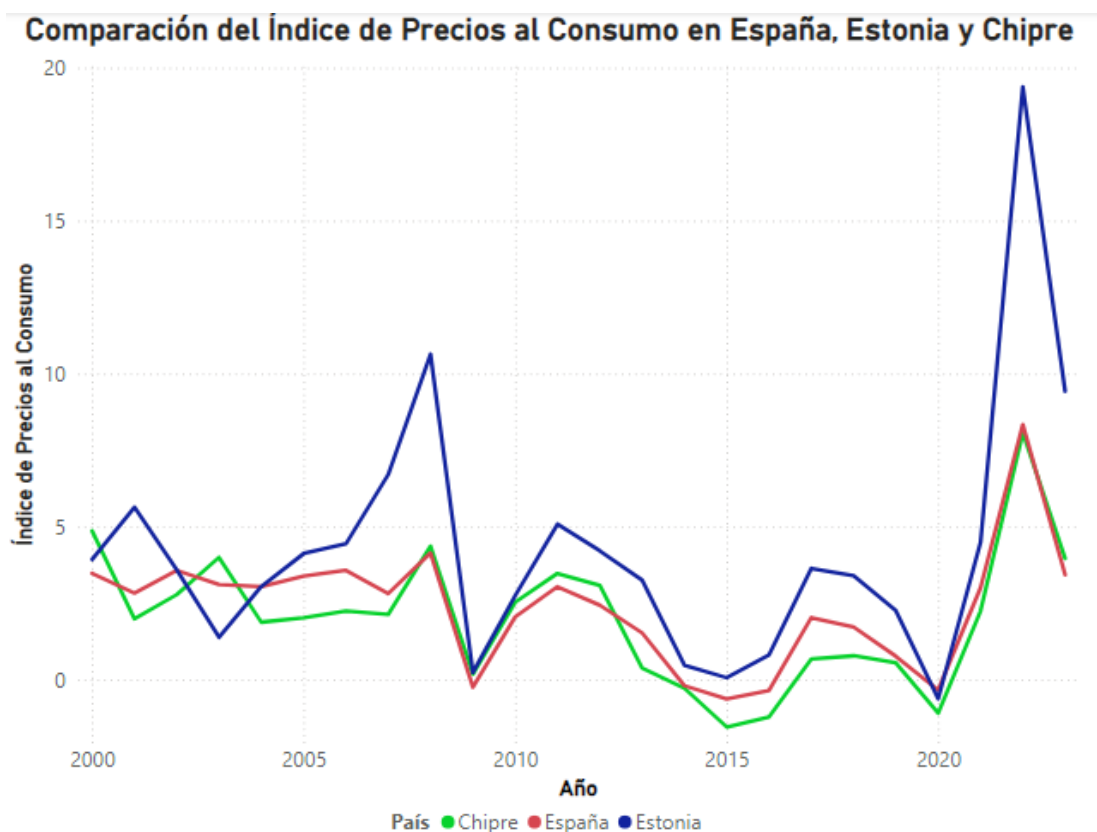


Gráfico 12: Comparación del Índice de Precios al Consumidor (IPC) en España, Estonia y Chipre (2000-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos del BCE

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

La **evolución del IPC en España, Estonia y Chipre** refleja las diferentes **políticas económicas** y las **condiciones macroeconómicas** de cada país. **España y Chipre** muestran una **estabilidad relativa** en sus índices de precios al consumo, mientras que **Estonia** presenta una **mayor volatilidad** debido a su economía abierta y su exposición a los mercados internacionales.

5.5.4. Tasas Hipotecarias y Euribor

El siguiente gráfico muestra la **evolución de las tasas hipotecarias en Chipre, España y Estonia**, comparadas con el **Euribor** desde el año 2000 hasta el 2022.

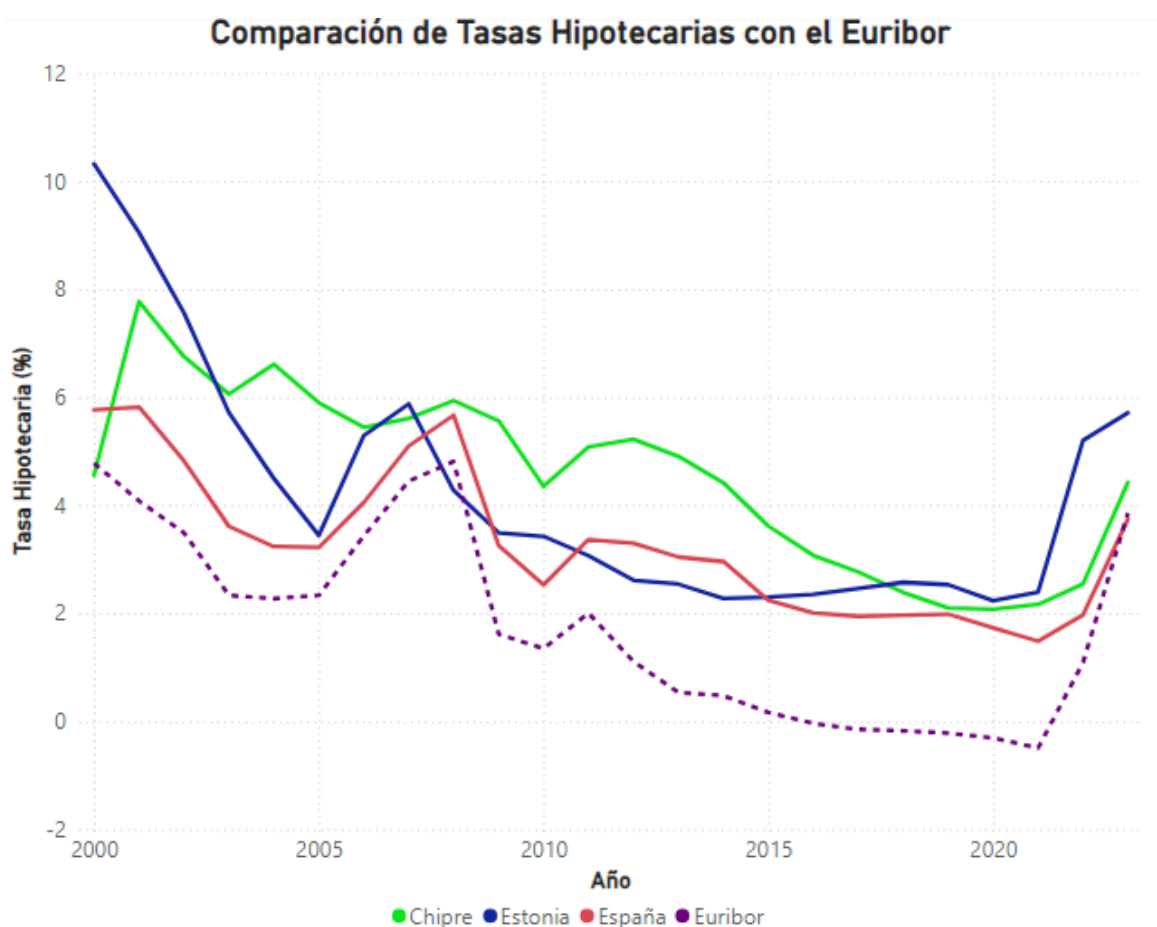


Gráfico 13: Comparación de Tasas Hipotecarias con el Euribor en España, Estonia y Chipre (2000-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos del BCE

El **Euribor** representado por la **línea discontinua morada**, muestra una **tendencia decreciente** desde el 2000, alcanzando valores mínimos alrededor de 2015, y una ligera recuperación

hacia 2022. Según el Banco Central Europeo (BCE), "las tasas de interés fueron reducidas drásticamente para estimular la economía tras la crisis financiera global".

- Las **tasas hipotecarias en Chipre** eran altas al inicio del período, con una marcada disminución hasta 2005, fluctuaciones hasta 2015, y una estabilización en niveles más bajos posteriormente.
- A su vez, **España** muestra una **tendencia decreciente** desde 2000, con una **disminución significativa** alrededor de 2010, estabilizándose cerca de los valores del Euribor. El Banco de España afirmó que "la caída de las tasas hipotecarias está asociada a la adopción de **políticas monetarias expansivas** y a la **recuperación económica gradual**".
- **Estonia** muestra una **tendencia decreciente** similar a España, con tasas inicialmente altas que disminuyen y se estabilizan cerca del Euribor. El Banco de Estonia observó que "**la integración económica y financiera** en la zona euro ha contribuido a la **convergencia de las tasas de interés hipotecarias**".

El **gráfico** refleja el **impacto de la crisis financiera global**, donde se observa una **caída en las tasas hipotecarias** en todos los países después de 2008. Este fenómeno coincide con **políticas monetarias expansivas** y reducciones en las tasas de interés por parte del Banco Central Europeo (BCE) para estimular la economía. Reinhart y Rogoff (2009) destacaron que "**las crisis financieras** tienden a ser **seguidas** por períodos prolongados de **tasas de interés bajas** para fomentar la **recuperación económica**".

Durante el periodo de 2010-2020, las **tasas hipotecarias** en los tres países muestran una **tendencia a la baja**, con pequeñas fluctuaciones, reflejando la **recuperación económica gradual**. Las tasas en **Chipre y Estonia** tienden a **estabilizarse**, mientras que en **España** se observan valores **cercanos al Euribor**, indicando un **alineamiento con las condiciones del mercado europeo**. Según el Fondo Monetario Internacional (FMI), "la recuperación económica postcrisis se caracteriza por un entorno de bajas tasas de interés y políticas monetarias acomodaticias".

Hacia el final del período, se observa un **aumento en las tasas hipotecarias** en los tres países y el Euribor. Este aumento puede estar relacionado con las **expectativas de inflación** y las **políticas del BCE** ajustando las tasas de interés en respuesta a las condiciones macroeconómicas. La OCDE señaló que "las presiones inflacionarias recientes y las expectativas de crecimiento económico han llevado a una normalización gradual de las tasas de interés".

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

5.5.5. Préstamos a tipo variable

Un **préstamo a tipo variable** es un tipo de financiamiento en el que el **interés aplicado** sobre el monto prestado puede cambiar a lo largo del tiempo, en función de las **fluctuaciones en una tasa de referencia**. Estas tasas de referencia suelen estar vinculadas a **indicadores económicos** como el **Euribor**. Este tipo de préstamos es **común en hipotecas** y otros créditos a largo plazo.

El gráfico a continuación muestra la **evolución del porcentaje de préstamos hipotecarios a tipo variable** en España, Estonia y Chipre desde 2011 hasta aproximadamente 2022. Este tipo de préstamos se caracteriza por tener una **tasa de interés que puede variar** a lo largo del tiempo, en contraste con los préstamos a tipo fijo, que mantienen la misma tasa de interés durante toda la vida del préstamo.

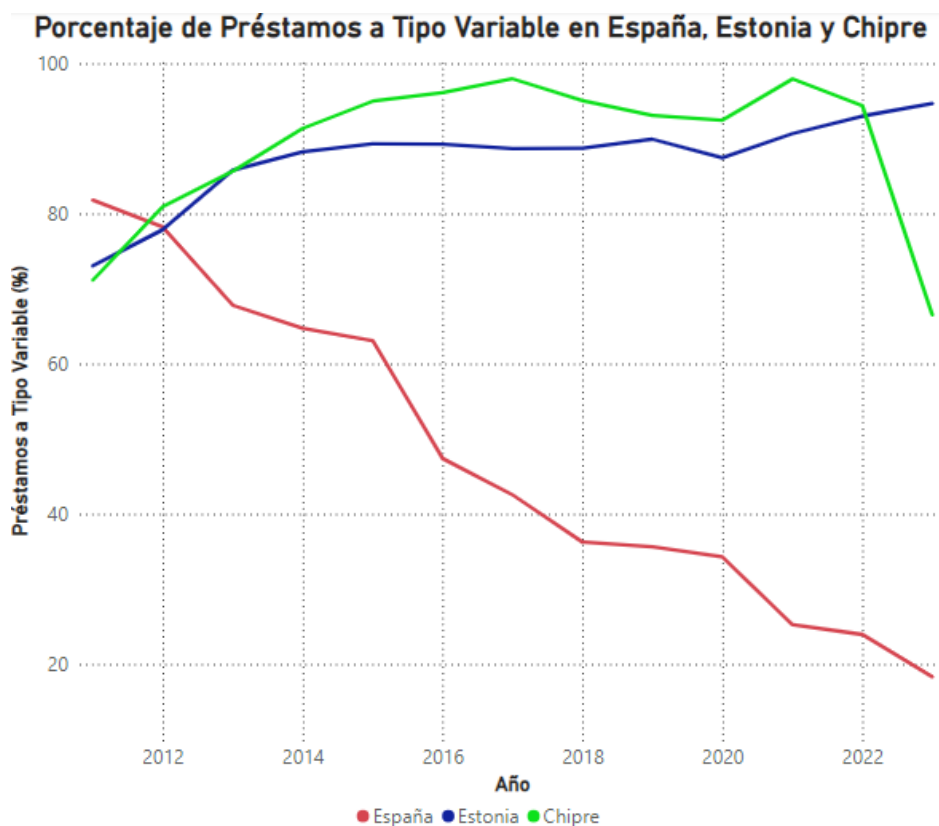


Gráfico 14: Porcentaje de préstamos a tipo variable en España, Estonia y Chipre (2011-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos del BCE

- **España** muestra una **marcada tendencia a la baja** en el porcentaje de préstamos a tipo variable desde 2011. En 2011, aproximadamente el 75% de los préstamos eran a tipo variable, pero este porcentaje ha disminuido de manera constante hasta llegar a menos del 30% en 2022.

Esta disminución puede estar asociada a un cambio en las **preferencias de los consumidores hacia préstamos a tipo fijo**, posiblemente debido a las **bajas tasas de interés fijas** disponibles en el mercado en los últimos años, lo que ofrece **mayor previsibilidad y seguridad financiera**.

- **Estonia** muestra una **ligera disminución** en el porcentaje de préstamos a tipo variable, pero esta disminución es mucho menos pronunciada que en España. El porcentaje de préstamos a tipo variable se ha mantenido **relativamente estable**, alrededor del 70-75%, con algunas fluctuaciones. La estabilidad en la preferencia por préstamos a tipo variable puede reflejar las **condiciones del mercado hipotecario** en Estonia y las **expectativas sobre la estabilidad de las tasas de interés**.
- **Chipre** también muestra una tendencia **relativamente estable** en el porcentaje de préstamos a tipo variable, aunque con algunas fluctuaciones. Al igual que Estonia, el porcentaje de préstamos a tipo variable en Chipre ha permanecido en torno al 80-90% durante la mayor parte del período, con una **disminución significativa** hacia el final del período. Las fluctuaciones pueden reflejar **cambios en las políticas del mercado hipotecario** o en las **condiciones económicas generales** en Chipre.

En **España**, ha habido un **cambio significativo hacia los préstamos a tipo fijo**, lo que puede ser una indicación de una **mayor preferencia por la estabilidad** en los pagos hipotecarios. En **Estonia y Chipre**, aunque hay fluctuaciones, la **preferencia por los préstamos a tipo variable** ha sido más estable, lo que podría estar relacionado con las **expectativas sobre las tasas de interés** y las condiciones del mercado. La **reducción del porcentaje de préstamos a tipo variable en España** puede estar influenciada por las **políticas del Banco Central Europeo** y las **condiciones económicas postcrisis financiera** de 2008. Las diferencias entre los tres países pueden deberse a **variaciones en las políticas de préstamos**, las **expectativas económicas** y las **respuestas de los mercados locales** a las condiciones globales.

5.5.6. Salario Medio

El **salario medio** es una medida estadística que representa la **remuneración promedio** que reciben los trabajadores en un área geográfica específica, industria, sector o empresa, durante un periodo de tiempo determinado, generalmente un año. Se calcula dividiendo la **suma total de los salarios de todos los empleados** por el **número total de empleados**.

El siguiente gráfico muestra la **evolución del salario medio** en los tres países analizados.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- **España** muestra una **tendencia relativamente estable** en el salario medio, con algunos **picos y valles menores**, especialmente alrededor del 2008-2010, coincidiendo con la **crisis financiera global**. A partir del 2010, se observa una **ligera tendencia a la baja**, pero el salario medio sigue siendo **muy superior** al de Estonia y Chipre.
- **Estonia** presenta un **crecimiento constante y pronunciado** en el salario medio a lo largo del período. A pesar de **partir de un nivel significativamente más bajo** que España y Chipre en el año 2000, Estonia ha **logrado reducir considerablemente la brecha salarial**.
- **Chipre** exhibe un **aumento inicial** seguido de una **estabilización** y algunas **fluctuaciones** en los años posteriores. La tendencia es **más volátil** en comparación con Estonia y España, con variaciones notables en ciertos períodos. Esto podría reflejar la **inestabilidad económica** y los impactos de la **crisis financiera**, así como las **fluctuaciones en el mercado laboral** y las **políticas económicas**.

