

BORRADORES DE ECONOMÍA



Billeteras móviles y otros servicios
de pago: brechas regionales y su
adopción en Colombia

Por:
Constanza Martínez-Ventura
Ligia Alba Melo-Becerra

Núm. 1339
2025



Billeteras móviles y otros servicios de pago: brechas regionales y su adopción en Colombia ♦

Las opiniones contenidas en el presente documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no comprometen al Banco de la República ni a su Junta Directiva

Constanza Martínez-Ventura ♦

Ligia Alba Melo-Becerra ♦

Resumen

Este estudio analiza los factores que determinan la adopción de las billeteras móviles y otros servicios de pago en Colombia. Se utilizan modelos de econometría espacial para evaluar la heterogeneidad territorial usando datos departamentales, y técnicas de *Machine Learning* (*Decision Tree* y *Random Forest*) para identificar patrones individuales a partir de microdatos. Los resultados evidencian una alta heterogeneidad territorial, asociada a la cobertura de internet, educación y condiciones económicas. A nivel individual, la adopción depende principalmente del ingreso, la edad, el género y la percepción de los individuos sobre el sistema financiero. Si bien los productos tradicionales como la tarjeta débito presentan barreras de acceso operativas y culturales, las billeteras móviles muestran mayor adopción entre jóvenes con familiaridad digital y disposición al uso de nuevas tecnologías.

Clasificación JEL: C23, C40, G20, G50

Palabras clave: Billeteras móviles, instrumentos de pago, econometría espacial, *machine learning*

♦ Agradecemos a Andrés Murcia, Clara Machado y Carlos Arango por los comentarios a una versión preliminar del documento. Asimismo, agradecemos las valiosas sugerencias de los participantes del curso *Introduction to Machine Learning* organizado por el Deutsche Bundesbank entre el 25 y 27 de marzo del 2025, a Mayra Natalia Díaz por su excelente asistencia de investigación y a Jesús David Barrios por el apoyo en la implementación de los modelos basados en *Machine Learning*.

♦ Banco de la República, Bogotá, Colombia. lmelobec@banrep.gov.co, (ORCID: 0000-0003-0895-9753).

♦ Banco de la República, Bogotá, Colombia. amartive@banrep.gov.co, (ORCID: 0000-0001-6128-5095).

Mobile Wallets and other payment services: regional gaps and their adoption in Colombia[♦]

The opinions contained in this document are the sole responsibility of the authors and do not commit Banco de la República or its Board of Directors

Constanza Martínez-Ventura[♣]

Ligia Alba Melo-Becerra[♣]

Abstract

This study analyzes the factors that determine the adoption of mobile wallets and other payment services in Colombia. Spatial econometric models are used to assess regional heterogeneity using regional data, and machine learning techniques (Decision Tree and Random Forest) are applied to identify individual-level patterns based on microdata. The results reveal significant regional heterogeneity, associated with internet coverage, education, and economic conditions. At the individual level, adoption is primarily influenced by income, age, gender, and individuals' perceptions of the financial system. While traditional financial products such as debit card face operational and cultural barriers, mobile wallets show higher adoption among younger users who are digitally literate and open to using new technologies.

JEL Classification: C23, C40, G20, G50

Keywords: Mobile wallets, payment instruments, spatial econometrics, machine learning

[♦] We thank Andrés Murcia, Clara Machado, and Carlos Arango for their comments on a preliminary version of this document. We also acknowledge the valuable suggestions of the participants of the Introduction to Machine Learning course organized by the Deutsche Bundesbank between March 25 and 27, 2025, Mayra Natalia Díaz for her excellent research assistance, and Jesús David Barrios for his support in the implementation of the Machine Learning-based models.

[♣] Banco de la República, Bogotá, Colombia. lmelobec@banrep.gov.co, (ORCID: 0000-0003-0895-9753).

[♣] Banco de la República, Bogotá, Colombia. amartive@banrep.gov.co, (ORCID: 0000-0001-6128-5095).

1. Introducción

Las innovaciones financieras han contribuido al mejoramiento de la adopción de productos financieros en la economía, dando lugar a cambios tanto en el panorama de pagos y en sus participantes, como en los patrones de pago por parte de los usuarios (personas y empresas). La velocidad a la cual se adoptan estas innovaciones depende tanto de su oferta por parte de los bancos comerciales y de las empresas FinTech, como de aspectos inherentes a los usuarios¹. En Colombia, el dinamismo de las FinTech en la provisión de créditos, servicios de inversión y soluciones de pago ha registrado un crecimiento sostenido en los últimos años, pero su participación en los servicios financieros ofrecidos por el sector privado continúa siendo baja². En efecto, la población que puede realizar transacciones con instrumentos de pago diferentes del efectivo dista mucho del total, como lo muestran las cifras de la Banca de las Oportunidades, sobre el porcentaje de personas con al menos un producto financiero activo (77,27% en 2022, 81,96% en 2023, y 83,92% en 2024).

Este estudio provee un diagnóstico de los pagos al por menor, desde el punto de vista de la demanda (i.e., los usuarios), sobre los posibles cambios que han generado los servicios ofrecidos por las FinTech en las preferencias de pago de la población. En particular, el estudio tiene como objetivo identificar los factores que influyen en la adopción de servicios de pago en el contexto local, haciendo énfasis en la heterogeneidad territorial y a nivel de usuario. El análisis contrasta la adopción de billeteras móviles (servicios de pago con un alto componente tecnológico) con instrumentos como el cheque y la tarjeta débito.

Para estudiar la heterogeneidad territorial, se estiman modelos de econometría espacial sobre indicadores de uso basados en depósitos electrónicos y cuentas de ahorros, cuyos datos se encuentran disponibles en el Reporte de Inclusión Financiera de la Banca de las Oportunidades. Esta medición indirecta de los servicios de pago se debe a que no se cuenta con datos sobre billeteras móviles ni instrumentos de pago a nivel departamental y, por tanto, los indicadores

¹ Las FinTech son empresas que se apalancan en la tecnología para crear nuevos servicios financieros, como las billeteras móviles. De acuerdo con el BIS-BCBS (2017), las empresas FinTech (acrónimo de *Financial Technology*) son aquellas que utilizan la tecnología digital para ofrecer servicios financieros innovadores, más ágiles, accesibles y eficientes que los modelos tradicionales de la banca. Estas empresas abarcan áreas como pagos, *crowdfunding*, gestión de inversiones, seguros (*insurtech*), criptomonedas y neobancos. En esencia, una FinTech combina innovación tecnológica con modelos de negocio financieros para ampliar el acceso, mejorar la experiencia del usuario y reducir costos en la provisión de servicios financieros.

² La provisión de servicios de pago FinTech en Colombia, se realiza de manera conjunta con bancos comerciales.

mencionados se usan como *proxy*³. Estos indicadores se construyen con información sobre los productos financieros que permiten realizar transacciones a personas y empresas, su uso como *proxy* en las estimaciones brinda información sobre los factores que explican la adopción de tarjetas débito, cheques y billeteras móviles. El análisis se realiza mediante la estimación de modelos de datos panel espaciales autorregresivos (SAR) con efectos fijos utilizando indicadores departamentales y matrices de ponderación que representan medidas de distancia económica entre departamentos.

Para estudiar la heterogeneidad en las preferencias de las personas por las billeteras móviles e instrumentos se implementan los algoritmos de *Machine Learning* (ML): *Decision Tree* y *Random Forest*, utilizando microdatos obtenidos de la Encuesta de Demanda de Inclusión Financiera, realizada por Banca de las Oportunidades en 2022⁴.

El presente documento hace tres contribuciones a la literatura relacionada. En primer lugar, incorpora elementos de localización e indicadores regionales en las estimaciones, los cuales resultan esenciales en el estudio de los servicios de pago, que se realiza utilizando modelos de econometría espacial. En segundo lugar, ofrece una evaluación empírica sobre los determinantes de la tenencia y el uso de billeteras móviles y de instrumentos como la tarjeta débito y el cheque, mediante técnicas de ML para modelar relaciones no lineales de manera flexible y las cuales no son fácilmente capturadas por métodos econométricos tradicionales. El documento también incluye una descripción de las tendencias recientes de los pagos al por menor en Colombia, destacando el papel de las innovaciones financieras y los riesgos asociados (e.g. la exposición al fraude). En conjunto, este estudio contribuye a la labor de monitoreo que realiza el Banco de la República al ecosistema de pagos local, proporcionando evidencia relevante sobre su accesibilidad y seguridad.

Los resultados ofrecen evidencia empírica sobre las disparidades regionales al identificar las unidades territoriales más distantes (en términos económicos) como las que tienen los mayores

³ En este documento se usa el término “servicios de pago” en el contexto al por menor, que es el que enmarca el estudio. Los servicios de pago permiten a personas y empresas transferir dinero, realizar transacciones y cumplir obligaciones de pago, sin necesidad de usar efectivo. En ese grupo se encuentran el procesamiento de transferencias de fondos (e.g., débitos directos, transferencias de crédito, pagos con tarjeta y transferencias de dinero electrónico), provisión de cuentas y servicios de dinero electrónico, provisión de servicios de monederos, adquisición de transacciones de pago, servicios de transferencia de dinero o valores, emisión de instrumentos de pago, servicios de iniciación de pagos, y provisión de cuentas, entre otros (ver Ehrentraud, et al., 2021).

⁴ Esta encuesta se realizó con la colaboración de la Superintendencia Financiera de Colombia y el Banco de la República, entre febrero y abril de 2022.

retos para ampliar la cobertura de servicios de pago. Dichas disparidades se vuelven mucho más pronunciadas cuando hay diferencias sustanciales en el nivel educativo de los usuarios y en la cobertura de internet. Las fuentes de heterogeneidad individual se originan en factores socioeconómicos como el ingreso, la edad y el sexo de los usuarios, y variables de percepción sobre el sistema financiero. Estos resultados, en conjunto, señalan la necesidad de considerar tanto la heterogeneidad territorial como a nivel de usuario para avanzar en el diseño de políticas públicas que permitan reducir las brechas y lograr una mayor cobertura de los servicios de pago. Para reducir estas brechas, es fundamental garantizar una mayor conectividad y mejorar los programas de educación financiera digital, factores clave para utilizar servicios de pago novedosos como las billeteras móviles.

El presente documento se relaciona con cuatro corrientes de la literatura. La primera se basa en el modelo de Davis (1989), según el cual el uso y las intenciones de uso de una nueva tecnología se identifican a partir de las percepciones de la población sobre la utilidad y facilidad de uso de la tecnología misma. En esta línea se ha encontrado evidencia tanto de la relevancia de las percepciones sobre la utilidad (e.g. Chawla & Joshi, 2019) como de la facilidad de uso de la tecnología (e.g., Campbell & Singh, 2017; Chawla & Joshi, 2019) en la intención de uso de las billeteras móviles⁵. Otros determinantes relevantes son la edad y el género (Vasantha & Sarika, 2019; Chawla & Joshi, 2020), la educación y el ingreso (Leong, Hew, Ooi & Wei, 2020), la percepción de riesgo y la conveniencia (Chawla & Joshi, 2019), los costos de cambio (*switching costs*), la confianza, la lealtad y los hábitos de los usuarios (Amoroso, Lim & Román, 2021), la ventaja relativa y la seguridad percibida (Mombeuil, 2020), y la ansiedad hacia las nuevas tecnologías, la falta de conciencia sobre sus beneficios y falta de habilidades en el manejo de la tecnología (ver Sharma, Mangla, Luthra & Al-Salti, 2018). Otros estudios han relacionado el uso de las billeteras móviles con la complejidad de la red de transferencias (ver León, 2021).

