

**DETERMINANTES DE LA TASA DE INTERÉS DEL CRÉDITO DE VIVIENDA
NO VIS Y NO VIP EN COLOMBIA EN EL PERIODO 2015-2024**

**NICOLÁS SEPÚLVEDA LOZANO
JUAN ANDRÉS NIETO FERNÁNDEZ**

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
FINANZAS
SANTIAGO DE CALI,
2024**

**DETERMINANTES DE LA TASA DE INTERÉS DEL CRÉDITO DE VIVIENDA
NO VIS Y NO VIP EN COLOMBIA EN EL PERIODO 2015-2024**

NICOLÁS SEPÚLVEDA LOZANO

JUAN ANDRÉS NIETO FERNÁNDEZ

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar por el título de

Profesional en Finanzas

Director: Jesús Ancízar Gómez Daza

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD JAVERIANA CALI
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS
FINANZAS
SANTIAGO DE CALI**

2024

Santiago de Cali, diciembre 16 de 2024

Doctor

Fabián Fernando Osorio Tinoco

Decano

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

Santiago de Cali

Por medio de la presente estamos entregando el Trabajo de Grado cuyo título es “Determinantes de la tasa de interés del crédito de vivienda No-VIS y No-VIP en Colombia en el periodo 2015-2024”.

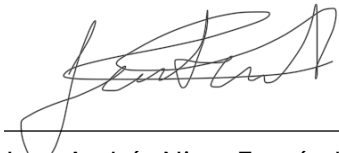
Esperamos que este trabajo cumpla con los requisitos académicos exigidos y que alcance el propósito para el cual fue elaborado.

Atentamente,



Nicolás Sepúlveda Lozano

8958021



Juan Andrés Nieto Fernández

8952891

Santiago de Cali, octubre 31 de 2024

Doctor

Fabián Fernando Osorio Tinoco

Decano

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Pontificia Universidad Javeriana

La Ciudad

Por medio de la presente me permito comunicarle, que en mi calidad de director de trabajo de grado he leído detenidamente el informe final del estudio titulado “Determinantes de la tasa de interés del Crédito de Vivienda No VIS y No VIP en Colombia en el periodo 2015-2024”, realizado por los estudiantes de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad Javeriana ^{nombres:} Nicolás Sepúlveda Lozano y Juan Andrés Nieto Fernández ^{códigos} 8958021 y 8952891, y considero que cumple con todos los requisitos requeridos para ser presentada a evaluación.

Atentamente,

Jesús Ancizar Gómez Daza

ARTÍCULO 23 de la resolución N° 13 de julio 6 de 1946

“La universidad no se hace responsable por los conceptos emitidos por sus alumnos en sus trabajos de Tesis. Sólo velará porque no se publique nada contrario al dogma y a la moral Católica y porque la Tesis no contenga ataques o polémicas puramente personales; antes bien, se vea en ellas el anhelo de buscar la Verdad y la Justicia”.

**Determinantes de la tasa de interés del Crédito de Vivienda No VIS y No
VIP en Colombia en el periodo 2015-2024**

Aprobado por el Comité de Trabajos de Grado en cumplimiento de los
requisitos exigidos por la Pontificia Universidad Javeriana para optar por el
título de Profesional en Finanzas

FABIÁN FERNANDO OSORIO TINOCO

Decano

Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas

Diego Alejandro Peláez Cadena

Director

Programa de Finanzas

Jesús Ancizar Gómez

Tutor

Trabajo de grado



Jose Augusto Castillo

Jurado

0. Contenido

1. Palabras clave.....	5
2. Resumen.....	5
3. Introducción	6
4. Problema de investigación	6
4.1 Contexto.....	6
4.2 Antecedentes.....	7
4.3 Formulación del interrogante.....	9
5. Objetivos.....	10
5.1 Objetivo general.....	10
5.2 Objetivos específicos	10
6. Justificación	10
7. Marco de referencia	11
7.1 Marco teórico.....	11
7.2 Marco conceptual.....	14
7.2.1 Crédito de vivienda.....	14
7.2.2 Vivienda de interés social y vivienda de interés prioritario.....	16
7.2.3 Subsidios	17
7.3 Marco jurídico.....	19
8. Diseño metodológico	20

9. Resultados	25
9.1 Descripción de los datos Modelos de regresión polinómicos múltiples.	25
9.1.1 Variable dependiente: Tasa de interés de créditos de vivienda no VIS.	25
9.1.2 Variables independientes: Variables macroeconómicas.	25
9.1.3 Variables independientes: Variables de bancos.	28
9.2 Concerniente a los modelos de regresión polinómicos múltiples.	30
9.2.1 Estadística descriptiva de la muestra.	30
9.2.2 Ajustes del modelo.	35
9.2.3 Resultados de modelos.	42
9.3 Relación entre las tasas de crédito de vivienda No-VIS, No-VIP y el crecimiento económico.	59
9.3.1 Concerniente al modelo de regresión lineal simple	62
9.3.2 Resultados del modelo.	64
10. Conclusiones	66
11. Referencias	68

Lista de Tablas

- Tabla 1. Valores asignados a programas de subsidios 2015-2024 en Colombia.
- Tabla 2. Hogares beneficiados por subsidios de vivienda en Colombia 2015-2024.
- Tabla 3. Bancos estudiados en la investigación.
- Tabla 4. Estructura de la base de datos para modelos de regresión polinómicos múltiples.
- Tabla 5. Estructura de los datos para modelo de regresión lineal simple.
- Tabla 6. Descripción general de los datos.
- Tabla 7. Resultados de criterios AIC y BIC.
- Tabla 8. Prueba de normalidad de los residuos Shapiro-Wilk.
- Tabla 9. Prueba Breusch-Pagan.
- Tablas 10 a 15. Resultados de modelos de regresión polinómicos múltiples.
- Tabla 16. Variables significativas en los modelos.
- Tabla 17. Estadística descriptiva de los datos para la regresión lineal simple.
- Tabla 18. Prueba de normalidad de residuos Shapiro-Wilk.
- Tabla 19. Resultados de prueba Breusch-Pagan.
- Tabla 20. Resultados del modelo de regresión lineal simple.
- Tabla 21. Prueba de causalidad de Granger

Lista de Figuras

- Figura 1. Número de créditos desembolsados por estado de vivienda y corte de tiempo.
- Figura 2. Valor de los desembolsos por estado de vivienda y corte de tiempo. En millones de pesos a precios corrientes de 2015.

Figura 3. Composición de valor de créditos de vivienda desembolsados (millones de pesos constantes).

Figura 4. Participación de mercado promedio histórica en créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia.

Figuras 5 a 11. Distribución de los datos recuperados.

Figuras 12 y 13. Ejemplo de comportamiento de curvas.

Figura 14. Tasas vs Promedio de tasas 2015-II – 2024-II.

Figura 15. Progresión de la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia y el PIB a precios constantes de 2015 en el periodo 2015-II – 2024-II.

1. Palabras clave

Crédito de vivienda

Inflación

Vivienda de Interés Social

Vivienda de Interés Prioritario

Tasa de interés

Bancos

2. Resumen

En el trabajo se analizaron algunas variables determinantes de la tasa de interés de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia, además del impacto que tiene esta tasa de interés en el crecimiento económico. Para lograr los objetivos, se extrajo una muestra de 6 bancos en Colombia, donde se analizó independientemente a cada uno de ellos.

Se realizaron 6 modelos de regresión polinómica múltiple de orden dos, que permitieron capturar relaciones no solo lineales, sino también cuadráticas en los modelos. Las variables independientes analizadas en estos modelos son: IPC, Tasa de desempleo, Índice de cartera vencida, TRM, Relación de solvencia y Yield de bonos TES a 10 años en Colombia.

Los resultados arrojan que todas las variables son significativas al momento de explicar el comportamiento de la tasa de interés de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia, en al menos un modelo.

Por otro lado, se desarrolló un modelo de regresión lineal simple donde se establece como variable dependiente el PIB trimestral de Colombia, y la tasa de interés mencionada como variable independiente. Los resultados dan a entender que la tasa de interés sí es significativa en el crecimiento económico colombiano.

Objetivos de desarrollo sostenible: Educación de calidad, Trabajo decente y crecimiento económico.

3. Introducción

Esta investigación tendrá como objetivo la exploración de factores determinantes de la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP¹ en Colombia, además de buscar encontrar una relación de causalidad entre esta tasa y el PIB de Colombia. Se realizará una investigación cuantitativa para determinar el impacto y la influencia que tienen las variables seleccionadas sobre la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia para el periodo de 2015-2024.

El análisis se desarrollará a través de seis modelos de regresión polinómica múltiple de orden 2. El objetivo será encontrar las variables significativas para los modelos, encontrar sus causas y relacionarlos con los resultados obtenidos por investigaciones previas. Para el análisis de la relación entre la tasa y el PIB, se desarrollará un modelo de regresión lineal simple y una prueba de causalidad de Granger.

4. Problema de investigación

4.1 Contexto

El crédito es tan antiguo que probablemente no pueda trazarse un periodo específico en el que fue creado. Sin embargo, es lógico asumir que como todo sistema, tuvo inicios arcaicos y fue atravesando por muchas evoluciones, adaptándose a las condiciones socioeconómicas y a las necesidades de los deudores, así como también a las de los acreedores.

¹ VIS: Vivienda de Interés Social. | VIP: Vivienda de Interés Prioritario.

Cuando el imperio romano se encontraba en su apogeo, ya existía una seguridad jurídica en el tan famoso Derecho Romano, que protegía a quienes prestaban dinero (Jiménez, 2013). Actualmente, existe una gran variedad de regulaciones para proteger tanto a quienes prestan como a quienes requieren. Esto ha creado en ambas partes un sentimiento de seguridad que incentiva a ambos a participar de negocios crediticios (Suárez, 2020).

Así pues, actualmente el crédito se ha convertido en una herramienta de uso común para la adquisición de diferentes bienes o servicios. Gracias a las regulaciones, existen cada vez más entidades dispuestas a invertir su capital en forma de préstamos a cambio de un interés².

Teniendo esto en cuenta, muchos de los colombianos ven el crédito como un mecanismo atractivo para adquirir una vivienda propia o para invertir en el sector inmobiliario. Según el DANE (2023):

Mediante la operación estadística de financiación de vivienda (FIVI), la cual permite conocer los datos de compra de viviendas nuevas y usadas en un periodo específico de tiempo, en el 2023 se desembolsaron 52.858 créditos de vivienda, teniendo un crecimiento del 21,2% con respecto al 2022. El 83,8% de estos créditos fueron destinados a la compra de vivienda nueva y el 16,2% a la compra de vivienda usada.

4.2 Antecedentes

El análisis de las fluctuaciones de la oferta de crédito hipotecario ha sido materia de investigación a nivel nacional e internacional y, si bien este trabajo se realizará únicamente tomando en cuenta datos colombianos, será de gran ayuda contemplar antecedentes de investigaciones realizadas en otros países para identificar patrones, metodologías, relaciones y demás.

² Se refiere a un interés económico, en este caso, el acreedor recibe como utilidad un porcentaje del valor prestado denominado tasa de interés.

Galindo y Hofstetter (2008), plantean que a nivel macroeconómico, el principal determinante de las tasas de interés de créditos hipotecarios es la tasa de interés de la deuda pública, mientras que, a nivel microeconómico, el riesgo crediticio es la variable que más explica el comportamiento de estas tasas de crédito hipotecarias. Adicionalmente, los autores afirman que la relación entre riesgo país y las tasas hipotecarias ha aumentado desde la crisis de 1998-99.

Además, en su estudio sobre los efectos de la política monetaria sobre las tasas de interés de los créditos hipotecarios (TICH) en Colombia, Vargas et al. (2010) encontraron que existe una relación uno a uno a largo plazo entre las TICH y los rendimientos de los bonos de deuda pública a 10 años. Esto significa que por medio de la política monetaria sí se pueden reducir las TICH, mediante políticas fiscales que reduzcan las primas de riesgo, o a través de una meta de inflación baja y creíble.

Según Meen y Whitehead (2020), el crédito hipotecario no sólo es un instrumento para adquirir un lugar de residencia sino también para realizar una inversión, razón por la que el comportamiento del mercado inmobiliario y de vivienda también afecta los ciclos económicos. Por consiguiente, la interacción es bidireccional; lo que sugiere que un mercado de bienes raíces estable traduce una baja volatilidad en precios y un ambiente seguro para los futuros vendedores y compradores.

Adicionalmente, Domínguez y Naranjo (2009) en su investigación acerca de los determinantes de las tasas de interés en el Ecuador con dolarización oficial, se plantean la siguiente hipótesis:

Se presume que los determinantes de la tasa de interés son: los gastos operativos de la banca, un mayor riesgo de liquidez debido a la ausencia del prestamista de última instancia, el riesgo de morosidad, el creciente ejercicio de poder de mercado de la

industria bancaria (oligopolios), el comercio exterior, la inflación, el endeudamiento privado externo y el riesgo país.

Al analizar esta hipótesis, los autores concluyeron que los gastos operativos de la banca, un mayor nivel de liquidez, el riesgo de morosidad, el endeudamiento privado externo y el comercio exterior sí influyen en la determinación de las tasas de interés. También afirman que en lo que más se han enfocado las instituciones bancarias es en maximizar sus ganancias, mediante estrategias que desde el punto de vista social son nocivas.

Por otro lado, Murcia y Piñeros (2006) realizaron un estudio de los determinantes de la oferta de crédito en el sector financiero colombiano, tomando en cuenta variables como el grado de rigidez de la tasa de interés del crédito ante cambios en la tasa de interés de mercado y cambios en los determinantes de la oferta del crédito; eligieron como variable independiente el crecimiento del crédito a través del tiempo, representado como el cambio porcentual de la cartera bruta de las entidades financieras. Para las variables independientes, tomaron indicadores de oferta como la rentabilidad y la calidad de cartera. En sus hallazgos mencionan que, a finales de la década de 1990, la calidad de cartera y la rentabilidad eran variables que sí explicaban el racionamiento del crédito. No obstante, estos indicadores de oferta empezarían a perder importancia en los años siguientes y factores de demanda ganarían fuerza a la hora de explicar este racionamiento.

4.3 Formulación del interrogante

El propósito de este trabajo es determinar los factores que afectan el valor de la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia, en qué medida y cómo. Con esto en mente, se formula el siguiente interrogante:

¿Cuáles son los determinantes de las tasas de crédito de vivienda No VIS y No VIP en Colombia para el periodo 2015-2024?

3.3.1 Preguntas específicas

Para responder a la pregunta anterior, se formulan una serie de preguntas específicas, que ayudarán a enfocar y a guiar la investigación hacia su respuesta.

Pregunta 1: ¿Qué variables tienen una mayor influencia en las tasas de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia en el periodo 2015-2024?

Pregunta 2: ¿Cómo afectan estas variables a la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia en el periodo 2015-2024?

5. Objetivos

5.1 Objetivo general

Encontrar los determinantes de la tasa de interés de créditos de vivienda No-VIS y No-VIP en Colombia en el periodo 2015-2024 y la relación de esta tasa con el crecimiento económico.

5.2 Objetivos específicos

1. Identificar las variables que determinan el valor de las tasas de interés de los créditos de vivienda no VIS y no VIP en Colombia durante el periodo 2015-2024.
2. Determinar la relación entre las tasas de interés de créditos hipotecarios y el crecimiento económico.

6. Justificación

El acceso al crédito hipotecario en Colombia es indispensable para el crecimiento y desarrollo socioeconómico del país debido a que mejora la calidad de vida de los ciudadanos,

fomenta la inversión y la generación de riqueza (Pereira, 2010). Esto se debe a que es un mercado volátil, sensible a factores macroeconómicos, monetarios y regulatorios. Por lo tanto, los prestamistas se han adaptado para garantizar a los prestatarios una mayor seguridad y estabilidad económica en el largo plazo.

Según Vargas et al. (2010), la teoría económica da indicios de cómo resolver estos problemas, pero es poca la información empírica disponible para los responsables de la política económica. Es por esto que, el cambiante mercado de créditos hipotecarios demanda una investigación continua para optimizar el impacto de las soluciones propuestas a la hora de reaccionar ante cambios en las variables analizadas en el trabajo, debido a que son variables directamente relacionadas a la disponibilidad de créditos y a la estabilidad del sistema financiero en general.

Los resultados de esta investigación no sólo aportan al ámbito académico, sino que proporcionan una comprensión de los retos y desafíos a los que se enfrentan los colombianos al acceder al crédito hipotecario.

7. Marco de referencia

7.1 Marco teórico

Inicialmente, es preciso hacer referencia al ciclo económico, el cual, según Gómez (2008) consta de la expansión, contracción y recuperación de la actividad económica. Estos periodos están determinados por diversos factores como el consumo, la inversión, la política fiscal y monetaria y el comercio internacional, entre otros. Por su parte, el ajuste en la tasa de interés del banco central es una de las herramientas más utilizadas para estabilizar la economía.

Cuando se presenta una recesión, la autoridad monetaria reduce la tasa de interés de referencia con el objetivo en mente de fomentar la inversión, el gasto y el acceso al crédito; este

mecanismo se conoce como política expansiva. En cambio, la política contractiva se suele implementar cuando hay un sobrecalentamiento y por lo tanto hay inflación. Para desacelerar el crecimiento se establece una tasa de interés más alta, de manera que disminuya la oferta monetaria, la oferta de crédito y se enfríe la actividad. Por consiguiente, el crédito hipotecario mantiene una relación directa con el ciclo económico, pues se expande y se contrae en par con la economía.

En 1981, Ho y Saunders (como se citó en Huanca, 2017) desarrollan un modelo en Estados Unidos dentro del cual consideran al margen de tasas de interés teórico como una función del nivel de aversión de riesgo de los bancos en sus operaciones de crédito y depósito, y también consideran el tamaño promedio de estas operaciones, la estructura del mercado en el cual operan y la volatilidad de las tasas de interés de mercado. No obstante, los autores recalcan que es de suma importancia la identificación de los determinantes del margen del costo de crédito respecto al costo de fondeo, esto debido al impacto que sufren las entidades financieras fruto de la alta volatilidad de las tasas de interés de mercado. Sus resultados arrojan que para los pequeños bancos locales, es decir que solo operan en un solo estado, las variables que determinan un margen superior del costo de crédito respecto al costo de fondeo son: la estructura de mercado poco competitiva y la aversión al riesgo.

Fisher, I. (1930) en su teoría de las tasas de interés, menciona que la tasa de interés nominal está compuesta por la tasa de interés real y la tasa de inflación esperada. Implicando que cuando la tasa de inflación esperada aumente, también lo hará la tasa de interés nominal, cuando la tasa de interés real se mantenga igual. Por ende, esta teoría es de suma importancia, debido a explica como los pronósticos de la inflación influyen en las decisiones de ahorro e inversión.