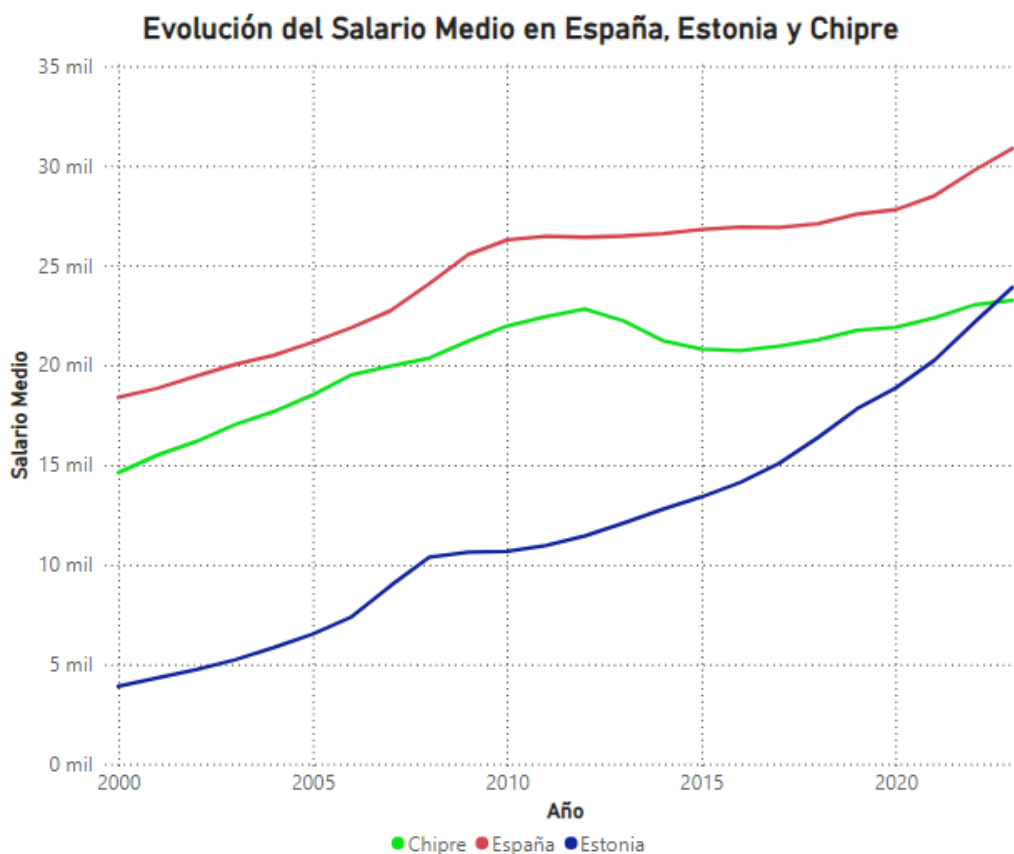


Gráfico 15: Evolución del salario medio en España, Estonia y Chipre (2000-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

5.5.7. Desempleo

La **tasa de desempleo** es un indicador económico que representa el **porcentaje de la población activa** que se encuentra **desempleada** y está buscando activamente empleo. Este gráfico compara esta tasa para los tres países estudiados.

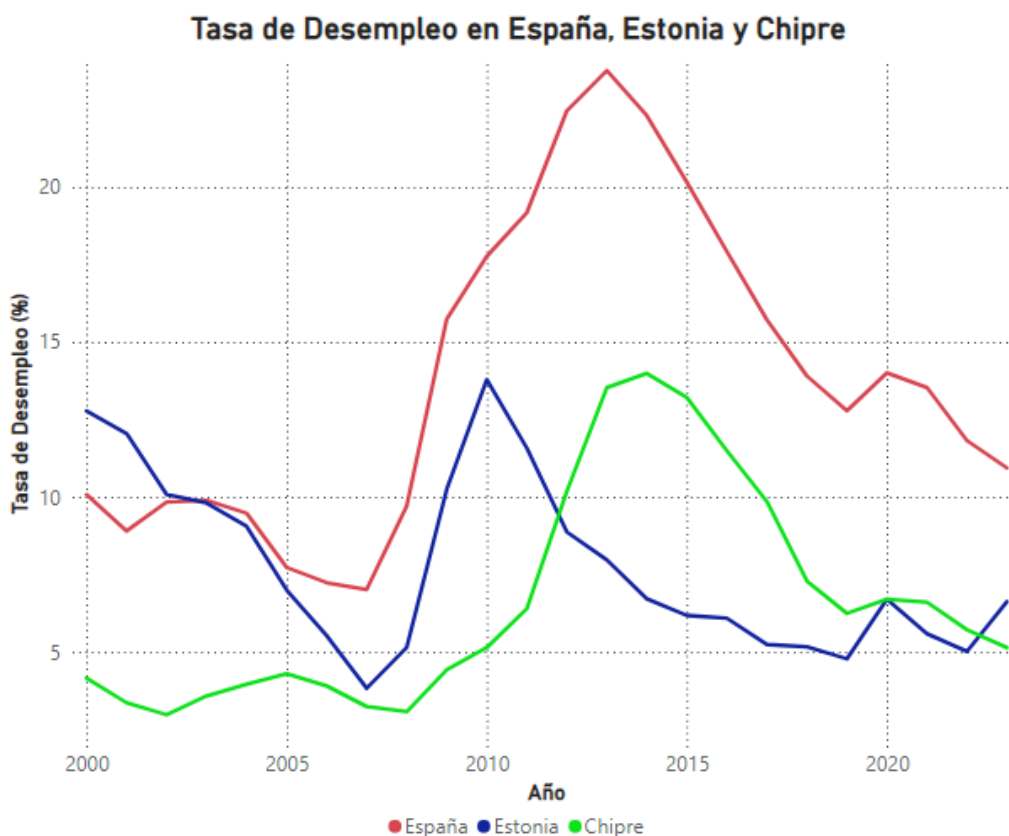


Gráfico 16: Tasa de desempleo en España, Estonia y Chipre (2000-2023)

Fuente: Elaboración propia con datos del BCE

- En **España**, la tasa de desempleo en España muestra una **tendencia ascendente significativa** desde 2007, alcanzando su **punto máximo** alrededor de 2013. La **crisis financiera global** de 2008 tuvo un impacto severo en la economía española, resultando en un **aumento drástico del desempleo**. Después de 2013, la tasa de desempleo comenzó a **disminuir gradualmente**, aunque sigue siendo elevada en comparación con los niveles previos a la crisis.
- **Estonia** experimentó una **alta volatilidad** en la tasa de desempleo, con un **aumento notable** alrededor de 2010. Similar a España, la **crisis financiera global** afectó fuertemente a Estonia, causando un **incremento significativo en el desempleo**. A partir de 2010, la tasa de

desempleo en Estonia **disminuyó considerablemente**, estabilizándose en niveles más bajos hacia 2022.

- **Chipre** muestra una tendencia **menos volátil**, pero con un **aumento significativo** en la tasa de desempleo alrededor de 2013. La **crisis bancaria de Chipre en 2012-2013** tuvo un impacto notable en el mercado laboral, elevando la tasa de desempleo. Desde 2014, la tasa de desempleo en Chipre ha **disminuido progresivamente**, aunque con algunas fluctuaciones menores.

Los **tres países** muestran un **aumento en la tasa de desempleo** durante y después de la crisis financiera de 2008, aunque la magnitud y la duración del impacto varían. **España y Estonia** experimentaron los **picos más altos en el desempleo**, reflejando la gravedad de la crisis en estos países. A partir de sus respectivos picos, los tres países han visto una **disminución en la tasa de desempleo**, indicando una **recuperación económica**. La **recuperación** ha sido **más sostenida en Estonia y Chipre** en comparación con España, donde la tasa de desempleo, aunque en descenso, sigue siendo alta. Las **diferencias** en las tasas de desempleo y su evolución pueden estar influenciadas por las **políticas económicas y del mercado laboral** específicas de cada país. Las reformas estructurales, las políticas de estímulo económico y las condiciones del mercado laboral han jugado roles cruciales en la recuperación del empleo en estos países.

5.5.8. Afiliaciones a la Seguridad Social

La **Seguridad Social** es un conjunto de regímenes a través de los cuales el Estado garantiza a las personas comprendidas en su campo de aplicación, por realizar una **actividad profesional**, o por cumplir los **requisitos exigidos en la modalidad no contributiva**, así como a los familiares o asimilados que tuvieran a su cargo, la **protección adecuada** en las contingencias y situaciones que la ley define.

El gráfico que vemos a continuación muestra **la relación entre el número de afiliaciones a la Seguridad Social (SS) y el Índice de Precios de la Vivienda (IPV) en España**. Los **puntos azules** representan los **datos de diferentes años**, mientras que la **línea roja** discontinua muestra la **tendencia lineal** de esta relación.

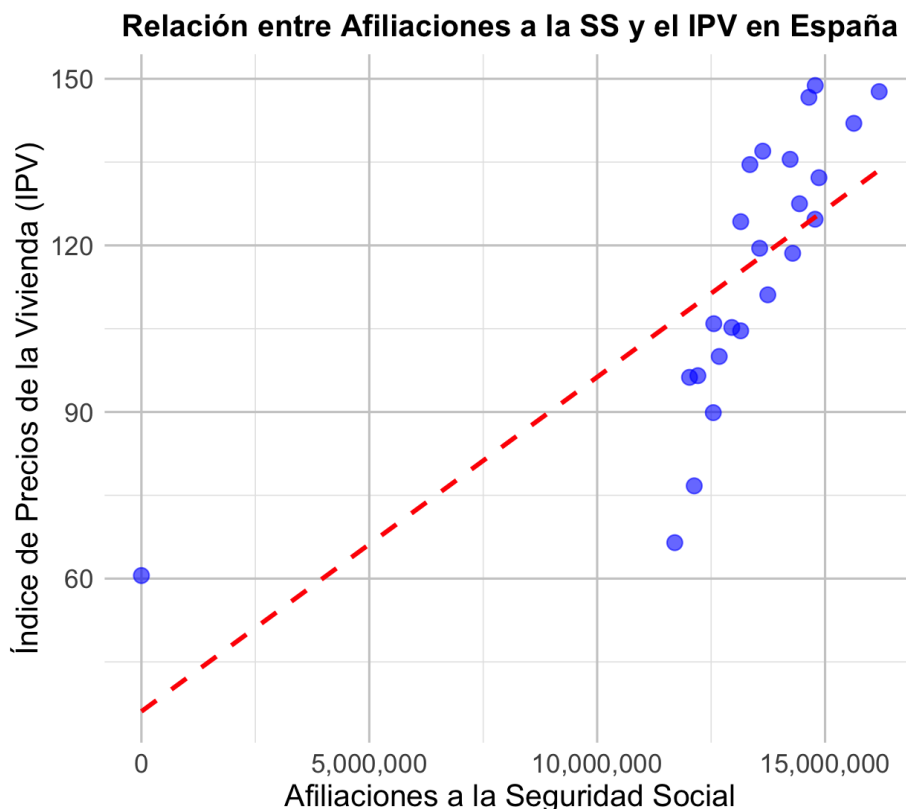


Gráfico 17: Relación entre afiliaciones a la Seguridad Social y el IPV en España

Fuente: Elaboración propia con datos del Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones y de Eurostat

La **línea de tendencia lineal** indica una **relación positiva** entre las afiliaciones a la Seguridad Social y el IPV. Esto sugiere que a medida que **aumenta el número de afiliaciones** a la Seguridad Social, el **Índice de Precios de la Vivienda también tiende a aumentar**. La pendiente positiva de la línea de tendencia es una indicación clara de que hay una **correlación positiva** entre las dos variables como pudimos comprobar en la **matriz de correlación** que hicimos al principio del proyecto.

Aunque la mayoría de los puntos se agrupan alrededor de la línea de tendencia, hay algunas **dispersiones**. Estas dispersiones pueden ser causadas por **factores externos** como políticas económicas, crisis financieras, cambios en la legislación laboral, entre otros.

Es notable que los puntos de los primeros años (con menos afiliaciones a la SS) muestran un **IPV significativamente menor**, lo cual apoya la idea de que el **crecimiento en el empleo formal** (reflejado en las afiliaciones a la SS) está asociado con un **aumento en los precios de la vivienda**. Según un estudio de la OCDE (2011), existe una correlación positiva entre el **crecimiento del empleo** y los **precios de la vivienda** en muchos países desarrollados. El estudio concluye que el **aumento en el empleo aumenta la demanda de vivienda, lo que a su vez impulsa los precios**.

5.5.9. Alquileres Reales de la Vivienda

El gráfico muestra la **evolución de los Alquileres Reales de la vivienda en España, Estonia y Chipre** desde el año 2000 hasta 2023.

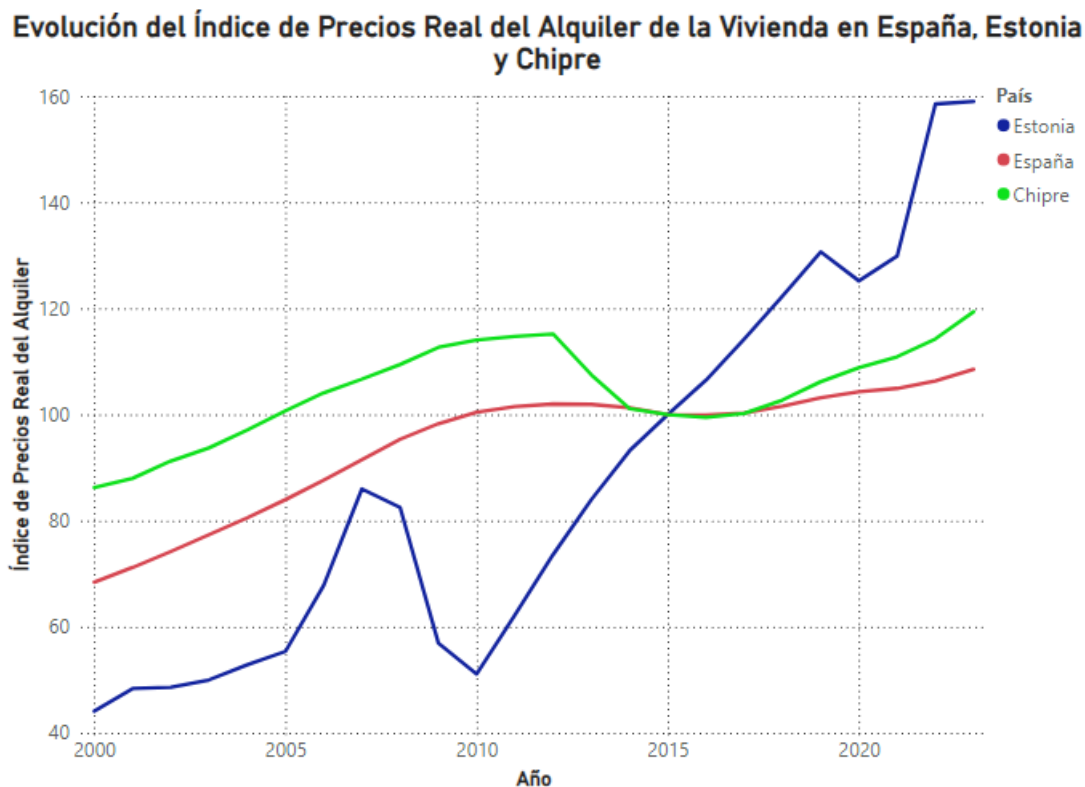


Gráfico 18: Evolución del Índice de Precios Reales del alquiler de la vivienda en España, Estonia y Chipre (2000-2023)

Fuente: elaboración propia con datos del BCE

- En **España**, desde el año 2000, se observa un incremento gradual en los **precios de alquiler ajustados**. Este periodo coincide con el auge inmobiliario en España, que impulsó tanto los precios de compra como de alquiler. En el periodo 2008-2014 la crisis financiera global y la posterior crisis del euro llevaron a una desaceleración del crecimiento en los precios del alquiler. Aunque no hubo una caída drástica, el crecimiento fue más moderado. No obstante, desde 2014 en adelante, los precios del alquiler vuelven a subir de manera más constante, reflejando la recuperación económica y el aumento de la demanda.

No obstante, como bien hemos comentado anteriormente, la última ley que se ha introducido en España donde se tratan aspectos del alquiler ha sido la **Ley 12/2023, de 24 de mayo, por el derecho a la vivienda**, que introduce varias medidas específicas para regular el mercado de

alquiler con el objetivo de garantizar la estabilidad y accesibilidad de las viviendas en alquiler. Entre otras cosas, lo que pretende es que, **en las zonas declaradas tensionadas**, que son aquellas son aquellas donde el coste del alquiler ha experimentado incrementos significativos y sostenidos, afectando negativamente al acceso a la vivienda, **los contratos de alquiler nuevos no pueden superar el precio del contrato anterior**, con ajustes permitidos solo según el Índice de Garantía de Competitividad o cualquier otro índice que se establezca por ley (BOE, 2023).

Además, busca evitar incrementos abusivos y desproporcionados en los precios del alquiler, especialmente en las zonas donde la demanda supera significativamente la oferta. A su vez, se crea un **índice de precios de referencia del alquiler** para cada zona tensionada. Este índice se basa en los precios medios de alquiler de la zona y se actualiza periódicamente y servirá como base para fijar los precios máximos en contratos de alquiler nuevos y renovaciones. Los propietarios deberán ajustar los precios de alquiler conforme a estos índices en las zonas declaradas como tensionadas. Estas medidas buscan proteger a los inquilinos de subidas desproporcionadas en el precio del alquiler, proporcionando estabilidad y previsibilidad en sus gastos de vivienda. Por otro lado, al limitar los precios del alquiler en zonas tensionadas, se espera equilibrar el mercado y evitar la especulación, haciendo más accesible el alquiler para un mayor número de personas. No obstante, también se podría llegar a pensar que estos límites pueden reducir la oferta de viviendas en alquiler, ya que algunos propietarios podrían optar por no alquilar sus viviendas debido a las restricciones de precio.