Este documento también se relaciona con estudios basados en el concepto del *multi-homing* desarrollado por Rochet y Tirole (2003) para explicar la razón por la cual las personas portan y utilizan una combinación de diferentes instrumentos de pago (i.e., efectivo, cheque, y tarjetas de crédito y débito) para maximizar su utilidad. Estos estudios han encontrado que las preferencias

⁵ Otras teorías de aceptación de tecnologías son las versiones extendidas del modelo de Davis (1989), e.g., Venkatesh y Davis (2000), y la teoría unificada de aceptación y uso de tecnología (Venkatesh et al., 2003; Venkatesh et al., 2012).

de los usuarios por dichos instrumentos están estrechamente correlacionadas con la edad, el ingreso y otras características demográficas (Stavins, 2001; Hayashi & Klee, 2003; Klee, 2006; ver Au & Kaufmann, 2008).

En tercer lugar, este documento se relaciona con estudios sobre el efecto de las tecnologías de pago modernas en el uso de efectivo considerando casos específicos de países (e.g., Stavins, 2001; Hayashi & Klee, 2003; Klee, 2006; Arango, Zárate & Suárez, 2017; Martínez, 2019) o paneles de países (e.g., Drehmann et al., 2002; Amromin & Chakravorti, 2009; Arango & Suarez, 2020). En general, estos estudios han encontrado que las preferencias de la población por instrumentos de pago dependen del ingreso, la tasa de interés de corto plazo, la propensión a adoptar nuevas tecnologías, la inflación, la informalidad y el crimen (ver Knell & Stix, 2006).

Por último, este documento se relaciona de manera tangencial con estudios sobre los efectos de las FinTech en la inclusión financiera. En el contexto colombiano, investigaciones como las de Cardona-Ruiz, Hoyos-Alzate y Saavedra-Caballero (2018) han destacado la relevancia de las brechas regionales en la adopción de productos financieros, particularmente en áreas rurales, donde la infraestructura bancaria es limitada. Bran-Guevara, Hernández-Ávila y McAllister-Harker (2022) subrayan el impacto de los pagos digitales en la inclusión financiera y la reducción del uso de efectivo.

Este documento consta de tres secciones además de esta Introducción. En la Sección 2 se describen los principales componentes del ecosistema de pagos, así como las tendencias recientes de los servicios de pagos al por menor. La Sección 3 presenta la estrategia empírica y los resultados del enfoque territorial. La Sección 4 evalúa los determinantes de tenencia y uso a nivel de usuario. Por último, se presentan las conclusiones del documento.

2. Mercado de pagos al por menor: estructura y dinámicas recientes

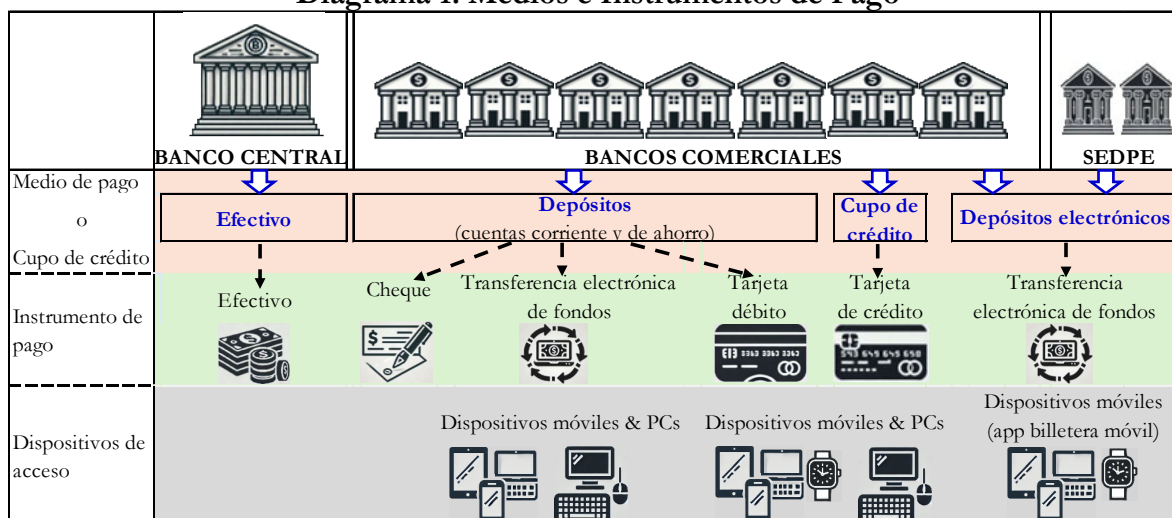
En esta sección se describe el ecosistema de los servicios de pago al por menor, sus principales actores, instrumentos, dispositivos de acceso y canales de transacción. Asimismo, se examinan las tendencias recientes en el uso de instrumentos de pago distintos al efectivo, identificando los

patrones de adopción tecnológica, los efectos de la pandemia sobre los hábitos de pago, y las diferencias en el acceso y uso⁶.

2.1. Los servicios de pago al por menor

En el ecosistema de pagos al por menor participan instituciones financieras que ofrecen servicios de pago (medios e instrumentos) y agentes (personas o empresas) que realizan o reciben pagos o transferencias. El Diagrama 1 describe la relación que existe entre los actores que ofrecen medios e instrumentos de pago y los dispositivos de acceso respectivos.

Diagrama 1. Medios e Instrumentos de Pago



Nota: Diseño de las autoras. Imágenes generadas con AI.

En la primera franja del diagrama se presentan las entidades financieras que ofrecen servicios de pago a personas y empresas. En este grupo se encuentra el banco central (Banco de la República), el cual está a cargo de la emisión y provisión de dinero público (efectivo), representado por billetes y monedas de diferente denominación⁷. También se encuentran los bancos comerciales, los cuales ofrecen dinero privado en forma de depósitos (cuentas de ahorro y corrientes) e

⁶ En el Anexo A se presenta una breve descripción del marco normativo que regula los depósitos electrónicos y las billeteras móviles en el país, con énfasis en las disposiciones sobre las finanzas abiertas, el tratamiento de datos personales y la seguridad informática.

⁷ En Colombia la emisión de efectivo es responsabilidad exclusiva del Banco de la República, mientras que su distribución se realiza a través de bancos comerciales (95%), centros complementarios de efectivo (3,3%) y ventanillas del banco central para atención al público (Banco de la República, 2021a)

instrumentos de pago representados por el cheque, la transferencia electrónica de fondos, y la tarjeta débito⁸. Los bancos comerciales y otras entidades de crédito (i.e., compañías de financiamiento comercial y cooperativas financieras) financian el consumo de los agentes mediante cupos de crédito que se pueden usar a través de tarjetas de crédito. Por último, se encuentran otras instituciones financieras denominadas SEDPE (i.e. sociedades especializadas en depósitos y pagos electrónicos), las cuales ofrecen depósitos electrónicos y servicios de pago a través de billeteras móviles⁹.

La segunda franja agrupa las fuentes de liquidez que permiten ejecutar las órdenes de pago, las cuales están compuestas por medios de pago y el cupo de crédito. Los medios de pago incluyen los depósitos bancarios (cuentas corrientes y de ahorro) y los depósitos electrónicos que son depósitos a la vista diferentes de las cuentas corrientes y de ahorro, y que permiten a su titular extinguir obligaciones, transferir fondos y/o hacer retiros mediante dispositivos de acceso móvil. Los depósitos electrónicos, también conocidos como depósitos de bajo monto, se usan para la prestación de servicios transaccionales a bajo costo¹⁰. En el otro grupo se encuentra el cupo de crédito, cuyo uso se encuentra atado a la tarjeta de crédito.

En la tercera franja se encuentran los instrumentos de pago que se usan para iniciar la transferencia de valor. Este grupo contiene aquellos provistos por bancos comerciales y otras entidades de crédito, entre los que se encuentra la tarjeta débito, el cheque, la transferencia electrónica de fondos, y la tarjeta de crédito. La transferencia electrónica de fondos es el único instrumento atado a dos medios de pago: las cuentas de depósito (corriente y de ahorros) y el depósito electrónico. En este grupo también se encuentra el efectivo (billetes y monedas), que es el único que cumple la función de medio e instrumento de pago. Como medio de pago, el efectivo puede ser acumulado (atesorado) como depósito de valor por ser considerado activo de

⁸ Los bancos comerciales y otras entidades de crédito cumplen la función de proveedores de servicios de pago (Kahn & Roberds, 2009), al ofrecer diversos servicios al cliente, incluyendo la compensación, liquidación y procesamiento de pagos, y el suministro de interfaces móviles que permiten a los usuarios acceder a los datos de sus cuentas bancarias o tarjetas de crédito (ver BIS, 2020).

⁹ Las SEDPE no podrán otorgar créditos o cualquier otro tipo de financiación. Estas instituciones están sujetas a inspección y vigilancia por parte de la SFC y están obligadas a mantener los recursos captados en depósitos a la vista en entidades vigiladas por la SFC (Ley 1735 de 2014).

¹⁰ Los depósitos electrónicos se encuentran sometidos a una normatividad especial, según la cual su saldo y sus operaciones débito mensuales no podrán superar el equivalente a 3 salarios mínimos mensuales legales vigentes. <https://www.superfinanciera.gov.co/publicaciones/10085816/normativanormativa-generalboletin-juridico-superintendencia-financieraboletin-juridico-numero-depositos-electronicos-regimen-normativo-naturaleza-10085816/>

reserva. Como instrumento de pago, el efectivo permite extinguir obligaciones financieras de manera inmediata, dado su poder liberatorio de valor.

En la cuarta franja del diagrama están los dispositivos de acceso, compuestos por computadores personales de escritorio y dispositivos móviles (i.e., *smartphones*, computadores portátiles, tabletas y *smartwatches*). Una de las innovaciones más recientes en los servicios de pago al por menor es la billetera móvil, cuyo acceso se realiza mediante una aplicación instalada en un dispositivo móvil como el *smartphone*, el *smartwatch*, la tableta y el computador portátil, y sirve para realizar transacciones usando el dinero que se encuentra en los depósitos electrónicos (ver Banco de la República, 2021b)¹¹. Como se observa en la tercera franja del diagrama, la transferencia electrónica de fondos es el instrumento que se usa al efectuar pagos mediante billeteras móviles¹².

El procesamiento de los pagos al por menor requiere de canales de acceso que conectan al pagador y receptor del pago, y a los proveedores de los servicios de pago –estos últimos participan en el procesamiento del pago y ofrecen diversos servicios de atención al cliente–. Los canales de acceso están compuestos por una infraestructura de pagos física que incluye oficinas bancarias, corresponsales bancarios, cajeros automáticos y terminales punto de venta –POS– (localmente conocidos como datáfonos), y por una infraestructura de tecnologías de la comunicación e información a la que se accede mediante telefonía móvil, audio respuesta, e Internet (e.g. servicios de banca en línea).

Los agentes que realizan pagos al por menor pueden ser personas, empresas y comerciantes, quienes cumplen el papel de originador (pagador) o receptor del pago. Una vez que el pagador ordena y autoriza un pago a un agente receptor mediante un cheque, transferencia electrónica de fondos, tarjetas débito o crédito, el banco del pagador verifica la disponibilidad de los recursos en el respectivo medio de pago (cuenta de ahorros o corriente, o depósito electrónico) o cupo de crédito, y ejecuta el pago si el saldo o cupo es suficiente. El agente receptor del pago obtendrá

¹¹ <https://www.superfinanciera.gov.co/publicaciones/10113603/innovasfcglosario-de-innovacion-financierab-10113603/>

¹² A diferencia de las billeteras móviles, las billeteras digitales no están atadas a los depósitos electrónicos (ver Banco de la República, 2021b). Estas últimas permiten guardar tarjetas de crédito y débito, así como tarjetas para abordar vuelos y documentos de identificación (e.g., cédula y licencia de conducir).

la transferencia de recursos una vez que finalicen los procesos de compensación y liquidación interbancaria (ver Banco de la República, 2014)¹³.