Ecuación 1. Ecuación de Fisher.

$$i = r + \pi_e$$

Nota. i representa la tasa de interés nominal; r la tasa de interés real y π_e la tasa de inflación esperada.

Chortareas et al. (2012) llevan a cabo una investigación en donde analiza la situación de 9 países de Latinoamérica: Brasil, Paraguay, Argentina, Costa Rica, Chile, Colombia, Uruguay, Venezuela y Perú durante el periodo 1999-2006. Los investigadores establecen un modelo empírico mediante el cual identifican posibles factores macroeconómicos que puedan relacionarse con el entorno económico del país, como lo son el crecimiento económico, el tipo de cambio, la inflación y la tasa de interés de mercado; pero que también identifique posibles factores microeconómicos que se relacionen con las entidades financieras, como el riesgo de liquidez, la calidad de los créditos otorgados y el grado de capitalización. Por último, incluyen en su análisis variables de concentración o participación de mercado, las cuales son utilizadas como indicadores de eficiencia productiva o escala de estas entidades.

Esta investigación obtuvo como resultado que la concentración del mercado no determina una menor diferencia entre el costo del crédito y el costo de fondeo, a diferencia del crecimiento económico, la eficiencia de las operaciones, la competencia de mercado y la tasa de interés del mercado interbancario, variables que sí explican una menor diferencia.

Espino y Carrera (2006) realizan un análisis a veintinueve entidades del sistema bancario peruano durante 1995-2004 en el cual diferencian el tipo de moneda. En su estudio, los autores investigan si la estructura de mercado es una variable determinante en el exceso del costo de crédito sobre el costo de fondeo.

Adicionalmente, toman en cuenta variables microeconómicas (costos operativos, morosidad y liquidez) y variables macroeconómicas (inflación, tasa Libor y variación del tipo de

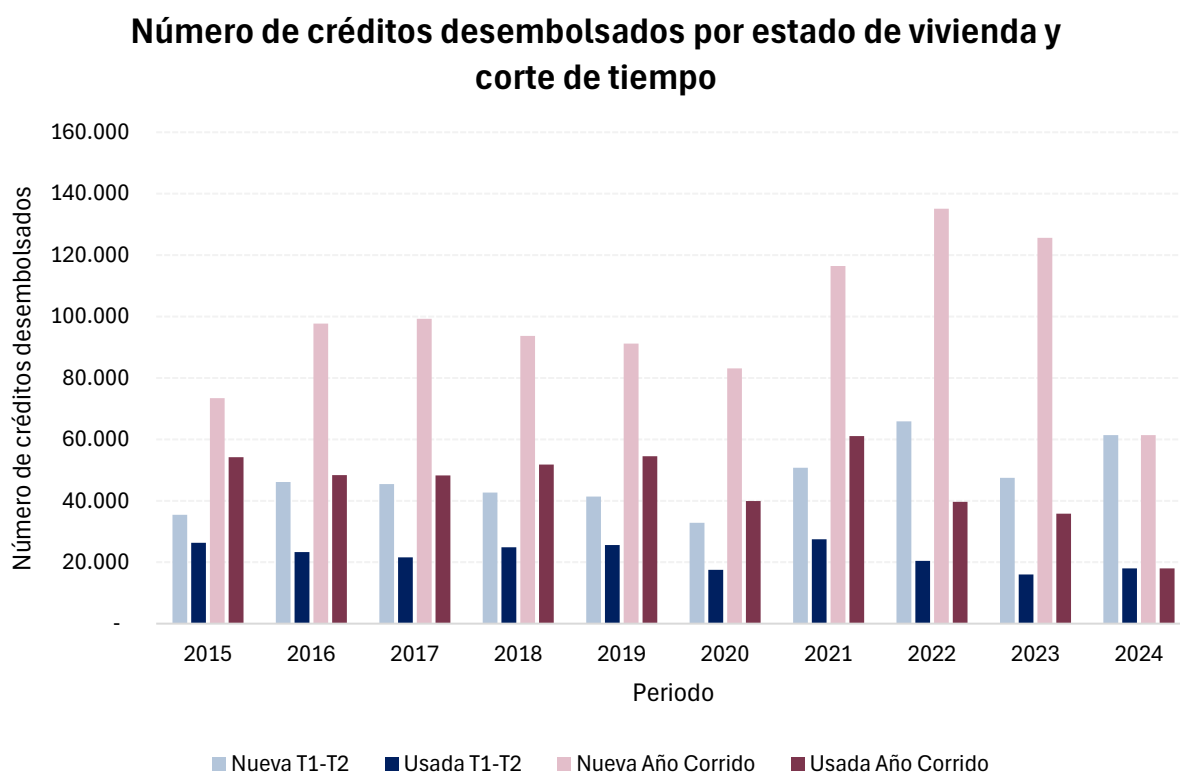
cambio). Al finalizar el estudio, los autores concluyeron que la inflación, liquidez, costos operativos, concentración bancaria y morosidad son variables que tienen un efecto positivo en el exceso del costo de crédito sobre el costo de fondeo.

7.2 Marco conceptual

7.2.1 Crédito de vivienda

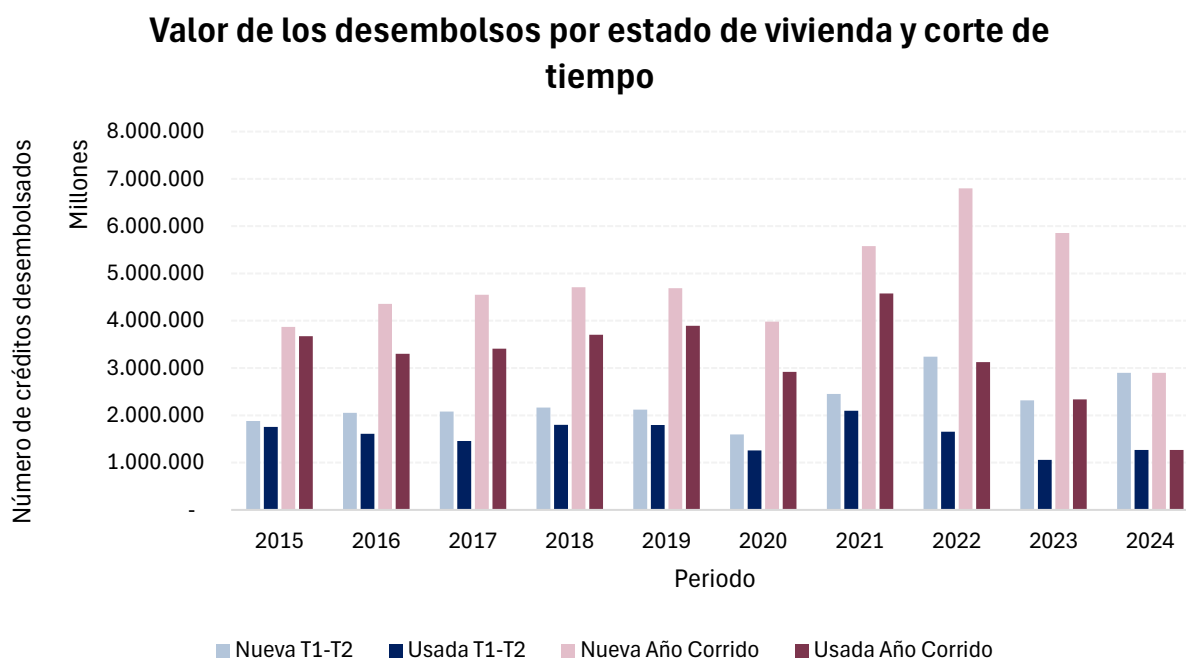
Cuando se habla de crédito bancario, se hace referencia a un monto de dinero desembolsado por un banco o una institución financiera, a una persona natural o jurídica, a modo de préstamo, con la promesa de que ese capital se devuelva sumado a intereses financieros causados en un lapso previamente pactado. En este caso, cuando se habla de crédito de vivienda, se hace referencia al crédito que las personas solicitan para la compra de inmuebles, sea para compra de vivienda, construcción de vivienda propia, remodelación, o la compra de terrenos.

Figura 1. Número de créditos desembolsados por estado de vivienda y corte de tiempo.



Nota. Esta figura compara el número de créditos desembolsados desde 2015 hasta 2024. En segmentos de tiempo de primer y segundo trimestre y año corrido. Fuente: DANE, Financiación de Vivienda (2024).

Figura 2. Valor de los desembolsos por estado de vivienda y corte de tiempo. En millones de pesos a precios corrientes de 2015.



Nota. Esta figura compara el valor de los desembolsos para créditos de vivienda nueva y usada desde 2015 a 2024. En segmentos de tiempo de primer y segundo trimestre y año corrido. Fuente: DANE, Financiación de Vivienda (2024).

Según los datos que provee el DANE (2024), para el segundo trimestre de 2024, se financiaron un total 40,236 viviendas nuevas y usadas, lo que corresponde a 2.19 billones³ de pesos colombianos a precios corrientes de 2015 y 4.86 billones de pesos colombianos a precios constantes.

³ Billones: millones de millones

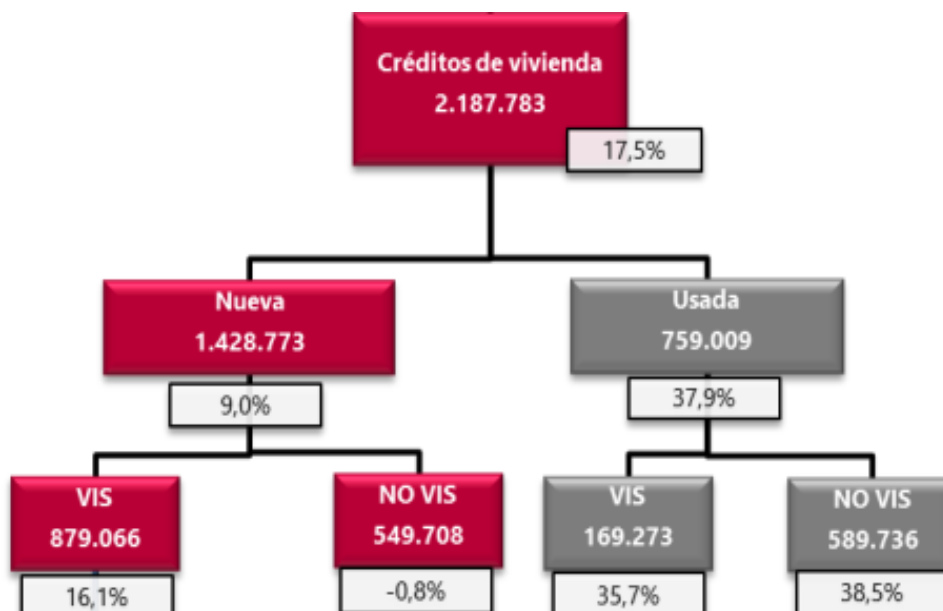
En términos de variación, esto significa que el valor de los créditos desembolsados en el primer semestre del 2024 incrementó un 23.4% respecto al mismo periodo de 2023(a precios constantes). Con un total de 15,883 créditos adicionales durante el primer semestre de 2024 respecto a 2023, o un incremento del 25%.

7.2.2 Vivienda de interés social y vivienda de interés prioritario

Según el Ministerio de Vivienda (2023), se le denomina VIS o vivienda de interés social a las unidades habitacionales que no exceden 135 Salarios Mínimos Legales Mensuales Vigentes, y por lo general, estos proyectos inmobiliarios son construidos con el fin de proporcionarle vivienda a personas de bajos ingresos.

Por este motivo, estas viviendas suelen ser subsidiadas o financiadas por el gobierno y/o otras entidades públicas o privadas con el objetivo de facilitar su acceso. Por otro lado, se denomina VIP o vivienda de interés prioritario a las unidades habitacionales cuyo valor máximo es de 90 Salarios Mínimos Legales Mensuales Vigentes. Estos proyectos son dirigidos a una población con una mayor vulnerabilidad económica, y funcionan con programas financiados por el estado. Sin embargo, estos proyectos cuentan con cupos limitados, por lo que no se garantiza que todas las personas que apliquen consigan ser beneficiarios.

Figura 3. Composición de valor de créditos de vivienda desembolsados (millones de pesos constantes)



Nota. Esta figura muestra el desglose del valor de créditos desembolsados en el segundo trimestre del 2024, excluyendo el leasing habitacional. El valor porcentual en la caja representa la variación respecto al mismo periodo del año pasado. Fuente: DANE, Financiación de Vivienda (2024).

De acuerdo con los datos consultados en el DANE (2024), exhibidos en la figura 3 el 52% de los montos desembolsados se utilizaron para la compra de vivienda No-VIS; nueva y usada, sumando 1.14 billones de pesos colombianos a precios constantes de 2015.

7.2.3 Subsidios

Es de suma importancia aclarar y definir el termino subsidio, puesto que muchos colombianos se apoyan en ellos para comprar su vivienda a un precio más económico. “Un subsidio puede ser definido como cualquier asistencia o incentivo gubernamental, en efectivo o especie, hacia sectores privados (productores o consumidores), respecto de la cual el Gobierno no recibe a cambio compensación equivalente” (Gruenberg et al, 2007). Es importante resaltar

que el estado no recibe ningún tipo de utilidad financiera por esto, pues el objetivo es reducir la pobreza, fomentar el crecimiento económico, la producción de bienes, entre otras.

Se exhiben los programas de subsidios que han estado activos durante el periodo de estudio, con los valores asignados a cada uno de ellos y los hogares beneficiados. Los resultados se muestran en las tablas 1 y 2.

Tabla 1. Valores asignados a programas de subsidios 2015-2024 en Colombia.

Programa	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Bolsa Atentados terroristas	-	-	4.704	458	-	147	-	-	-	-
Bolsa Concejales	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Bolsa Desastres Naturales	659	10.618	1.530	67.450	6.469	5.505	12.600	-	2.582	258
Bolsa Desplazados	2.077	1.948	14.987	1.067	499	1.872	881	750	2.088	117
Bolsa Esfuerzo Territorial	40	112	315	10	49	-	-	-	-	-
Bolsa Ordinaria	8	39	-	12	-	-	-	-	-	-
Bolsa unica Nacional	326	322	65	-	48	-	14	-	-	-
Casa Digna Vida Digna	-	-	-	-	-	11.062	56.575	55.923	9.466	31.757
Concurso de Esfuerzo Territorial Nacional	-	2.358	6.911	485	-	-	-	-	-	-
Fenómeno de la Niña	11.970	6.093	2.349	695	190	3.833	312	31	-	-
MI CASA YA	21.552	88.272	237.712	620.379	717.400	840.890	1.471.715	1.647.376	1.576.031	1.408.000
Macroproyecto	38.864	7.830	5.877	1.108	20.094	3.482	27	845	1.036	233
Programa Vivienda Gratuita Fase I	932.578	268.251	132.839	19.360	1.452	4.811	3.161	2.372	418	446
Programa Vivienda Gratuita Fase II	-	-	119.721	325.344	339.212	189.192	274.807	139.643	42.958	995
Semillero de Propietarios Ahorro	-	-	-	-	-	1.606	4.121	5.496	4.935	47
Semillero de Propietarios Arriendo	-	-	-	-	4.063	27.219	105.523	155.323	512	3.238
TUTELAS	-	-	-	13	7	7	27	-	99	-
VIPA	311.460	514.627	171.634	60.896	15.930	72.705	16.865	2.953	-	-
Total	1.319.548	900.469	698.644	1.097.279	1.105.413	1.162.332	1.946.630	2.010.713	1.640.124	1.445.090

Nota. Los valores se encuentran en millones de pesos colombianos. No hay separación de vivienda VIS o No-VIS en la tabla. Fuente: Ministerio de Vivienda (2024).

Tabla 2. Hogares beneficiados por subsidios de vivienda en Colombia 2015-2024.

Año de Asignación	Número de hogares
2015	43.200
2016	39.876
2017	30.252
2018	41.837
2019	40.708
2020	48.983
2021	87.873
2022	86.397
2023	54.650
2024	45.629
Total	519.405

Nota. La tabla muestra la cantidad de hogares que se vieron beneficiados durante cada año por subsidios de vivienda. No hay separación de vivienda VIS o No-VIS en la tabla. Fuente: Ministerio de Vivienda (2024).

7.3 Marco jurídico

La ley 2079 de 2021 (también conocida como ley de vivienda y hábitat) explica una serie de disposiciones en pro de mejorar el acceso y la calidad de vivienda en Colombia, dentro de esta ley se establece su elevación a una política de estado, implicando un compromiso por parte del estado en garantizar una vivienda y un hábitat digno y adecuado para los colombianos.

Por otro lado, se realizan una serie de mejoras en las condiciones de financiación de la vivienda, dentro de las cuales se encuentra la ampliación del plazo a un mínimo de 30 años. Se tratan además los temas de: ordenamiento territorial y la protección a poblaciones vulnerables.

El Decreto 1233 de 2020, emitido por el Ministerio de Vivienda, establece las condiciones y coberturas de los subsidios para la compra de viviendas no VIS y no VIP. En resumen, se establece la cobertura del subsidio y el rango del valor de las viviendas que pueden aplicar a este. Así pues, se establece que la cobertura será de dos punto cinco (2.5) puntos porcentuales para créditos de vivienda o contratos de leasing iniciados desde el 5 de febrero de

2016 hasta el 31 de diciembre de 2016 y desde el 10 de febrero del 2017 hasta el 31 de agosto de 2017 se tendrán en cuenta viviendas cuyo avalúo del establecimiento comercial sea mayor a 135 SMMLV⁴ y hasta 335 SMMLV. Para los créditos de vivienda o contratos de leasing iniciados desde el 1 de septiembre de 2017 hasta el 31 de diciembre de 2017 y desde el 12 de febrero de 2018 hasta el 31 de diciembre de 2018 se tendrán en cuenta las viviendas cuyo avalúo del establecimiento comercial sea mayor a 135 SMMLV y hasta 435 SMMLV; esta cobertura es equivalente a máximo 42 SMMLV.

8. Diseño metodológico

A continuación, se presentará el diseño metodológico que se utilizará con el objetivo de responder al interrogante principal.

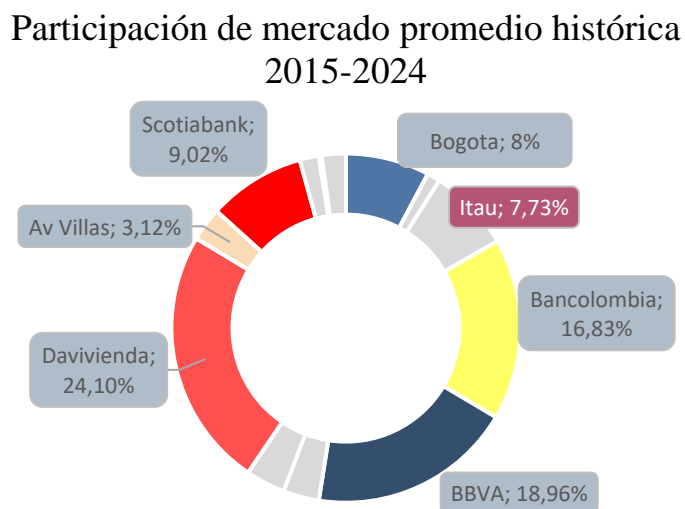
1. Fase de investigación

Durante la fase de investigación se recopiló toda la información necesaria para desarrollar los modelos y analizar el caso, esta información se recuperó de fuentes oficiales, y en un caso específico, se acudió a la plataforma de Refinitiv para datos de variables de mercado.