- En contraste, **Estonia** presenta una evolución más **volátil** en los precios de alquiler. Desde el año 2000 hasta aproximadamente 2008, hubo un **aumento significativo**, seguido de una **caída pronunciada** hasta 2010. Este pico alrededor de 2008 seguido de una caída significativa durante la crisis financiera global puede atribuirse a la inestabilidad económica y las políticas de ajuste. A partir de entonces, los precios comenzaron a **recuperarse** considerablemente. Después de 2010, **hay un fuerte aumento en los precios del alquiler**, posiblemente debido a la recuperación económica, un incremento en la demanda de alquiler y reformas en el mercado de la vivienda, alcanzando en los últimos años niveles incluso superiores a los de España y Chipre. Este patrón sugiere que el **mercado inmobiliario estonio** ha estado respondiendo tanto a factores económicos internos como a cambios en la demanda de vivienda.

- Por su parte, **Chipre** presenta un **comportamiento similar al de España en el periodo 2000-2008**, ya que experimenta un crecimiento estable en los precios del alquiler durante los primeros años, con un notable aumento hasta 2008. Posteriormente, Chipre experimenta una ligera disminución en los precios hasta el año 2015, posiblemente debido a la crisis económica y las medidas de austeridad implementadas en el país. No obstante, a partir de 2015, los precios del alquiler comienzan a recuperarse y muestran un incremento moderado, lo que podría estar relacionado con la recuperación económica, el aumento del turismo y la inversión extranjera en bienes raíces.

En cuanto a la regulación en Chipre respecto a la vivienda, los contratos de alquiler deben especificar claramente las obligaciones y responsabilidades de ambas partes. Las rentas generadas están sujetas a impuestos progresivos según el ingreso anual generado (Y. Vasiliou & Co LLC, 2022) (Andreas Demetriades & Co LLC, 2023) Por el contrario, en España, la Ley de Arrendamientos Urbanos (LAU) establece períodos mínimos de alquiler y derechos claros para inquilinos y propietarios.

Conforme a los datos previos, resulta interesante analizar también el **porcentaje de personas que viven en hogares que son propietarios o que alquilan su vivienda** en el año 2023, ya que, los altos costos de la vivienda, y especialmente el aumento de los alquileres, han reforzado la desigualdad entre los hogares que alquilan y los que son propietarios absolutos de su vivienda.

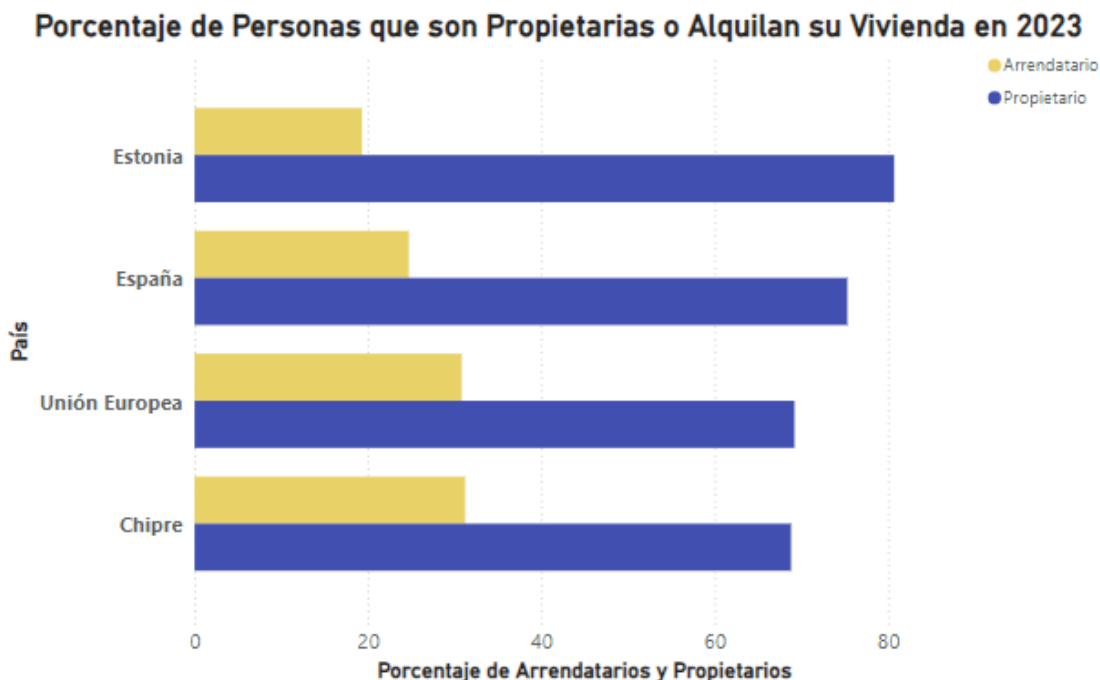


Gráfico 19: Porcentaje de personas que viven en un hogar y que son propietarios o alquilan su vivienda en 2023

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

Podemos observar que, en todos los países, incluso en la media de la Unión Europea, la mayoría de las personas son **propietarios de sus viviendas**, con porcentajes que van desde el **68.8% en Chipre** hasta el **80.7% en Estonia**.

Chipre tiene la **proporción más baja de propietarios (68.8%)** y, por ende, la **proporción más alta de arrendatarios (31.2%)**. Este fenómeno puede justificarse por varias razones:

1. **Mercado Inmobiliario:** Chipre ha experimentado **fluctuaciones en su mercado inmobiliario**, especialmente debido a la **crisis financiera de 2013** que afectó gravemente su economía. Esto ha llevado a un **incremento en el arrendamiento**, ya que muchas personas prefieren alquilar en lugar de comprar debido a la **incertidumbre económica** (IMF, 2013).
2. **Influencia del Turismo:** Chipre es un **destino turístico popular**, lo que impulsa la **demandas de propiedades en alquiler** tanto a corto como a largo plazo. Muchos propietarios prefieren alquilar sus propiedades a turistas o expatriados, lo que **incrementa la tasa de arrendamiento**. No obstante, Chipre todavía no ha alcanzado los valores prepandémicos (ICEX, 2022).
3. **Estructura Demográfica:** La **estructura demográfica** y el tamaño del **mercado laboral** también influyen en la tasa de arrendamiento. Los **jóvenes profesionales y trabajadores**

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

extranjeros tienden a preferir el **alquiler** debido a la **flexibilidad** que ofrece en comparación con la compra de una vivienda.

Por el contrario, **Estonia** presenta la **mayor proporción de propietarios (80.7%)**, lo que indica una **preferencia notable por la propiedad de viviendas** en comparación con el alquiler. Este alto nivel de propiedad puede estar relacionado con **políticas de vivienda** que promueven la **adquisición de éstas** y la histórica tendencia de alta propiedad en la región postsoviética. Las **políticas de apoyo gubernamental** y los programas de **privatización de viviendas** tras la independencia han fomentado la propiedad de viviendas en Estonia.

En cuanto a **España**, **predomina** también el ser **propietario de una vivienda (75.3%)** frente al 24.7% de arrendatarios. La **cultura española** tradicionalmente valora la **propiedad de la vivienda** como una forma de **inversión segura y estabilidad económica**. Además, el **mercado hipotecario** en España ha ofrecido históricamente condiciones favorables para los compradores de viviendas, aunque esto se ha visto afectado por la **crisis financiera de 2008 y la crisis del covid-19**.

La **Unión Europea** en general tiene un **balance entre propietarios y arrendatarios**, con un 70% de propietarios y un 30% de arrendatarios. Estos datos reflejan una **tendencia general en Europa hacia la propiedad de viviendas**, aunque hay variaciones significativas entre países. Las políticas de vivienda, las condiciones económicas y las preferencias culturales influyen en estas tasas.

Por otro lado, la **distribución del tipo de vivienda** en estos países también proporciona un contexto importante para comprender las dinámicas del mercado inmobiliario. En 2023, se observa que en **España** aproximadamente el **34% de la población vive en casas**, mientras que **casi el 65% reside en pisos** (el 0,1 % vive en otros alojamientos, como casas flotantes y furgonetas), de forma que es probable que el mercado de alquiler de apartamentos sea muy activo. Por lo tanto, **la mayor proporción de la población vive en pisos**. Esto puede atribuirse a:

- **Urbanización Alta:** Ciudades como Madrid y Barcelona tienen una alta densidad de población, lo que lleva a una mayor construcción y ocupación de pisos.
- **Economía:** El costo de la vivienda en áreas urbanas puede hacer que los pisos sean una opción más asequible para muchas personas.

La **alta demanda de pisos en áreas urbanas** puede estar contribuyendo al **aumento sostenido** de los **precios de alquiler** en estas zonas.

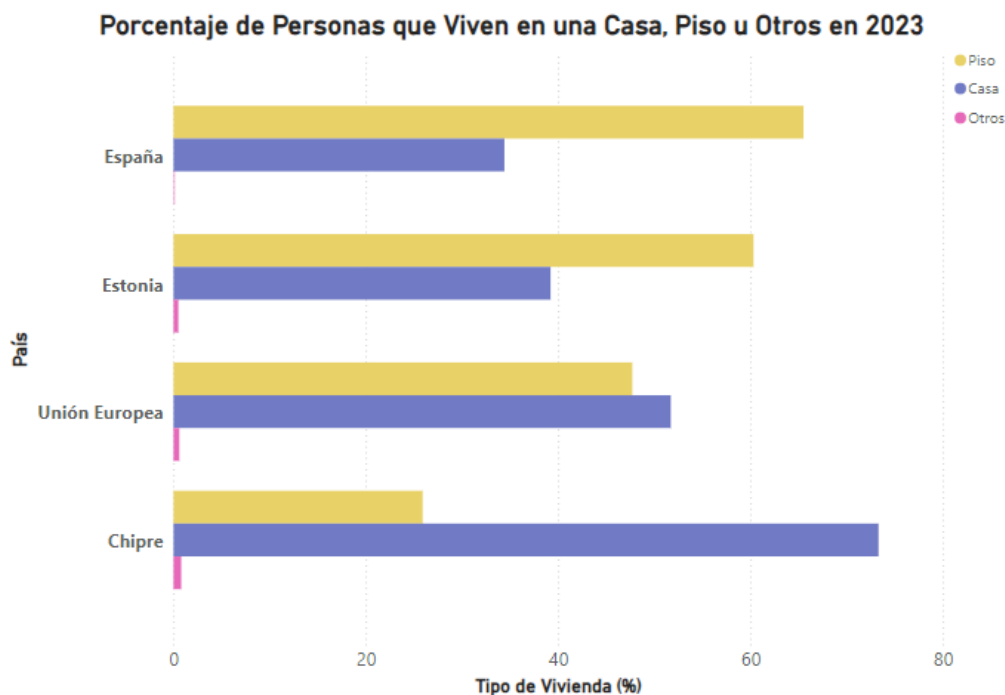


Gráfico 20: Porcentaje de Personas que Viven en una Casa, Piso u Otros en 2023

Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat

En **Estonia**, una proporción similar de la población vive en **pisos (alrededor del 60%)**, y **casi un 40% vive en casas**, pero los **precios de alquiler** muestran una **mayor volatilidad**, posiblemente reflejando **cambios económicos internos** y fluctuaciones en la demanda. En este caso, también hay una mayor proporción de la población que vive en pisos, ya que Tallin (capital de Estonia) y otras ciudades importantes tienen una estructura urbana que favorece la construcción de pisos para alojar a la población.

En cuanto a **Chipre**, la proporción de la población que vive en casas es muy alta, en concreto, del 73%, lo que indica que el mercado de alquiler de casas puede ser más prominente. Esto puede deberse a la geografía de la isla y las preferencias culturales por viviendas unifamiliares. No obstante, el 25% de la población vive en pisos y solo el 0,8% en otros alojamientos, pero la **variabilidad en los precios de alquiler** sugiere la influencia de una serie de **factores económicos y externos**.

En cuanto a la Unión Europea, **más de la mitad de la población de la Unión Europea vive en casas (51%)**, mientras que el 47% vive en pisos. Estos datos pueden deberse a que la Unión Europea

es una región diversa con una mezcla de áreas urbanas, suburbanas y rurales. Esta diversidad geográfica permite una variedad de opciones de vivienda.

La **evolución de los precios de alquiler** y la **distribución del tipo de vivienda** están fuertemente influenciadas por la **oferta y demanda**, los **factores macroeconómicos** y las **preferencias de vivienda** de los consumidores.

En países donde predominan los pisos, la **alta demanda en áreas urbanas** puede llevar a **aumentos significativos en los precios de alquiler** cuando la oferta no puede satisfacer la demanda. En **España**, la **demanda sostenida en áreas urbanas** ha mantenido la presión sobre los precios, reflejando una **escasez de oferta** en relación con la demanda.

La evolución de los precios de alquiler en **Estonia y Chipre** sugiere que las **fluctuaciones económicas**, las **políticas gubernamentales** y los **cambios en la demanda** pueden influir en las tendencias del mercado inmobiliario. La **recuperación económica** en Estonia y la variabilidad en Chipre reflejan cómo estos factores pueden impactar de manera diferente en cada país.

Las **preferencias de los consumidores** por vivir en pisos en áreas urbanas frente a casas en áreas suburbanas o rurales también influyen significativamente en la dinámica de los precios de alquiler. En **España**, la **alta preferencia por pisos en áreas urbanas** puede estar manteniendo la presión sobre los precios de alquiler.

5.6. Emisiones de gases de efecto invernadero

El siguiente gráfico muestra las *emisiones de gases de efecto invernadero de los hogares para calefacción y refrigeración*, medido en kilogramos per cápita, desde 2010 hasta 2023 para España, Estonia, Chipre y la Eurozona en su conjunto.

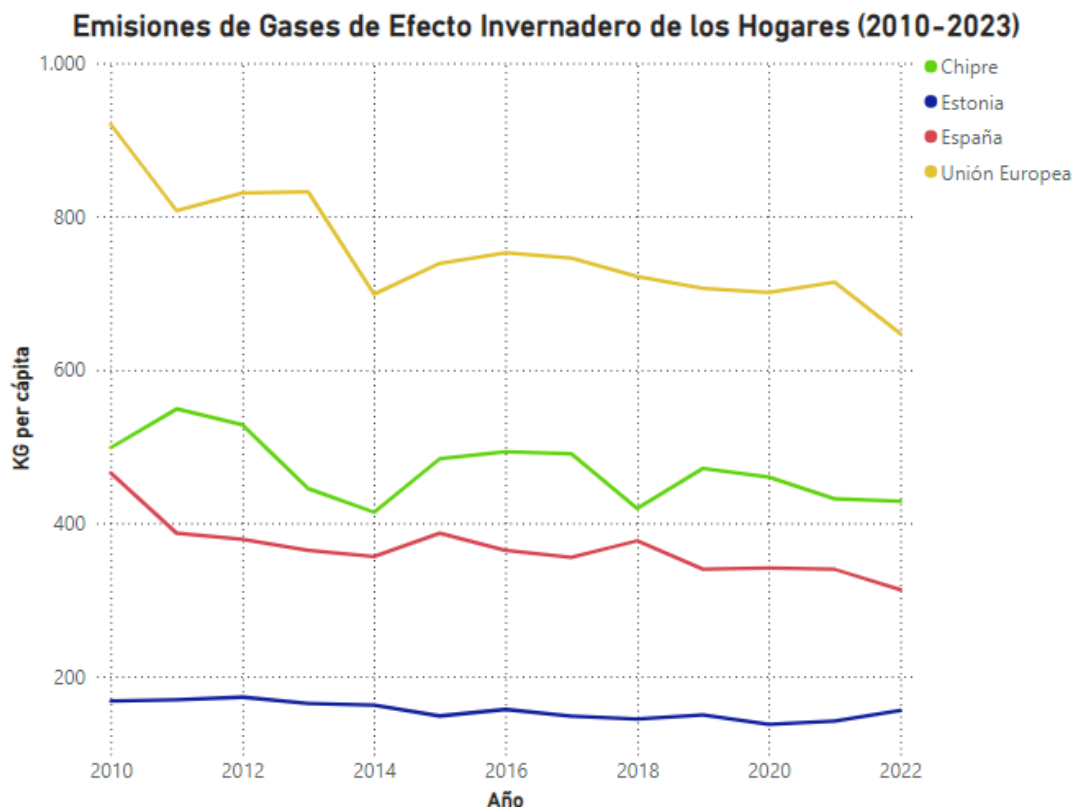


Gráfico 21: Emisiones de Gases de Efecto Invernadero de los Hogares (2010-2023)

Fuente: elaboración propia con datos de Eurostat

Las **emisiones en España** han mostrado una **tendencia ligeramente descendente** a lo largo del período, lo que indica mejoras en eficiencia energética y posiblemente la implementación de políticas ambientales efectivas. Comienza alrededor de 470 kg per cápita y disminuye lentamente hacia los 300 kg per cápita en 2022.