Los pagos al por menor se pueden clasificar como pagos de persona a persona (P2P), persona a negocio (P2B) o negocio a negocio (B2B), y pueden ser presenciales o remotos. Los pagos P2B están en su mayoría dirigidos hacia comerciantes, mientras que los de negocios a personas (B2P) corresponden en su mayoría a pagos salariales y a proveedores. La primera parte de este documento se centra en pagos P2P, P2B y B2B, y la segunda en pagos P2P y P2B.

2.2. Tendencias recientes

Las innovaciones en los servicios de pago (i.e., instrumentos de pago diferentes del efectivo y dispositivos de pago) provistos por el sector privado han generado cambios sustanciales en las tendencias de pago de la población en las últimas cinco décadas. No obstante, la velocidad de adopción de esos servicios no ha avanzado al mismo ritmo de las innovaciones, con marcadas diferencias entre regiones. Esta brecha se debe, entre otros aspectos, a los bajos niveles de inclusión y educación financiera.

La encuesta de provisión de billetes y monedas e instrumentos revela que la población hace un uso intensivo de efectivo en sus pagos minoristas, como lo señala su participación en el valor de las compras mensuales habituales en los años 2019 (87,4%), 2022 (74,6%) y 2023 (78,6%). El segundo instrumento con mayor participación es la tarjeta débito (5,3% en 2019, 8,5% en 2022 y 5,9% en 2023), seguido por la transferencia electrónica de fondos (3,2% en 2019, 15,4% en 2022 y 14,4% en 2023) y la tarjeta de crédito (2,0% en 2019, 1,5% y 1,1% en 2023). En el último lugar se encuentra el cheque, cuya participación pasó de 0,1% en 2019 a ser prácticamente nula en los años subsiguientes (2022 y 2023); ver Banco de la República (2020, 2022, 2024).

El efectivo en circulación en poder de agentes y entidades diferentes de establecimientos de crédito exhibe una trayectoria ascendente que se mantiene relativamente estable hasta febrero de 2020 (panel (a) del Gráfico 1). En marzo del mismo año la tenencia de efectivo repuntó con el inicio del periodo del confinamiento estricto decretado por el gobierno para evitar la expansión

¹³ La compensación es la confirmación de la orden de pago, mientras que la liquidación es la extinción de las obligaciones dinerarias entre dos o más partes (ver CPSS, 2003).

el virus COVID-19, llegando incluso a superar los niveles observados en la prepandemia. Pese al confinamiento y al uso masivo de campañas para contener el contagio y alivianar la presión sobre el sistema de salud (i.e., pagos sin contacto), el efectivo continuó su tendencia ascendente en la pandemia y postpandemia. Si bien se pudo dar alguna sustitución de efectivo por pagos sin contacto, no es posible su cuantificación mediante cifras agregadas. Por tanto, esa mayor demanda por efectivo se puede atribuir tanto al motivo transacción como al motivo precaución.

Los pagos con tarjetas de crédito y débito, medido por el valor total de compras y pagos realizados a nivel nacional, exhibió una contracción temporal al inicio de la pandemia; pero su duración fue mucho más prolongada de la que se observó para el efectivo. No obstante, dichos pagos repuntaron desde finales de 2020, como se observa en los paneles (b) y (c) del Gráfico 1.

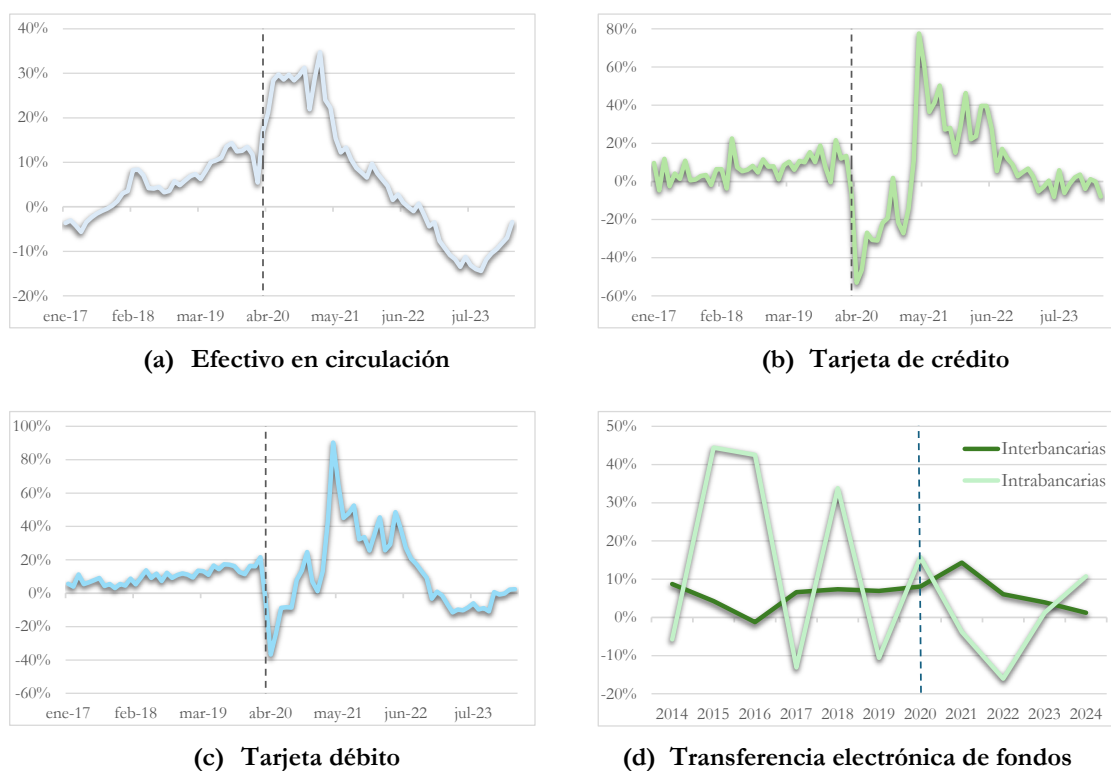


Gráfico 1. Uso de instrumentos de pago - tasa de crecimiento anual sobre el valor de las transacciones. El inicio de la pandemia por COVID-19 se representa mediante la línea punteada en marzo de 2020. Fuente: Banco de la República, SFC, ACH Colombia. Cálculos propios.

La transferencia electrónica de fondos, que es el instrumento que abarca las transferencias inmediatas, los pagos mediante el botón PSE y los pagos usando billeteras móviles, se presenta

en el panel (d) del Gráfico 1; separando las que se realizan entre la misma institución financiera (intrabancarias) de las que se realizan entre instituciones diferentes (interbancarias). La tasa de crecimiento de ambos tipos de transferencias se aceleró en el año de la pandemia, pero se ralentizó posteriormente. La tendencia decreciente de las transferencias intrabancarias, que son el grupo al cual pertenece la billetera móvil, se revirtió a partir del 2023.

La introducción de los servicios FinTech en la comercialización y distribución de los productos ofrecidos por los comerciantes también generó cambios en las preferencias de pago de la población. Según la Encuesta de Inclusión Financiera de la Banca de las Oportunidades (2022), 41,9% de la población adulta (15'.117.457) tenía billeteras móviles en 2022. No obstante, su uso en los pagos minoristas es aún bajo: arriendo (4,26%), servicios públicos (3,54%), mercado (1,39%), recarga del celular (7,48%), transporte (0,84%), y restaurantes, cine y teatro (4,17%).

El inicio de la pandemia dio lugar a choques de oferta y demanda que afectaron la producción agregada, el consumo de los hogares y sus patrones de pago. El creciente número de trabajadores contagiados y las medidas de confinamiento afectaron sectores productivos, muchos de los cuales tuvieron que suspender sus actividades, generando la pérdida de puestos de trabajo y la consecuente caída en el ingreso de las familias¹⁴. La caída del consumo privado en el segundo (-15,08%) y tercer trimestre (-7,40%) de 2020 coincidió con el menor uso de tarjetas de crédito y débito, evidenciando una posible contracción del consumo y una recomposición en las preferencias de pago de la población. La recuperación del consumo privado se registró a partir del primer trimestre de 2021.

Los patrones de pago también pueden verse influenciados por aspectos de seguridad tanto en su uso como en su portabilidad. En este en particular, los usuarios de efectivo están expuestos a perder parte de su riqueza a causa de billetes falsos y robos, mientras que los usuarios de instrumentos provistos por el sector privado pueden ser objeto de robo y estafas informáticas. En esa última modalidad delictiva se encuentran la clonación de tarjetas de crédito y débito y robo de la información contenida en estas (*skimming*), el uso de estrategias para acceder a información financiera mediante sitios web o correos electrónicos que suplantán la imagen de los bancos (*phishing*), mensajes de texto o chats (*smishing*), llamadas telefónicas (*vishing*) y envío de

¹⁴ Además de los sectores productivos considerados esenciales, se permitió que el sector de la construcción y actividades productivas con capacidad para operar de manera remota continuaran con sus operaciones de manera ininterrumpida.

software espía (*malware*). El *phishing* ha sido el método más reportado ante la Policía Nacional, al representar un 43,3% de este tipo de delitos en 2020 (i.e., 2.327 incidentes), un 47,6% en 2022 (i.e., 3.296 incidentes) y un 80,1% (i.e., 6.804 incidentes) en 2023 (Gráfico 2 paneles (a) y (b)).

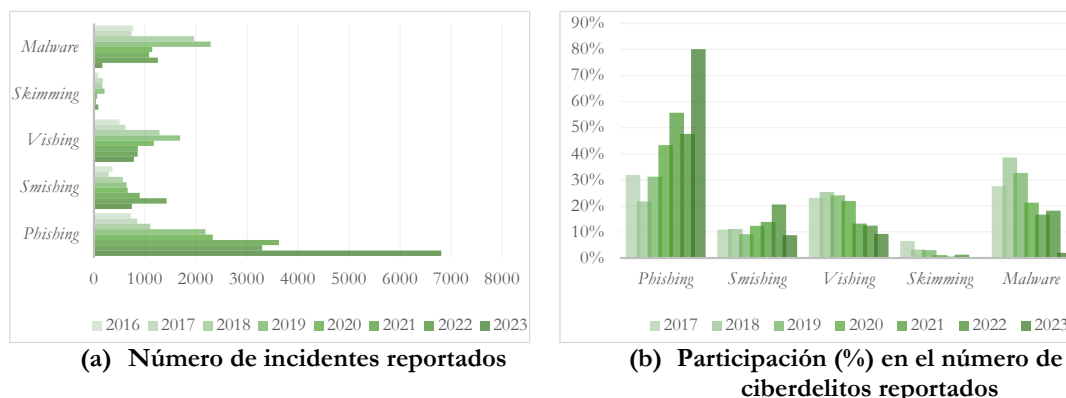


Gráfico 2. Ciberdelitos reportados a la Policía Nacional (2017 –2023).

El uso de servicios financieros formales puede cambiar dependiendo de las características sociodemográficas de los usuarios, incluyendo género, edad y educación, así como de la región en la que residen. En efecto, según el Reporte de Inclusión Financiera de la Banca de las Oportunidades, los hombres registran una mayor tenencia de cuentas de ahorro (82,9% en 2022 y 83,9% en 2023, para las mujeres que fue de 76,0% en 2022 y 77,1% en 2023), mientras que las mujeres tienen un mayor saldo promedio (\$ 1'335.575 en 2022 y de \$ 1'187.784 en 2023, para los hombres fue de \$1'327.905 en 2022 y de \$ 1'158.550 en 2023). En cuanto a la edad, los jóvenes están más dispuestos a realizar un mayor uso de servicios financieros con un alto componente tecnológico, como el depósito electrónico, que es utilizado por un 80,8% de la población entre 19 y 25 años. Solo un 55,1% de los adultos mayores de 65 hacen uso de este.