Para la ejecución del modelo se tomó una muestra de 6 bancos que sirvieran como referencia para sacar conclusiones generales del comportamiento de la tasa de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia. Para esta muestra, se calculó la participación de mercado promedio histórica con base en los montos desembolsados durante cada periodo de los bancos que participan en actividades de crédito de vivienda No-VIS, No-VIP durante los periodos abril 2015 – junio 2024.

⁴ Salario Mínimo Mensual Legal Vigente (SMMLV).

Figura 4. Participación de mercado promedio histórica en créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia.



Nota. La figura muestra la participación de mercado histórica promedio para los créditos de vivienda No-VIS en Colombia. Los bancos elegidos para el desarrollo del modelo son los que aparecen en la tabla 1. Fuente: Elaboración propia con datos de la Superintendencia Financiera (2024).

Tabla 3. Bancos estudiados en la investigación.

Nombre del Banco
Banco de Bogotá
Banco Davivienda
Bancolombia
Scotiabank
Banco BBVA
Banco Av Villas

Nota. La tabla muestra los bancos que se investigaron en el trabajo. Fuente: Elaboración propia.

La participación de mercado promedio en conjunto de estos bancos es del 79.80%, muestra suficiente para diseñar los modelos de regresión y sacar conclusiones generales. De esta forma, se recuperaron las tasas de créditos de viviendas No-VIS, No-VIP de 6 bancos en Colombia:

Banco de Bogotá, Banco Davivienda, Bancolombia, Scotiabank, Banco BBVA y Banco Av Villas.

En caso de haber detallado la figura 4 el lector habrá identificado que se está excluyendo a un banco (Itaú) por otro con una menor participación (Av Villas). El motivo de esta decisión reside en que se desea analizar un banco con un menor alcance, con el objetivo de determinar si se comporta igual que los demás, sin afectar en gran medida la calidad de la muestra.

Algunas de las variables recuperadas para el modelo son independientes para cada banco, mientras que otras son datos macroeconómicos que aplican por igual para cada banco. Las variables que son independientes para cada uno son: Tasa de interés de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP, Índice de calidad de la cartera de vivienda y Relación de solvencia. Las variables iguales para todos son: IPC⁵; Tasa de desempleo; TRM⁶ y Yield de los bonos TES a 10 años⁷.

De esta forma, se organizó una base de datos donde los datos se ordenan como una serie de tiempo que comprende los periodos entre abril de 2015 y junio de 2024 con una frecuencia mensual. Se trata de una base de igual estructura para cada banco, puesto que el propósito será generar un modelo de regresión polinómico múltiple por cada uno. La estructura que sigue cada base de datos se detalla en la tabla 4.

⁵ Índice de Precios al Consumidor

⁶ Tasa Representativa de Mercado, se refiere a la tasa de cambio entre el dólar estadounidense y el peso colombiano.

⁷ El rendimiento que ofrecen los bonos del tesoro a 10 años de Colombia

Tabla 4. Estructura de la base de datos para modelos de regresión polinómicos múltiples.

Mes	Tasa	IPC	TDE	TRM	ICV	YTES
Fecha ₁	Tasa	IPC	Tasa desempleo	TRM	ICV	Yield bonos TES
Fecha ₂	Tasa	IPC	Tasa desempleo	TRM	ICV	Yield bonos TES
Fecha ₃	Tasa	IPC	Tasa desempleo	TRM	ICV	Yield bonos TES

Nota. La tabla muestra la estructura de la base de datos organizada para cada banco, las variables que son independientes de cada banco se modifican de acuerdo con su respectivo banco. Fuente: Elaboración propia.

Además, se organizó una segunda base de datos con el objetivo de analizar la relación que tiene la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia con el crecimiento económico del país.

Para esta segunda base de datos solo se recogieron 2 variables: La tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia y el PIB. Sin embargo, debido a que el PIB se publica de forma trimestral y no de forma mensual, se tomó la tasa del último periodo de cada trimestre para transformar la base de datos a una frecuencia trimestral.

Así pues, esta segunda base de datos cuenta con 37 filas en total, y está organizado como una serie de tiempo con frecuencia trimestral que comprende los periodos entre 2015-II y 2024-II. La estructura de los datos se muestra en la tabla 5.

Tabla 5. Estructura de los datos para modelo de regresión lineal simple.

Trimestre	Tasa	PIB
Trim _I	Tasa	PIB
Trim _{II}	Tasa	PIB
Trim _{III}	Tasa	PIB

Nota. La tabla muestra la estructura de los datos de la segunda base de datos. Fuente: Elaboración propia.

2. Fase de análisis

Durante la fase de análisis, se plantean las diferentes alternativas para afrontar el problema y se establece la ruta a seguir para analizar la información. Los resultados de este análisis se evidencian en el capítulo 8.

Con la información recopilada, se plantearon seis modelos de regresión polinómica múltiple de orden 2 de la siguiente forma:

Variable dependiente: Tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia.

Variables independientes: IPC, Tasa Desempleo, Índice de cartera vencida, TRM, Yield bonos TES a 10 años y Relación de solvencia.

Posteriormente se planteó una segunda estructura de modelo, esta vez de regresión lineal simple, donde se busca encontrar el impacto de la tasa de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en el PIB de Colombia.

Para el modelo de regresión simple se organizaron las variables de la siguiente forma:

Variable dependiente: PIB de Colombia

Variable independiente: Tasas de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia.

3. Fase de redacción

Una vez analizada toda la información, se contó con el criterio para cumplir con los objetivos planteados en el trabajo. Se redactaron todos los resultados obtenidos en las fases previas y se profundizó en cada uno de ellos.

9. Resultados

9.1 Descripción de los datos | Modelos de regresión polinómicos múltiples.

Para cumplir con los objetivos se desarrollan siete modelos de regresión. Para el primer objetivo se desarrollan seis modelos de regresión polinómica múltiple de orden 2, mientras que para el segundo objetivo se desarrolla un modelo de regresión lineal simple.

Se realizará una descripción de las variables seleccionadas para los primeros seis modelos:

9.1.1 Variable dependiente: Tasa de interés de créditos de vivienda no VIS.

Se define a la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia como la variable dependiente, puesto que es la variable que se desea explicar.

Se han recogido los datos de las tasas de interés de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP con frecuencia mensual para todos los bancos que otorgan créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia durante el periodo de tiempo planteado. Sin embargo, con fines prácticos se redujo el análisis a los 6 bancos mencionados en la tabla 3.

Fuente de los datos: Superintendencia Financiera de Colombia (2024).

9.1.2 Variables independientes: Variables macroeconómicas.

Por supuesto, los factores macroeconómicos tienen un gran impacto sobre el comportamiento de las tasas de interés, pues son las tasas las que responden al comportamiento del mercado y de los factores macroeconómicos externos. De esta forma se obtuvieron las siguientes variables:

IPC mensual.

El IPC es un gran determinante de las tasas que los bancos ofrecen, Gutiérrez y Zurita (2006) explican que estas tasas compensan a los prestamistas por los riesgos de inflación, lo que

significa que las tasas de interés siempre van a tener el mismo comportamiento que la inflación. Estas dos variables tienen una relación directa ya que el ajuste de las tasas de interés se utiliza como una política monetaria, este ajuste es utilizado para incentivar o desincentivar el consumo en las personas y así ayudar a controlar la inflación.

Para los modelos, se usa el dato de la serie de empalme⁸.

Fuente de los datos: DANE (2024).

Tasa de desempleo.

La tasa de desempleo es una variable muy importante para nuestro estudio, debido a que por lo general esta es afectada por los mecanismos de política monetaria que el gobierno utilice, por ejemplo, la respuesta del gobierno a una tasa de desempleo muy alta puede ser reducir las tasas de interés, para así incentivar el consumo y la activación económica. En su investigación, Parra (2020) encuentra que el desempleo tiene una relación directa con la cantidad de liquidez que se inyecta a la economía, puesto que, de no hacerlo, pueden ocurrir fenómenos como el sobre endeudamiento, la reducción de las capacidades de pago y la reducción del gasto y consumo de los hogares.

Al afectar directamente a la economía, gasto e inversión, es muy probable que el banco central regule las consecuencias del desempleo inyectando dinero a la economía a través de política monetaria como se evidencia en Banco de la República (s.f.) donde se dice que “en menos de 12 meses pasó de un nivel de 4,25% a 1,75%” (se refiere a la tasa de intervención del Banco de la República).

Esto tiene como resultado una disminución en las tasas de interés de los créditos bancarios, que facilitan a los individuos que cuenten con los recursos a su acceso. Además, en

⁸ series de números índices que se llevaron a una misma escala o periodo base para hacerlas comparables en el tiempo (DANE, s.f).

casos más graves donde disminuya mucho la capacidad de pago de los deudores, el banco se puede ver en la necesidad de renegociar sus tasas con los créditos ya existentes o brindar alivios financieros y de disminuir las tasas que se ofrecen a los nuevos créditos.

En Colombia, durante la pandemia del Covid-19, se realizó un plan de alivios financieros que beneficiaba a los deudores en sus pagos dados sus problemas de iliquidez (Superfinanciera, 2020).

Es debido a estos motivos que se incluye esta variable en el modelo. Además, Vargas et al. (2020) lo incorporaron a su modelo cuando estudiaron el impacto de la política monetaria en los créditos hipotecarios, si bien no encontraron un alto grado de significancia con la variable, se incluyó para comprobarla y estudiarla en la investigación, con ánimo de validar sus resultados o crear un posible debate.

Fuente de los datos: DANE (2024).

Tasa de interés bonos TES a 10 años.

La tasa de interés que otorgan los bonos TES son una excelente medida del riesgo país, puesto que cuando se considera más riesgoso invertir en Colombia, las tasas deben incrementarse para atraer a los inversores. Esta variable se incluye como medida del riesgo país.

Vargas et al. (2010) incluyen esta variable en su modelo cuando estudiaron el impacto de la política monetaria en los créditos hipotecarios. En su trabajo, encuentran que hay una relación muy importante entre los créditos de vivienda y el yield de los bonos del tesoro.

Debido a los resultados que encuentran los dos investigadores, se incorporó en el modelo para verificar nuevamente su significancia, ya sea para validar sus resultados o para crear un posible debate.

Fuente de los datos: Refinitiv (2024).

Tasa Representativa de Mercado (TRM).

La TRM es importante debido a que parte de los materiales de construcción de vivienda son importados y por tanto la tasa cambiaria juega un papel importante a la hora de comprar o construir vivienda.

Esta variable ya fue implementada en la investigación de García et al. (2018), cuando estudiaban los efectos del crédito hipotecario sobre el precio de la vivienda nueva NO VIS en Medellín, donde la variable TRM resulta ser significativa en su modelo.

Fuente de los datos: Refinitiv (2024).

9.1.3 Variables independientes: Variables de bancos.

La situación financiera interna de los bancos también afecta las tasas de interés, puesto que incluso si deben mantenerse competitivos, no reducirán las tasas a un punto en el que sea más conveniente no operar. Con esto en mente se incluyen las siguientes variables dentro del modelo:

Relación de solvencia.

Según la Superintendencia Financiera de Colombia (2024) la relación de solvencia se define como: el valor del Patrimonio Básico Ordinario Neto de Deducciones dividido por el valor de los Activos Ponderados por Nivel de Riesgo Crediticio y de los riesgos de mercado y operacional. Esta relación no puede ser inferior a 9%.

Ecuación 2. Relación de solvencia.

$$\frac{\text{Patrimonio Básico Ordinario Neto}}{APNR + \left(\frac{100}{9}VeR RM\right) + \left(\frac{100}{9}VeR RO\right)}$$

Nota. En la ecuación, *APNR* representa a los activos ponderados por nivel de riesgo; *VeR RM* representa el valor en riesgo por riesgo de mercado; y *VeR RO* representa el valor en riesgo por riesgo operacional.

Fuente de los datos: Superintendencia Financiera de Colombia (2024).

Índice de cartera vencida.

Esta variable mide la calidad de la cartera analizando los pagos tardíos pero que todavía se consideran recuperables. Cuando una persona excede la fecha de pago de su crédito, se considera cartera vencida. El individuo tiene ahora un periodo de “gracia” para cancelar su saldo pendiente. Durante este periodo, se cobrarán intereses de mora pero no habrá reportes a centrales de riesgo, pues se entiende que hay una demora en el pago pero todavía se considera cobrable.

Una vez finalizado el periodo de cartera vencida y no habiendo cancelado el saldo pendiente, la cartera se convierte a una cartera en mora, lo que indica que el pago viene ya con un grave retraso, y se transforma en un cobro con menor probabilidad de éxito para la entidad financiera.

En pocas palabras, esta variable califica la materialización del riesgo crediticio por cartera del banco.

De los indicadores que brinda la Superintendencia Financiera de Colombia (2024). Se decide utilizar el índice de calidad de cartera tradicional, donde el indicador se mide de forma:

Ecuación 3. Índice de Cartera Vencida.

$$ICV = \frac{Cartera Vencida}{Cartera Bruta}$$

Del Rosario, A. (2020) incluyen en su modelo cuando investigaban la tasa de interés del crédito de consumo en el Perú una variable muy similar, donde calculan el ratio de los créditos atrasados/créditos directos.

Fuente de los datos: Superintendencia Financiera de Colombia (2024).

9.2 Concerniente a los modelos de regresión polinómicos múltiples.

9.2.1 Estadística descriptiva de la muestra.

Tabla 6. Descripción general de los datos.

Estadística descriptiva						
Variable	Datos	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Valor máximo	Valor mínimo
Tasa BOG	111	11,81%	2,57%	10,61%	19,79%	9,14%
Tasa DAV	111	12,02%	2,87%	10,65%	18,93%	8,82%
Tasa BCL	111	12,18%	2,86%	10,87%	20,17%	9,40%
Tasa SCO	111	11,64%	3,09%	10,41%	20,58%	7,78%
Tasa BBV	111	11,97%	2,60%	10,97%	17,95%	8,69%
Tasa AVV	111	12,10%	2,57%	11,42%	18,60%	8,71%
IPC	111	107,33	15,78	103,54	143,38	84,9
Desempleo	111	11,29%	2,67%	10,27%	21,80%	8,88%
ICV BOG	111	2,26%	0,69%	2,31%	3,51%	0,68%
ICV DAV	111	2,62%	0,78%	2,72%	4,24%	1,22%
ICV BCL	111	3,48%	0,76%	3,61%	4,56%	2,08%
ICV SCO	111	3,51%	0,71%	3,65%	5,03%	2,20%
ICV BBV	111	2,70%	0,55%	2,71%	4,34%	1,74%
ICV AVV	111	2,11%	0,25%	2,08%	2,77%	1,71%
TRM	111	3.507	570,53	3.427	4.819	2.388
Yield_Tes_10A	111	7,40%	2,21%	7,12%	13,93%	4,84%
RES BOG	111	19,82%	3,88%	19,52%	29,78%	13,41%
RES DAV	111	16,54%	2,69%	15,48%	23,08%	13,09%
RES BCL	111	17,30%	1,69%	16,93%	21,01%	14,91%
RES SCO	111	11,53%	0,85%	11,38%	14,05%	9,72%
RES BBV	111	12,90%	1,05%	12,83%	15,86%	10,40%
RES AVV	111	11,56%	0,95%	11,30%	14,83%	9,80%

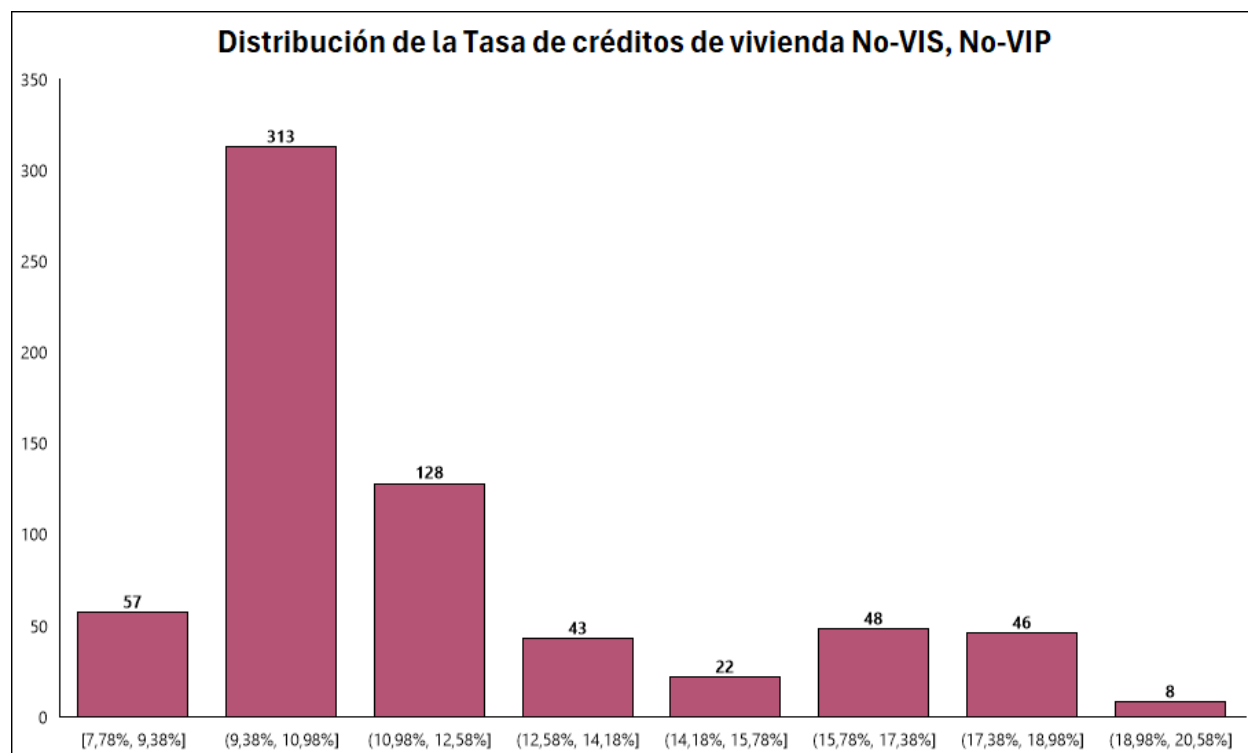
Nota. La tabla muestra la estadística descriptiva general de los datos. Las filas resaltadas en azul corresponden a las variables cuyo valor es independiente para cada banco. Los nombres abreviados de las variables pueden leerse de la siguiente forma: ICV = Índice de cartera vencida. RES = Relación de solvencia. Fuente: Elaboración propia.