Conforme a lo anterior, **España ha implementado una serie de políticas ambientales** avanzadas para abordar el cambio climático y promover la sostenibilidad. Entre las más destacadas se encuentran:

1. **Ley de Cambio Climático y Transición Energética (Ley 7/2021):** Esta ley, que entró en vigor en mayo de 2021, establece objetivos ambiciosos para la reducción de gases de efecto invernadero y la promoción de energías renovables. Sus principales metas incluyen:
 - a. Reducción del 23% en emisiones de gases de efecto invernadero para 2030 respecto a los niveles de 1990.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- b. Asegurar que al menos el 35% del consumo final de energía provenga de fuentes renovables.
 - c. Lograr que el 70% del sistema eléctrico utilice energías renovables para 2030 (Kölling & Rodríguez Teruel, 2022).
2. **Plan Nacional Integrado de Energía y Clima (PNIEC) 2021-2030:** este plan establece la hoja de ruta para que España logre la neutralidad de carbono para 2050, con una reducción del 90% en las emisiones de gases de efecto invernadero respecto a los niveles de 1990. También incluye objetivos de eficiencia energética y promoción de la economía circular (IEA, 2021).

En cuanto a **Estonia**, presenta una tendencia que parece más **constante** en el tiempo. Partiendo de cerca de 100 kg per cápita en 2010, las emisiones se mantienen de manera similar en 2022. **Estonia tiene las emisiones per cápita más bajas entre los países considerados**, lo que podría atribuirse a factores como menor dependencia de combustibles fósiles para calefacción y mayor uso de fuentes de energía renovable.

Estonia ha adoptado diversas políticas ambientales, centradas principalmente en la eficiencia energética y la reducción de emisiones:

1. **Plan Nacional de Energía y Clima (NECP) 2021-2030:** este plan establece metas ambiciosas para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 70% para 2030 en comparación con los niveles de 1990. Además, busca incrementar la proporción de energías renovables en el mix energético, con especial enfoque en la biomasa y la energía eólica. A su vez, incluye medidas para **mejorar la eficiencia energética en edificios** y promover el uso de tecnologías limpias en el sector industrial (IEA,2023) (European Commission,2023).
2. **Estrategia de Larga Duración hasta 2050:** esta estrategia tiene como objetivo alcanzar la neutralidad de carbono para 2050. Incluye el fomento de tecnologías innovadoras y la exportación de productos y servicios que contribuyan a la reducción de emisiones a nivel global. En cuanto al transporte y a edificios, se enfatiza la descarbonización del transporte y la **mejora de la eficiencia energética en edificios** como áreas clave para la reducción de emisiones (OECD,2023)

Por el contrario, las **emisiones en Chipre** muestran una **tendencia fluctuante** con un ligero aumento hasta 2013, seguido de períodos cambiantes, considerando el 2022 como el año donde se han presentado menores emisiones de gases de efecto invernadero de los hogares. Comienza cerca de los 500 kg per cápita en 2010, alcanza su pico alrededor de 2013, manteniéndose cerca de los 450 kg per

cápita en 2022. Si lo comparamos con España y Estonia, **Chipre es el país con las emisiones más altas**, lo que podría deberse a una mayor necesidad de refrigeración debido a su clima y posibles retrasos en la adopción de tecnologías más eficientes.

Conforme a lo anterior, **Chipre ha desarrollado diversas políticas ambientales** para abordar sus desafíos específicos, incluyendo su alta dependencia de la energía importada y los impactos del cambio climático. A continuación, se destacan algunas de las políticas más importantes:

1. **Estrategia de Desarrollo a Largo Plazo para Bajas Emisiones de GEI 2050:** esta estrategia tiene como objetivo la transición hacia una economía climáticamente neutra para 2050, alineándose con los objetivos europeos. Incluye medidas para mejorar la eficiencia energética, promover las energías renovables y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en varios sectores económicos (UNFCCC, 2022)
2. **Plan de Recuperación y Resiliencia de Chipre:** el plan, actualizado en diciembre de 2023, incluye inversiones significativas en la transición verde, como la contribución de 100 millones de euros al proyecto EuroAsia Interconnector, que conectará la red eléctrica de Chipre con la de la UE y fomentará la producción de energía renovable. Además, se destinarán 89 millones de euros a promover la eficiencia energética y las energías renovables, y 87 millones de euros a fomentar la movilidad sostenible y verde (European Commission, 2023).

En lo que respecta a la **Eurozona**, muestra una disminución más acentuada en las primeras fases del período, estabilizándose después de 2015. Inicia con valores superiores a 750 kg per cápita en 2010, de en torno 825 kg per cápita y disminuye hasta cerca de 650 kg per cápita en 2022. La Eurozona tiene valores superiores al resto de los países individuales debido a varios factores:

1. **Diversidad climática:** la Eurozona comprende una amplia gama de climas, desde las regiones frías del norte hasta las más cálidas del sur, lo que lleva a un mayor uso combinado de calefacción y refrigeración.
2. **Tamaño de la población:** la Eurozona incluye un gran número de países con diferentes niveles de desarrollo y eficiencia energética. Países con grandes poblaciones y climas extremos tienden a tener mayores emisiones per cápita.
3. **Variedad de Políticas Energéticas:** la diversidad en la implementación de políticas ambientales y de eficiencia energética en los diferentes países de la Eurozona puede resultar en diferencias significativas en las emisiones.

4. **Consumo Energético:** diferencias en los hábitos de consumo energético y la dependencia de combustibles fósiles para calefacción y refrigeración entre los países contribuyen a las emisiones generales más altas.

En resumen, aunque la Eurozona muestra una tendencia a la baja en las emisiones de gases de efecto invernadero, sus valores superiores a los de España, Estonia y Chipre se deben a los factores mencionados previamente. Esto destaca la necesidad de una mayor armonización de políticas y tecnologías a nivel europeo para continuar reduciendo las emisiones en todos los sectores.

5.7. Modelos Predictivos

Los modelos predictivos son **herramientas analíticas** utilizadas para hacer **predicciones sobre eventos futuros** basándose en datos históricos y actuales. Estas predicciones se generan mediante el uso de técnicas estadísticas, algoritmos de aprendizaje automático y minería de datos. Los modelos predictivos se aplican en una amplia gama de sectores, incluyendo finanzas, salud, marketing y, especialmente, en el sector inmobiliario, donde son cruciales para anticipar tendencias del mercado y tomar decisiones informadas.

En esencia, los modelos predictivos **analizan patrones y relaciones dentro de los datos existentes para extrapolar y predecir resultados futuros**. Estos modelos pueden variar desde simples regresiones lineales, que relacionan una variable dependiente con una o más variables independientes, hasta complejos algoritmos de aprendizaje automático como los bosques aleatorios (Random Forest) y las redes neuronales artificiales (ANN).

Como señala Shmueli (2010), "*los modelos predictivos no solo se centran en comprender los datos, sino también en prever futuros resultados mediante la identificación de patrones y tendencias en los datos históricos*". Esta capacidad de prever el futuro es especialmente valiosa en el sector inmobiliario, donde la estimación de precios de viviendas y la anticipación de cambios en el mercado pueden tener un impacto significativo en las decisiones de inversión.

Una de las aplicaciones más destacadas de los modelos predictivos en el sector inmobiliario es la **estimación de precios de viviendas**. Al considerar factores como el Producto Interno Bruto (PIB), la renta per cápita, las tasas de interés hipotecario y las tendencias históricas de precios, los modelos predictivos pueden ofrecer estimaciones precisas de los valores futuros de las propiedades. Esto no solo ayuda a los inversores y compradores a tomar decisiones más acertadas, sino que también

proporciona a los profesionales del sector una herramienta valiosa para la planificación y estrategia empresarial.

La precisión y utilidad de los modelos predictivos dependen en gran medida de la calidad y la relevancia de los datos utilizados, así como de la adecuación del modelo elegido para el problema específico. Por ello, la selección y calibración del modelo adecuado es un paso crítico en el desarrollo de un sistema de predicción eficaz.

En la búsqueda de predecir la evolución del Índice de Precios de Vivienda (IPV) en España, Estonia y Chipre, es crucial emplear modelos que capturen la complejidad y las dinámicas del mercado inmobiliario. Hemos estudiado y evaluado varios enfoques, entre ellos, la **Regresión Lineal**, el **modelo ARIMA**, los **Random Forest**, y los **modelos de Series Temporales** en general. A continuación, se presenta una introducción y justificación de cada modelo, destacando sus ventajas, desventajas y la razón de su selección o descarte para nuestro análisis.

5.7.1. Regresión Lineal

La regresión lineal es uno de los **métodos estadísticos más básicos y ampliamente utilizados para modelar la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes**. En el contexto de nuestro análisis, podríamos utilizarla para entender cómo las diferentes variables como, por ejemplo, el PIB, la renta per cápita, y las tasas de interés afectan el IPV.

Como ventajas a este modelo encontramos, la simplicidad e interpretabilidad: la regresión lineal es fácil de entender y explicar, lo que la hace ideal para estudios donde la interpretación de los coeficientes es crucial y la rápida implementación: requiere menos tiempo y recursos computacionales para entrenar el modelo.

También podemos encontrar desventajas como: suposición de linealidad: asume una relación lineal entre las variables independientes y dependientes, lo cual puede no ser siempre el caso y sensibilidad a outliers: Los valores atípicos pueden tener un gran impacto en el modelo.

Dado que la regresión lineal proporciona una base sólida y fácilmente interpretable, la hemos considerado como un punto de partida.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

5.7.1.1. Regresión Lineal España

El siguiente modelo en R tiene como objetivo analizar una serie temporal relacionada con el Índice de Precios de Vivienda (IPV) en España, utilizando técnicas de regresión lineal y modelos de corrección de errores (MCE). A continuación, se comentan cada uno de los bloques de código para entender su funcionalidad:

En primer lugar, elegimos las variables más correlacionadas en función de las matrices de correlación previamente realizadas. Estas variables serían: la principal (IPV), PIB, RPC, SOC_SEC_AF, POP, IPCA, AVG_WAGE. No obstante, hemos incluido también las tasas de interés hipotecarias, ya que hemos considerado que puede ser significativa en el modelo.

Se transforman las variables relevantes a su forma logarítmica y se crean objetos de series temporales (`ts``). Luego, se combinan en una matriz y se visualizan.

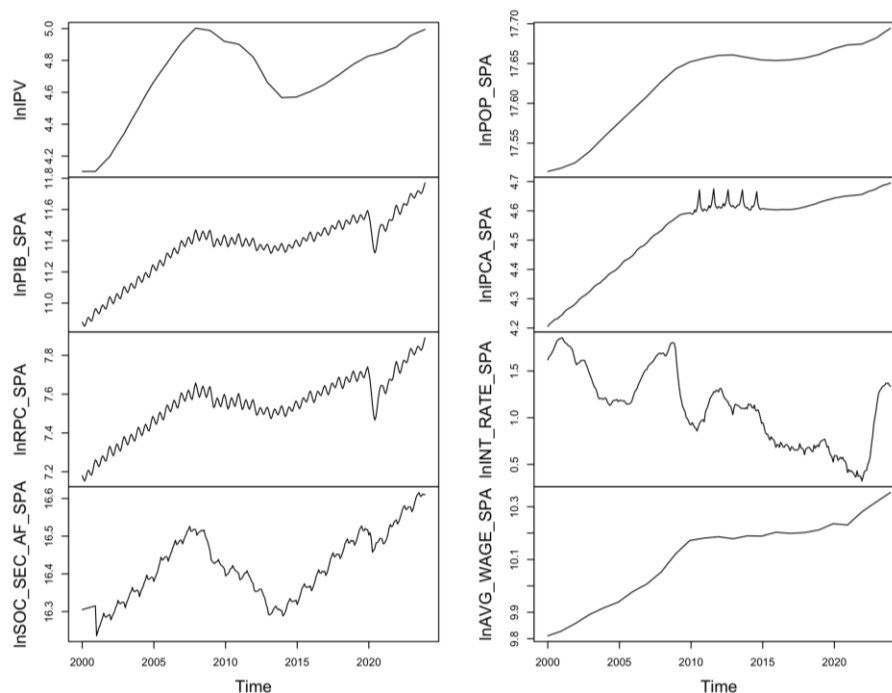


Gráfico 22: Variables relevantes de España en forma logarítmica

Fuente: Elaboración propia con datos de Eurostat

En conjunto, el gráfico proporciona una visión detallada de cómo han evolucionado estas variables económicas clave en España en las últimas dos décadas. La información refleja tanto las

crisis económicas como las fases de recuperación, mostrando cómo estos factores han influido en el mercado inmobiliario y en la economía en general.

Modelo de Regresión Inicial y Verificación de Multicolinealidad

El modelo de regresión inicial es un análisis estadístico que intenta explicar la relación entre una variable dependiente y una o más variables dependientes. Por su parte, la verificación de multicolinealidad es el proceso de comprobar si las variables independientes están altamente correlacionadas entre sí.

Prueba de cointegración inicial

La prueba de cointegración inicial se utiliza en series temporales para determinar si dos o más series no estacionarias están cointegradas, es decir, si existe una relación de equilibrio a largo plazo entre ellas.

```
Call:
lm(formula = lnIPV ~ lnPIB_SPA + lnRPC_SPA + lnSOC_SEC_AF_SPA +
    lnIPCA_SPA + lnINT_RATE_SPA + lnAVG_WAGE_SPA, data = as.data.frame(datos))

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.124317 -0.050031 -0.007607  0.043516  0.190574

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   -25.02824    2.04991  -12.209 < 2e-16 ***
lnPIB_SPA      8.39714    1.04644   8.025 2.79e-14 ***
lnRPC_SPA     -8.33507    1.03594  -8.046 2.42e-14 ***
lnSOC_SEC_AF_SPA 1.45192    0.09971  14.562 < 2e-16 ***
lnIPCA_SPA     1.07301    0.35003   3.065 0.00238 **
lnINT_RATE_SPA  0.05787    0.01386   4.176 3.96e-05 ***
lnAVG_WAGE_SPA -3.11780    0.15977 -19.514 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.06569 on 281 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9316,    Adjusted R-squared:  0.9302
F-statistic: 638.1 on 6 and 281 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Ilustración 1: Prueba de cointegración para variables de España

Fuente: elaboración propia

El modelo de regresión lineal ajustado sugiere que todas las variables independientes seleccionadas tienen un impacto significativo en el Índice de Precios de Vivienda en España. El alto valor del R-cuadrado ajustado (Adjusted R-squared) indica que el modelo explica la mayor parte de la

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

variabilidad en los precios de la vivienda, lo que sugiere que el modelo es muy adecuado para hacer predicciones y análisis en este contexto.

Se ajusta un modelo de regresión lineal múltiple y se verifica la multicolinealidad usando el gráfico de residuos. La variable `lnPOP_SPA` se excluyó debido a valores NA, indicando multicolinealidad.

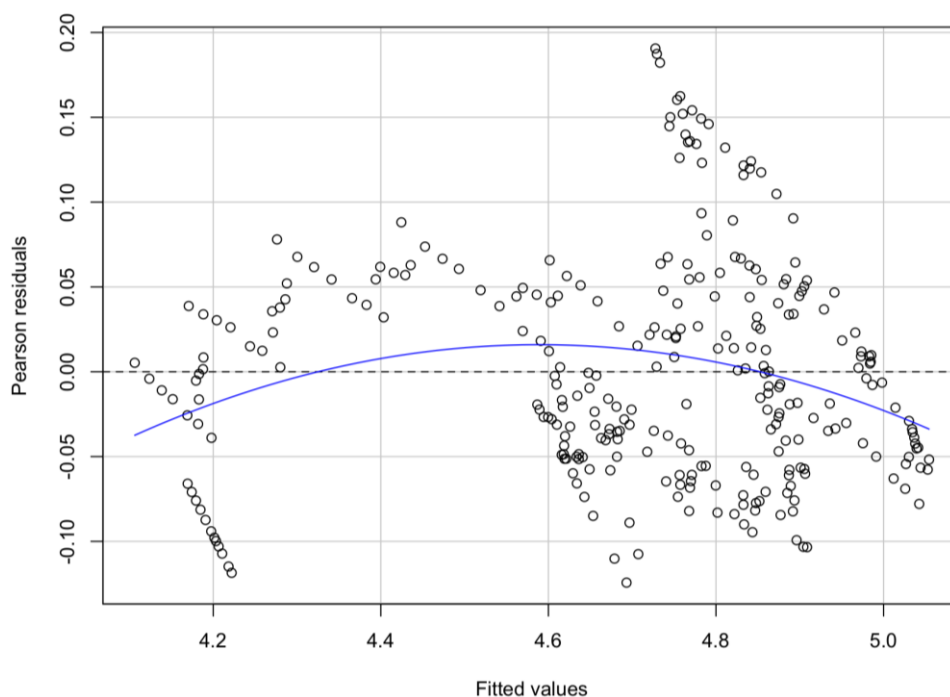


Gráfico 23: Multicolinealidad con residuos – España

Fuente: elaboración propia

El gráfico sugiere que el modelo actual puede no estar capturando todos los patrones presentes en los datos. Una revisión más detallada del modelo y posibles ajustes o transformaciones pueden ser necesarios para mejorar el ajuste y asegurar que los residuos se distribuyan aleatoriamente y con varianza constante.

Pruebas de Estacionariedad: El Test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF) se utiliza para verificar la estacionariedad de una serie temporal. En este contexto, se ha aplicado el test a los residuos del modelo de regresión lineal para determinar si estos residuos son estacionarios.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: modelo1$residuals
Dickey-Fuller = -2.2579, Lag order = 6, p-value = 0.4675
alternative hypothesis: stationary
```

Ilustración 2: Dickey-Fuller Aumentado – España

Fuente: elaboración propia

Dado que el p-valor (p-value) es mayor que 0.05, aceptamos la hipótesis nula y rechazamos la hipótesis alternativa de que los residuos del modelo son estacionarios. La estacionariedad de los residuos implica que las variables independientes en el modelo de regresión son cointegradas, es decir, existe una relación de largo plazo entre ellas que no se desvanece con el tiempo. Por lo tanto, nuestro modelo no es estacionario, debemos ajustarlo para que sea válido.