Otros posibles determinantes de la adopción de servicios de pago son las diferencias regionales. En este grupo se encuentran el acceso a internet, la distancia a la capital del departamento (véase Tabla 1, Sección 3) y los canales transaccionales físicos tales como oficinas bancarias, cajeros automáticos, corresponsales bancarios, y datáfonos.

3. Explorando las disparidades regionales

En esta sección estudiamos la adopción de billeteras móviles e instrumentos de pago diferentes del efectivo, usando como variables *proxy* indicadores construidos por la Banca de las Oportunidades sobre los respectivos medios de pago (cuentas de ahorro y depósitos electrónicos). El uso de estas variables se explica por la ausencia de datos a nivel departamental. Los indicadores utilizados como *proxy* en las estimaciones son válidos puesto que corresponden a las fuentes de liquidez que se usan para realizar pagos objeto de este estudio.

3.1. Metodología de estimación con Econometría Espacial

Con este fin, se estima el modelo espacial autorregresivo (SAR) de Cliff y Ord (1973) en panel de datos que se presenta en la ecuación (1)¹⁵:

$$Y_{it} = \rho WY_{it} + \beta' X_{it} + \alpha_i + u_{it}. \quad (1)$$

El subíndice i denota el *iésimo* departamento ($i=1, \dots, N$) y t indica el tiempo ($t = 1, \dots, T$). La variable dependiente Y_{it} depende de su combinación lineal con los efectos espaciales (ρWY_{it}), la combinación lineal $\beta' X_{it}$, los efectos por departamento α_i y los choques idiosincráticos u_{it} ; estos últimos se asumen ortogonales a los regresores (X_{it}) y a los efectos por departamento (α_i).

Expresando la ecuación (1) con respecto al departamento i :

$$Y_t = \rho WY_t + \beta' X_t + \alpha + u_t, \quad (2)$$

notamos que la variable dependiente Y_t , que es un vector $N \times 1$ en el momento t , representa la adopción de servicios de pago, la cual se estudia considerando: *i*) un indicador que mide el porcentaje de adultos que usa cuentas de ahorro, lo cual tiene lugar a través de instrumentos como la tarjeta débito y el cheque, y *ii*) un indicador que mide el porcentaje de adultos que usa depósitos electrónicos, lo cual se realiza a través de billeteras móviles. La variable dependiente es función de efectos espaciales dados por el parámetro ρ que mide la dependencia espacial en el vector de observaciones Y_t y que en esta especificación es invariante en el tiempo, y el rezago

¹⁵ Si bien sería interesante evaluar otras especificaciones espaciales como el modelo de Durbin o el modelo de rezago espacial (SLX), no se tiene con suficiente información (grados de libertad) para realizar su estimación.

espacial (WY_t), dado por la matriz de ponderaciones W (de dimensión $N \times N$). Estos efectos se contrastan evaluando la significancia estadística del parámetro espacial autorregresivo ρ , el cual debe ubicarse en el intervalo $1/r_{min} < \rho < 1$ (donde r_{min} es la raíz característica real más pequeña de W) para garantizar su estabilidad e invertibilidad (ver Elhorst, 2014). En este caso se consideran dos matrices de ponderaciones que representan medidas alternativas de distancia económica: el PIB per cápita departamental y el índice de desempeño institucional. X_t es la matriz de información de dimensión $N \times K$ que incluye K variables explicativas para los N departamentos y cuyos parámetros están representados por un vector β de dimensión $K \times 1$. En este grupo de variables se incluyen indicadores de pobreza, inseguridad, educación, acceso a internet, y variables dummy para el período de la pandemia de COVID-19.

El modelo incluye adicionalmente efectos fijos representados por el vector α (de dimensión $N \times 1$) que miden la heterogeneidad departamental no capturada por las variables explicativas, y un término del error u_t (de dimensión $N \times 1$ en el momento t) que se asume con media cero y varianza constante ($u_{it} \sim (0, \sigma^2)$).

Reorganizando la ecuación (2) se obtiene el proceso generador de datos que se presenta en la ecuación (3):

$$Y_t = (I_n - \rho W)^{-1}(\alpha + X_t \beta) + (I_n - \rho W)^{-1} u_t, \quad (3)$$

en donde $(I_n - \rho W)^{-1} = I_n + \rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots$. Los parámetros que se van a estimar son α , β , σ^2 y ρ , para lo cual se usa el estimador por cuasi máxima verosimilitud (QML) de Lee y Yu (2010), el cual permite obtener parámetros consistentes para la varianza cuando T no es grande, como es nuestro caso, ya que usamos 4 años de información anual para 33 unidades territoriales.

Los efectos marginales promedio generados por las variables explicativas sobre la variable dependiente se pueden descomponer en efectos directos e indirectos. Los efectos directos son los impactos que generan cambios en las variables explicativas de un departamento sobre la variable dependiente del mismo, y se capturan por los elementos en la diagonal de la matriz W . Los efectos indirectos, que se miden por los elementos por fuera de la diagonal, son los *spillovers* provenientes de los departamentos vecinos, y son capturados por la expresión: $\rho W + \rho^2 W^2 + \rho^3 W^3 + \dots$. Estos efectos representan los impactos de cambios en las condiciones de los

vecinos (ρW), de los vecinos de los vecinos ($\rho^2 W^2$) y así sucesivamente, incluyendo rezagos espaciales de orden superior. En este caso, los departamentos corresponden a un conjunto de nodos interconectados por sus actividades económicas. Por lo anterior, los efectos directos no corresponden a la derivada parcial de la variable dependiente Y_t de la región A con respecto a las variables explicativas X_t de esa misma región, ni los efectos indirectos corresponden a la derivada de la variable dependiente Y_t de la región A con respecto a la región B (para $A \neq B$).

3.2. La distancia económica entre departamentos

En esta sección examinamos una hipótesis que supone la existencia de disparidades regionales en la adopción de servicios de pago basados en cuentas de ahorro y depósitos electrónicos que pueden estar relacionadas con el nivel de ingreso de sus habitantes, haciendo que los departamentos con mayores ingresos cuenten con una mayor y/o mejor provisión de ambos tipos. Para contrastar esta premisa examinamos dos medidas de distancia económica entre departamentos: el PIB per cápita y el índice de desempeño institucional.

La distancia económica entre departamentos puede surgir por la existencia de interacciones espaciales y efectos de difusión que se dan por la dependencia entre agentes o empresas ubicadas en unidades territoriales distintas. Otra posible explicación a la presencia de efectos espaciales (interacción o difusión) son los procesos de aprendizaje que se pueden dar entre departamentos con vínculos económicos y/o sociales.

Las dos medidas de distancia consideradas guardan estrecha correspondencia con la idea de que las regiones con menores ingresos o menor capacidad institucional tienden a contar con una menor infraestructura de pagos física y de servicios de tecnologías de comunicación e información. Por lo anterior, los canales transaccionales no se incluyen en las estimaciones.

Para cada medida de distancia construimos una matriz de ponderaciones W que es exógena, por no estar directamente relacionada con la adopción de cuentas de ahorro o depósitos electrónicos por parte de la población y las empresas. Dado que los elementos de la matriz de ponderaciones representan la distancia euclidiana entre cada par de departamentos, es decir, el valor absoluto de la diferencia de los indicadores respectivos, se mantiene el supuesto de exogeneidad. El ordenamiento de las unidades territoriales por filas y columnas es el mismo, por lo cual los

elementos de la diagonal representan la relación de un departamento consigo mismo y por tanto su medida de distancia es igual a cero. Cada matriz tiene una dimensión 33×33 consistente con las 33 entidades territoriales (i.e., 32 departamentos y Bogotá) en estudio y, por construcción, es simétrica lo cual indica que la distancia del indicador de un departamento A frente a otro departamento B es igual a la distancia de B hacia A. Esa simetría desaparece una vez que se normalizan sus elementos por filas, paso previo a las estimaciones.

3.2.1. PIB per cápita departamental

Para estimar los modelos SAR se construyó una matriz de ponderaciones usando datos del DANE sobre el PIB departamental a precios constantes y la población total entre 2020 y 2023. Los resultados promedio para el cuatrienio se utilizaron para construir la matriz, asumiendo que no se presentan diferencias sustanciales en su valor promedio en el periodo de estudio.

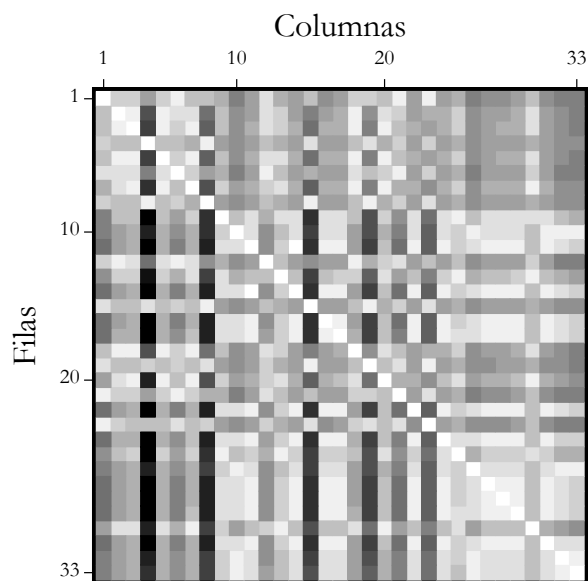


Figura 1. Matriz de ponderaciones basada en el PIB per cápita. La escala de grises describe la distancia entre el PIB per cápita de un departamento frente a otro. Los bloques más oscuros corresponden a departamentos más distantes frente a su respectivo par y los de color blanco a la distancia nula de cada departamento consigo mismo (elementos ubicados en la diagonal).

La matriz resultante se presenta en la Figura 1, usando bloques en la escala de grises. Los bloques oscuros representan los valores más altos que corresponden a aquellos que están más distantes

de su respectivo par, y los bloques en blanco muestran la distancia nula de cada departamento consigo mismo (ubicados en la diagonal). Entre más cercano es el PIB por habitante de un departamento A frente a otro departamento B más claro es el bloque que las representa. Los elementos de la matriz evidencian una fuerte disparidad en los ingresos promedio de sus habitantes. Se destaca Bogotá (columna 4), cuyos elementos son más oscuros debido a la mayor distancia euclidiana con respecto a las otras unidades territoriales.

En ausencia de datos transaccionales públicos a nivel departamental, particularmente sobre el número y valor de transacciones con instrumentos de pago y billeteras móviles, en este estudio se utilizan los indicadores de cuentas de ahorro y depósitos electrónicos del Reporte de Inclusión Financiera como *proxies* de la adopción de servicios de pago. Esta elección se justifica en que dichos indicadores reflejan la disponibilidad y acceso efectivo de los usuarios a los métodos de pago asociados a estos medios de pago. En contextos donde la información granular de pagos no está desagregada territorialmente, la literatura recomienda emplear variables de adopción como medidas *proxy* de uso (ver Demirgüç-Kunt et al., 2018; Cámara & Tuesta, 2014; BIS–CPMI, 2020). De esta forma, los resultados deben interpretarse como una evaluación de los factores asociados a la adopción o disponibilidad de instrumentos de pago y billeteras móviles, más que como un análisis del volumen o intensidad transaccional. Esta aproximación metodológica es consistente con estudios internacionales sobre pagos electrónicos y digitales que enfrentan limitaciones similares de información subnacional (ver Beck et al., 2007; Arango & Suárez, 2020; World Bank, 2022). Los indicadores utilizados miden, por el lado del uso, el porcentaje de personas mayores de 18 años que tienen y usan esos medios de pago. El conjunto de datos contiene 33 entidades territoriales, para el periodo entre 2020 y 2023, lo que corresponde a 132 observaciones.