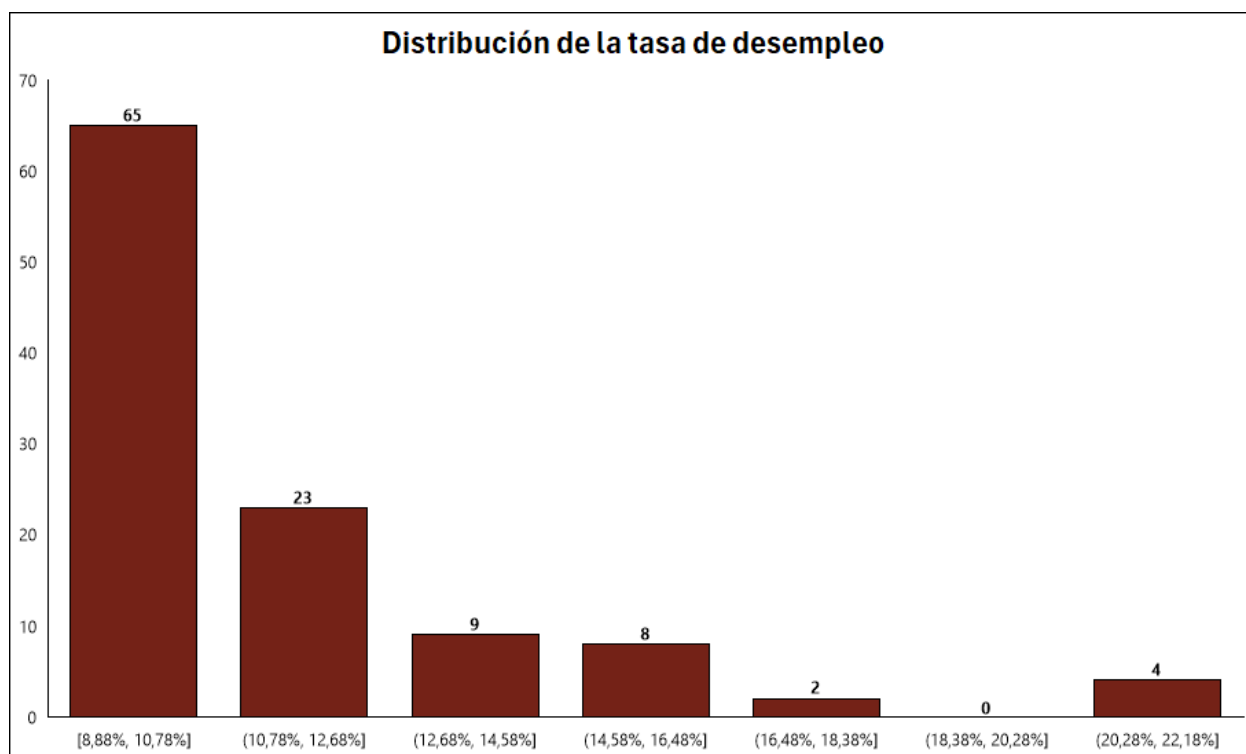
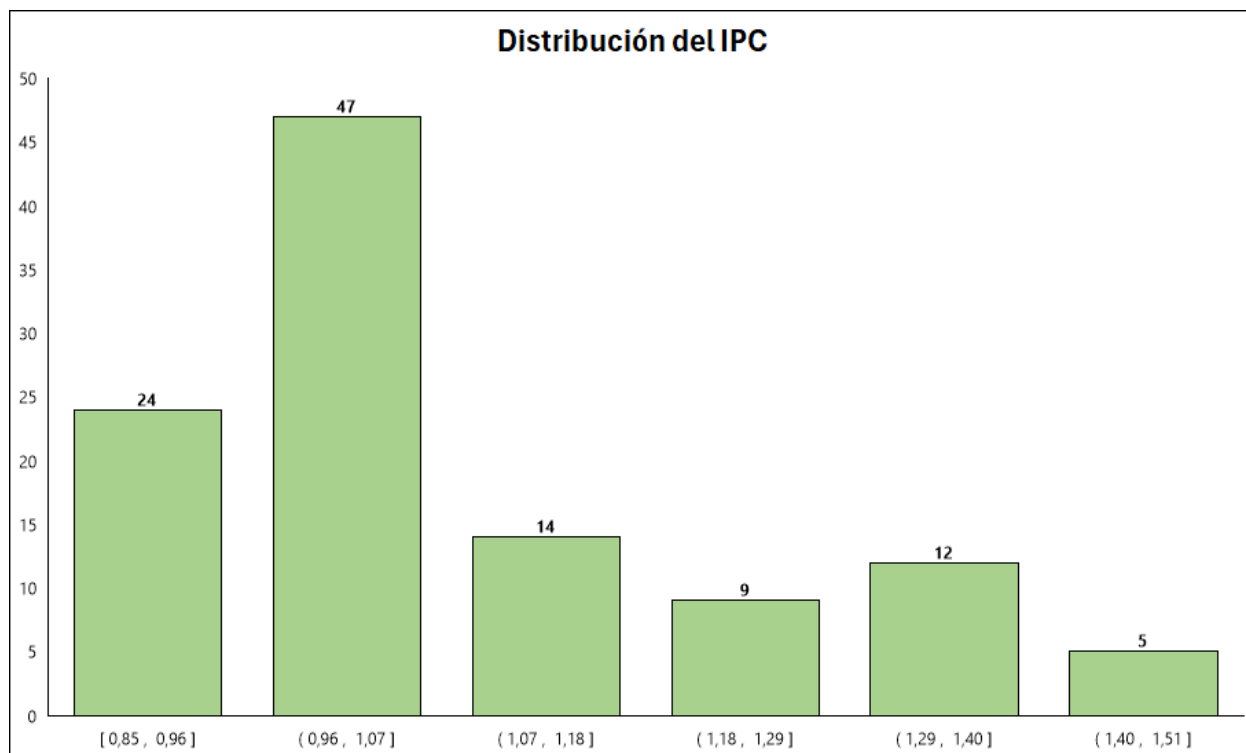
En el periodo de tiempo analizado el banco con la tasa promedio más alta es Bancolombia, con una tasa promedio de 12.18%, mientras que el banco que registra la tasa promedio más baja es Scotiabank Colpatría con 11.64%.

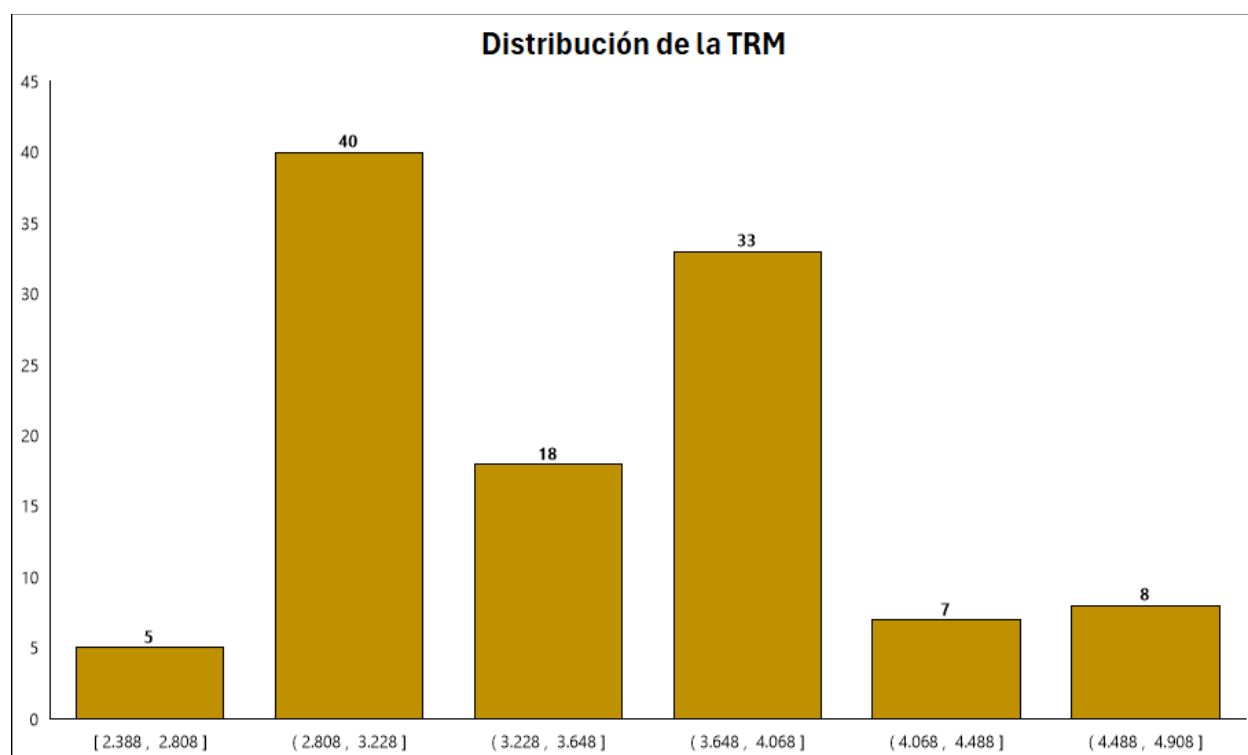
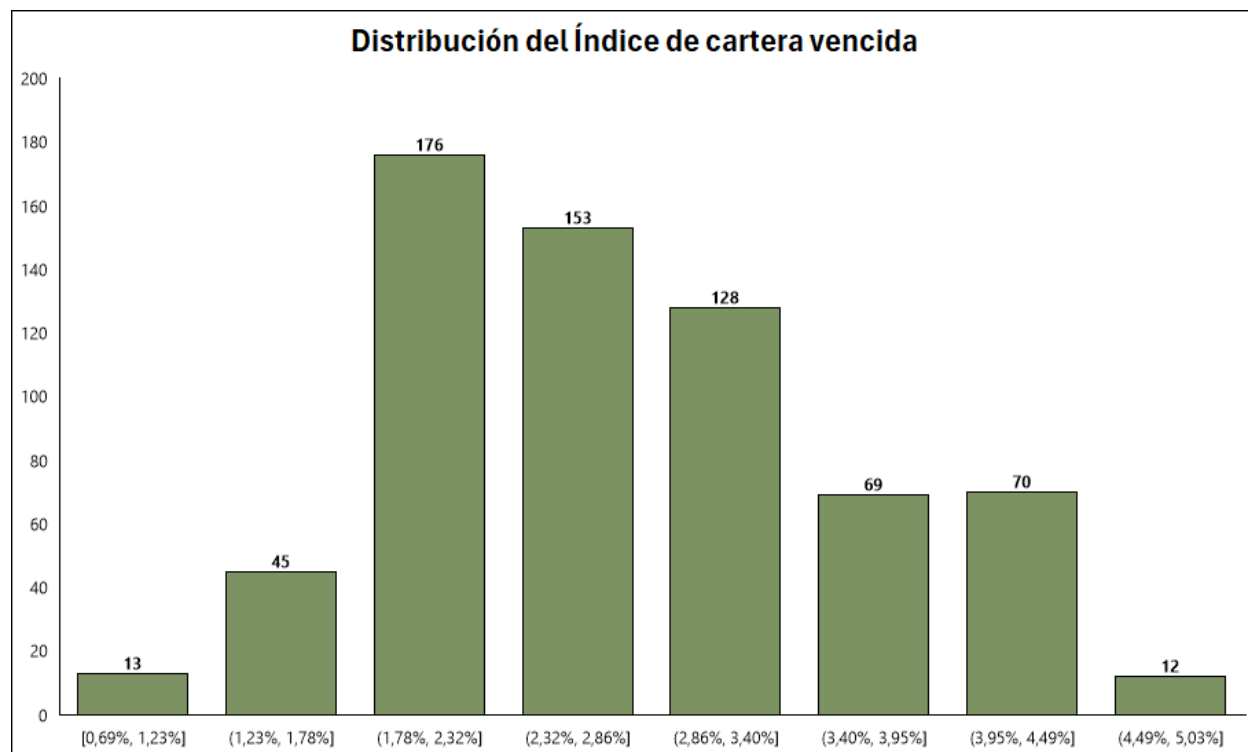
Dentro de la muestra analizada, Scotiabank es también el banco con mayor máximo y menor mínimo de tasa: 20.58% y 7.78% respectivamente, misma información evidenciada en su desviación estándar, donde resalta por tener el mayor valor entre todos.

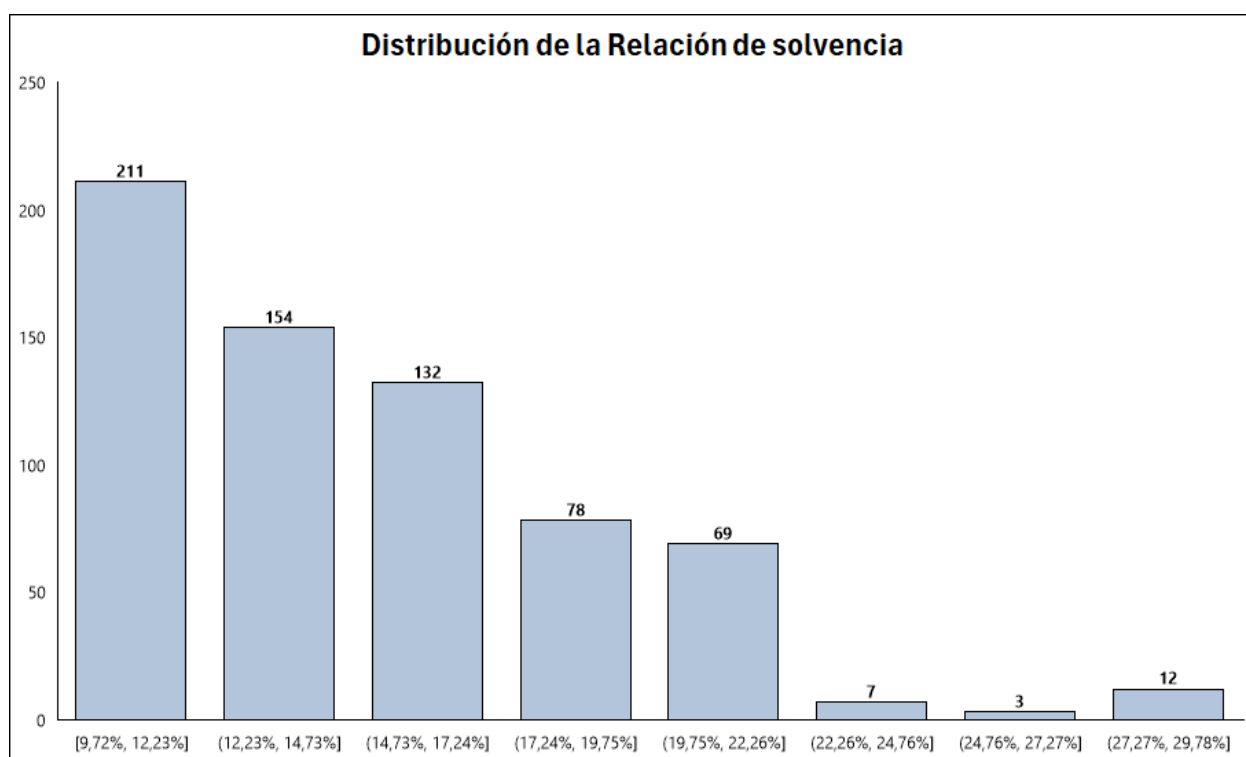
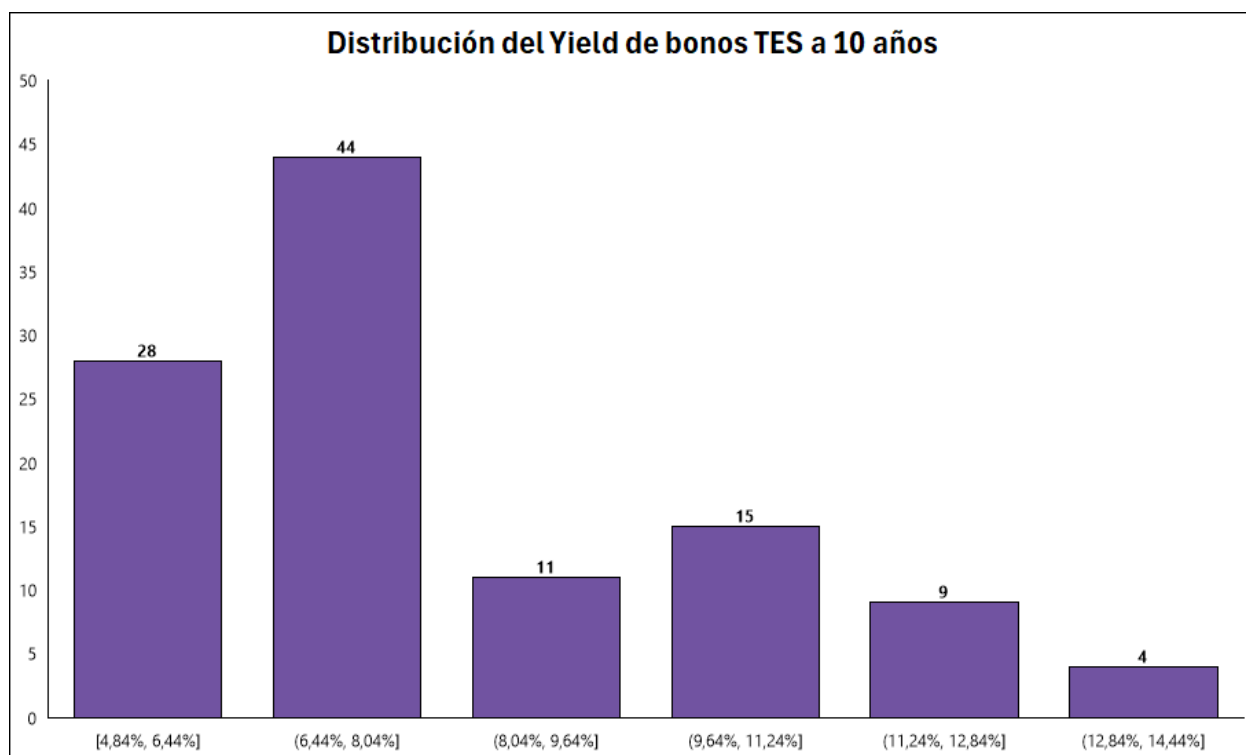
Desde la estadística descriptiva se pueden observar algunas relaciones. Por ejemplo, El banco Av Villas, con el ICV más bajo en promedio y en desviación estándar, también es el banco que presenta las tasas con menor desviación estándar. A su vez, Bancolombia presenta el ICV promedio más alto, y es también quien obtiene un promedio de tasas más elevado. Estas relaciones pueden mostrar el comportamiento de los bancos frente al riesgo crediticio, incrementando sus tasas cuando ven que el riesgo inherente a sus carteras crece.