Inclusión de la Tendencia

Agregamos la variable "tendencia" al modelo. Esta variable se aplica al modelo para capturar y modelar el efecto del tiempo en la variable dependiente.

```
Call:
lm(formula = lnIPV ~ lnPIB_SPA + lnRPC_SPA + lnSOC_SEC_AF_SPA +
    lnIPCA_SPA + lnINT_RATE_SPA + lnAVG_WAGE_SPA + tendencia,
    data = as.data.frame(datos))

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.089725 -0.025958  0.002681  0.026464  0.092757

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -4.643e+01  1.520e+00 -30.547 < 2e-16 ***
lnPIB_SPA    4.611e+00  6.365e-01  7.244 4.23e-12 ***
lnRPC_SPA   -4.556e+00  6.305e-01 -7.226 4.73e-12 ***
lnSOC_SEC_AF_SPA 1.950e+00  6.244e-02 31.225 < 2e-16 ***
lnIPCA_SPA    7.277e-01  2.063e-01  3.528 0.00049 ***
lnINT_RATE_SPA -7.177e-02  9.891e-03 -7.256 3.93e-12 ***
lnAVG_WAGE_SPA -1.605e-01  1.588e-01 -1.011 0.31291
tendencia    -3.311e-03  1.434e-04 -23.096 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.03861 on 280 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9765,    Adjusted R-squared:  0.9759
F-statistic: 1659 on 7 and 280 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Ilustración 3: Modelo con variable "Tendencia" - España

Fuente: elaboración propia

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

El modelo de regresión lineal ajustado con la variable de tendencia sugiere que la mayoría de las variables independientes seleccionadas tienen un impacto significativo en el Índice de Precios de Vivienda en España, excepto el Salario Medio. El alto valor del R-cuadrado ajustado indica que el modelo explica la mayor parte de la variabilidad en los precios de la vivienda, lo que sugiere que el modelo es muy adecuado para hacer predicciones y análisis en este contexto. La inclusión de la tendencia mejora el ajuste del modelo, capturando posibles cambios estructurales en la serie temporal a lo largo del tiempo.

Volvemos a realizar la Prueba de Dickey-Fuller aumentada para revisar la estacionariedad de los residuos, ahora añadiendo la tendencia.

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####

Test regression trend

Call:
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.043404 -0.011907 -0.004048  0.004853  0.147001

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)  9.823e-04  2.239e-03   0.439   0.661
z.lag.1     -1.765e-01  3.024e-02 -5.835 1.48e-08 ***
tt          -4.918e-06  1.345e-05 -0.366   0.715
z.diff.lag  2.329e-01  5.745e-02  4.055 6.49e-05 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.01878 on 282 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1279,    Adjusted R-squared:  0.1186
F-statistic: 13.79 on 3 and 282 DF,  p-value: 2.041e-08

Value of test-statistic is: -5.8347 11.3978 17.07

Critical values for test statistics:
      1pct  5pct 10pct
tau3 -3.98 -3.42 -3.13
phi2  6.15  4.71  4.05
phi3  8.34  6.30  5.36
```

Ilustración 4: Dickey-Fuller con variable “Tendencia” - España

Fuente: elaboración propia

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

El valor de la estadística Dickey-Fuller es -5.8347, que es más negativo que los valores críticos a los niveles del 1%, 5% y 10%. Esto indica que rechazamos la hipótesis nula de que hay una raíz unitaria (la serie no es estacionaria) y aceptamos la hipótesis alternativa de que la serie es estacionaria por lo tanto es un modelo válido. Además, algunos de los coeficientes en el modelo son altamente significativos, lo que refuerza la fiabilidad del modelo.

Modelo de Corrección de Errores (MCE)

Call:

```
lm(formula = dlnIPV ~ dlnPIB_SPA + dlnRPC_SPA + dlnSOC_SEC_AF_SPA +
    dlnAVG_WAGE_SPA, data = as.data.frame(datos))
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.013555	-0.003070	0.001442	0.003588	0.016388

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-0.0010870	0.0004682	-2.321	0.02098	*
dlnPIB_SPA	8.5602021	0.6497296	13.175	< 2e-16	***
dlnRPC_SPA	-8.5511065	0.6495303	-13.165	< 2e-16	***
dlnSOC_SEC_AF_SPA	0.1299996	0.0328847	3.953	9.76e-05	***
dlnAVG_WAGE_SPA	-0.7073041	0.2287485	-3.092	0.00219	**

Signif. codes:	0 '***'	0.001 '**'	0.01 '*'	0.05 '.'	0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.004962 on 282 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.4637, Adjusted R-squared: 0.4561

F-statistic: 60.95 on 4 and 282 DF, p-value: < 2.2e-16

Ilustración 5: Modelo de Corrección de Errores (MCE) - España

Fuente: elaboración propia

El modelo de regresión lineal ajustado en diferencias logarítmicas sugiere que todas las variables independientes seleccionadas tienen un impacto significativo en el cambio del Índice de Precios de Vivienda en España. El valor del R-cuadrado ajustado (Adjusted R-squared) indica que el modelo explica aproximadamente la mitad de la variabilidad en los cambios del precio de la vivienda, lo que sugiere que el modelo es adecuado para analizar los cambios en el mercado inmobiliario.

Obtenemos los residuos del modelo y ajustamos las longitudes de las series para el modelo MCE.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Modelo de corrección de errores (MCE): Se ajusta un modelo de corrección de errores (MCE) para las series diferenciadas, considerando los residuos del modelo de regresión como una variable explicativa adicional.

Call:

lm(formula = dlnIPV_adj ~ dlnPIB_SPA_adj + dlnRPC_SPA_adj + dlnSOC_SEC_AF_SPA_adj + dlnAVG_WAGE_SPA_adj + res3_adj)

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.0082570	-0.0007076	0.0000075	0.0009015	0.0079334

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-0.003735	0.000175	-21.344	<2e-16	***
dlnPIB_SPA_adj	5.085024	0.187346	27.142	<2e-16	***
dlnRPC_SPA_adj	-5.062550	0.187367	-27.019	<2e-16	***
dlnSOC_SEC_AF_SPA_adj	-0.018772	0.010401	-1.805	0.0722	.
dlnAVG_WAGE_SPA_adj	0.546054	0.027652	19.747	<2e-16	***
res3_adj	0.979950	0.019594	50.012	<2e-16	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.00151 on 280 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9507, Adjusted R-squared: 0.9498

F-statistic: 1079 on 5 and 280 DF, p-value: < 2.2e-16

Ilustración 6: Modelo de Corrección de Errores (MCE) para series diferenciadas - España

Fuente: elaboración propia

El Modelo de Corrección de Errores (MCE) ajustado sugiere que todas las variables independientes seleccionadas, excepto la variable $\ln \text{SOC_SEC_AF_SPA_adj}$ (que es marginalmente significativa), tienen un impacto significativo en el cambio del Índice de Precios de Vivienda en España. El coeficiente del término de corrección de errores (res3_adj) indica una fuerte corrección de los desequilibrios de corto plazo hacia el equilibrio de largo plazo.

El alto valor del R-cuadrado ajustado (Adjusted R-squared) indica que el modelo explica la mayor parte de la variabilidad en los cambios del precio de la vivienda, lo que sugiere que el modelo ajustado es adecuado y válido para hacer predicciones y análisis. La inclusión del término de corrección de errores mejora el ajuste del modelo, capturando posibles desequilibrios de corto plazo y proporcionando una base sólida para la interpretación de las dinámicas del mercado de vivienda en respuesta a cambios en variables económicas clave.

Predicción con el modelo MCE

Se realiza la predicción con el modelo MCE, se convierten las diferencias logarítmicas en valores logarítmicos acumulados y luego a datos reales. Las predicciones se organizan en una serie temporal y se crean un dataframe y una matriz para visualizar las predicciones.

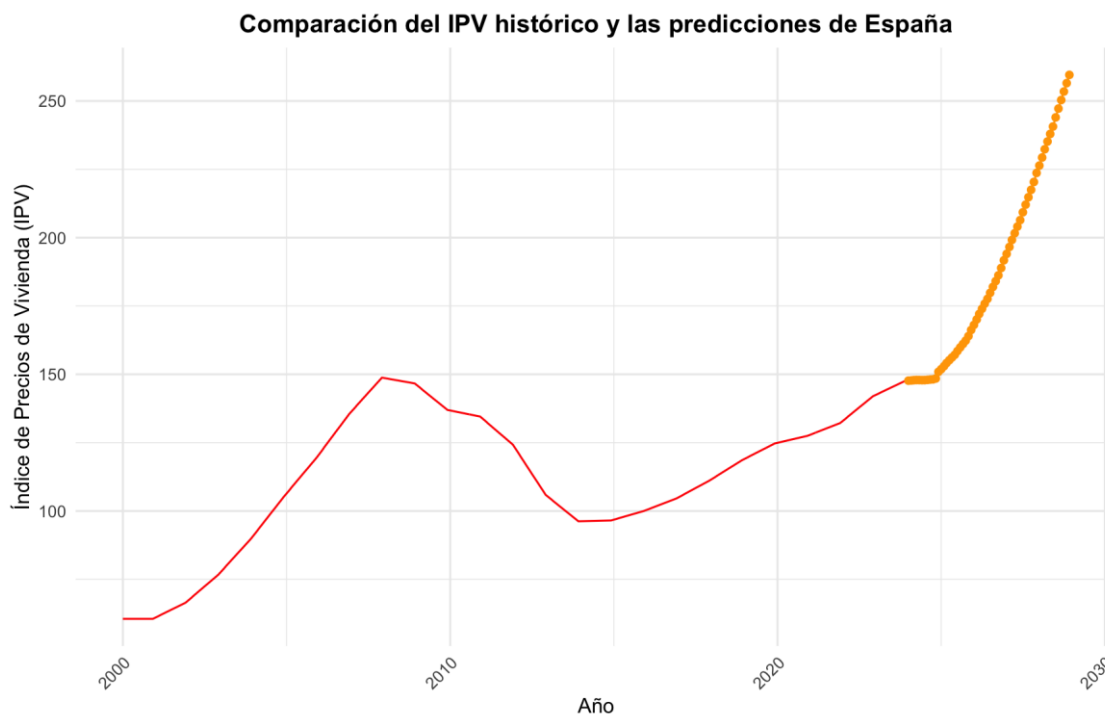


Gráfico 24: Predicción del IPV de España con el modelo MCE

Fuente: elaboración propia

El gráfico que se muestra arriba compara la serie histórica del Índice de Precios de Vivienda (IPV) en España (en rojo) con las predicciones obtenidas para los próximos cinco años (en naranja). La línea roja representa los valores reales del IPV hasta la fecha actual, mientras que la línea naranja representa las predicciones para el período futuro, comenzando desde enero de 2024 hasta diciembre de 2029.

Conclusiones de la Predicción Final

La matriz muestra las predicciones del Índice de Precios de Vivienda (IPV) desde enero de 2024. A continuación, se destacan algunos puntos clave de las predicciones:

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

1. **Tendencia General:** La tendencia general del IPV muestra un aumento constante y sostenido a lo largo de los años.
2. **Predicciones a Corto Plazo (2024-2026):**
 - En los primeros tres años (2024-2026), el IPV muestra un incremento moderado, pasando de 147.68 en enero de 2024 a 191.71 en diciembre de 2026.
 - Este aumento gradual sugiere una recuperación o estabilidad en el mercado inmobiliario en el corto plazo.
3. **Predicciones a Largo Plazo:** A largo plazo, las predicciones muestran un aumento más pronunciado.
4. **Variaciones Interanuales:**
 - Las variaciones interanuales indican una tendencia creciente con fluctuaciones menores que son típicas de los ciclos económicos y los impactos de factores macroeconómicos.
 - Las predicciones muestran picos y valles que reflejan posibles periodos de crecimiento rápido seguidos de ajustes menores.

Estas predicciones son el resultado del modelo de corrección de errores (MCE), que tiene en cuenta tanto las relaciones de corto plazo como de largo plazo entre las variables macroeconómicas y el Índice de Precios de Vivienda. El modelo sugiere que, a pesar de las fluctuaciones a corto plazo, **la tendencia general del mercado inmobiliario en España es de crecimiento sostenido a lo largo de las próximas décadas.**

5.7.1.2. Regresión Lineal Estonia

Realizamos el mismo procedimiento, pero esta vez para Estonia. Elegimos las variables más correlacionadas según la matriz de correlación previamente realizada, nos dan en un alto grado las siguientes: la principal (IPV), PIB, RPC, IPCA, VAR_RTE_LOANS, AVG_WAGE.

Se transforman las variables relevantes a su forma logarítmica y se crean objetos de series temporales ('ts'). Luego, se combinan en una matriz y se visualizan.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

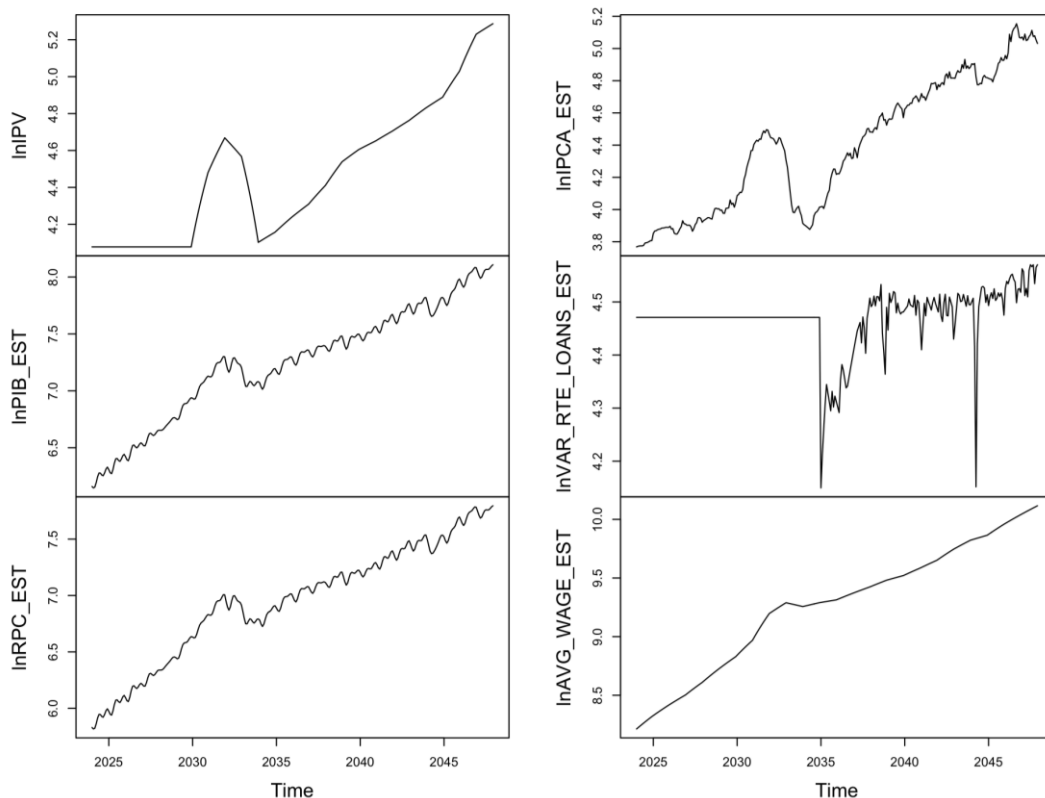


Gráfico 25: Variables relevantes de Estonia en forma logarítmica

Fuente: elaboración propia

El gráfico indica que la economía de Estonia ha mostrado un crecimiento y desarrollo significativo en las últimas décadas. Las variables macroeconómicas, incluyendo el PIB, la renta personal disponible y los salarios, han aumentado consistentemente, lo que refleja una mejora en el bienestar económico del país. Este crecimiento económico también se ha traducido en un aumento en los precios de la vivienda, aunque también se observan fluctuaciones en los préstamos.

Modelo de Regresión Inicial y Verificación de Multicolinealidad

```
Call:
lm(formula = lnIPV ~ lnPIB_EST + lnRPC_EST + lnIPCA_EST + lnVAR_RTE_LOANS_EST +
    lnAVG_WAGE_EST, data = as.data.frame(datos))

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.10912 -0.04274 -0.01659  0.02413  0.19336

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    -4.48156    0.37298  -12.016 < 2e-16 ***
lnPIB_EST       6.35864    0.38154   16.666 < 2e-16 ***
lnRPC_EST      -6.52126    0.37040  -17.606 < 2e-16 ***
lnIPCA_EST      0.67415    0.03517   19.166 < 2e-16 ***
lnVAR_RTE_LOANS_EST 0.25738    0.07948    3.238 0.00135 **
lnAVG_WAGE_EST  0.44314    0.05378    8.240 6.56e-15 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.06462 on 282 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.9675,    Adjusted R-squared:  0.9669
F-statistic: 1678 on 5 and 282 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Gráfico 26: Prueba de cointegración para variables de Estonia

Fuente: elaboración propia

El modelo de regresión lineal ajustado sugiere que todas las variables independientes son significativas lo que sugiere que tienen una influencia significativa en el IPV. El alto valor del R-cuadrado ajustado indica que el modelo explica bien la variabilidad en el IPV.