Las variables explicativas incluyen indicadores de pobreza (línea de pobreza monetaria), inseguridad (tasa de homicidios por cada 10 mil habitantes), educación (tasa de cobertura de educación media), y acceso a Internet (el número de suscriptores con acceso a Internet fijo por cada 100 adultos), los cuales se obtienen del DANE, la Policía Nacional, y el Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (MinTIC). Adicionalmente se incluyen variables *dummy* para evaluar los efectos del confinamiento durante la pandemia de COVID-19.

Las estadísticas descriptivas que se presentan en la Tabla 1 permiten establecer que, para el período de estudio, la proporción de adultos que usan cuentas de ahorro (42,1%) supera levemente a las que usan depósitos electrónicos (38,2%).

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de indicadores departamentales

	Media	Mediana
Variable dependiente		
Indicadores basados en cuentas de ahorro	42,07	42,83
Indicadores basados en depósitos electrónicos	38,16	37,60
Variables explicativas		
Pobreza (línea de pobreza monetaria)	23,04	19,25
Homicidios (por cada 10 mil habitantes)	2,77	2,60
Educación (tasa de cobertura de educación media)	42,78	46,91
Internet (núm. de suscripciones a internet fijo por 100 adultos)	15,29	14,99

Fuente: Reporte de Inclusión Financiera, DANE, Policía Nacional y MinTIC. Cálculos propios.

La Tabla 2 resume las estimaciones del modelo SAR para los indicadores basados en cuentas de ahorro y depósitos electrónicos. Se reportan los efectos marginales totales, directos e indirectos de las variables explicativas sobre los indicadores mencionados. Adicionalmente se reportan los parámetros estimados mediante modelos lineales de datos de panel con efectos fijos para poder comparar los parámetros de estos últimos con los efectos marginales totales del modelo SAR¹⁶.

Como se observa en la Tabla 2, el rezago espacial autorregresivo (ρ) que captura las interacciones entre departamentos es positivo y estadísticamente significativo, lo que confirma la dependencia espacial en las variables de interés. Esto sugiere que la interacción económica o financiera entre departamentos cercanos en términos del PIB per cápita se presentan unos efectos de red que generan mayor adopción de cuentas de depósito y depósitos electrónicos. Este parámetro es inferior a la unidad, lo que garantiza su estabilidad e invertibilidad. Un parámetro inferior a la unidad indica que el impacto de los *spillovers* decae a medida que se consideran relaciones de orden superior (e.g., el impacto de cambios en la adopción de depósitos electrónicos en los departamentos vecinos a mis vecinos sobre mi departamento ($\rho^2 W^2$) es inferior al que generaría un cambio en ese indicador del departamento vecino sobre mi departamento (ρW)).

¹⁶ Los errores estándar que se generan por default, mediante el método OIM.

La descomposición de los efectos marginales totales deja entrever que aumentos en la cobertura a internet en un departamento es esencial para aumentar la adopción de cuentas de ahorro en el mismo departamento (efecto directo). También se observa un efecto positivo en los depósitos electrónicos, cuya adopción aumenta cuando se presentan mejoras en la conectividad propia (efecto directo) y de los departamentos vecinos (*spillovers* o efectos indirectos). Otra variable que contribuye de manera positiva y significativa en el caso de los depósitos electrónicos es la educación media. Los resultados revelan que aumentos marginales en la tasa de educación generan impactos positivos directos e indirectos (*spillovers*) en la adopción de dichos depósitos. Los efectos marginales indirectos de ambas variables son mayores que los directos, lo que señala la importancia relativa de los *spillovers* espaciales y sugiere que existe una interrelación entre las diferentes entidades territoriales del país. El indicador de pobreza también resulta significativo, pero su contribución al modelo puede verse afectada por la medida de distancia construida a partir del nivel de ingresos promedio por habitante (i.e., PIB per cápita).

Las estimaciones se controlan, adicionalmente, por las medidas de confinamiento durante la pandemia, debido a que la proporción de adultos con cuentas de ahorro y depósitos electrónicos fue inferior al observado en la postpandemia. Esto coincide con la contracción que presentó la tasa anual de consumo privado durante 2020 (-2,33%), cuya caída fue mucho más acentuada en el segundo (-15,08%) y tercer (-7,40%) trimestres de ese mismo año (ver cifras del DANE). El leve repunte para el cuarto trimestre (2,69%) de 2020 puede relacionarse con el fuerte componente estacional de fin de año y los días con exención del IVA promovidos por el gobierno. Además de la caída en el consumo privado en 2020, durante 2020 y 2021 se registró un aumento en la demanda por billetes de alta denominación que pudo disminuir el uso de los demás instrumentos de pago (véase Banco de la República, 2021b).

Tabla 2. Modelo SAR -W: PIB per cápita departamental- (Efectos marginales promedio)

	INDICADOR DE CUENTAS DE AHORRO				INDICADOR DE DEPÓSITOS ELECTRÓNICOS			
	Panel lineal de efectos fijos		SAR		Panel lineal de efectos fijos		SAR	
	Coefficiente	Desviación estándar	Coefficiente	Desviación estándar	Coefficiente	Desviación estándar	Coefficiente	Desviación estándar
Pobreza	-0,001172	(0,00076)			-0,000397	(0,001522)		
Tasa de Homicidios	-0,001275	(0,00156)			0,001880	(0,007210)		
Tasa de educación media	0,002626	(0,00146)*			0,014420	(0,004642)***		
Acceso a Internet (por cada 100 adultos)	0,003496	(0,00152)**			0,008466	(0,001660)***		
Dummy de pandemia 2020	-0,020554	(0,00676)***			-0,096067	(0,016169)***		
Dummy de pandemia 2021	-0,013022	(0,00506)***			-0,076155	(0,007943)***		
Efecto directo								
Pobreza			-0,0004613	(0,00069)			0,0030103	(0,001453)**
Tasa de Homicidios			-0,0007169	(0,00243)			0,0041889	(0,004931)
Tasa de educación media			0,0006658	(0,00148)			0,0093732	(0,003006)***
Acceso a Internet (por cada 100 adultos)			0,0042115	(0,00120)***			0,0116056	(0,002434)***
Efecto indirecto								
Pobreza			-0,0015726	(0,00239)			0,0060591	(0,003941)
Tasa de Homicidios			-0,0024440	(0,00834)			0,0084313	(0,010444)
Tasa de educación media			0,0022700	(0,00501)			0,0188662	(0,007873)***
Acceso a Internet (por cada 100 adultos)			0,0143581	(0,00889)			0,0233597	(0,009713)***
Efecto total								
Pobreza			-0,0020338	(0,00305)			0,0090694	(0,005270)*
Tasa de Homicidios			-0,0031609	(0,01074)			0,0126202	(0,015264)
Tasa de educación media			0,0029359	(0,00647)			0,0282394	(1,011145)***
Acceso a Internet (por cada 100 adultos)			0,0185696	(0,00971)*			0,0349653	(1,148161)***
ρ			0,793	(0,089)***			0,6834	(0,0733)***
Pseudo R-cuadrado				0,682				0,596
R-cuadrado	<i>Within</i>	0,495				0,724		
	<i>Between</i>	0,760				0,595		
	<i>Overall</i>	0,747				0,544		

Nota: Significancia estadística al 1% (***), 5% (**) y 10% (*).

3.2.2. Índice de Desempeño Institucional

Otra medida que refleja las potenciales diferencias departamentales en la adopción de cuentas de ahorro y depósitos electrónicos es el desempeño fiscal e institucional que recoge el índice de desempeño institucional reportado por el Departamento Nacional de Planeación¹⁷. Al igual que con la matriz basada en el PIB, las ponderaciones de esta matriz se construyen calculando la distancia euclidiana entre los indicadores anuales promedio del cuatrienio para cada par de departamentos, y sus elementos mantienen constantes durante el período de estudio.

Esta matriz revela considerables disparidades en las entidades territoriales (ver Figura 2). Por ejemplo, las columnas 22 (Amazonas), 32 (Vaupés) y 33 (Vichada) están muy distantes de la mayoría de los departamentos, aunque son cercanos a entidades territoriales como Arauca (fila 2) y Chocó (fila 10). Otro caso interesante es Bogotá (columna 4), cuyo índice es cercano al de Antioquia (fila 1) y Quindío (fila 30) y lejano de Magdalena (fila 14) y Guajira (fila 28).

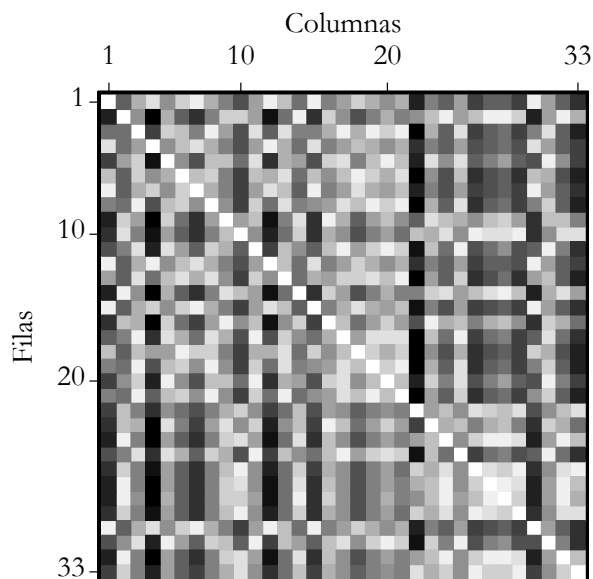


Figura 2. Matriz de ponderaciones basada en el índice de desempeño institucional. La escala de grises describe la distancia entre el indicador de un departamento frente a otro. Los bloques más oscuros corresponden a valores más altos (i.e., más distantes frente a su respectivo par) y los de color blanco a la distancia nula entre un departamento consigo mismo.

¹⁷ Este índice es calculado por el Departamento Nacional de Planeación para medir la capacidad institucional de las entidades territoriales. Su cálculo incluye variables fiscales, de empleo, de población y de prestación de servicios, entre otras.

La Tabla 3 resume los resultados de estimación del modelo lineal de panel de datos con efectos fijos y el modelo SAR en panel de datos con efectos fijos. Al igual que los resultados usando la matriz de ponderaciones basada en el PIB per cápita departamental (Tabla 2), los obtenidos con el Índice de desempeño institucional evidencian la relevancia del parámetro ρ , lo que apoya la noción de una dependencia espacial en la adopción de cuentas de ahorro y depósitos electrónicos a nivel departamental generados por relaciones económicas y/o financieras.

Las conclusiones obtenidas sobre las variables estadísticamente significativas se mantienen inalteradas, como se observa en los efectos marginales promedio directos, indirectos y totales reportados. El indicador de pobreza tiene un efecto total significativo pero sus componentes directos e indirectos no lo son, lo que anula la contribución de este indicador para explicar las variables de interés. Este resultado coincide con la explicación que se propuso cuando se utilizó la matriz basada en el PIB per cápita, señalando que la relevancia del indicador de pobreza para explicar la adopción de cuentas de ahorro y depósitos electrónicos desaparece cuando se considera el índice de desempeño institucional como medida de distancia entre departamentos.

Las variables acceso a internet y educación media exhiben efectos positivos y significativos en ambos indicadores, lo que confirma los hallazgos encontrados en la especificación con la matriz basada en el PIB per cápita. Se confirman los efectos indirectos (*spillover effects*) positivos generados por mejoras en la conectividad de los departamentos vecinos, así como también los efectos indirectos generados por aumentos en la cobertura de educación. Nuevamente se observan unos efectos indirectos mayores a los directos, lo que ratifica la importancia relativa de los *spillovers* espaciales entre departamentos.