Figuras 5 a 11. Distribución de los datos recuperados.









Nota. Las figuras muestran la distribución de los datos para cada variable. Para las variables independientes de cada banco (Tasa, Índice de cartera vencida y Relación de solvencia) se unieron las series de datos para generar un solo histograma. Fuente: Elaboración propia.

Se puede evidenciar en la figura 11 (distribución de la relación de solvencia) cómo los bancos tienden a situar este indicador muy cerca del requerido por la normativa (9%), esto puede indicar que los bancos anhelan tomar más riesgos, con el objetivo de incrementar sus utilidades, pero que es la normativa quien evita esta situación. Aunque por supuesto, también se evidencia en la tabla 6 cómo los primeros tres bancos (Banco de Bogotá, Banco Davivienda y Bancolombia) tienen un promedio de relación de solvencia superior, bastante alejado del 9% mencionado.

Se puede observar también que los bancos son consistentes en su cobranza al igual que la responsabilidad financiera de los tomadores de crédito de vivienda No-VIS, No-VIP a la hora de pagar su deuda. Pues se observa una concentración clara del índice en los valores entre 1.78% y 3.40%.

La TRM por otro lado, parece no encontrar mucha estabilidad en el rango de \$3,228 y \$3,648, puesto que tiende a dirigirse hacia el segmento previo o siguiente, donde sí parece encontrar su estabilidad. Esto puede generar situaciones de oportunidad de cobertura para las empresas en el sector de construcción, que buscarían cubrir su riesgo de mercado con instrumentos derivados cuando la TRM se encuentre dentro de este rango, puesto que se demuestra que el tipo de cambio tenderá a moverse hacia su estabilidad.

9.2.2 Ajustes del modelo.

Debe aclararse que se usaron modelos de regresión polinómicos múltiples, es decir, se ajustó la línea de regresión convirtiendo las variables lineales a polinómicas, con el objetivo de capturar relaciones no lineales.

Uno de los riesgos al momento de establecer un modelo de regresión polinómica es el sobreajuste. Es decir, ajustar demasiado la línea intentando explicar el comportamiento del error en lugar de capturar las relaciones entre las variables.

Para evitar el sobreajuste, se recurre a la implementación de los criterios AIC y BIC para garantizar un mejor ajuste en el modelo, a pesar del incremento en la complejidad de este. El criterio AIC (Criterio de Información de Akaike, por sus siglas en inglés) propuesto por Akaike (como se citó en Montesinos, 2011) sirve como método para comparar modelos y seleccionar aquel con mejor balance entre el ajuste y la complejidad. Es calculado como se presenta en la ecuación 4.

Ecuación 4. Ecuación para calcular AIC.

$$AIC = 2k - 2 \ln(\hat{\theta}_{n,k})$$

Nota. k representa el número de parámetros estimados en el modelo (incluyendo intercepto y coeficientes); $\hat{\theta}_{n,k}$ muchas veces representado como L es la función de verosimilitud del modelo evaluada en sus parámetros estimados, es decir, la probabilidad de observar los datos dados los parámetros del modelo.

Por otro lado, el BIC (Criterio de Información Bayesiana, por sus siglas en inglés) propuesto por Schwarz (como se citó en Montesinos, 2011) se basa en principios bayesianos y penaliza la complejidad del modelo de forma más severa que el AIC. Suele ser utilizado en modelos donde el tamaño de muestra es grande y se requiere evitar el sobreajuste. El BIC es calculado como se presenta en la ecuación 5.

Ecuación 5. Ecuación para calcular BIC.

$$BIC = k_i \log(n) - 2 \ln_{n,i}(\hat{\theta}_n^i)$$

Nota. k representa el número de parámetros en el modelo, n es el tamaño de la muestra y $\hat{\theta}_n^i$ muchas veces representado como L representa la función de verosimilitud, al igual que en el AIC.

Para el efecto, se decide correr un modelo cuadrático, es decir, un modelo de orden dos. Si se seleccionara el modelo ideal para cada banco, los resultados no serían muy comparables entre sí. Debido a esto, se selecciona un orden general para las variables en los modelos.

De esta forma, se usará el segundo orden de polinomio en las variables para todos los modelos y los resultados serán comparables. Los resultados de los criterios AIC y BIC se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Resultados de criterios AIC y BIC.

Banco	AIC lin	AIC pol	BIC lin	BIC pol
Banco de Bogotá	-656,3399	-710,8436	-634,6637	-672,9102
Banco Davivienda	-713,9358	-775,6997	-692,2596	-737,7663
Bancolombia	-665,5767	-761,0866	-643,9005	-723,1532
Scotiabank	-632,7803	-675,6141	-611,1041	-637,6807
Banco BBVA	-614,3829	-760,5221	-592,7066	-722,5887
Banco Av Villas	-559,2191	-632,9587	-537,5428	-595,0253

Nota. La tabla muestra los valores de AIC y BIC para los modelos lineales (lin) y para los modelos cuadráticos (pol). Entre menor sea el valor del criterio, mejor ajuste tiene el modelo. Fuente: Elaboración propia.

Con los resultados evidenciados en la tabla 7, se determina que el modelo cuadrático tiene un mejor ajuste que el modelo lineal para todos los modelos en ambos criterios (véase la nota de la tabla 7). Por este motivo, se usará el modelo cuadrático (orden 2). Compárese la

ecuación de una regresión lineal múltiple con la que será implementada en el estudio, véase la ecuación 6 y 7.

Ecuación 6. Modelo de regresión lineal múltiple.

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \varepsilon$$

Nota. Esta es la ecuación de una regresión lineal múltiple. $\beta_i X_i$ representa cada variable. β_i representa el coeficiente. β_0 representa el intercepto y ε representa el término del error.

Ecuación 7. Modelo de regresión polinómico múltiple de segundo orden empleado.

$$Y = \beta_0 + \sum \beta_i X_i + \sum \beta_j X_i^2 + \varepsilon$$

Nota. Esta es la ecuación de la regresión lineal polinómica empleada. $\beta_i X_i$ representa cada variable en su forma lineal. β_i representa el coeficiente para la variable i en su forma lineal. $\beta_j X_i^2$ representa cada variable en su forma polinomial de orden dos. β_j representa el coeficiente para la variable i en su forma polinómica de segundo orden. β_0 representa el intercepto y ε representa el término del error.

Posterior al desarrollo del modelo se verificó la normalidad de los residuos con la prueba Shapiro-Wilk, dando como resultado que los residuos se distribuyen de forma normal para los modelos de Banco BBVA y Banco Av Villas, y hay suficiente evidencia para asegurar que los residuos de los modelos de Banco de Bogotá, Banco Davivienda, Bancolombia y Scotiabank no se distribuyen de forma normal. Los resultados de la prueba se pueden observar en la tabla 7.

Tabla 8. Prueba de normalidad de los residuos Shapiro-Wilk.

Prueba Shapiro wilk a residuos de los modelos		
	Estadístico -w	Valor P
Banco de Bogotá	0,9742	0,03074
Banco Davivienda	0,97477	0,03345
Banco Colombia	0,97828	0,06712
Scotiabank	0,89632	3,09E-07
Banco BBVA	0,98723	0,3771
Banco Av Villas	0,97815	0,06541

Nota. La tabla muestra los resultados de correr la prueba Shapiro Wilk a los residuos de los modelos de cada banco. H_0 = Los residuos se distribuyen de forma normal, H_1 = Los residuos no se distribuyen de forma normal. Se rechaza H_0 con un valor P menor o igual a 0.05. Fuente: Elaboración propia.

La normalidad de los residuos se considera garantiza la validez de las inferencias estadísticas que se realizan del modelo. En lo que concierne a los modelos trabajados, puede generar interferencias sobre los coeficientes. Se consideran dos tipos de interferencias para el caso. El primero es sobre la significancia de los coeficientes, es decir, algunas variables pueden resultar significativas sin serlo realmente, mientras que otras pueden resultar no significativas cuando en realidad, sí lo son. El segundo es sobre el tamaño del coeficiente, pues incluso si la significancia de una variable no se ve afectada, sí puede verse afectada la polaridad⁹ o la magnitud del coeficiente, generando cambios en la dinámica del modelo.

Se corrigió esto generando nuevos modelos robustos con M-estimadores (para los modelos que no presentan normalidad en sus residuos), desarrollados en primer lugar por Peter J. Huber (1964) en su trabajo “Robust Estimation of a Location Parameter”. (Yohai, s.f). desarrolla un trabajo donde comenta que se ha demostrado que este tipo de estimadores son robustos a perturbaciones en los errores

⁹ Por polaridad se refiere al signo del coeficiente | Positivo o negativo.

los M-estimadores minimizan una función de pérdida robusta. El criterio que minimizan se expresa como:

Ecuación 8. Criterio para minimizar pérdida robusta.

$$\sum_{i=1}^n \rho \left(\frac{y_i - \hat{y}_i}{\sigma} \right)$$

Nota. ρ es una función de pérdida robusta, para el modelo se usa la función de Huber. σ es un factor de escala, para los modelos se usa la desviación estándar de los residuos.

La ventaja de la función de pérdida de Huber es la combinación de una pérdida cuadrática y una pérdida absoluta, es decir, se comporta de forma cuadrática para errores pequeños y lineal para errores grandes, reduciendo el peso de los outliers.

Ecuación 9. Pérdida de Huber.

$$\rho(u) = \begin{cases} \frac{1}{2}u^2 & \text{si } |u| \leq c \\ c \left(|u| - \frac{1}{2}c \right) & \text{si } |u| > c \end{cases}$$

Nota. De esta forma se determina si la función se comportará de forma cuadrática o de forma lineal. u es el residuo estandarizado y c es un parámetro de corte que determina cuándo cambiar entre pérdida cuadrática y pérdida lineal. Para los modelos se usa un valor c de 1.345, como valor por defecto del software utilizado.

Después de esto se verificó que no hubiera presencia de heterocedasticidad en los modelos. Para esto, se corrió la prueba Breusch-Pagan con los resultados presentados en la tabla 9.

Tabla 9. Prueba Breusch-Pagan

Prueba de verificación de homocedasticidad: Prueba de Breusch-Pagan		
	Estadístico BP	Valor P
Banco de Bogotá	39,5680	8,48E-05
Banco Davivienda	23,6770	0,0225
Bancolombia	38,6570	0,0001
Scotiabank	35,0360	0,0004
Banco BBVA	27,0160	0,0076
Banco Av Villas	53,0510	4,04E-07

Nota. La hipótesis nula de la prueba es que los residuos son homocedásticos. Se rechaza con un valor P menor o igual a 0.05: Los residuos son heterocedásticos. La prueba se realiza sobre los modelos después de ajustarse en la prueba anterior. Fuente: Elaboración propia.

Con estos resultados, hay suficiente evidencia como para asegurar que hay presencia de heterocedasticidad en todos los modelos. La heterocedasticidad hace referencia a que no existe una varianza constante en los errores. Para los efectos de los modelos trabajados, puede generar sesgos al momento de interpretar los coeficientes, pues estos pueden resultar significativos cuando en realidad no lo son y viceversa. Para efectos prácticos y aplicados al caso particular de los modelos trabajados, se puede decir que las consecuencias son muy similares a las encontradas cuando no hay normalidad en los residuos, partiendo de una base diferente.

Se decide controlar la heterocedasticidad aplicando errores estándares robustos a los modelos. Los errores estándares robustos son calculados de la siguiente forma:

Ecuación 10. Cálculo de errores estándar robustos.

$$Var(\hat{\beta}) = (X'X)^{-1} \left(\sum_{i=1}^n \hat{u}_i^2 x_i x_i' \right) (X'X)^{-1}$$

Nota. \hat{u}_i^2 son los residuos cuadrados estimados por cada observación, x_i son las observaciones de las variables independientes. La fórmula ajusta la varianza de los coeficientes permitiendo que los residuos tengan varianza diferente para cada observación.

Existen varios tipos de errores robustos, para los modelos se implementa el HCO, que corresponde a la fórmula básica de ajuste robusto. No tiene correcciones adicionales.

9.2.3 Resultados de modelos.

Los resultados de los modelos se presentan en las tablas 10 a 15.

Tablas 10 a 15. Resultados de modelos de regresión polinómicos múltiples.

Resumen Modelo Banco de Bogotá

Variable		Coefficiente	Error estándar	Valor-t	Valor P
Intercepto		0,1183	0,0008	155,60237	0,00000
IPC		0,3953	0,0400	9,88505	0,00000
IPC (2)	-	0,0331	0,0436	-0,75889	0,44792
Tasa de desempleo	-	0,0409	0,0181	-2,26069	0,02378
Tasa de desempleo (2)		0,0409	0,0124	3,30890	0,00094
Índice de cartera vencida	-	0,2213	0,0474	-4,66534	0,00000
Índice de cartera vencida (2)	-	0,0301	0,0203	-1,48226	0,13827
TRM		0,0794	0,0310	2,55781	0,01053
TRM (2)		0,0286	0,0141	2,03134	0,04222
Yield bonos TES - 10 años		0,0147	0,0283	0,52081	0,60250
Yield bonos TES - 10 años (2)	-	0,0373	0,0166	-2,25154	0,02435
Relación de solvencia	-	0,0059	0,0163	-0,36225	0,71717
Relación de solvencia (2)	-	0,0765	0,0215	-3,56325	0,00037

R² ajustado: 0,8842

Resumen Modelo Banco Davivienda

Variable		Coefficiente	Error estándar	Valor-t	Valor P
Intercepto		0,1206	0,0008	149,76778	0,000000
IPC		0,4232	0,0326	12,98845	0,00000
IPC (2)	-	0,0907	0,0279	-3,24861	0,00116
Tasa de desempleo	-	0,0468	0,0282	-1,66202	0,09651
Tasa de desempleo (2)		0,0359	0,0152	2,36845	0,01786
Índice de cartera vencida	-	0,1945	0,0245	-7,93125	0,00000
Índice de cartera vencida (2)		0,0797	0,0150	5,32837	0,00000
TRM		0,0082	0,0337	0,24319	0,80786
TRM (2)		0,0524	0,0202	2,59343	0,00950
Yield bonos TES - 10 años	-	0,0885	0,0291	-3,04458	0,00233
Yield bonos TES - 10 años (2)	-	0,0302	0,0166	-1,81717	0,06919
Relación de solvencia	-	0,0732	0,0133	-5,49899	0,00000
Relación de solvencia (2)	-	0,0331	0,0128	-2,58891	0,00963

R² ajustado: 0,9424

Resumen Modelo Bancolombia

Variable		Coefficiente	Error estándar	Valor-t	Valor P
Intercepto		0,1225	0,0008	160,11356	0,00000
IPC		0,0895	0,0312	2,86795	0,00413
IPC (2)	-	0,0385	0,0379	-1,01509	0,31006
Tasa de desempleo	-	0,0659	0,0143	-4,62144	0,00000
Tasa de desempleo (2)		0,0464	0,0083	5,61472	0,00000
Índice de cartera vencida	-	0,2668	0,0496	-5,38320	0,00000
Índice de cartera vencida (2)		0,0770	0,0220	3,49495	0,00047
TRM		0,0602	0,0319	1,88434	0,05952
TRM (2)		0,0413	0,0178	2,31725	0,02049
Yield bonos TES - 10 años	-	0,1446	0,0213	-6,78333	0,00000
Yield bonos TES - 10 años (2)	-	0,0037	0,0126	-0,29492	0,76805
Relación de solvencia	-	0,0336	0,0092	-3,65421	0,00026
Relación de solvencia (2)	-	0,0260	0,0112	-2,32369	0,02014

R² ajustado: 0,9335**resumen Modelo Scotiabank**

Variable		Coefficiente	Error estándar	Valor-t	Valor P
Intercepto		0,1163	0,0011	107,58577	0,00000
IPC		0,2019	0,0204	9,88925	0,00000
IPC (2)		0,0405	0,0212	1,91030	0,05609
Tasa de desempleo	-	0,0707	0,0336	-2,10485	0,03530
Tasa de desempleo (2)		0,0540	0,0192	2,81304	0,00491
Índice de cartera vencida	-	0,1811	0,0364	-4,97262	0,00000
Índice de cartera vencida (2)		0,0746	0,0140	5,34247	0,00000
TRM		0,0326	0,0348	0,93822	0,34813
TRM (2)		0,0433	0,0258	1,67804	0,09334
Yield bonos TES - 10 años	-	0,1637	0,0236	-6,94056	0,00000
Yield bonos TES - 10 años (2)	-	0,0179	0,0110	-1,62138	0,10494
Relación de solvencia	-	0,0126	0,0119	-1,05988	0,28920
Relación de solvencia (2)	-	0,0152	0,0117	-1,29969	0,19371

R² ajustado: 0,8776**Resumen Modelo Banco BBVA**

Variable		Coefficiente	Error estándar	Valor-t	Valor P
Intercepto		0,1197	0,0007	181,74816	0,00000
IPC		0,2351	0,0238	9,86153	0,00000
IPC (2)		0,1045	0,0215	4,86413	0,00000
Tasa de desempleo	-	0,0614	0,0201	-3,05817	0,00287
Tasa de desempleo (2)		0,0378	0,0143	2,64384	0,00955
Índice de cartera vencida	-	0,0696	0,0207	-3,36125	0,00111
Índice de cartera vencida (2)		0,0274	0,0207	1,32297	0,18892
TRM		0,0413	0,0274	1,50729	0,13495
TRM (2)		0,0475	0,0113	4,19113	0,00006
Yield bonos TES - 10 años	-	0,0921	0,0179	-5,13089	0,00000
Yield bonos TES - 10 años (2)		0,0599	0,0133	4,48796	0,00002
Relación de solvencia	-	0,0473	0,0143	-3,31168	0,00130
Relación de solvencia (2)	-	0,0193	0,0103	-1,87976	0,06311

R² ajustado: 0,9195

Resumen Modelo Banco Av Villas

Variable		Coefficiente	Error estándar	valor-t	Valor P
Intercepto		0,1210	0,0012	103,47314	0,000000
IPC		0,0816	0,0316	2,58398	0,01124
IPC (2)		0,1503	0,0359	4,18273	0,00006
Tasa de desempleo	-	0,1044	0,0434	-2,40900	0,01786
Tasa de desempleo (2)		0,0745	0,0232	3,21398	0,00177
Índice de cartera vencida	-	0,0725	0,0322	-2,25196	0,02656
Índice de cartera vencida (2)		0,0549	0,0223	2,45940	0,01567
TRM		0,1757	0,0368	4,77993	0,00001
TRM (2)		0,0302	0,0153	1,97385	0,05121
Yield bonos TES - 10 años	-	0,1039	0,0414	-2,51190	0,01364
Yield bonos TES - 10 años (2)		0,0040	0,0267	0,15152	0,87988
Relación de solvencia		0,0313	0,0143	2,18065	0,03160
Relación de solvencia (2)	-	0,0142	0,0077	-1,83762	0,06915

R² ajustado: 0,7396

Nota. Las tablas muestran los resúmenes de los modelos con todas las transformaciones aplicadas. Las variables que resultan significativas son aquellas con un valor P menor a 0.05. Se expandirá este detalle a continuación. Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16. Variables significativas en los modelos.

variables significativas de los modelos

Variable	Frecuencia	BOG	DAV	BCL	SCO	BBV	AVV
Intercepto	6	*	*	*	*	*	*
IPC 1	6	*	*	*	*	*	*
IPC 2	3		*			*	*
TDE 1	5	*		*	*	*	*
TDE 2	6	*	*	*	*	*	*
ICV 1	6	*	*	*	*	*	*
ICV 2	4		*	*	*		*
TRM 1	2	*					*
TRM 2	4	*	*	*		*	
YTES 1	5		*	*	*	*	*
YTES 2	2	*				*	
RES 1	4		*	*		*	*
RES 2	3	*	*	*			

Nota. La tabla muestra las variables las variables que tuvieron un valor P menor a 0.05 y la frecuencia con la que obtuvieron dicho valor. Los acrónimos corresponden a los bancos, de forma que: BOG = Banco de Bogotá; DAV = Banco Davivienda; BCL = Bancolombia; SCO = Scotiabank; BBV = Banco BBVA; AVV = Banco Av Villas. Fuente: Elaboración propia.