Verificamos la multicolinealidad

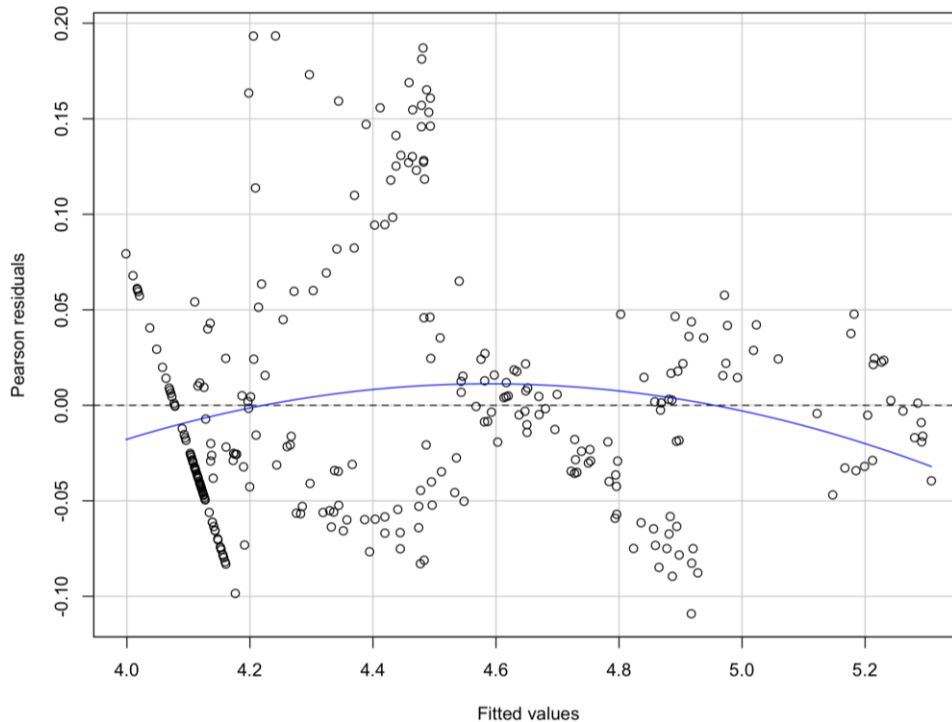


Gráfico 27: Multicolinealidad con residuos – Estonia

Fuente: elaboración propia

El gráfico de residuos sugiere que, aunque el modelo tiene un ajuste razonablemente bueno, hay áreas para mejorar, como la heterocedasticidad y la posible no linealidad en los datos. Evaluar estas áreas y ajustar el modelo en consecuencia puede mejorar la precisión y la interpretabilidad de las predicciones.

Pruebas de Estacionariedad: El Test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: modelo4$residuals
Dickey-Fuller = -2.6886, Lag order = 6, p-value = 0.286
alternative hypothesis: stationary
```

Ilustración 7: Dickey-Fuller Aumentado – Estonia

Fuente: elaboración propia

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

El test de Dickey-Fuller Aumentado indica que los residuos de nuestro modelo no son estacionarios, lo que sugiere que es necesario realizar ajustes para abordar esta característica antes de proceder con predicciones fiables.

Inclusión de la variable "tendencia" al modelo

Call:

```
lm(formula = lnIPV ~ lnPIB_EST + lnRPC_EST + lnIPCA_EST + lnVAR_RTE_LOANS_EST +
    lnAVG_WAGE_EST + tendencia, data = as.data.frame(datos))
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.111713	-0.036603	-0.002373	0.031233	0.119588

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-9.7594446	0.4000498	-24.396	< 2e-16 ***
lnPIB_EST	7.2629854	0.2707028	26.830	< 2e-16 ***
lnRPC_EST	-7.7070966	0.2667860	-28.889	< 2e-16 ***
lnIPCA_EST	0.9086326	0.0279732	32.482	< 2e-16 ***
lnVAR_RTE_LOANS_EST	0.2019452	0.0554293	3.643	0.00032 ***
lnAVG_WAGE_EST	1.1692909	0.0561699	20.817	< 2e-16 ***
tendencia	-0.0037647	0.0002171	-17.343	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.04499 on 281 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9843, Adjusted R-squared: 0.984

F-statistic: 2935 on 6 and 281 DF, p-value: < 2.2e-16

Ilustración 8: Modelo con variable "Tendencia" - Estonia

Fuente: elaboración propia

El modelo de regresión lineal ajustado con la variable de tendencia sugiere que la mayoría de las variables independientes seleccionadas tienen un impacto significativo en el Índice de Precios de Vivienda en Estonia. El **R-cuadrado ajustado** indica que aproximadamente el 98.4% de la variabilidad en lnIPV puede ser explicada por el modelo.

El modelo es robusto y los coeficientes son estadísticamente significativos, sugiriendo que las variables seleccionadas son buenos predictores del índice de precios de vivienda (IPV) en el contexto analizado. La inclusión de la variable de tendencia ha mejorado el ajuste del modelo, aunque indica una leve tendencia decreciente en el IPV a lo largo del tiempo.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Volvemos a realizar la Prueba de Dickey-Fuller aumentada para revisar la estacionariedad de los residuos, ahora añadiendo la tendencia.

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####

Test regression trend

Call:
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.085935 -0.013086 -0.000098  0.012352  0.103852

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -1.314e-03  2.818e-03  -0.466   0.6413
z.lag.1      -1.820e-01  3.280e-02  -5.549  6.63e-08 ***
tt           7.016e-06  1.693e-05   0.414   0.6790
z.diff.lag   1.251e-01  5.854e-02   2.138   0.0334 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.02364 on 282 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1003,    Adjusted R-squared:  0.09071
F-statistic: 10.48 on 3 and 282 DF,  p-value: 1.482e-06

Value of test-statistic is: -5.5488 10.3203 15.4621

Critical values for test statistics:
      1pct  5pct 10pct
tau3 -3.98 -3.42 -3.13
phi2  6.15  4.71  4.05
phi3  8.34  6.30  5.36
```

Ilustración 9: Dickey-Fuller con variable “Tendencia” – Estonia

Fuente: elaboración propia

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

El valor de la estadística Dickey-Fuller es -5.5488, que es más negativo que los valores críticos a los niveles del 1%, 5% y 10%. Esto indica que rechazamos la hipótesis nula de que hay una raíz unitaria (la serie no es estacionaria) y aceptamos la hipótesis alternativa de que la serie es estacionaria por lo tanto es un modelo válido. Además, algunos de los coeficientes en el modelo son altamente significativos, lo que refuerza la fiabilidad del modelo. Esto sugiere que las relaciones de equilibrio a largo plazo modeladas son válidas, aunque el modelo podría ser mejorado para captar más variabilidad de los datos.

```
Call:
lm(formula = dlnIPV ~ dlnPIB_EST + dlnRPC_EST + dlnIPCA_EST +
    dlnAVG_WAGE_EST, data = as.data.frame(datos))

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.032219 -0.005515  0.000031  0.006057  0.028297

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)   -0.006241   0.001098  -5.683 3.29e-08 ***
dlnPIB_EST     5.007232   1.271666   3.938 0.000104 ***
dlnRPC_EST    -4.982501   1.271036  -3.920 0.000111 ***
dlnIPCA_EST    0.123191   0.022024   5.594 5.26e-08 ***
dlnAVG_WAGE_EST 1.516037   0.146980  10.315 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.009482 on 282 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.3849,    Adjusted R-squared:  0.3761
F-statistic: 44.11 on 4 and 282 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Ilustración 10: Modelo de Corrección de Errores (MCE) – Estonia

Fuente: Elaboración propia

El modelo de regresión lineal muestra que las variables macroeconómicas seleccionadas (PIB, RPC, IPCA, salario promedio) tienen un impacto significativo en el Índice de Precios de Vivienda (IPV). Las direcciones de estas relaciones proporcionan información útil sobre cómo diferentes aspectos de la economía pueden influir en el mercado inmobiliario. Sin embargo, el relativamente bajo R-cuadrado ajustado sugiere que se podrían explorar más variables para mejorar el poder explicativo del modelo.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Hemos eliminado la variable de préstamos a tipo variable. Obtenemos los residuos del modelo, creamos el lag de los residuos (`res3 <- c(NA, res[-length(res)])`). Ajustamos las longitudes de las series para el modelo MCE.

Modelo de corrección de errores (MCE)

Call:

```
lm(formula = dlnIPV_adj ~ dlnPIB_EST_adj + dlnRPC_EST_adj + dlnIPCA_EST_adj +
    dlnAVG_WAGE_EST_adj + res3_adj)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.026839	-0.001879	-0.000031	0.002193	0.035344

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.006308	0.000579	-10.894	< 2e-16 ***
dlnPIB_EST_adj	4.682356	0.672222	6.965	2.34e-11 ***
dlnRPC_EST_adj	-4.655161	0.671945	-6.928	2.93e-11 ***
dlnIPCA_EST_adj	0.038428	0.012027	3.195	0.00156 **
dlnAVG_WAGE_EST_adj	1.582226	0.077709	20.361	< 2e-16 ***
res3_adj	0.878805	0.032538	27.008	< 2e-16 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.004999 on 280 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8302, Adjusted R-squared: 0.8271

F-statistic: 273.7 on 5 and 280 DF, p-value: < 2.2e-16

Ilustración 11: Modelo de Corrección de Errores (MCE) para series diferenciadas - Estonia

Fuente: elaboración propia

El modelo de corrección de errores (MCE) muestra que las variables macroeconómicas seleccionadas (PIB, RPC, IPCA, salario promedio) y la corrección de errores tienen un impacto significativo en el Índice de Precios de Vivienda (IPV). Las direcciones de estas relaciones proporcionan información útil sobre cómo diferentes aspectos de la economía pueden influir en el mercado inmobiliario a corto plazo. El alto R-cuadrado ajustado sugiere que el modelo es bastante efectivo para explicar las variaciones en el IPV.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Predicción con el modelo MCE

Se realiza la predicción con el modelo MCE, se convierten las diferencias logarítmicas en valores logarítmicos acumulados y luego a datos reales. Las predicciones se organizan en una serie temporal y se crean un dataframe y una matriz para visualizar las predicciones.

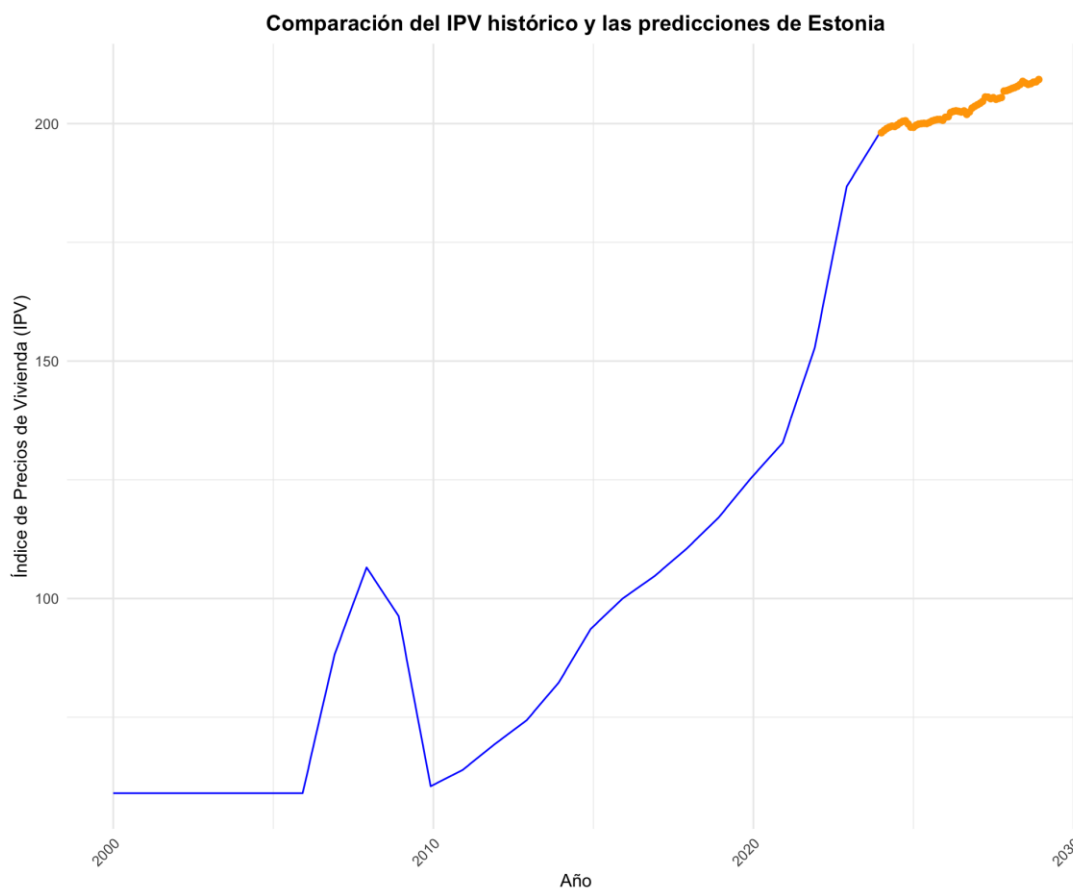


Gráfico 28: Predicción del IPV de España con el modelo MCE

Fuente: elaboración propia

El gráfico que se muestra arriba compara la serie histórica del Índice de Precios de Vivienda (IPV) en Estonia (en azul) con las predicciones obtenidas para los próximos cinco años (en naranja). La línea azul representa los valores reales del IPV hasta la fecha actual, mientras que la línea naranja representa las predicciones para el período futuro, comenzando desde enero de 2024.

Conclusiones Finales de la Predicción del Índice de Precios de Vivienda (IPV)

A continuación, se destacan algunos puntos clave de las predicciones:

- **Tendencia General:** La tendencia general del IPV muestra un aumento constante y sostenido a lo largo de los años con un incremento significativo.
- **Predicciones a Corto Plazo (2024-2026)**
 - Incremento Moderado: En los primeros tres años (2024-2026), el IPV muestra un incremento moderado, pasando de 198.04 en enero de 2024 a 199.71 en diciembre de 2026.
 - Estabilidad: Este aumento gradual sugiere una estabilidad en el mercado inmobiliario en el corto plazo, con pequeños incrementos mensuales.
- **Predicciones a Medio Plazo (2027-2031)**
 - Incremento Continuo: A partir de 2027, el IPV sigue aumentando, alcanzando 201.60 en diciembre de 2027 y continuando hasta 299.20 en marzo de 2031.
 - Crecimiento Acelerado: En este periodo, se observa un crecimiento más acelerado, especialmente hacia finales de la década de 2020 y principios de la de 2030.
- **Variaciones Interanuales**
 - Tendencia Creciente: Las variaciones interanuales indican una tendencia creciente con algunas fluctuaciones menores.
 - Ciclos Económicos: Los picos y valles reflejan posibles periodos de crecimiento rápido seguidos de ajustes menores, típicos de los ciclos económicos y los impactos de factores macroeconómicos.

Estas predicciones son el resultado del modelo de corrección de errores (MCE), que tiene en cuenta tanto las relaciones de corto plazo como de largo plazo entre las variables macroeconómicas y el Índice de Precios de Vivienda. El modelo sugiere que, a pesar de las fluctuaciones a corto plazo, la tendencia general del mercado inmobiliario en España es de crecimiento sostenido a lo largo de las próximas décadas.

5.7.1.3. *Regresión Lineal Chipre*

Realizamos el mismo procedimiento, pero esta vez para Chipre. Elegimos las variables más correlacionadas según la matriz de correlación previamente realizada, nos dan en un alto grado las siguientes: la principal (IPV), POP, IPCA, RPC, PIB, INT_RATE y AVG_WAGE.

Se transforman las variables relevantes a su forma logarítmica y se crean objetos de series temporales (\hat{ts}). Luego, se combinan en una matriz y se visualizan.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

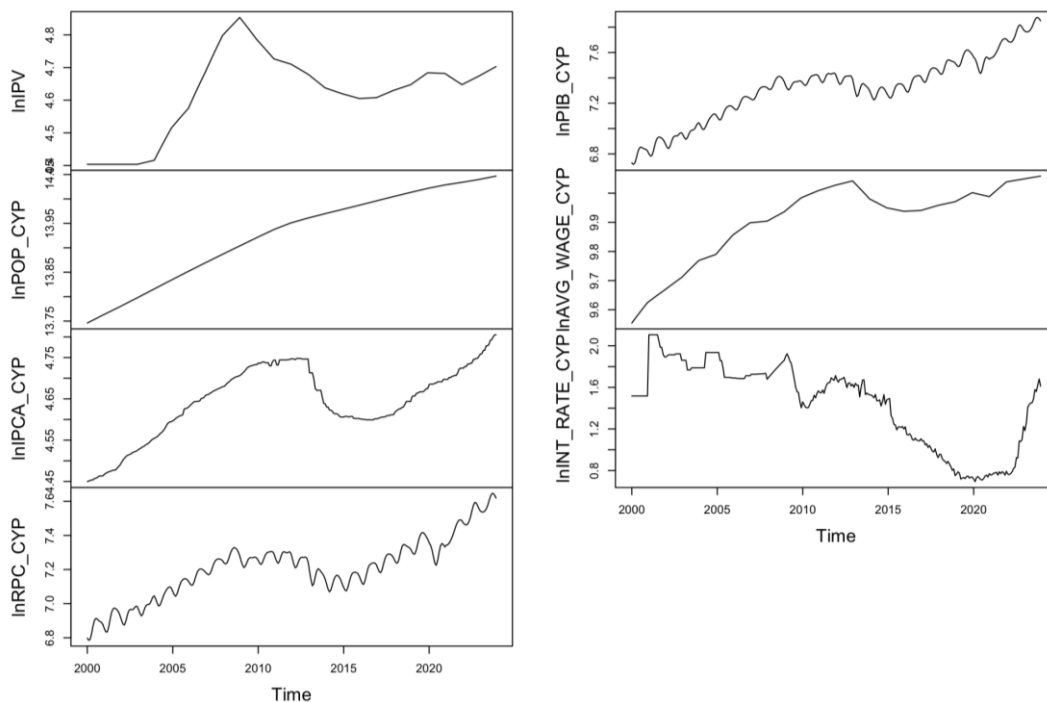


Gráfico 29: Variables relevantes de Chipre en forma logarítmica

Fuente: Elaboración propia

Los gráficos reflejan la evolución de importantes indicadores económicos en Chipre. Las tendencias observadas en estas series temporales sugieren una economía que ha experimentado crecimiento y estabilidad en varias áreas, a pesar de las fluctuaciones debidas a la crisis financiera global. Las variables como el PIB, la renta per cápita, y los salarios promedio muestran tendencias al alza, lo que es positivo para el crecimiento económico futuro. Sin embargo, la volatilidad en las tasas de interés y el impacto de la crisis financiera en los precios de la vivienda subrayan la necesidad de una vigilancia constante y políticas económicas prudentes.

Modelo de Regresión Inicial y Verificación de Multicolinealidad