Dado que los resultados son robustos a cambios en la matriz de ponderaciones que se utiliza para estudiar los efectos espaciales, agrupamos las unidades territoriales en regiones para evaluar si los impactos de las variables explicativas significativas presentan diferencias. Esto da lugar a seis grupos compuestos por las regiones Caribe (San Andrés, Providencia y Santa Catalina, Atlántico, Bolívar, Cesar, Córdoba, Guajira, Magdalena y Sucre), Centro (Bogotá, Boyacá, Cundinamarca, Norte de Santander y Santander), Centro sur (Amazonas, Caquetá, Huila, Putumayo y Tolima), Eje Cafetero (Antioquia, Caldas, Quindío y Risaralda), Llano (Arauca, Casanare, Guainía, Guaviare, Meta, Vaupés y Vichada), y Pacífico (Cauca, Chocó, Nariño y Valle).

Tabla 3. Modelo SAR -W: Índice de Desempeño Institucional - (Efectos marginales promedio)

	INDICADOR DE CUENTAS DE AHORRO				INDICADOR DE DEPÓSITOS ELECTRÓNICOS			
	Panel lineal de efectos fijos		SAR		Panel lineal de efectos fijos		SAR	
	Coefficiente	Desviación estándar	Coefficiente	Desviación estándar	Coefficiente	Desviación estándar	Coefficiente	Desviación estándar
Pobreza	-0,001172	(0,00076)			-0,000397	(0,001522)		
Tasa de Homicidios	-0,001275	(0,00156)			0,001880	(0,007210)		
Tasa de educación media	0,002626	(0,00146)*			0,014420	(0,004642)***		
Acceso a Internet (por cada 100 adultos)	0,003496	(0,00152)**			0,008466	(0,001660)***		
Dummy de pandemia 2020	-0,020554	(0,00676)***			-0,096067	(0,016169)***		
Dummy de pandemia 2021	-0,013022	(0,00506)***			-0,076155	(0,007943)***		
Efecto directo								
Pobreza			-0,0003606	(0,000680)			0,0026488	(0,001402)*
Tasa de Homicidios			-0,0009240	(0,002387)			0,0035605	(0,004803)
Tasa de educación media			0,0002992	(0,001473)			0,0096963	(0,002913)***
Acceso a Internet (por cada 100 adultos)			0,0039472	(0,001170)***			0,0097938	(0,002344)***
Efecto indirecto								
Pobreza			-0,0010365	(0,001947)			0,0068618	(0,004789)
Tasa de Homicidios			-0,0026558	(0,006961)			0,0092236	(0,012978)
Tasa de educación media			0,0008599	(0,004172)			0,0251185	(0,010790)***
Acceso a Internet (por cada 100 adultos)			0,0113454	(0,006641)*			0,0253712	(0,011183)**
Efecto total								
Pobreza			-0,0013971	(0,002612)			0,0095106	(0,006066)
Tasa de Homicidios			-0,0035798	(0,009320)			0,0127840	(0,017680)
Tasa de educación media			0,0011591	(0,005640)			0,0348147	(0,012817)***
Acceso a Internet (por cada 100 adultos)			0,0152926	(0,007439)**			0,0351650	(0,012844)***
ρ			0,760	(0,0918)***			0,739	(0,0706)***
Pseudo R-cuadrado				0,689				0,628
R-cuadrado	<i>Within</i>	0,495				0,724		
	<i>Between</i>	0,760				0,595		
	<i>Overall</i>	0,747				0,544		

Nota: Significancia estadística al 1% (***), 5% (**) y 10% (*).

Los resultados por regiones revelan que un aumento marginal en la cobertura de internet fijo genera una mayor adopción de servicios de pago basados en cuentas de ahorro (e.g. tarjeta débito y cheques) en el Llano, Eje Cafetero y Centro (ver Tabla 4). Asimismo, se identifican considerables disparidades regionales en la adopción de servicios de pago basados depósitos electrónicos (i.e. billeteras móviles) en el Eje Cafetero y el Llano, relacionados con aumentos marginales en el internet fijo. De igual forma, aumentos marginales en la tasa de educación media dan lugar a incrementos sustanciales en el Eje Cafetero, Centro y Llano (ver Tabla 5).

La descomposición de los efectos marginales por regiones confirma la hipótesis planteada al inicio de esta sección, según la cual, la adopción de servicios de pago basados de cuentas de depósito y en depósitos electrónicos presenta considerables diferencias entre entidades territoriales, lo que coincide con los resultados de Cardona-Ruiz, Hoyos-Alzate y Saavedra-Caballero (2018). Es decir, las regiones más distantes de sus pares, ya sea en términos del ingreso promedio de sus habitantes o de su capacidad fiscal e institucional, exhiben un menor uso de servicios financieros lo cual puede relacionarse con una menor infraestructura de pagos física (e.g., oficinas bancarias, cajeros automáticos, datáfonos y corresponsales bancarios) que se mide de manera indirecta a partir de los indicadores de distancia económica considerados.

Tabla 4. Modelo SAR (Efectos marginales promedio en el Indicador de Cuentas de Ahorro)

Acceso a Internet (por cada 100 adultos)						
	Efecto directo		Efecto indirecto		Efecto total	
	Coficiente	Desv. estándar	Coficiente	Desv. estándar	Coficiente	Desv. estándar
W: PIB per cápita departamental						
CARIBE	0,0041608	(0,0011839)***	0,0144086	(0,0089283)	0,0185694	(0,0097124)*
CENTRO	0,0043286	(0,0012558)***	0,0142392	(0,0088096)	0,0185678	(0,0097115)*
CENTRO SUR	0,0041274	(0,0011706)***	0,0144433	(0,0089521)	0,0185707	(0,0097132)*
EJE CAFETERO	0,0041556	(0,0011822)***	0,0144148	(0,0089305)	0,0185704	(0,0097130)*
LLANO	0,0042948	(0,0012407)***	0,0142744	(0,0088343)	0,0185691	(0,0097123)*
PACÍFICO	0,0041817	(0,0011925)***	0,0143893	(0,0089145)	0,0185710	(0,0097134)*
W: Índice de desempeño institucional						
CARIBE	0,0038811	(0,0011446)***	0,0114116	(0,0066846)*	0,0152927	(0,0074389)**
CENTRO	0,0039789	(0,0011820)***	0,0113137	(0,0066195)*	0,0152925	(0,0074388)**
CENTRO SUR	0,0039676	(0,0011775)***	0,0113250	(0,0066272)*	0,0152926	(0,0074389)**
EJE CAFETERO	0,0040134	(0,0011955)***	0,0112791	(0,0065976)*	0,0152926	(0,0074389)**
LLANO	0,0039691	(0,0011779)***	0,0113235	(0,0066272)*	0,0152926	(0,0074389)**
PACÍFICO	0,0039095	(0,0011551)***	0,0113830	(0,0066658)*	0,0152925	(0,0074388)**

Nota: Significancia estadística al 1% (***) , 5% (**) y 10% (*).

Tabla 5. Modelo SAR (Efectos marginales promedio en el Indicador de Depósitos electrónicos)

Acceso a Internet (por cada 100 adultos)						
	Efecto directo		Efecto indirecto		Efecto total	
	Coefficiente	Desv. estándar	Coefficiente	Desv. estándar	Coefficiente	Desv. estándar
W: PIB per cápita departamental						
CARIBE	0,0115333	(0,0024130)***	0,0234317	(0,0097484)***	0,0349650	(0,0114815)***
CENTRO	0,0117747	(0,0024853)***	0,0231876	(0,0096281)***	0,0349624	(0,0114804)***
CENTRO SUR	0,0114843	(0,0023989)***	0,0234827	(0,0097728)***	0,0349670	(0,0114823)***
EJE CAFETERO	0,0115217	(0,0024101)***	0,0234449	(0,0097523)***	0,0349665	(0,0114821)***
LLANO	0,0117263	(0,0024705)***	0,0232382	(0,0096531)***	0,0349645	(0,0114813)***
PACÍFICO	0,0115630	(0,0024217)***	0,0234045	(0,0097346)***	0,0349675	(0,0114825)***
W: Índice de desempeño institucional						
CARIBE	0,0096490	(0,0023014)***	0,0255161	(0,0112555)**	0,0351652	(0,0128437)***
CENTRO	0,0098629	(0,0023651)***	0,0253019	(0,0111478)**	0,0351648	(0,0128435)***
CENTRO SUR	0,0098384	(0,0023576)***	0,0253266	(0,0111604)**	0,0351650	(0,0128436)***
EJE CAFETERO	0,0099391	(0,0023882)***	0,0252258	(0,0111112)**	0,0351649	(0,0128435)***
LLANO	0,0098422	(0,0023584)***	0,0253228	(0,0111601)**	0,0351651	(0,0128436)***
PACÍFICO	0,0097112	(0,0023196)***	0,0254535	(0,0112243)**	0,0351647	(0,0128435)***
Tasa de Educación Media						
	Efecto directo		Efecto indirecto		Efecto total	
	Coefficiente	Desv. estándar	Coefficiente	Desv. estándar	Coefficiente	Desv. estándar
W: PIB per cápita departamental						
CARIBE	0,0093148	(0,0029911)***	0,0189243	(0,0079005)***	0,0282391	(0,0101113)***
CENTRO	0,0095098	(0,0030427)***	0,0187273	(0,0078070)***	0,0282370	(0,0101105)***
CENTRO SUR	0,0092752	(0,0029808)***	0,0189656	(0,0079197)***	0,0282407	(0,0101120)***
EJE CAFETERO	0,0093054	(0,0029883)***	0,0189350	(0,0079040)***	0,0282404	(0,0101118)***
LLANO	0,0094707	(0,0030322)***	0,0187681	(0,0078264)***	0,0282387	(0,0101112)***
PACÍFICO	0,0093387	(0,0029973)***	0,0189024	(0,0078899)***	0,0282412	(0,0101122)***
W: Índice de desempeño institucional						
CARIBE	0,0095529	(0,0028761)***	0,0252620	(0,0108588)***	0,0348149	(0,0128174)***
CENTRO	0,0097646	(0,0029311)***	0,0250499	(0,0107565)***	0,0348146	(0,0128173)***
CENTRO SUR	0,0097404	(0,0029247)***	0,0250744	(0,0107685)***	0,0348148	(0,0128173)***
EJE CAFETERO	0,0098401	(0,0029515)***	0,0249745	(0,0107216)***	0,0348146	(0,0128173)***
LLANO	0,0097442	(0,0029259)***	0,0250706	(0,0107680)***	0,0348148	(0,0128174)***
PACÍFICO	0,0096145	(0,0028918)***	0,0252000	(0,0108291)***	0,0348145	(0,0128172)***

Nota: Significancia estadística al 1% (***) , 5% (**) y 10% (*).

Las disparidades regionales se mantienen si no se incluye a Bogotá en la muestra (ver Tablas B.1. y B.2. en el Anexo), lo que sugiere la necesidad de considerar las diferencias en la sensibilidad (grados de respuesta) de las entidades territoriales en la implementación de políticas públicas orientadas a promover la adopción de productos financieros que permiten realizar transacciones.

4. Explorando la heterogeneidad de los usuarios

En esta sección se evalúan los principales determinantes de la tenencia y uso de los servicios de pago por parte de la población, mediante técnicas de *Machine Learning* (ML), las cuales permiten modelar relaciones no lineales de manera flexible, sin requerir supuestos previos sobre la forma funcional de los datos (Varian, 2014). A diferencia de los enfoques econométricos tradicionales, los algoritmos de ML pueden capturar de forma automática interacciones complejas entre variables explicativas, lo que los convierte en herramientas especialmente útiles para el análisis exploratorio de fenómenos multidimensionales (ver Athey, 2018).