Resulta interesante analizar que las únicas variables que consiguen ser significativas para los seis modelos son el IPC en primer orden, la tasa de desempleo en segundo orden y el índice de cartera vencida en primer orden, además del intercepto (una variable conceptual). Se profundizará y se desarrollará el resultado de cada variable a continuación, a la vez que se sugieren posibles causas que generen que, para algunos modelos, cierta variable no resulta significativa cuando para otros modelos sí.

Nota previa a análisis de variables.

Es importante establecer la forma de interpretar los resultados encontrados. Como ya se mencionó, una variable es significativa cuando presenta un valor P inferior a 0.05. Esto porque se rechaza la hipótesis nula: La variable no es significativa en el modelo.

Los coeficientes lineales se interpretan como la variación que existe en la variable dependiente al incrementar una unidad en la variable independiente analizada, cuando las demás se encuentran en *ceteris paribus*¹⁰ (esta interpretación no aplica para el análisis del intercepto, se ampliará esta información más adelante). Es decir, en un modelo definido como:

Ecuación 11. Modelo de regresión de ejemplo.

$$y = \beta x + \alpha$$

Si se obtuviera un coeficiente β de 10, se interpretaría de la siguiente manera: Al incrementar x en una unidad, y incrementará 10 unidades. Es importante aclarar que este coeficiente puede ser negativo, de forma que exista una relación inversa entre ambas variables.

¹⁰ Concepto proveniente del latín, se interpreta como “con los demás factores constantes”.

Lo que significaría que, al incrementar la variable independiente, la variable dependiente estaría disminuyendo, con las demás variables en ceteris paribus.

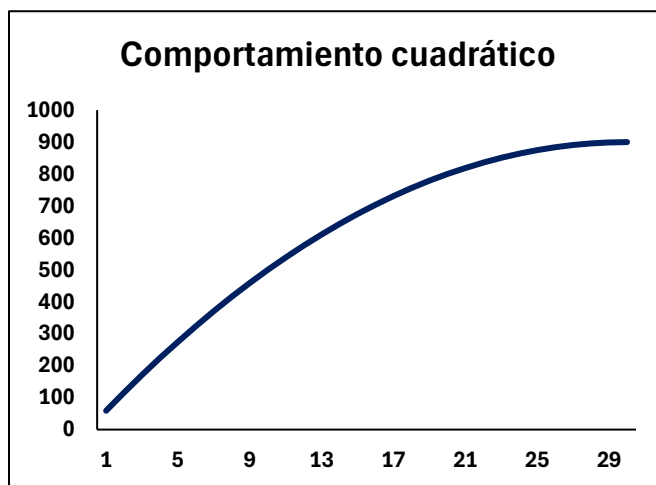
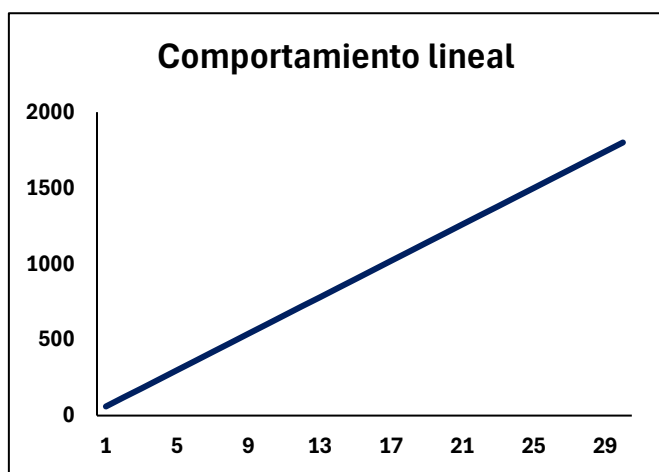
Por otro lado, el coeficiente cuadrático explica el comportamiento no lineal de la curva o cómo se comporta la variable ante grandes incrementos. Es decir, en un modelo definido como:

Ecuación 12. Modelo de regresión 2 de ejemplo.

$$y = \beta_1 x + \beta_2 x^2 + \alpha$$

Si se obtuviera un coeficiente β_1 de 60 y un coeficiente β_2 de -1, se interpretaría de la siguiente manera: Al incrementar x en una unidad, el componente lineal de y incrementaría 60 unidades, pero se ve suavizado por el componente cuadrático, que le reduciría 1 unidad, resultando en un $y = 59$ unidades. Entiéndase entonces que si bien la variable tiene una relación directa y crece cuando crece x , la curva ascendente será cóncava hacia abajo. Véanse las figuras 12 y 13 como ejemplo.

Figuras 12 y 13. Ejemplo de comportamiento de curvas.



Nota. Véase como el incremento se ve suavizado por el efecto cuadrático. Para el ejemplo se tomó un coeficiente lineal de 60 y un coeficiente cuadrático de -1. Véase también la diferencia en el valor de y cuando $x = 30$. Fuente: Elaboración propia.

Ahora bien, es posible que un componente lineal sea significativo, mientras que su componente cuadrático no lo sea. Esto indicaría que el componente cuadrático no es significativo a la hora de explicar el comportamiento de la variable dependiente (Tasa en este caso) y que la relación entre la variable dependiente y la independiente es principalmente lineal. Sucede de igual forma en caso contrario, cuando el componente lineal no es significativo pero el comportamiento cuadrático sí lo es.

Téngase en cuenta esta información al momento de leer las interpretaciones, pues se aclara cómo se interpretan los coeficientes desde este apartado para evitar la monotonía en la lectura.

El valor R^2 representa la capacidad que tiene el modelo de explicar el comportamiento de la variable dependiente con las variables independientes seleccionadas. Sin embargo, este valor suele incrementar al incluir nuevas variables, incluso si estas no aportan nada nuevo al modelo. Por otro lado, el R^2 ajustado tiene en cuenta la cantidad de variables que se están implementando y se ajusta dependiendo a esto.

Intercepto.

El intercepto resulta significativo para los seis modelos: Banco de Bogotá, Banco Davivienda, Bancolombia, Scotiabank, Banco BBVA y Banco Av Villas; con valores P de $<2e-16$ para todos ellos. Los coeficientes que presentan son los siguientes: 0.1183, 0.1206, 0.1225, 0.1163, 0.1197 y 0.1210 respectivamente. En primer lugar, es importante aclarar que el intercepto funciona como un “concepto” dentro del modelo. En pocas palabras, es el valor (y) cuando las variables (x) presentan un valor 0 (intercepto). Es decir, el valor que tendría la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP cuando el resto de variables tomen un valor 0. Sin embargo, en un escenario real esto es definitivamente improbable.

Analizando este escenario “conceptual”, es interesante encontrar que para todos los modelos el intercepto presenta un coeficiente positivo. Es decir, si todas las variables tuvieran un valor 0, entonces la tasa de interés que se tiene como variable dependiente tendría una polaridad¹¹ positiva.

Esto indicaría que incluso en esta situación hipotética, el banco aún cobraría un interés por prestar su dinero, esto por supuesto, se debe a que el banco incurre en un riesgo crediticio al prestar su dinero, y debe buscar generar rendimientos equivalentes al riesgo para compensarlo.

IPC.

Esta variable fue significativa para los seis modelos (Banco de Bogotá, Banco Davivienda, Bancolombia, Scotiabank Banco BBVA y Banco Av Villas) en su componente lineal, obteniendo valores P de $<2e-16$, $<2e-16$, 0.004, $<2e-16$, $<2e-16$ y 0.011 respectivamente. A su vez, obtiene coeficientes de 0.3953, 0.4232, 0.0895, 0.2019, 0.2351 y 0.0816 respectivamente.

En su componente cuadrático consigue ser significativo en tres modelos (Banco Davivienda, Banco BBVA y Banco Av Villas) obteniendo valores P de: 0.001, $<2e-16$ y 0.00006 respectivamente. A su vez, obtiene coeficientes de -0.0907, 0.1045 y 0.1503 respectivamente.

El componente lineal resulta con coeficiente de polaridad positiva para todos los modelos, lo que indica que mantiene una relación directa con la Tasa de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP, y que cuando el IPC incrementa, también lo hará la tasa (cuando el resto se encuentra en ceteris paribus).

¹¹ Se usará el término polaridad para hacer referencia al signo (positivo, negativo) del valor de la variable.

Este resultado va de la mano con otras investigaciones, por ejemplo, Aroca (2015) concluye de sus resultados que hay una relación directa entre el IPC y los créditos de vivienda en Ecuador.

Además, el resultado se ve acompañado por Fisher (1930) cuando explica este comportamiento desde la tan conocida ecuación de Fisher. En su ecuación, Fisher propone que la tasa de interés nominal es igual a la tasa de interés real más la inflación.

Ecuación 13. Ecuación de Fisher.

$$i = r + \pi$$

Nota. En la ecuación, i representa a la tasa de interés nominal, r la tasa de interés real, y π la inflación esperada.

De acuerdo con la ecuación, la tasa de interés real es aquella tasa de rendimiento que un inversionista busca percibir como retorno de sus inversiones. Sin embargo, se le suma a esta tasa el valor de la inflación, de forma que la tasa real que busca el inversionista se mantenga inalterada por el fenómeno de incremento de precios. La tasa nominal entonces, recoge el producto de sumar ambas variables y será la tasa que tendrá que buscar el inversionista, para percibir como retorno la tasa de interés real después de descontar la inflación, por supuesto, en caso de que esta sea igual a la esperada.

Bajo este concepto, cualquier incremento en π desembocará en un incremento en i .

Sin embargo, se observa una diferencia en la polaridad de los coeficientes cuadráticos de los modelos para los que la variable es significativa. Para Banco Davivienda, el coeficiente presenta una polaridad negativa, indicando que el incremento de la tasa se suaviza a medida que

crece el IPC, mientras que para Banco BBVA y Banco Av Villas, presenta una polaridad positiva, indicando que a medida que crece el IPC, se potencia el crecimiento de la tasa.

Esto indica que la actitud de los bancos frente al IPC es diferente a medida que este aumenta y puede deberse a estrategias internas de las organizaciones. Mientras que el primero suaviza sus tasas para posiblemente, no perder volumen en créditos otorgados, los dos últimos están buscando cubrir su riesgo al máximo posible y aumentan el incremento en sus tasas para compensar cualquier posible pérdida.

De hecho, podría inferirse que los últimos dos bancos están más expuestos al riesgo analizando el promedio de relación de solvencia (véase la tabla 6), donde se aprecia que Banco Davivienda tiene una política más conservadora, mientras que los dos últimos se encuentran muy cerca del permitido por la regulación colombiana.

Los bancos que no comparten la significancia del componente cuadrático de la variable ajustarían la tasa de sus créditos de vivienda No-VIS, No-VIP de una forma más lineal respecto al comportamiento del IPC.

Tasa de desempleo.

La tasa de desempleo consigue ser significativa para cinco modelos (Banco de Bogotá, Bancolombia, Scotiabank, Banco BBVA y Banco Av Villas) en su componente lineal. Obteniendo valores P de 0.024, $<2e-16$, 0.035, 0.003 y 0.018 respectivamente. A su vez, obtiene coeficientes de -0.0409, -0.0659, -0.0707, -0.0614 y -0.1044 respectivamente.

En su componente cuadrático, la variable consigue ser significativa en los seis modelos (Banco de Bogotá, Banco Davivienda, Bancolombia, Scotiabank, Banco BBVA y Banco Av

Villas), obteniendo valores P de: 0.0009, 0.018, $<2e-16$, 0.005, 0.01 y 0.002. A su vez, obtiene coeficientes de: 0.0409, 0.0359, 0.0464, 0.0540, 0.0378 y 0.0745 respectivamente.

Este resultado indica que todos los modelos tienen una relación cuadrática significativa a la hora de explicar el comportamiento de la tasa y que para todos ellos, con excepción del modelo de Banco Davivienda, también existe una relación lineal significativa cuando se explica el comportamiento de la tasa.

En su componente lineal, la variable obtiene una polaridad negativa en los cinco modelos para los que es significativa, lo que sugiere que existe una relación inversa entre la tasa de desempleo y la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP. Esto significaría que al incrementar la tasa de desempleo, la tasa de interés de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP disminuiría.

El racional detrás de esta relación es que, al haber un mayor desempleo, el Banco de la República disminuiría la tasa de interés de política monetaria para favorecer el consumo y la economía. Al disminuir la tasa, los bancos comerciales también disminuirían las suyas.

Como se mencionó en el capítulo 8.1.2, otros estudios han incluido ya esta variable en sus modelos; Parra (2020), encuentra también una relación directa entre el desempleo y la cantidad de liquidez que se inyecta a la economía (puede ser a través de la tasa de interés de política monetaria). Además, se mencionó el caso particular donde en Colombia se renegociaron los créditos, incluso disminuyendo tasas o exonerando pagos durante el periodo de pandemia dados los elevados niveles de iliquidez en la economía, situación que puede presentarse nuevamente con altos niveles de desempleo.

Sin embargo, este decrecimiento se ve detenido a medida que incrementa la tasa de desempleo, explicado porque los bancos perciben mayor riesgo al haber altos niveles de

desempleo en la economía, puesto que, a medida que incrementa éste, existen menos personas con ingresos recurrentes que les permita asumir las cuotas de su financiación.

Ahora bien, el componente lineal de la variable no consigue ser significativo para el Banco Davivienda, lo que significa que este comportamiento no ayuda a explicar el comportamiento de la tasa del banco, y estaría preponderándose el comportamiento cuadrático.

Índice de cartera vencida.

La variable consigue ser significativa en los seis modelos (Banco de Bogotá, Banco Davivienda, Bancolombia, Scotiabank, Banco BBVA y Banco Av Villas) en su componente lineal, obteniendo valores P de $<2e-16$, $<2e-16$, $<2e-16$, $<2e-16$, 0.001 y 0.0266 respectivamente. A su vez, obtiene coeficientes de: -0.2213, -0.1945, 0.2668, -0.1811, -0.0696 y -0.0725 respectivamente.

En su componente cuadrático, la variable es significativa para cuatro modelos (Banco Davivienda, Bancolombia, Scotiabank y Banco Av Villas) obteniendo valores P de $<2e-16$, 0.0004, $<2e-16$ y 0.016 respectivamente; obteniendo a su vez coeficientes de: 0.0797, 0.0770, 0.0746 y 0.0549 respectivamente.

Al igual que la tasa de desempleo, los modelos sugieren que existe una relación inversa entre el comportamiento del componente lineal del índice de cartera vencida y la tasa de interés.

Recuérdese que el indicador se calcula bajo la metodología exhibida en la ecuación 3. Esto significa que un aumento en la cartera vencida incrementaría el valor del indicador. Traído al caso del ejercicio, los modelos proponen que al incrementar la cartera vencida, las tasas disminuyen. Este panorama puede ser visto como atípico, y no es de extrañarse, pues se tiene como consigna básica que a un mayor grado de riesgo, se exige una mayor rentabilidad. Decir que está incrementando la cartera vencida, significa que la cartera del banco se está volviendo

más riesgosa; bajo este principio, lo lógico sería ver un aumento en las tasas de interés, exigiendo una mayor rentabilidad como consecuencia de haberse incrementado el riesgo.

Este comportamiento esperado, se aprecia en el componente cuadrático de la variable, donde se observa que se detiene el decrecimiento de la tasa a medida que incrementa el índice de cartera vencida para los modelos en los que el componente cuadrático resulta significativo.

La relación inversa apreciada en el comportamiento lineal puede apreciarse también en el trabajo de Chaparro (2016) quien realiza un análisis sobre el efecto que tienen las tasas de intervención del Banco de la República en Colombia sobre las diferentes carteras bancarias. En su trabajo, Chaparro encuentra que existe una relación inversa entre la tasa de interés de política monetaria y la cartera de vivienda.

En sus propias palabras “Una vez se presenta aumento en las tasas, el indicador cae cerca de 4 puntos básicos. El choque de la tasa de interés sobre el indicador desaparece a partir del mes 7 siguiente a la ocurrencia de la variación.”.

Es importante recordar que la tasa de intervención del Banco de la República no es ajena a la tasa de interés de los créditos de vivienda. Al ser esta tasa el costo de financiación que reciben los bancos comerciales en Colombia, un incremento en ésta será reflejado en las tasas de interés de los créditos de vivienda.

Para los modelos en los que el componente cuadrático no consigue ser significativo, se entiende que el banco toma una posición más lineal frente a su índice de cartera vencido. Esto puede deberse principalmente a la posición estratégica del banco frente a diferentes tipos de riesgo, y qué tanto responden ante un cambio en él.

Tasa Representativa del Mercado (TRM)

Esta variable consigue ser significativa para tan solo dos bancos (Banco de Bogotá y Banco Av Villas) en su componente lineal. Con valores P de 0.010 y 0.00001 respectivamente; presentado a su vez coeficientes de: 0.0794 y 0.1757 respectivamente.

En su componente cuadrático, la variable consigue ser significativa para cuatro bancos (Banco de Bogotá, Banco Davivienda, Bancolombia y Banco BBVA), presentando valores P de: 0.042, 0.009, 0.020 y 0.00006 respectivamente. A su vez, obtiene coeficientes de: 0.0286, 0.0524, 0.0413 y 0.0475 respectivamente.