```
Call:
lm(formula = lnIPV ~ lnPIB_CYP + lnRPC_CYP + lnIPCA_CYP, data = datos)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.104301 -0.052938  0.001637  0.031370  0.159117

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.80881    0.28347  -2.853  0.00465 **
lnPIB_CYP    0.15445    0.07395   2.089  0.03763 *
lnRPC_CYP   -0.29289    0.11501  -2.547  0.01141 *
lnIPCA_CYP   1.38080    0.08324  16.589 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.06053 on 284 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.7627,    Adjusted R-squared:  0.7602
F-statistic: 304.3 on 3 and 284 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Ilustración 12: Prueba de cointegración para variables de Chipre

Fuente: Elaboración propia

El modelo explica aproximadamente el 76.27% de la variabilidad en el índice de precios de vivienda, lo cual es un buen ajuste para datos macroeconómicos. El alto valor del estadístico F y su correspondiente p-valor extremadamente bajo indican que el modelo en su conjunto es altamente significativo.

A pesar de la presencia de algunos valores residuales extremos, el modelo parece ser adecuado para predecir el índice de precios de vivienda en función de las variables macroeconómicas seleccionadas. Este análisis proporciona una comprensión sólida de cómo las variables macroeconómicas influyen en los precios de la vivienda en Chipre, lo que puede ser útil para la formulación de políticas y la toma de decisiones en el mercado inmobiliario.

Verificamos la multicolinealidad

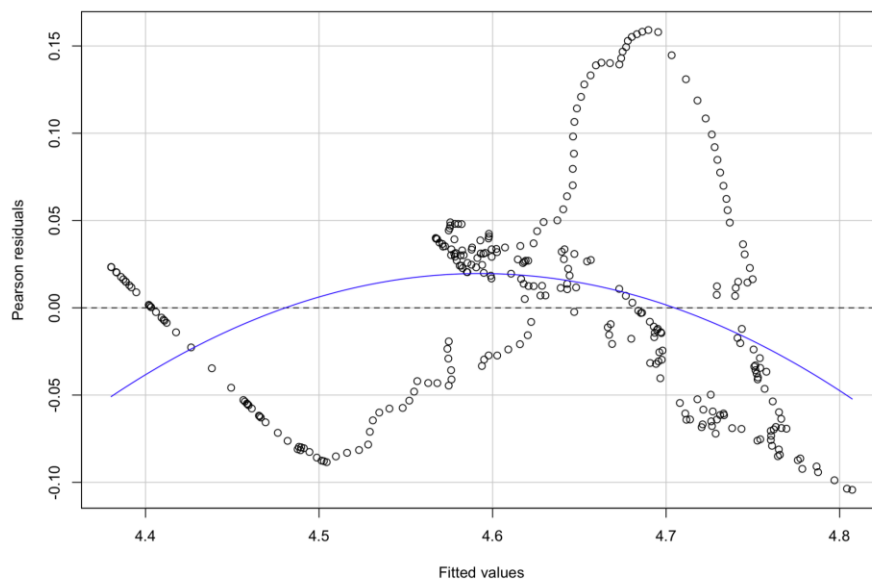


Gráfico 30: Multicolinealidad con residuos – Chipre

Fuente: Elaboración propia

El gráfico de residuos de Pearson contra los valores ajustados sugiere que el modelo de regresión lineal actual puede no ser completamente adecuado para los datos. La presencia de heterocedasticidad, la tendencia en la curva de suavización, y los valores atípicos indican que es posible que se necesiten ajustes adicionales al modelo, transformaciones de variables, o la consideración de modelos alternativos para capturar mejor la relación entre las variables predictoras y la variable de respuesta.

Pruebas de Estacionariedad: El Test de Dickey-Fuller Aumentado (ADF)

Augmented Dickey-Fuller Test

```
data: modelo1$residuals
Dickey-Fuller = -1.9511, Lag order = 6, p-value = 0.5968
alternative hypothesis: stationary
```

Ilustración 13: Dickey-Fuller Aumentado – Chipre

Fuente: Elaboración propia

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Los resultados del test ADF indican que los residuos del modelo 1 no son estacionarios, lo que sugiere la necesidad de una revisión y posible modificación del modelo para mejorar su adecuación y asegurar la validez de las predicciones.

Inclusión de la variable "tendencia" al modelo

```
Call:
lm(formula = lnIPV ~ lnPIB_CYP + lnRPC_CYP + lnIPCA_CYP + tendencia,
    data = as.data.frame(datos))

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.096606 -0.032742 -0.007316  0.027735  0.122915

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.0562671   0.2280527  -0.247   0.805
lnPIB_CYP    3.2981067   0.2391472  13.791 < 2e-16 ***
lnRPC_CYP   -2.8915391   0.2117987  -13.652 < 2e-16 ***
lnIPCA_CYP   0.4131850   0.0965456   4.280 2.56e-05 ***
tendencia   -0.0037228   0.0002748  -13.545 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.04723 on 283 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.856,    Adjusted R-squared:  0.854
F-statistic: 420.7 on 4 and 283 DF,  p-value: < 2.2e-16
```

Ilustración 14: Modelo con variable "Tendencia" – Chipre

Fuente: Elaboración propia

El modelo de regresión lineal sugiere que $\ln\text{PIB_CYP}$, $\ln\text{RPC_CYP}$, $\ln\text{IPCA_CYP}$ y la tendencia tienen un impacto significativo en $\ln\text{IPV}$. La dirección y magnitud de estos impactos están en línea con las expectativas económicas, donde el PIB y el IPC tienen un efecto positivo en el precio de la vivienda, mientras que el ingreso per cápita tiene un efecto negativo, y la tendencia muestra una disminución en el precio de la vivienda a lo largo del tiempo. La significancia de los coeficientes y el alto R-squared ajustado sugieren que el modelo es robusto y explica bien la variabilidad en los datos.

Volvemos a hacer la Prueba de Dickey-Fuller aumentada para revisar la estacionariedad de los residuos, ahora añadiendo la tendencia.

```
#####
# Augmented Dickey-Fuller Test Unit Root Test #
#####

Test regression trend

Call:
lm(formula = z.diff ~ z.lag.1 + 1 + tt + z.diff.lag)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.0151173 -0.0033149  0.0006864  0.0031550  0.0251016

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -3.992e-04  5.945e-04  -0.671   0.502
z.lag.1      -3.042e-02  6.315e-03  -4.816 2.39e-06 ***
tt           2.319e-06  3.569e-06   0.650   0.516
z.diff.lag   7.946e-01  3.571e-02  22.254 < 2e-16 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.004977 on 282 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.6444,    Adjusted R-squared:  0.6406
F-statistic: 170.3 on 3 and 282 DF,  p-value: < 2.2e-16

Value of test-statistic is: -4.8161 7.8638 11.7753

Critical values for test statistics:
      1pct  5pct 10pct
tau3 -3.98 -3.42 -3.13
phi2  6.15  4.71  4.05
phi3  8.34  6.30  5.36
```

Ilustración 15: Dickey-Fuller con variable “Tendencia” – Chipre

Fuente: Elaboración propia

El alto valor de R-squared ajustado sugiere que el modelo explica aproximadamente el 64% de la variabilidad en los residuos. El valor del test-statistic es -4.8161 es más negativo que los valores críticos en todos los niveles (1%, 5%, y 10%), rechazamos la hipótesis nula de que hay una raíz unitaria en la serie temporal por lo que los residuos del modelo son estacionarios y, por lo tanto, es apropiado para modelar la serie temporal.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

```
Call:
lm(formula = dlnIPV ~ dlnPIB_CYP + dlnRPC_CYP + dlnIPCA_CYP,
    data = as.data.frame(datos))

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-0.0087666 -0.0023552 -0.0000652  0.0024135  0.0076839

Coefficients:
            Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) -0.0021074  0.0006149  -3.427 0.000701 ***
dlnPIB_CYP   2.7342390  0.5549671   4.927 1.42e-06 ***
dlnRPC_CYP  -2.7224596  0.5551117  -4.904 1.58e-06 ***
dlnIPCA_CYP  0.2043242  0.0534201   3.825 0.000161 ***
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.003694 on 283 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.1454,    Adjusted R-squared:  0.1363
F-statistic: 16.04 on 3 and 283 DF,  p-value: 1.165e-09
```

Ilustración 16: Modelo de Corrección de Errores (MCE) – Chipre

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que estos factores macroeconómicos tienen un impacto significativo en el cambio logarítmico del Índice de Precios de Vivienda en Chipre, proporcionando una base para futuros análisis y decisiones políticas en el sector inmobiliario.

Obtenemos los residuos del modelo, creamos el lag de los residuos (`res3 <- c(NA, res[-length(res)])`). Ajustamos las longitudes de las series para el modelo MCE.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

Modelo de corrección de errores (MCE)

```
Call:
lm(formula = dlnIPV_adj ~ dlnPIB_CYP_adj + dlnRPC_CYP_adj + dlnIPCA_CYP_adj +
    res3_adj)
```

Residuals:

	Min	1Q	Median	3Q	Max
	-0.0098000	-0.0002847	-0.0000064	0.0002777	0.0077059

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	-0.0021079	0.0002157	-9.771	< 2e-16	***
dlnPIB_CYP_adj	2.9214689	0.1950006	14.982	< 2e-16	***
dlnRPC_CYP_adj	-2.9096753	0.1950648	-14.916	< 2e-16	***
dlnIPCA_CYP_adj	0.0606768	0.0189971	3.194	0.00156	**
res3_adj	0.9511714	0.0211670	44.937	< 2e-16	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.001295 on 281 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8957, Adjusted R-squared: 0.8942

F-statistic: 603.2 on 4 and 281 DF, p-value: < 2.2e-16

Ilustración 17: Modelo de Corrección de Errores (MCE) para series diferenciadas – Chipre

Fuente: Elaboración propia

El modelo de corrección de errores sugiere que: **res3_adj**: Los residuos del modelo anterior tienen un fuerte impacto en el modelo actual, lo que confirma la corrección de errores en la relación de largo plazo entre las variables.

Predicción con el modelo MCE

Se realiza la predicción con el modelo MCE, se convierten las diferencias logarítmicas en valores logarítmicos acumulados y luego a datos reales. Las predicciones se organizan en una serie temporal y se crean un dataframe y una matriz para visualizar las predicciones

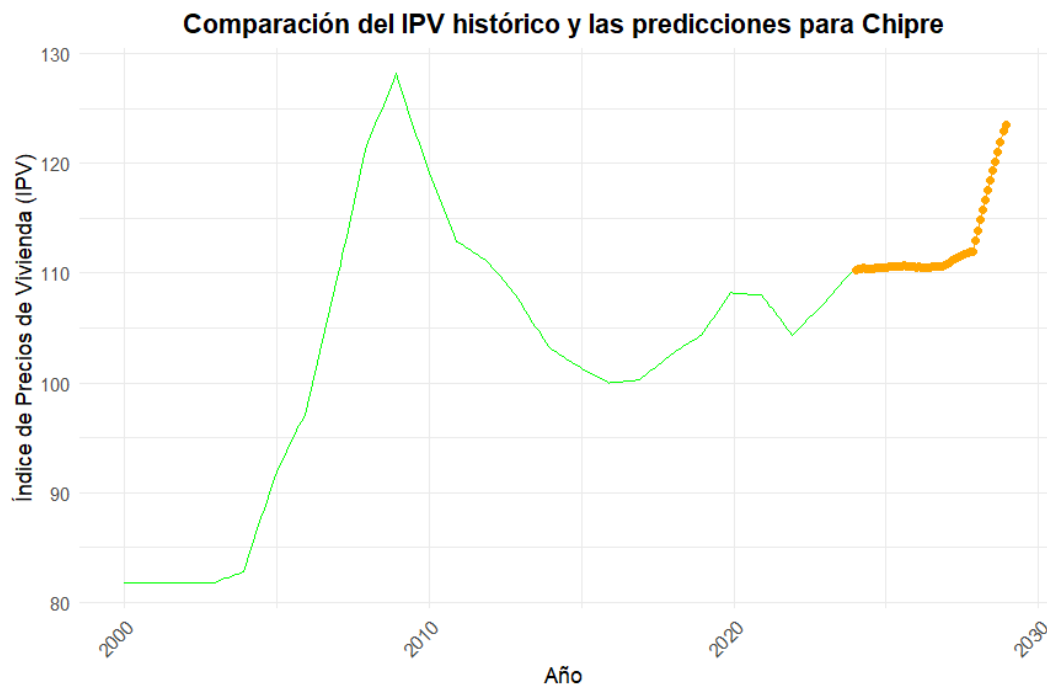


Gráfico 31: Predicción del IPV de Chipre con el modelo MCE

Fuente: Elaboración propia

El gráfico que se muestra arriba compara la serie histórica del Índice de Precios de Vivienda (IPV) en Chipre (en verde) con las predicciones obtenidas para los próximos cinco años (en naranja). La línea verde representa los valores reales del IPV hasta la fecha actual, mientras que la línea naranja representa las predicciones para el período futuro, comenzando desde enero de 2024.

Conclusiones de la Predicción Final

- **Tendencia General:** La tendencia general del IPV muestra un aumento constante y sostenido hasta 2029.
- **Predicciones a Corto Plazo (2024-2026):** En los primeros tres años (2024-2026), el IPV muestra un leve incremento. Este aumento gradual sugiere una recuperación o estabilidad en el mercado inmobiliario en el corto plazo.
- **Variaciones Interanuales:**
 - Las variaciones interanuales indican una tendencia creciente con fluctuaciones menores que son típicas de los ciclos económicos y los impactos de factores macroeconómicos.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

- Las predicciones muestran picos y valles que reflejan posibles periodos de crecimiento rápido seguidos de ajustes menores.

Estas predicciones son el resultado del modelo de corrección de errores (MCE), que tiene en cuenta tanto las relaciones de corto plazo como de largo plazo entre las variables macroeconómicas y el Índice de Precios de Vivienda. El modelo sugiere que la tendencia general del mercado inmobiliario en Chipre es de crecimiento sostenido a lo largo de las próximas décadas.

5.7.2. Random Forest

Random Forest es un método de aprendizaje automático basado en la construcción de múltiples árboles de decisión durante el entrenamiento y la salida del modo de clase que es la moda de las clases (clasificación) o la media de las predicciones (regresión) de los árboles individuales.

Como ventajas: Manejo de Datos Complejos. Capaz de capturar relaciones no lineales y complejas y Reducción de Sobreajuste: Menos propenso al sobreajuste en comparación con otros modelos individuales.

Desventajas: Menor Interpretabilidad. Difícil de interpretar los resultados debido a su naturaleza de caja negra y Requiere más Computación: Computacionalmente más intensivo.

No obstante, dado que Random Forest es una técnica poderosa y versátil que maneja un gran volumen de datos, hemos decidido **descartarla** para este estudio debido a su menor interpretabilidad, la preferencia por modelos que capturan mejor las dinámicas temporales, y su mayor complejidad y requisitos computacionales.

5.7.3. Series Temporales

Los modelos de series temporales incluyen una amplia gama de técnicas diseñadas para analizar datos secuenciales y hacer predicciones futuras basadas en patrones históricos. Además de ARIMA, incluyen modelos como Holt-Winters, SARIMA, y VAR (Vector AutoRegressive).

Como ventajas: Diversidad de Técnicas: Ofrecen diversas opciones para modelar tendencias, estacionalidades y ciclos y Adecuados para Predicciones Temporales: Son específicamente diseñados para datos de series temporales y pueden capturar estructuras dependientes del tiempo.