Además, estos algoritmos permiten identificar de manera automática las variables más relevantes para la predicción, facilitando la detección de los principales determinantes del acceso y uso de servicios de pago. En este contexto, el uso combinado de los algoritmos *Decision Tree* y *Random Forest* resulta recomendable por su complementariedad metodológica. Por un lado, *Decision Tree* permite visualizar rutas de clasificación y comprender cómo influyen las variables explicativas en los resultados. Por otro lado, *Random Forest* mejora sustancialmente el desempeño predictivo al reducir la varianza propia de un único árbol, mediante la agregación de múltiples modelos que capturan distintas particiones del conjunto de datos. De este modo, la combinación de ambos enfoques permite lograr un equilibrio entre interpretabilidad y precisión, aspecto crucial en el análisis de los servicios de pago.

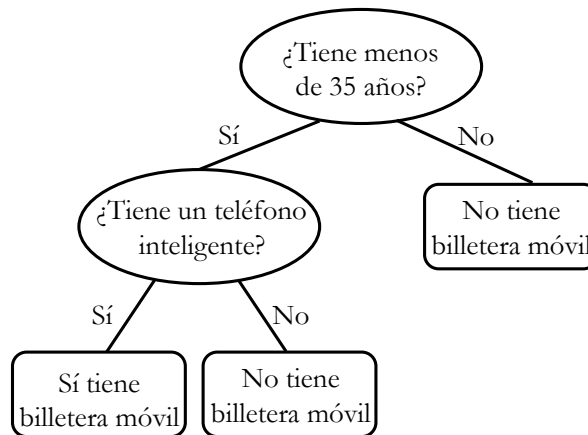
Según Pérez, Caldentey y Titelman (2018), el acceso hace referencia a la posibilidad de contar con servicios financieros formales, mientras que el uso se refiere a la frecuencia, propósito y forma en que dichos servicios son efectivamente empleados. Aunque el acceso es un prerrequisito lógico para el uso, la relación no es lineal ni automática; contar con acceso no garantiza necesariamente que las personas hagan uso efectivo de los productos financieros. De hecho, diversos factores tanto de oferta (como los costos, trámites o restricciones operativas) como de demanda (por ejemplo, nivel de ingresos, habilidades digitales, desconfianza o barreras culturales) pueden limitar el uso aun cuando haya acceso (Demirgüç-Kunt et al., 2018). Como señalan Pérez et al (2018), “para usar el sistema financiero hay que acceder a este, pero no usarlo no significa necesariamente que no se tenga acceso”. En este sentido, el presente análisis distingue entre los determinantes del acceso y del uso de servicios de pago, considerando además que estos factores pueden variar significativamente entre los instrumentos de pago y las billeteras

móviles. Esta diferenciación permite identificar brechas específicas y orientar recomendaciones de política pública más focalizadas.

4.1. Métodos de *Machine Learning*

El análisis utilizando ML se basa en dos algoritmos de clasificación supervisada. El primero es *Decision Tree*, que segmenta el conjunto de datos en función de los valores de las variables explicativas. Cada nodo interno representa una decisión basada en una característica específica, mientras que los nodos terminales (hojas) contienen la clase o el valor predicho. El algoritmo toma decisiones dividiendo iterativamente los datos en una secuencia de preguntas binarias (“Sí” o “No”), hasta llegar a una conclusión. Por ejemplo, si se desea predecir si una persona tiene una billetera móvil, se podría seguir la siguiente lógica: i) ¿Tiene menos de 35 años? → Sí: Ir a la siguiente pregunta; No: Probablemente no tiene billetera móvil. ii) ¿Posee un teléfono inteligente? → Sí: Alta probabilidad de que tenga billetera móvil; No: Probablemente no. Cada respuesta guía hacia una rama distinta hasta alcanzar una predicción final (ver Diagrama 2).

Diagrama 2. Ejemplo del *Decision Tree*



Fuente: Diseño de las autoras

El segundo algoritmo, *Random Forest*, es un método de ensamblado (ensemble) que combina múltiples *Decision Tree* construidos a partir de subconjuntos aleatorios de observaciones y variables. Este enfoque mejora la precisión, reduce la varianza y mejora la capacidad de

generalización del modelo. Siguiendo el ejemplo anterior, *Random forest* genera muchos *Decision trees*, utilizando diferentes combinaciones de datos y variables. Si la mayoría de los *Decision tree* predicen que la persona tiene una billetera móvil, esa será la predicción final del modelo. Al combinar múltiples modelos, se obtiene una mayor robustez y se disminuye el riesgo de sobreajuste (*overfitting*).

El análisis utiliza la Encuesta de Demanda la Banca de las Oportunidades, y los resultados se obtienen de la muestra expandida con el factor regional-urbano, por lo cual son representativos de un tamaño poblacional equivalente a 31 millones de habitantes. El modelo considera un conjunto amplio de variables explicativas asociadas a características demográficas individuales, como el nivel educativo, el rango de ingresos, el género, el grupo etario, la condición de jefe de hogar, la situación laboral (ocupado, estudiante o pensionado), y el acceso a servicios de internet. Asimismo, se incluyó un vector de variables relacionadas con el bienestar financiero de las personas, la planeación financiera y la percepción sobre el sistema financiero, medida como la confianza en los bancos comerciales y la cobertura¹⁸. Para complementar los microdatos, se utilizan datos departamentales del DANE (el PIB per cápita), el CEDE (distancia a la capital del departamento), y la Policía Nacional (número de homicidios por cada 10 mil habitantes). Estas variables permiten controlar la heterogeneidad territorial y capturar las diferencias estructurales que podrían influir en las preferencias por instrumentos de pago y billeteras móviles en el país.

Dado que, en Colombia, la inclusión financiera sigue siendo baja, la base de datos presenta un claro desbalance en las categorías consideradas. Por ejemplo, solo el 39,4% de la población contaba con algún instrumento de pago, el 39,5% poseía una billetera móvil, el 57,6% tenía al menos uno de los dos, y únicamente el 21,2% disponía de ambos. Al usar *ML* sobre bases de datos desbalanceadas, es decir, cuando una clase (por ejemplo, “no tiene producto financiero”)

¹⁸ La variable educación se construye en una escala de 0 a 7, dependiendo del nivel educativo de la persona. Esta incluye primaria, secundaria, técnica, tecnológica, y universitaria y posgrado. La variable rango de ingresos del hogar da cuenta de las diez categorías mensuales incluidas en la encuesta. La variable bienestar financiero de las personas se construye como un promedio simple de las opciones de respuesta de la encuesta, lo que da lugar a 21 posibles alternativas que cuantifican el buen uso o manejo apropiado del dinero en escala ascendente. El riesgo de los instrumentos de pago diferentes del efectivo se construye como el promedio simple de la percepción de riesgo (fraude) de los encuestados al realizar transacciones con tarjetas de crédito y débito, cheque, y transferencia electrónica de fondos a través de internet. Las variables de confianza y cobertura en los bancos comerciales tienen, ambas, una escala de 1 a 5 que mide de manera ascendente la percepción de la población en esos aspectos, tal como se presenta en el cuestionario de la encuesta.

es significativamente más frecuente que la otra, se recomienda aplicar técnicas de balanceo para evitar que el modelo aprenda de forma sesgada.

Estas técnicas incluyen el submuestreo de la clase mayoritaria o el sobremuestreo de la clase minoritaria. En este caso se utilizó submuestreo, una técnica de remuestreo que equilibra la distribución de clases reduciendo el número de observaciones en la clase mayoritaria. Esto se logra eliminando aleatoriamente instancias de la clase más frecuente hasta alcanzar una representación más balanceada de ambas clases. El uso de esta técnica permite mejorar la capacidad predictiva de los modelos sobre la clase menos representada, mitigando así el sesgo que podría derivarse de una distribución desequilibrada en los datos.

4.2. Tenencia de instrumentos de pago y billeteras móviles

Para evaluar el acceso a productos financieros que permiten realizar pagos se consideraron cuatro grupos: *i*) instrumentos de pago (tarjeta débito o chequera) y/o billeteras móviles; *ii*) acceso conjunto a ambos métodos de pago; *iii*) acceso exclusivo a instrumentos; y *iv*) acceso exclusivo a billeteras móviles. Estas agrupaciones se realizaron teniendo en cuenta el concepto de *multibanking* propuesto por Rochet y Tirole (2003) que, como se mencionó en la introducción, indica que las personas suelen portar y utilizar una combinación de diferentes tipos de instrumentos de pago para maximizar su utilidad. En este estudio extendemos el concepto de *multibanking* para incluir la billetera móvil en las alternativas de pago de la población, antes representadas exclusivamente por instrumentos de pago. A partir de los resultados de ML se pueden identificar diferencias claras entre los factores que explican la tenencia de instrumentos y los que explican la tenencia de billeteras móviles. En la Tabla 6 se resumen los resultados de los dos algoritmos para cada grupo.

i) Tenencia de instrumentos de pago y/o billeteras móviles

Este grupo incluye a todas las personas que reportan tener al menos una de las dos categorías: instrumentos o billeteras. Los resultados muestran un desempeño adecuado con un F1 Score (i.e., media armónica entre precisión y sensibilidad) de 0,705 para los algoritmos *Decision tree* y de 0,783 para *Random forest*, que indican una buena capacidad para clasificar a los individuos que

acceden a algún tipo de producto financiero que permite realizar pagos. En conjunto, los resultados muestran que, además de condiciones socioeconómicas de los individuos, como educación, ingreso, edad y sexo, también inciden factores actitudinales relacionados con la percepción sobre el sistema financiero y la educación financiera, representados por la percepción de barreras, el monitoreo de gastos y la planificación presupuestal del hogar. Asimismo, variables territoriales como el PIB per cápita, la tasa de homicidios y la distancia a la capital del departamento son relevantes para determinar la tenencia de dichos productos.

ii) *Tenencia simultánea de instrumentos de pago y billeteras móviles*

Este grupo representa a los usuarios que cuentan tanto con instrumentos como con billeteras. Al igual que el grupo anterior, los resultados muestran un buen desempeño del algoritmo *Random Forest* (F1 Score: 0,78), que es superior al *Decision Tree* (F1 Score: 0,67). En este último, las variables con mayor capacidad explicativa son la educación (28,4%), seguida por el ingreso, la edad, la capacidad de monitorear gastos y la confianza en las entidades financieras. Por su parte, el algoritmo *Random Forest* identificó al estrato como el principal determinante (18,05%), además del acceso a Internet, el número de menores en el hogar y la capacidad de enfrentar gastos imprevistos. Los resultados sugieren que la tenencia simultánea de instrumentos y billeteras está más estrechamente vinculada con niveles altos de formalización y planificación financiera en el hogar, así como con mejores condiciones de conectividad y confianza institucional. Este perfil se asocia a hogares urbanos, con mayores ingresos, responsabilidades familiares y capacidades de adaptación tecnológica.

iii) *Tenencia de instrumentos de pago*

Este grupo incluye a quienes tienen instrumentos de pago, pero carecen de billeteras móviles. En este caso, el algoritmo *Random Forest* obtuvo un F1 Score de 0,77, nuevamente superior al *Decision Tree* (F1 Score: 0,65). Las variables con mayor poder explicativo fueron la educación, el ingreso, el estrato y la edad. Además, influyeron factores actitudinales como la confianza en la propia capacidad para tomar decisiones financieras, la percepción de estabilidad económica y las creencias positivas sobre el manejo del dinero. Estos resultados indican que el perfil del usuario que accede exclusivamente a instrumentos como la tarjeta débito y el cheque tiene condiciones

socioeconómicas más estables, lo que podría explicar su preferencia por métodos de pago convencionales.

iv) Tenencia de billeteras móviles

Este grupo abarca a la población que reportó tener únicamente billeteras móviles. Los algoritmos de *ML* muestran buena capacidad predictiva (F1 Score de 0,693 y 0,786). Las variables más explicativas son la educación, el ingreso, la edad, el estrato, el acceso a Internet, y factores regionales como el PIB per cápita departamental y la tasa de homicidios. Además, influyen elementos subjetivos como la imagen de las entidades financieras y características del hogar, dadas por la presencia de menores de edad. Estos resultados muestran que, aunque las billeteras móviles están siendo adoptadas por usuarios con ciertos niveles de formación y acceso económico, su uso también depende en gran medida de la conectividad a internet y la percepción sobre las instituciones financieras.