En los dos casos en que el componente lineal es significativo, se presenta un coeficiente con polaridad positiva, indicando que las tasas de interés de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP incrementan junto con la TRM, como fue explicado en el apartado previo al análisis de los resultados.

Makalesi (2024) realiza un estudio sobre cómo afecta la volatilidad del tipo de cambio al comportamiento de los bancos en Turquía frente a los créditos que otorga. En su trabajo, Makalesi encuentra que el crédito no siempre responde de manera contractiva o expansiva frente a lo que se espera conseguir con ajustes en la política monetaria, puesto que cuando se presenta una gran volatilidad en el tipo de cambio, los bancos pueden incluso evitar prestar mayores cantidades de dinero aún en un entorno de bajas tasas de interés. Para el efecto del trabajo, los resultados del modelo VAR implementado en su análisis sugieren que la tasa de interés al consumidor se ve impactada en el corto plazo por la volatilidad en el tipo de cambio.

Se puede inferir del trabajo de Makalesi que si los bancos optan por tomar políticas más conservadoras en entornos de alta volatilidad, si deciden otorgar créditos será a una tasa más elevada dado el incremento en el riesgo de mercado del entorno económico.

Keshtgar et al. (2020) también hablan del impacto que tiene la volatilidad del tipo de cambio en los rendimientos bancarios en Irán. En su trabajo, comentan que las actividades extranjeras del banco, como inversiones o financiaciones, se ven afectadas en gran medida por esta volatilidad.

Por supuesto, no es la volatilidad per se el problema, sino las consecuencias de ella. Es decir, las inversiones internacionales del banco están apreciándose y devaluándose constantemente por culpa de la volatilidad, de la misma forma que la financiación se vuelve más o menos costosa dependiendo de hacia a donde apunte el tipo de cambio.

Para Banco de Bogotá, cuyos dos componentes son significativos, se obtiene que su incremento aumenta de forma agresiva a medida que incrementa la TRM. El Banco Av Villas responde principalmente al comportamiento lineal de la variable, mientras que el Banco Davivienda y Bancolombia preponderan el componente cuadrático de la variable frente a su contraparte lineal, donde se encuentra que de igual forma, aumentaría la tasa a medida que incrementa la TRM.

En el caso del modelo de Scotiabank, la variable no resulta significativa en ninguno de sus dos órdenes. La causa más probable es que sea debido a la exposición que tenga el banco frente al dólar. Algunos bancos pueden tener políticas más conservadoras y cubrir en mayor proporción su riesgo frente al tipo de cambio con el uso de derivados. Al ser un banco internacional, buscaría cubrir en mayor medida su exposición a monedas extranjeras usando derivados simples como forwards o futuros, o usando estrategias sintéticas más complejas, como la combinación de futuros con opciones. Esto significaría que el dólar dejaría de ser un riesgo, y otras variables tomarían mayor importancia al momento de constituirse la tasa de interés.

Yield Bonos TES a 10 años.

Esta variable consigue ser significativa para cinco modelos (Banco Davivienda, Bancolombia, Scotiabank, Banco BBVA y Banco Av Villas) en su componente lineal. Obteniendo valores P de: 0.002, $<2e-16$, $<2e-16$, $<2e-16$ y 0.014 respectivamente. A su vez, obtiene coeficientes de -0.0885, -0.1446, -0.1637, -0.0921 y -0.1039 respectivamente.

En su componente cuadrático, la variable consigue ser significativa para dos modelos (Banco de Bogotá y Banco BBVA), obteniendo valores P de: 0.024 y 0.00002 respectivamente. A su vez, obtiene coeficientes de: -0.0373 y 0.0040 respectivamente.

Para los cinco modelos en los que el componente lineal es significativo se obtiene una polaridad negativa en el coeficiente, lo que sugiere una relación lineal inversa entre la variable dependiente y la independiente. Es decir, se asume que cuando incrementa el yield de los bonos TES a 10 años de Colombia, disminuyen las tasas de crédito de vivienda No-VIS, No-VIP en el país.

Este decrecimiento, sin embargo, se ve detenido en el modelo del Banco BBVA a medida que incrementa la tasa de los bonos TES a 10 años en Colombia como efecto del comportamiento cuadrático. En el caso del modelo del Banco de Bogotá, tiene un comportamiento similar a las lineales en el sentido de la polaridad y la relación entre la variable dependiente y la independiente, sin embargo, su tasa estaría siendo explicada a través de un comportamiento cuadrático, en lugar de uno lineal.

Entiéndase que si bien existe una diferencia en la polaridad de los coeficientes en los componentes cuadráticos, todas las relaciones entre la variable dependiente e independiente son inversas, el coeficiente del componente cuadrático positivo, explicaría que existe una desaceleración en el decrecimiento.

Se esperaría un coeficiente del componente lineal con polaridad positiva, de forma que al aumentar el yield, también lo hagan las tasas. Esto debido a que el yield actúa como un indicador del riesgo país, y al percibir este riesgo, los bancos buscarían cubrir sus posibles pérdidas incrementando las tasas.

Por ejemplo, los resultados de Vargas et al. (2010) destacan que hay una relación uno a uno entre las tasas de interés hipotecarias y el yield de los bonos. Eller y Reininger (s.f) realizan un estudio de la influencia del yield de los bonos soberanos con las tasas de crédito de bancos en Europa. En su análisis, los autores encuentran un impacto positivo entre el yield de los bonos soberanos a largo plazo y los créditos a largo plazo a tasa fija (Para el caso de este trabajo, los créditos de vivienda suelen ser créditos de largo plazo).

Este resultado, si bien atípico, puede servir como forma de iniciar un debate sobre la relación entre el yield de los bonos TES y las tasas de interés sobre créditos de vivienda en Colombia.

Relación de solvencia.

La relación de solvencia es una variable que consigue ser significativa en cuatro modelos (Banco Davivienda, Bancolombia, Banco BBVA y Banco Av Villas) en su componente lineal, presentado valores P de: $<2e-16$, 0.0003, 0.001 y 0.031 respectivamente. A su vez, presenta coeficientes de: -0.0732, -0.0336, -0.0473 y 0.0313 respectivamente.

En su componente cuadrático, consigue ser significativo para tres modelos (Banco de Bogotá, Banco Davivienda y Bancolombia), obteniendo valores P de: 0.0003, 0.01 y 0.02 respectivamente. A su vez, obtiene coeficientes de: -0.0765, -0.0331 y -0.0260 respectivamente.

Para los modelos en los que el componente lineal resulta significativo, se obtiene un coeficiente de polaridad negativa, indicando que existe una relación inversa entre la variable dependiente y la independiente, con excepción del Banco Av Villas.

La polaridad de los coeficientes negativos es la esperada, pues un incremento en la relación de solvencia significa que el banco está tomando políticas más conservadoras y reduciendo sus niveles de riesgo; por tanto, lo esperado es que también se reduzcan sus tasas de interés.

Esto se ve reforzado por el componente cuadrático en los modelos para los que dicho componente resulta significativo, cuya polaridad es igualmente negativa, reforzando y acelerando el decrecimiento de la tasa a medida que incrementa la relación de solvencia.

Los modelos del Banco BBVA y el Banco Av Villas sugieren que el comportamiento de la tasa de estos bancos responde de forma lineal al comportamiento de su relación de solvencia, para el Banco Davivienda y Bancolombia, se sugiere que tanto el componente lineal como el cuadrático explican el comportamiento de la tasa, mientras que el modelo de Banco de Bogotá sugiere que para este banco, es el comportamiento cuadrático de esta variable el que ayuda a explicar el comportamiento de la tasa.

Los resultados coinciden (con excepción del Banco Av Villas) con lo propuesto por Andersen y Juelsrud (2024), quienes comentaron en su trabajo “Estructura de capital ideal para bancos¹²” como un mayor requerimiento de capital básico (CET1) reduce el riesgo de una crisis financiera al año en los bancos noruegos. Basilea (como se citó en Andersen y Juelsrud, 2024) estima que la probabilidad de una crisis anual se reduce 2.6% cuando el capital básico CET1 incrementa de 7.8% a 9.1%.

¹² Título traducido al español. El título original es “Optimal capital adequacy ratios for banks”. Véase las referencias para más información.

Entonces, ¿por qué hay un coeficiente de distinta polaridad para el componente lineal del Banco Av Villas? Esto puede deberse a diversos factores, se intentará brindar una explicación a este comportamiento. Recuérdese que el Banco Av Villas se incluyó en el modelo a pesar de tener una baja participación de mercado, con el objetivo de ver si su comportamiento era similar a la de los bancos con mayor participación.

Es posible entonces, que en algunos momentos, el banco haya tenido que ajustar sus tasas aún cuando por su relación de solvencia no le convenía como consecuencia de su baja participación y de tener que seguir la tendencia del mercado para mantenerse competitivo. El modelo interpretaría esta situación como una relación inversa entre la variable dependiente e independiente y por eso se evidencia este resultado.

Ahora bien ¿por qué no es significativa para Scotiabank? Es posible que la relación de solvencia no sea una variable significativa para Scotiabank debido a estrategias corporativas. Este banco no solo actúa bajo las estrategias internas, sino que también debe ajustarse a las estrategias internacionales definidas por la casa matriz.

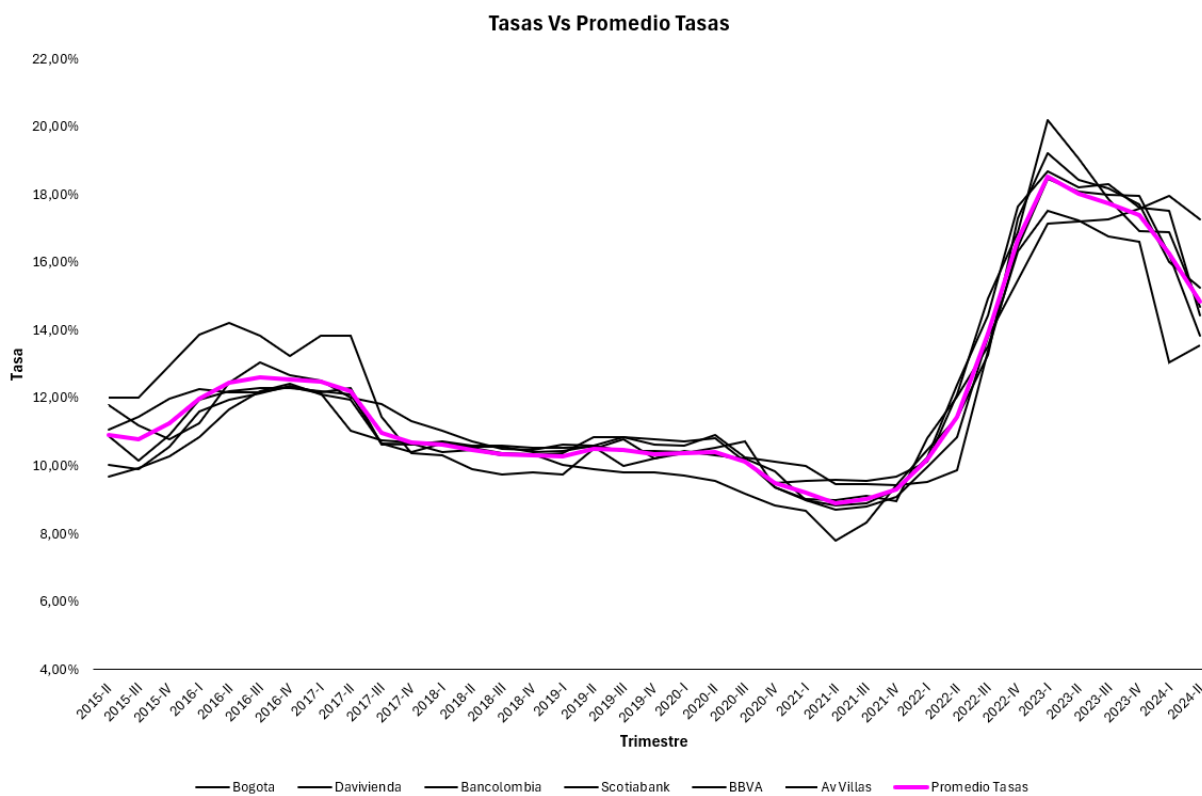
9.3 Relación entre las tasas de crédito de vivienda No-VIS, No-VIP y el crecimiento económico.

Para encontrar la relación entre las tasas de crédito de vivienda No-VIS y el crecimiento económico se realizará un análisis visual gráfico, análisis mediante estadística descriptiva y unos modelos de regresión simples.

Para el análisis gráfico se decide comprar un promedio simple de las tasas con el PIB. El objetivo es netamente analizar el comportamiento y un coeficiente de correlación entre ambas. Se decide tomar el promedio con el objetivo de facilitar la comprensión y mantener simple esta parte del análisis.

En la figura 12 se exhibe el comportamiento de todas las tasas comparado con el PIB. Esta figura puede resultar confusa, el objetivo es demostrar la similitud en el comportamiento de las tasas y evidenciar que extraer un promedio no alterará en gran medida los resultados de este análisis:

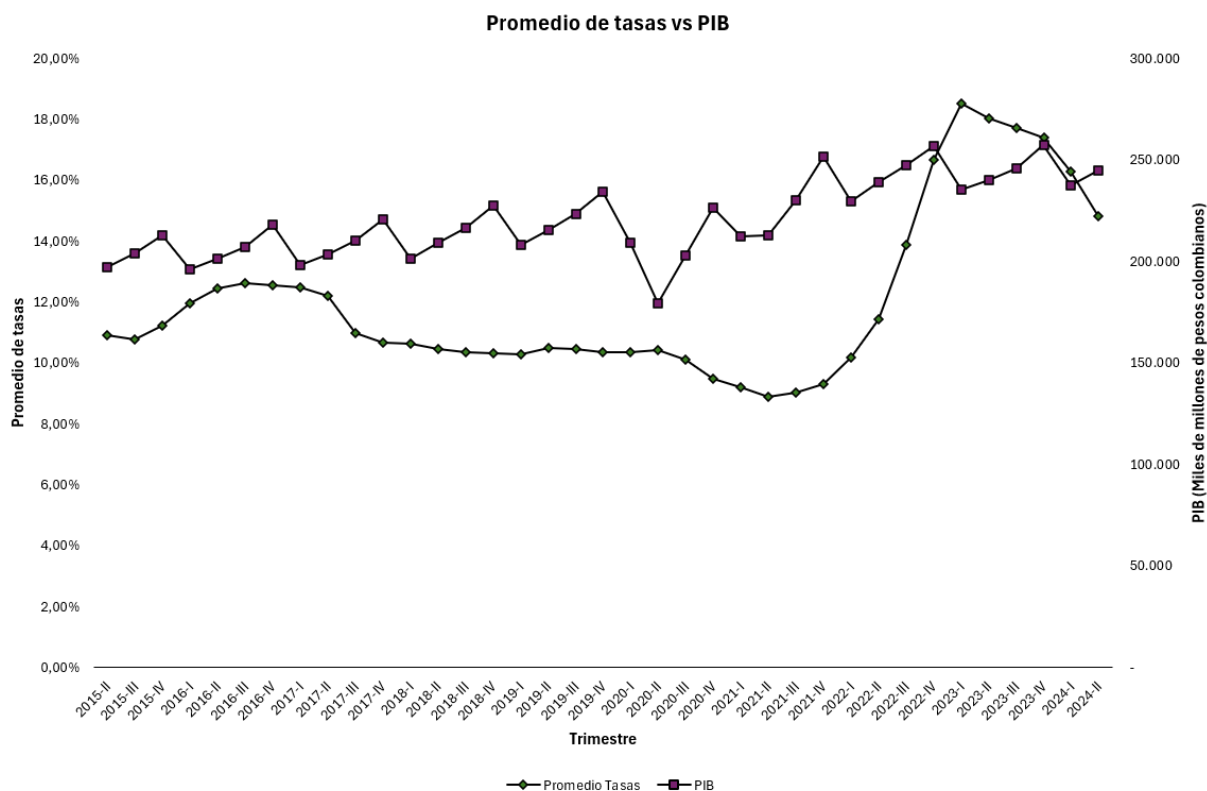
Figura 14. Tasas Vs Promedio de tasas 2015-II – 2024-II



Nota. El objetivo de esta figura solo es analizar el comportamiento de las tasas individuales frente a un promedio simple, para posteriormente comparar el promedio con el comportamiento del PIB. Fuente:

Elaboración propia.

Figura 15. Progresión de la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia y el PIB a precios constantes de 2015 en el periodo 2015-II – 2024-II.



Nota. La figura muestra la progresión de las series de datos mencionadas, Fuente: DANE (2024). Elaboración propia.

En la figura 13 no se consigue encontrar una relación evidente entre ambas variables. De hecho, el PIB a precios constantes se comporta de una forma bastante estacional. Disminuyendo en el primer trimestre de cada año e incrementando durante el transcurso de los trimestres. Por otro lado, el comportamiento de la tasa no sigue una tendencia clara.

Ondieki (2014), encuentra que si bien existe una relación positiva entre el PIB de Kenia y la tasa de interés de los créditos en el país, es una relación débil. Este estudio se ve contradicho por la investigación de Fowler (2019), donde realiza un modelo de regresión para encontrar la relación entre el PIB real de Estados Unidos, las tasas de interés fijas de los créditos hipotecarios

a 30 años y el aporte inicial requerido para acceder al crédito. En dicho trabajo, Fowler encuentra que sí están cointegradas las variables en el largo plazo. Xu (2016), menciona que el crecimiento en la industria inmobiliaria tiene una “relación inseparable” con el PIB de un país. En dicho trabajo, Xu define que a medida que incrementa el PIB de un país, los precios de vivienda se hacen más costosos y por tanto, se incentiva el acceso al crédito para actividades de inversión en general, entre ellas, las viviendas.

9.3.1 Concerniente al modelo de regresión lineal simple

Con el objetivo de encontrar la relación entre la tasa de interés de los créditos de vivienda No-VIS, No-VIP y el crecimiento económico en Colombia, se realiza un modelo de regresión lineal simple.

Debido a que los datos del PIB se reportan de forma trimestral, se recuperó la última tasa por banco del mes que compone a cada trimestre, de forma que concordara con las fechas del PIB. Posteriormente, se calculó el promedio como es descrito anteriormente. De esta forma se elaboró una nueva base de datos con frecuencia trimestral para realizar la regresión.

Estadística descriptiva

Tabla 17. Estadística descriptiva de los datos para la regresión lineal simple.