Desventajas como: Requieren Análisis Previo y Complejidad en la Implementación: Algunos modelos pueden ser complejos de implementar y ajustar.

Lucas Giménez, Inés Pérez Salido y Sara Sánchez Pérez

El uso de modelos de series temporales es fundamental para nuestro análisis del IPV debido a la naturaleza secuencial de los datos. Estos modelos nos permiten capturar y predecir patrones temporales que otros enfoques podrían pasar por alto.

```
> summary(modelo_arima)
Series: serie_temporal
ARIMA(0,2,0)

sigma^2 = 0.0114: log likelihood = 18.33
AIC=-34.66 AICc=-34.46 BIC=-33.57

Training set error measures:
      ME      RMSE      MAE      MPE      MAPE      MASE      ACF1
Training set 0.018299 0.102207 0.02506868 0.02994695 0.04112726 0.0973952 -0.04151908
```

Ilustración 18: Modelo ARIMA

Fuente: Elaboración propia

Los resultados indican que el modelo ARIMA (0,2,0) se ajusta razonablemente bien a la serie temporal:

- La varianza residual (σ^2) es baja, lo que sugiere que los errores de predicción son pequeños.
- Los criterios de información (AIC, AICc, BIC) son negativos y bajos, lo que indica un buen ajuste del modelo con una penalización adecuada por la complejidad.
- Las medidas de error (ME, RMSE, MAE, MPE, MAPE, MASE) son todas bajas, lo que sugiere que el modelo predice con precisión.
- La autocorrelación de los residuos (ACF1) es cercana a 0, indicando que no hay patrones no capturados por el modelo.

En conjunto, estos resultados sugieren que el modelo ARIMA (0,2,0) es adecuado para predecir la serie temporal analizada.

5.7.4. Conclusión

La elección de modelos para predecir el Índice de Precios de Vivienda en España, Estonia y Chipre requiere un balance entre interpretabilidad, precisión y capacidad para manejar la complejidad de los datos. Nos hemos centrado en modelos que ofrecen un equilibrio óptimo entre precisión, interpretabilidad y eficiencia, como la regresión lineal múltiple, ARIMA y modelo de corrección del error.

Optar por un modelo de regresión lineal se justifica por su simplicidad, interpretabilidad, y buen rendimiento en los datos actuales. Aunque se han considerado modelos más complejos, la regresión lineal ha demostrado ser suficientemente eficaz y proporciona una base sólida para la toma de decisiones basada en los datos. La verificación de los supuestos del modelo y la comparación con otros enfoques refuerzan la elección de este método como el más adecuado para el análisis en cuestión.

Capítulo 6. CONCLUSIONES

6.1. Conclusiones del trabajo

El objetivo general de este proyecto fue analizar y predecir la evolución de los precios de la vivienda en España, Estonia y Chipre mediante la construcción de una base de datos y la aplicación de modelos estadísticos y econométricos. Los resultados obtenidos cumplen satisfactoriamente este objetivo, proporcionando una visión detallada de las variables económicas que más influyen en los precios de la vivienda en estos países.

A través de la creación de matrices de correlación y la aplicación de modelos de regresión lineal y de corrección de errores (MCE), hemos identificado las variables clave que son Renta per Cápita, Producto Interior Bruto, Índice de Precios de Alquileres Reales de la Vivienda y Salario medio. Estas variables mostraron una fuerte correlación con el Índice de Precios de Vivienda (IPV), permitiéndonos desarrollar predicciones precisas para los próximos cinco años.

Las predicciones indican de manera general una tendencia de crecimiento sostenido en los precios de la vivienda en los tres países, reflejando una recuperación económica postcrisis financiera y una estabilidad en el mercado inmobiliario.

- **Descripción objetiva del resultado en relación al objetivo general:**
 - **Cumplimiento del Objetivo General:** El objetivo general de este proyecto era analizar y predecir la evolución de los precios de la vivienda en España, Estonia y Chipre a través de la construcción de una base de datos exhaustiva y la aplicación de modelos estadísticos y econométricos avanzados. Los resultados obtenidos han cumplido este objetivo de manera satisfactoria, proporcionando una comprensión clara y detallada de las variables económicas que más influyen en los precios de la vivienda en estos países.
 - **Desarrollo de la Base de Datos:** Se ha desarrollado una base de datos que abarca una amplia gama de variables económicas desde el año 2000 hasta 2023 de manera mensual para España, Estonia y Chipre. Esta base de datos incluye indicadores macroeconómicos clave. La calidad y la amplitud de esta base de datos han sido fundamentales para el análisis detallado y preciso de las tendencias del mercado inmobiliario.
 - **Análisis de Correlaciones:** A través de la creación de matrices de correlación, se identificaron las variables que mostraron una fuerte correlación con el Índice de Precios de Vivienda (IPV).

En España, variables como la afiliación a la Seguridad Social, el PIB, la renta per cápita, y el índice de precios reales del alquiler mostraron correlaciones significativas. En Estonia, el índice de precios de alquileres reales tuvo la correlación más alta con el IPV, mientras que en Chipre, la renta per cápita y el índice de precios de alquileres reales fueron los más influyentes. Estas correlaciones han sido esenciales para seleccionar las variables más relevantes para los modelos predictivos.

- **Aplicación de Modelos Predictivos:** Se aplicaron varios modelos estadísticos y econométricos, incluyendo la regresión lineal múltiple y los Modelos de Corrección de Errores (MCE). Estos modelos han demostrado ser efectivos en la predicción de la evolución del Índice de Precios de Vivienda (IPV). Los modelos desarrollados han capturado tanto las relaciones a corto plazo como las de largo plazo entre las variables económicas y el IPV, permitiendo realizar predicciones precisas.
- **Predicciones y Tendencias:** Las predicciones indican una tendencia de crecimiento sostenido en los precios de la vivienda en los tres países. En España, se espera un aumento gradual del IPV, mientras que, en Estonia y Chipre, las predicciones muestran un crecimiento más acelerado en los precios de la vivienda.
- **Impacto de Políticas Gubernamentales:** El análisis ha mostrado cómo las políticas implementadas tras la crisis financiera de 2008 y durante la pandemia de COVID-19 han tenido un impacto significativo en la estabilización del mercado inmobiliario. En España, por ejemplo, las leyes de protección a los deudores hipotecarios y las medidas de alquiler social han ayudado a moderar las fluctuaciones en los precios de la vivienda. La comparación entre los países también ha resaltado cómo diferentes enfoques políticos pueden influir en las dinámicas del mercado inmobiliario.
- **Consideraciones Medioambientales:** Además de las variables económicas, el análisis de las emisiones de gases de efecto invernadero mostró que las políticas de eficiencia energética y el desarrollo de viviendas sostenibles pueden tener un impacto significativo en el mercado inmobiliario. Países como Estonia, con menores emisiones per cápita, podrían servir como modelos para la implementación de políticas más verdes, subrayando la importancia de considerar factores medioambientales en el desarrollo urbano y el mercado de la vivienda.

En resumen, este proyecto ha logrado una comprensión profunda y aplicable de los factores que influyen en los precios de la vivienda en España, Estonia y Chipre. Los modelos predictivos desarrollados ofrecen una herramienta valiosa para anticipar las tendencias futuras en el mercado inmobiliario, apoyando la toma de decisiones informadas tanto para inversores como para

formuladores de políticas. La robustez de la base de datos y la precisión de los modelos utilizados demuestran la efectividad de un enfoque analítico riguroso en el análisis y predicción de las tendencias del mercado inmobiliario.

6.2. Conclusiones personales

Desarrollar este proyecto ha sido una experiencia enriquecedora y desafiante para nosotros. Hemos tenido la oportunidad de profundizar en el análisis de datos económicos y en la aplicación de técnicas econométricas avanzadas, mejorando significativamente nuestras habilidades en el manejo de grandes volúmenes de datos y en la utilización de herramientas estadísticas para generar modelos predictivos precisos.

La importancia del tema del mercado inmobiliario y su relación con variables económicas es innegable, y a través de este proyecto, hemos comprendido mejor cómo diferentes factores económicos influyen en los precios de la vivienda y, en consecuencia, en la calidad de vida de las personas.

Uno de nuestros mayores aprendizajes ha sido la interconexión entre las diversas variables económicas y cómo su interacción afecta al mercado inmobiliario, proporcionando una perspectiva más holística de la economía y resaltando la importancia de políticas económicas bien diseñadas. Las predicciones desarrolladas pueden servir como una herramienta valiosa para inversores, planificadores urbanos y formuladores de políticas, permitiendo anticipar tendencias y planificar adecuadamente.

Este proyecto ha fortalecido nuestra confianza en el uso de métodos cuantitativos para abordar problemas complejos y ha subrayado la importancia de la investigación y el análisis de datos en la toma de decisiones informadas. El análisis de los precios de la vivienda no sólo es relevante para economistas y planificadores urbanos, sino que también tiene un impacto directo en la vida de las personas. La capacidad de prever tendencias en el mercado inmobiliario puede ayudar a mitigar los efectos de las burbujas inmobiliarias y a diseñar políticas que fomenten un crecimiento económico sostenible y equitativo.

Este proyecto no solo ha cumplido con sus objetivos específicos, sino que también ha proporcionado una comprensión profunda y aplicable de las dinámicas del mercado inmobiliario en tres países europeos, siendo una experiencia invaluable tanto a nivel personal como profesional para nosotros y subrayando la importancia de un enfoque analítico riguroso en la toma de decisiones económicas.

Capítulo 7. FUTURAS LÍNEAS DE TRABAJO

Tras haber realizado un análisis exhaustivo sobre la evolución de los precios de compra venta de la vivienda en España, Estonia y Chipre, así como la evolución del Euribor y de los precios del alquiler en el periodo de tiempo 2000-2023, podría resultar interesante analizar lo siguiente:

- Extender el análisis a otros países de la Unión Europea o a nivel global para comparar y contrastar la evolución del mercado inmobiliario en diferentes contextos económicos y sociales
- Realizar estudios comparativos entre regiones dentro de cada país analizado para identificar patrones y tendencias regionales.
- Estudiar el efecto de plataformas de economía colaborativa (como Airbnb) en los precios de alquiler y compra de viviendas, así como analizar la creciente tendencia de viviendas compartidas y su impacto en el mercado inmobiliario tradicional.
- Investigar cómo la Inteligencia Artificial generativa puede transformar la personalización y el diseño de viviendas, creando planos y diseños basados en preferencias individuales en tiempo real.
- Analizar cómo la actividad digital y la presencia en redes sociales de los propietarios influyen en la percepción y el valor de sus propiedades.
- Investigar la relación entre las tendencias de consumo digital y las preferencias de compra de vivienda
- Evaluar cómo el uso de blockchain o cadena de bloques y NFTs o tokens no fungibles puede mejorar la transparencia y la seguridad en las transacciones inmobiliarias, entendiendo el blockchain como una tecnología descentralizada de transacciones compartidas entre una red que es inmutable o inmodificable, permitiendo almacenar información en forma de bloques de datos, y los NFTs como representaciones inequívocas de activos, tanto digitales como físicos en la red blockchain, que se trata de una tecnología gracias a la cual podemos almacenar y transferir datos e información de cualquier tipo de una forma ágil y segura.

Capítulo 8. REFERENCIAS

- Boletín Oficial del Estado. (1994). Ley 29/1994, de 24 de noviembre, de Arrendamientos Urbanos. BOE-A-1994-26003. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1994-26003>
- Boletín Oficial del Estado. (2013). Ley 1/2013, de 14 de mayo, de medidas para reforzar la protección a los deudores hipotecarios, reestructuración de deuda y alquiler social. BOE-A-2013-5073. <https://boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2013-5073&p=20170318&tn=2>
- Boletín Oficial del Estado. (2019). Ley 5/2019, de 15 de marzo, reguladora de los contratos de crédito inmobiliario. BOE-A-2019-3814. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2019-3814>
- Boletín Oficial del Estado. (2020a). Real Decreto-ley 11/2020, de 31 de marzo, por el que se adoptan medidas urgentes complementarias en el ámbito social y económico para hacer frente al COVID-19. BOE-A-2020-4208. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2020-4208>
- Boletín Oficial del Estado. (2020b). Real Decreto-ley 37/2020, de 22 de diciembre, de medidas urgentes para hacer frente a las situaciones de vulnerabilidad social y económica en el ámbito de la vivienda y en materia de transportes. BOE-A-2020-16824. <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2020-16824>
- Boletín Oficial del Estado. (2023). Ley 12/2023, de 24 de mayo, por el derecho a la vivienda. BOE-A-2023-12203. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2023-12203>
- Cocconcelli, L., & Medda, F. (2011). The Estonian real estate market: A speculative bubble? https://www.researchgate.net/publication/237138464_The_Estonian_real_estate_market_a_speculative_bubble
- Deloitte. (2023). Property Index: Overview of European Residential Markets. <https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/at/Documents/presse/at-deloitte-property-index-2023.pdf>
- European Commission. (2017). Evolución del mercado de la vivienda: Ficha temática del semestre Europeo. https://commission.europa.eu/document/download/c28e5161-e60b-4735-b846-9a901252744f_es?filename=european-semester-thematic-factsheet_housing-market-developments_es.pdf

European Commission. (2019). Employment and Social Developments in Europe. <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/747fefa1-d085-11e9-b4bf-01aa75ed71a1/language-en>

European Commission. (2022). Housing Market Developments in the Euro Area: Focus on Housing Affordability. https://economy-finance.ec.europa.eu/system/files/2022-09/dp171_en.pdf

European Commission. (2023a). Draft update of Estonia's National Energy and Climate Plan for 2030. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nama_10_fte/default/table?lang=en

European Commission. (2023b). Plan de recuperación y resiliencia de Chipre. https://commission.europa.eu/business-economy-euro/economic-recovery/recovery-and-resilience-facility/country-pages/cyprus-recovery-and-resilience-plan_en

Eurostat. (n.d.). Evolution of house prices and rents. Housing in Europe. <https://ec.europa.eu/eurostat/cache/digipub/housing/bloc-2a.html?lang=en>

Eurostat. (2024a). PIB real per cápita. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/sdg_08_10/default/table

Eurostat. (2024b). Índice de Precios de la Vivienda. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tipsho20/default/table?lang=en>

Eurostat. (2024c). Construcción de viviendas - datos anuales, % del PIB. <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/tipsna50/default/table?lang=en>

Eurostat. (2024d). Cuentas de emisiones atmosféricas por actividad de NACE. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_AC_AINAH_R2__custom_7140463/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=ba4122f0-4b1e-42f2-a2a1-6a035e13a89e

Eurostat. (2024e). Distribución de la población según régimen de tenencia, tipo de hogar y grupo de ingresos - Encuesta EU-SILC. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ILC_LVHO02__custom_7139277/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=6eeb03d1-dd59-4bb4-a9b8-ad21bed9cd21

Eurostat. (2024f). Distribución de la población según grado de urbanización, tipo de vivienda y grupo de ingresos - Encuesta EU-SILC. https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ILC_LVHO01__custom_7139348/bookmark/table?lang=en&bookmarkId=82b32252-7125-4ec4-8a53-bf2d46622c4b

- ICEX. (2022). El mercado de turismo en Chipre. https://www.icex.es/content/dam/es/icex/oficinas/011/documentos/2023/09/em-turismo-chipre-2023/RE_El%20mercado%20del%20turismo%20en%20Chipre_2023.pdf
- International Monetary Fund. (2023). European Housing Markets at a Turning Point – Risks, Household and Bank Vulnerabilities, and Policy Options. <https://www.imf.org/en/Publications/WP/Issues/2023/03/24/European-Housing-Markets-at-a-Turning-Point-Risks-Household-and-Bank-Vulnerabilities-and-531349>
- Investropa. (2024). The real estate market in Estonia: 2024 forecast. <https://investropa.com/blogs/news/estonia-real-estate-market>
- Jefatura del Estado. (2023). Ley 12/2023, de 24 de mayo, por el derecho a la vivienda. Boletín Oficial del Estado, núm. 124. <https://www.boe.es/eli/es/l/2023/05/24/12/con>
- Kölling, M., & Rodriguez Teruel, J. (2022). Sustainable Governance Indicators 2022. IEA. <https://www.iea.org/policies/13648-spain-2050-strategy-circular-and-carbon-neutral-economy>
- Ministerio de Inclusión, Seguridad Social y Migraciones. (2024). Afiliados medios totales. <https://www.seg-social.es/wps/portal/wss/internet/EstadisticasPresupuestosEstudios/Estadisticas/EST8/EST10/EST290/EST291>
- OECD. (2023). Energy Policy Review. https://www.oecd.org/en/publications/estonia-2023_9e91fe6a-en.html
- Shmueli, G. (2010). To explain or to predict? *Statistical Science, 25*(3), 289-310.
- UNFCCC. (2022). Cyprus' Long-term low GHG emission development strategy.
- World Bank. (2020). Doing Business 2020: Comparing Business Regulation in 190 Economies. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/688761571934946384/pdf/Doing-Business-2020-Comparing-Business-Regulation-in-190-Economies.pdf>
- Y. Vasiliou & Co LLC. (2022). Comprar/vender una propiedad en Chipre: Lo que necesita saber. <https://www.vasiliou.law/buying-selling-a-property-in-cyprus-what-you-need-to-know>