Variable	Datos	Promedio	Desviación estándar	Mediana	Valor máximo	Valor mínimo
Tasa	37	11,99%	2,75%	10,77%	18,53%	8,88%
PIB	37	220.537	19.126	216.456	257.320	179.411

Nota. La tabla muestra la estadística descriptiva de los datos que se usaron para la regresión lineal simple.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los datos, la desviación de la tasa es del 2.75% y el PIB de 19,126; si se analiza en proporción, El PIB a precios constantes es mucho más estable, pues su desviación

estándar representa un 8.67% de su media, mientras que la desviación estándar de la tasa representa un 22.94% de su media.

Ajustes del modelo

En primera instancia, se corrió el modelo presentado en la ecuación 10. Debido a que se harán varios ajustes al modelo, solo se mostrarán los resultados de las pruebas. Los coeficientes, y su interpretación serán analizados solamente en los modelos finales, puesto que mostrar los resultados de cada paso puede llegar a confundir al lector.

Ecuación 10. Modelo original de Tasas y PIB.

$$PIB = \beta_0 + \beta_1 x_1$$

Nota. La ecuación representa la ecuación básica de una regresión lineal simple. β_1 representa el coeficiente que presenta la tasa, mientras que β_0 representa al intercepto.

Se corrieron las mismas pruebas que en los modelos anteriores. Sus implicaciones e importancia se dan por entendidos.

Tabla 18. Prueba de normalidad de residuos Shapiro-Wilk.

Prueba Shapiro wilk a residuos de los modelos	Estadístico -w	
	valor P	
Modelo original	0.98186	0.7943

Nota. La tabla muestra los resultados de correr la prueba Shapiro Wilk a los residuos del modelo. H_0 = Los residuos se distribuyen de forma normal, H_1 = Los residuos no se distribuyen de forma normal. Se rechaza H_0 con un valor P menor o igual a 0.05. Fuente: Elaboración propia.

Con un valor P de 0.7943 no se rechaza la hipótesis nula, por tanto, no se requiere ajustar el modelo por falta de normalidad en los residuos.

A continuación, se emplea la prueba de Breusch-Pagan para verificar si hay presencia de heterocedasticidad en el modelo. Los resultados se presentan en la tabla 19.

Tabla 19. Resultados de Prueba Breusch-Pagan.

Prueba de verificación de homocedasticidad: Prueba de Breusch-Pagan		
	Estadístico BP	Valor P
Modelo original	0.95772	0.3278

Nota. La hipótesis nula de la prueba es que los residuos son homocedásticos. Se rechaza con un valor P menor o igual a 0.05: Los residuos son heterocedásticos. Fuente: Elaboración propia.

Con un valor P de 0.3278, se concluye que no hay evidencias suficientes para rechazar la hipótesis nula, y por tanto se establece que no hay presencia de heterocedasticidad en el modelo.

9.3.2 Resultados del modelo.

Habiendo realizado las pruebas anteriores y concluyendo que no se requieren ajustes en el modelo, se presentan los resultados en la tabla 20.

Tabla 20. Resultados del modelo de regresión lineal simple.

Resumen del modelo				
Variable	Coefficiente	Error estándar	Valor-t	Valor P
Intercepto	176,457	12,265	14.387	2.91E-16
Tasa	367,627	99,765	3.685	0.000768

Nota. La tabla muestra los resultados del modelo original. Cuando se habla de la variable Tasa, se refiere al promedio de las tasas de vivienda No-VIS, No-VIP. Fuente: Elaboración propia.

Intercepto

Como se mencionó en los modelos anteriores, el intercepto es una variable conceptual, indica en este caso, cuál sería el PIB de un país cuando el promedio de las tasas de crédito de vivienda No-VIS, No-VIP es 0.

El intercepto es significativo en el modelo con un valor P de 2.91E-16, y un coeficiente de 176,457. Esto quiere decir que ese sería el PIB en la situación mencionada previamente, de acuerdo con el modelo.

Promedio de tasas

El promedio de las tasas de crédito de vivienda No-VIS, No-VIP (Tasa en el modelo), resulta como una variable significativa con un valor P de 0.000768 y un coeficiente de 367,627. Esto sugiere que la tasa de vivienda No-VIS, No-VIP si es una variable significativa en el crecimiento económico.

El modelo sugiere que el PIB incrementaría 367,627 si el promedio de las tasas¹³ incrementara en una unidad. Recuerde que un incremento de una unidad significaría pasar de una tasa de por ejemplo 10% a 110%.

Este resultado concuerda con la conclusión a la que llega Madalina (2013), cuando estudia la relación entre el crédito otorgado a las viviendas y el crédito de administración pública con el PIB de Romania. En su trabajo, Madalina encuentra que hay una fuerte relación entre los créditos otorgados a las viviendas en Romania y el PIB de su país. Además, posiciona al crédito como causante directo de algunas crisis económicas que ha sufrido su país.

¹³ Se resume como tasa a la tasa de crédito de vivienda No-VIS, No-VIP.

Como una prueba adicional, se realiza el test de causalidad de Granger, con el objetivo de verificar si la variable tasa causa en el sentido de Granger a la variable PIB en el modelo. Los resultados se muestran en la tabla 21.

Tabla 21. Prueba de causalidad de Granger

Prueba de Causalidad: Prueba de causalidad de Granger	de causalidad de Granger	
	Estadístico-F	Valor P
Tasa causa a PIB	7.16	0.01151
PIB causa a Tasa	0.9372	0.34

Nota. La hipótesis nula es que X no causa en el sentido de Granger a Y, se rechaza con un valor P menor a 0.05: X causa en el sentido de Granger a Y. Fuente: Elaboración propia.

Con esta prueba, se encuentra que en el modelo, la tasa causa al PIB en el sentido de Granger, mientras que el PIB no causa a la tasa en el sentido de Granger. Es importante resaltar que esta prueba no determina que una variable cause a otra en un sentido estricto. Sino que los valores pasados de una variable ayudan a predecir el comportamiento de la segunda.

10. Conclusiones

En conclusión, se encuentra que todas las variables en sus dos componentes son significativas en al menos un modelo.

El IPC consigue ser significativa para todos los modelos en su componente lineal como consecuencia de ser el indicador de referencia. Como se analizó con la ecuación 13, las tasas incrementarán si la inflación esperada aumenta.

Se observó también que los componentes lineales tienen las siguientes relaciones con la tasa de interés de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP en Colombia: IPC (Directa), Tasa de desempleo (Inversa), Índice de calidad de cartera (Inversa), TRM (Directa), Yield bonos TES a

10 años (Inversa) y Relación de solvencia (Inversa, con excepción de Banco Av Villas que es directa).

La polaridad de los coeficientes del componente cuadrático son los siguientes: IPC (Negativo para Banco Davivienda, Positivo para los demás), Tasa de desempleo (Positivo), Índice de cartera vencida (positivo), TRM (Positivo), Yield bonos TES a 10 años (Negativo para Banco de Bogotá, Positivo para Banco BBVA) y Relación de solvencia (Negativo).

Se evidenció cómo los bancos incrementan sus tasas como respuesta a un aumento percibido del riesgo, con excepción del índice de cartera vencida y el yield de los bonos TES a 10 años, donde se obtienen polaridades de coeficientes atípicos.

Se encuentra que la tasa de interés de créditos de vivienda No-VIS, No-VIP ayuda a explicar el comportamiento del crecimiento económico (PIB) en Colombia, como análisis de la prueba de causalidad de Granger. Los resultados del modelo también indican que sí existe una relación entre la tasa y el PIB colombiano, sugiriendo que un incremento de 1 unidad (100%) en la tasa, incrementaría el PIB del país en 367.6 billones de pesos.

11. Referencias

- Andersen, H., Juelsrud, R. (2024). Optimal capital adequacy ratios for banks. *Latin American Journal of Central Banking*. Vol. 5(2). 01-16. <https://doi.org/10.1016/j.latcb.2023.100107>
- Aroca, M. (2015). El crédito de la vivienda y su relación con el índice de Precios al Consumidor. Ecuador. Periodo 2007-2014. *Universidad Espiritu Santo*.
<http://201.159.223.2/handle/123456789/661>
- Banco de la República de Colombia. (s.f). *¿Qué hizo el Banco de la República para enfrentar el impacto de la pandemia en la economía?.* <https://www.banrep.gov.co/es/medidas-banrep-covid-19-0>
- Chaparro, N. (2016). Efecto de la tasa de interés de intervención en el indicador de cartera vencida de los establecimientos de crédito en Colombia mediante un modelo VEC para el periodo 2006-2016. *Fundación Universitaria los libertadores*. 250159197-libre.pdf
<https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.net>
- Chortareas, G., Garza-García, J. y Girardonde, C. (2012). Competition, efficiency and interest rate margins in Latin American banking. *International Review of Financial Analysis*, Vol. 24, 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.irfa.2012.08.006>
- Domínguez, R. y Naranjo, I. (2009). *Determinantes de las tasas de interés en el Ecuador con dolarización oficial* [Tesis de pregrado, Escuela Politécnica Nacional]. Archivo digital.
<https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/1531/1/CD-2216.pdf>
- DANE. (2023). *Financiación de Vivienda (FIVI)*.
<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/FIVI/bol-FIVI-IVtrim2023.pdf>
- DANE. (2024). *Financiación de Vivienda (FIVI)*.
<https://www.dane.gov.co/files/operaciones/FIVI/bol-FIVI-IItrim2024.pdf>

DANE. (s.f). *Glosario Índice de Precios al Consumidor -IPC-*.

<https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc/glosario-ipc#:~:text=Serie%20de%20empalme%3A%20series%20de,hacerlas%20comparables%20en%20el%20tiempo.>

DANE. (2024). *Mercado Laboral*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/mercado-laboral/empleo-y-desempleo>

DANE. (2024). *IPC*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/precios-y-costos/indice-de-precios-al-consumidor-ipc>

DANE. (2024). *PIB*. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-trimestrales/historicos-producto-interno-bruto-pib>

Decreto 1233 de 2020. (2020, 14 de septiembre). Ministerio de Vivienda y Crédito Público.

<https://minvivienda.gov.co/sites/default/files/normativa/1233%20-%202020.pdf>

Del Rosario, C. (2020). *La tasa de interés del Crédito de Consumo en el Perú: Determinantes microeconómicos y macroeconómicos por tipo de Institución Financiera en el periodo 2010 –2018* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Archivo digital.

https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/17457/DELROSARIO_GUTIERREZ_CAROLINA_AZUCENA_TASA_DE_INTER%c3%89S_DEL_CR%c3%89DITO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Eller, M. y Reininger, T. (s.f.) The influence of sovereign bond yields on bank lending rates: the pass-through in Europe. https://www.researchgate.net/profile/Markus-Eller/publication/303882058_The_influence_of_sovereign_bond_yields_on_bank_lendin

g_rates_the_pass-through_in_Europe/links/575a8d7408ae414b8e4644d7/The-influence-of-sovereign-bond-yields-on-bank-lending-rates-the-pass-through-in-Europe.pdf

Espino, F. y Carrera, C. (2006). Concentración bancaria y margen de las tasas de interés en Perú.

Banco Central de Reserva del Perú.

<https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/13/Estudios-Economicos-13-4.pdf>

Fisher, I. (1930). *The theory of interest* (1 edición). The MacMillan Company.

<https://oll.libertyfund.org/titles/fisher-the-theory-of-interest>

Fowler, L. (2019). Forecasting Housing Starts using Real GDP, and Average Fixed Mortgage Rates. <https://digitalcommons.linfield.edu/symposium/2019/all/40/>

Galindo, A. y Hofstetter, M. (2008). Mortgage interest rates, country risk and maturity matching in Colombia. *Centro de Estudios sobre Desarrollo Económico.*

<https://repositorio.uniandes.edu.co/server/api/core/bitstreams/167414cd-d10a-40d6-8611-60093e5f9341/content>

García, R., Cadavid, N., Aristizábal, E. (2018). Efectos del crédito hipotecario sobre el precio de la vivienda nueva NO VIS en Medellín. *Centro de Investigación Económicas y*

Financieras. <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/e3e186a1-6090-4fe7-80b6-6f618531636c/content>

Gutiérrez, O. y Zurita, A. (2006). Sobre la inflación. *Revista PERSPECTIVAS*, Vol. 9(3), 81-115.

<https://www.redalyc.org/pdf/4259/425942413004.pdf>

Gruenberg, C., Pereyra Iraola, V., Torres, N. y Viola, A. (2007). Subsidios: entre la sospecha y la transparencia. Diagnóstico y recomendaciones para una reforma pro-transparencia.

- CIPPEC. *Políticas Públicas Análisis* N° 46. <https://www.cippec.org/wp-content/uploads/2017/03/2044.pdf>
- Gómez, R. (2008). La teoría del ciclo económico de Friedrich Von Hayek: Causas Monetarias, Efectos Reales. *Cuadernos de Economía*, Vol. 27(48), 47-69. <http://www.scielo.org.co/pdf/ceco/v27n48/v27n48a03.pdf>
- Huanca, A. (2017). *El costo del crédito en el mercado peruano: ¿Determinantes microeconómicos o macroeconómicos en el periodo 2005-2015?* [Tesis de maestría, Pontificia Universidad Católica del Perú]. Archivo digital. <https://core.ac.uk/download/pdf/196533306.pdf>
- Huber, P. (1964). Robust Estimation of a Location Parameter. *Ann. Math. Statist.* 35(1), 73-101. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177703732>
- Jiménez, J. (2013). La Obligación Civil Romana y Las Garantías del Derecho de Crédito. *Revista Judicial, Costa Rica*, No. 109. <https://www.corteidh.or.cr/tablas/r31073.pdf>
- Keshtgar, N., Pahlavani, M., Mirjaili, S. (2020). *The Impact of Exchange Rate volatility on Banking Performance (case of Iran)*. *International Journal of Business and Development Studies*. Vol. 12(1), 39-56. <https://doi.org/10.22111/ijbds.2020.5436>
- Ley 2079 de 2021 (2021, 14 de enero). Congreso de Colombia. <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=160946>
- Madalina, I. (2013). *The Impact of Credit on Economic Growth in the Global Crisis Context*. *Procedia Economics and Finance*. Vol. 6(2013), 25-30. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(13\)00109-3](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(13)00109-3)

Makalesi, A. (2024). Does Exchange Rate Volatility Affect the Bank Lending Channel?. *Journal of Economic Policy Researches*. Vol. 11(1), 51–61.

<https://doi.org/10.26650/JEPR1343548>

Meen, G. y Whitehead, C. (2020). *Understanding Affordability: The Economics of Housing Markets* (1st ed.) Bristol University Press. <https://doi.org/10.2307/j.ctv13gvj30>

Ministerio de Vivienda. (2024). Subsidios de Vivienda Asignados.

https://www.datos.gov.co/Vivienda-Ciudad-y-Territorio/Subsidios-De-Vivienda-Asignados/h2yr-zfb2/about_data

Ministerio de Vivienda. (2023). *VIS y VIP*.

<https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-vivienda/vis-y-vip>

Montesinos, A. (2011). Estudio del AIC y BIC en la selección de modelos de vida con datos censurados. *Centro de Investigación en Matemáticas, A.C.*

<https://probayestadistica.cimat.mx/sites/default/files/PDFs/TE414MontesinosLopez.pdf>

Murcia, A. y Piñeros, H. (2006). Determinantes de la oferta de crédito en el sector financiero colombiano. *Banco de la República de Colombia*.

<https://repositorio.banrep.gov.co/bitstream/handle/20.500.12134/2074/tef.pdf>

Ondieki, I. (2014). *The effects of GDP growth rate on mortgage interest rates in Kenya*.

<http://erepository.uonbi.ac.ke/handle/11295/75343>

Parra, W. (2020). *Relación Entre el Desempleo en Colombia Y el Otorgamiento De Créditos de Consumo en Tres Bancos Nacionales Más Representativos Para el Periodo 2016 a 2019* [Tesis de especialización, Universidad Católica de Colombia].

<https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b524dad1-3ab5-4171-9b07-51d1d53ea48f/content>

- Pereira, I. (2010). *La Importancia del Crédito Para Alcanzar un Crecimiento Económico Sostenido en el Ecuador*. [Tesis de maestría, FLACSO Sede Ecuador]. Archivo digital. <https://repositorio.flacsoandes.edu.ec/handle/10469/3286>
- Refinitiv. (2024). *Todos los Datos de Refinitiv*. <https://www.lseg.com/en/data-analytics/products/workspace/download-workspace>
- Suárez, G. (2020). Una Mirada a La Protección del Consumidor en Las Operaciones Mediante Sistemas de Financiación en Colombia. *Revista de Derecho Privado, sin volumen* (38), 209 - 239. <http://dx.doi.org/10.18601/01234366.n38.08>.
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2024). *Evolución Cartera de Créditos*. <https://www.superfinanciera.gov.co/publicaciones/60950/informes-y-cifras-cifras-establecimientos-de-credito-informacion-periodica-mensual-evolucion-cartera-de-creditos-60950/>
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2024). *Relación de Solvencia*. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiii7KE4_aFAxX3fTABHfPJB-gQFnoECBAQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.superfinanciera.gov.co%2Floader.php%3FIServicio%3DTools%26ITipo%3Ddescargas%26IFuncion%3Ddescargar%26idFile%3D1039787&usg=AOvVaw2DoUq4UGuy1I7BsE8VAA1Z&opi=89978449
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2024). *Tasa de Interés y Desembolsos por Modalidad de Crédito*. <https://www.superfinanciera.gov.co/publicaciones/60955/informes-y-cifras-cifras-establecimientos-de-credito-informacion-periodica-mensual-tasa-de-interes-y-desembolsos-por-modalidad-de-credito-60955/>

Superintendencia Financiera de Colombia. (2024). *Indicadores Gerenciales – NIIF*.

<https://www.superfinanciera.gov.co/publicaciones/10084493/informes-y-cifras-cifras-establecimientos-de-credito-informacion-periodica-mensual-indicadores-gerenciales-niif-10084493/>

Superintendencia Financiera de Colombia. (2020). *Superfinanciera emite medidas para apoyar a los deudores afectados económicamente por el COVID-19 y para garantizar la prestación del servicio financiero*.

<https://www.superfinanciera.gov.co/publicaciones/10103421/sala-de-prensa-comunicados-de-prensa-comunicados-de-prensa-superfinanciera-emite-medidas-para-apoyar-a-los-deudores-afectados-economicamente-por-el-covid-y-para-garantizar-la-prestacion-del-servicio-financiero-10103421/>

Vargas, H., Hamann, F. y González, A. (2010). Efectos de la política monetaria sobre las tasas de interés de los créditos hipotecarios en Colombia. *Revista de desarrollo y sociedad*, (66), 45-66. <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/dys/article/view/6604/6786>

Xu, T. (2016). The Relationship between Interest Rates, Income, GDP Growth and House Prices. *Research in Economics and Management*, Vol. 2(1). <https://core.ac.uk/download/pdf/268085854.pdf>

Yohai, V. (s.f). Regresión robusta. *Revista CEMA*, (9), 2-40.

<https://ucema.edu.ar/publicaciones/download/documentos/9.pdf>