El análisis conjunto de los cuatro grupos permite identificar patrones diferenciados en la tenencia de productos financieros que permiten realizar pagos en Colombia. Los resultados sugieren que la tenencia de estos depende de una combinación de factores socioeconómicos (ingreso, educación, estrato, edad, género, rol en el hogar), territoriales (distancia a centros urbanos, PIB departamental, inseguridad) y actitudinales y de percepción (confianza en el sistema financiero, y trámites). Si bien el acceso a instrumentos de pago continúa vinculado a perfiles con mayor formalización y estabilidad económica, las billeteras móviles emergen como una alternativa accesible para segmentos más diversos, incluyendo aquellos que enfrentan barreras estructurales para acceder al sistema financiero tradicional. Sin embargo, su adopción aún depende de niveles mínimos de conectividad y alfabetización digital.

La percepción de que acceder a instrumentos de pago implica trámites excesivos continúa siendo una barrera significativa. Esto sugiere la necesidad de rediseñar soluciones de pago con menos fricción, más orientados al usuario, y con mayor apoyo en herramientas digitales. De otro lado, la educación financiera, tanto formal como informal, se muestra como un determinante común en todos los grupos analizados. En particular, la confianza en la propia capacidad para tomar decisiones financieras y la habilidad para monitorear gastos resultaron factores importantes.

Tabla 6. Tenencia de Instrumentos de pago y billeteras móviles

	<i>Decision Tree</i>	<i>Random Forest</i>
i) Tenencia de instrumentos de pago y/o billeteras móviles		
<i>Accuracy</i>	0,6839	0,7621
<i>Recall</i>	0,6984	0,7901
<i>Precision</i>	0,7122	0,7751
<i>F1 Score</i>	0,7053	0,7825
VARIABLES CON MAYOR PORCENTAJE DE EXPLICACIÓN		
Educación	13,38%	6,40%
Estrato		11,40%
La distancia a la capital del país		8,75%
Edad	8,94%	
No tiene productos financieros por demasiados trámites	7,02%	
Ingreso	6,59%	
Sexo (Hombre=1)		6,75%
Miembros de la familia menores de 18 años		5,49%
Se encarga de que el presupuesto del hogar se cumpla		5,00%
Tiene servicio de Internet	4,62 %	
Tasa de homicidios por 10 mil habitantes	4,55 %	
ii) Tenencia simultánea de instrumentos de pago y billeteras móviles		
<i>Accuracy</i>	0,6557	0,7656
<i>Recall</i>	0,6645	0,7808
<i>Precision</i>	0,6831	0,7808
<i>F1 Score</i>	0,6736	0,7808
VARIABLES CON MAYOR PORCENTAJE DE EXPLICACIÓN		
Educación	28,42%	
Estrato	4,14%	18,05%
Ingreso	10,26%	
Edad	9,48%	
Monitorea gastos	5,92%	
Miembros de la familia menores de 18 años		5,86%
Se encarga de que el presupuesto del hogar se cumpla		5,33%
Sexo (Hombre=1)		4,98%
PIB per cápita del departamento		4,30%
Envía o retira consignaciones en una sucursal		3,87%
Tiene confianza en las entidades financieras	3,72%	

Notas: i) *Accuracy* (exactitud), es la proporción de predicciones correctas (verdaderos positivos + verdaderos negativos) sobre el total de casos, $Accuracy = \frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN}$; ii) *Recall* (sensibilidad o tasa de verdaderos positivos), mide qué proporción de los casos positivos reales fueron correctamente identificados por el modelo, $Recall = \frac{VP}{VP+FN}$; iii) *Precision* (precisión), indica qué proporción de las predicciones positivas hechas por el modelo fueron correctas, $Precision = \frac{VP}{VP+FP}$; *F1 Score* (Puntaje F1), media armónica entre precisión y sensibilidad, $F1 = 2 * \frac{Precision*Recall}{Precision+Recall}$

Tabla 6. Tenencia de Instrumentos de pago y billeteras móviles (Cont.)

	<i>Decision Tree</i>	<i>Random Forest</i>
iii) Tenencia exclusiva de instrumentos de pago		
<i>Accuracy</i>	0,6546	0,7631
<i>Recall</i>	0,6285	0,7668
<i>Precision</i>	0,6709	0,7668
<i>F1 Score</i>	0,6489	0,7669
VARIABLES CON MAYOR PORCENTAJE DE EXPLICACIÓN		
Estrato	3,94%	18,76%
Educación	23,46%	
Ingreso	11,45%	
Miembros de la familia menores de 18 años		9,19%
Edad	7,17%	
Tasa de homicidios por 10 mil habitantes en la región	5,15%	
Tengo confianza en mi capacidad de tomar decisiones finan.	4,28%	
Sexo (Hombre=1)		3,53%
iv) Tenencia exclusiva de billeteras móviles		
<i>Accuracy</i>	0,6908	0,7811
<i>Recall</i>	0,6877	0,7905
<i>Precision</i>	0,6988	0,7813
<i>F1 Score</i>	0,6932	0,7859
VARIABLES CON MAYOR PORCENTAJE DE EXPLICACIÓN		
Educación	24,53%	
Estrato	5,63%	22,75%
Ingreso	12,65%	3,90%
Miembros de la familia menores de 18 años	4,42%	9,59%
Edad	11,78%	
PIB per cápita del departamento	6,37%	3,33%
Confianza en las instituciones financieras	4,75%	
Sexo (Hombre=1)	5,66%	
Tasa de homicidios por 10 mil habitantes en la región	3,95%	3,58%
Imagen entidades financieras		3,13%
Tiene servicio de Internet		3,05%

Notas: i) *Accuracy* (exactitud), es la proporción de predicciones correctas (verdaderos positivos + verdaderos negativos) sobre el total de casos, $Accuracy = \frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN}$; ii) *Recall* (sensibilidad o tasa de verdaderos positivos), mide qué proporción de los casos positivos reales fueron correctamente identificados por el modelo, $Recall = \frac{VP}{VP+FN}$; iii) *Precision* (precisión), indica qué proporción de las predicciones positivas hechas por el modelo fueron correctas, $Precision = \frac{VP}{VP+FP}$; *F1 Score* (Puntaje F1), media armónica entre precisión y sensibilidad, $F1 = 2 * \frac{Precision*Recall}{Precision+Recall}$

A pesar de estas diferencias, existen factores transversales que condicionan la tenencia tanto de instrumentos como de billeteras. Entre ellos destacan la distancia a centros urbanos, la

percepción de barreras operativas y el nivel de ingreso del hogar. La importancia de las variables regionales evidencia limitaciones estructurales en infraestructura física y conectividad digital en regiones apartadas. La percepción de barreras operativas, como los trámites excesivos, continúa siendo un obstáculo transversal, lo que refuerza la necesidad de avanzar en la simplificación de procesos y en la mejora de la experiencia del usuario en el sistema financiero. Este factor es menos relevante para los usuarios de billeteras, valoradas por su facilidad de uso y amplia aceptación. Por lo anterior, una estrategia para ampliar la cobertura de productos financieros que permiten realizar pagos debe reconocer la diversidad de perfiles de usuarios, diferenciando entre los mecanismos tradicionales y los que dependen de nuevas tecnologías como las billeteras. Esto implica reducir las desigualdades estructurales, fortalecer la educación financiera y eliminar las barreras que limitan el acceso a servicios financieros que permiten realizar pagos.

4.3. Uso de instrumentos de pago y billeteras móviles

Diversos estudios han señalado que disponer de un instrumento de pago no garantiza necesariamente su uso efectivo (Demirgüç-Kunt et al., 2018; Cámara y Tuesta, 2014). En muchos contextos, especialmente en economías emergentes como la colombiana, existen fenómenos de subutilización o abandono de productos financieros, lo que limita el impacto real de su posesión sobre el bienestar financiero de los hogares. Con el objetivo de profundizar en esta dimensión, se plantea un segundo análisis centrado en el uso de los instrumentos de pago y billeteras móviles.¹⁹ Los resultados de *ML* evidencian que, si bien las características sociodemográficas y económicas son factores relevantes, existen diferencias notables, como se detalla a continuación.

i) Uso de instrumentos de pago

El algoritmo *Decision Tree* muestra un desempeño sólido en la predicción del uso de instrumentos como la tarjeta débito y el cheque, con una precisión (*accuracy*) del 81,6% y un F1 Score de 0,83, lo que indica un buen equilibrio entre sensibilidad y precisión. El modelo identifica como variable más influyente la distancia a la capital del departamento (39,6%), lo que pone en

¹⁹ En este análisis, el uso de métodos de pagos se extrae la pregunta: ¿Usted ha usado los siguientes productos financieros en el último mes? Las alternativas de respuesta incluyen: tarjeta débito, cheque y billeteras móviles (ver Encuesta de Demanda 2022, Banca de las Oportunidades).

evidencia el impacto de las barreras geográficas sobre el acceso al sistema financiero. A esta variable le siguen el nivel educativo, el PIB per cápita del departamento, el ingreso del hogar y el nivel de violencia medido por la tasa de homicidios. Esto sugiere que el acceso a estos instrumentos se concentra en contextos con mejores condiciones socioeconómicas, mayor educación y mayor ingreso, lo que puede profundizar desigualdades preexistentes (Tabla 7).

El algoritmo *Random Forest* mejora los indicadores de desempeño, con una precisión del 84,9% y un F1 Score de 0,86, mostrando una mayor capacidad de clasificación. En este caso, el nivel de ingreso explica el 26,1% de la predicción, seguido del estrato socioeconómico, y la presencia de menores de edad en el hogar. También se destaca la variable “no tener productos financieros por demasiados trámites”, lo que sugiere que además de los factores estructurales, los factores institucionales representados por las barreras de percepción también juegan un papel relevante en el uso de instrumentos como tarjetas débito y cheques.

ii) *Uso de billeteras móviles*

El algoritmo *Decision Tree* exhibe un buen desempeño (*accuracy* del 82,5% y F1 Score de 0,83) en el caso de las billeteras móviles, cuyo uso depende de la distancia a la capital del departamento (39,5%), el PIB per cápita, la educación, el ingreso y la edad. Sin embargo, se observa una menor influencia de variables como los homicidios o la confianza institucional. Esto puede sugerir que, si bien el uso de las billeteras no es ajeno a factores estructurales, éstas ofrecen una alternativa relativamente más accesible frente a las restricciones del sistema financiero tradicional.

El algoritmo *Random Forest* también arroja un buen desempeño (*accuracy* del 84,9% y F1 Score de 0,86), con variables explicativas como el ingreso (26,1%), el estrato, la presencia de menores en el hogar, y el rol de jefe del hogar. También es significativa la percepción de exceso de trámites (medida por la pregunta “No tiene productos financieros por demasiados trámites”), lo que refuerza la idea de que la simplicidad operativa es un factor diferenciador para los usuarios de billeteras (Tabla 7). Esto coincide con estudios previos, en donde la facilidad de uso de la nueva tecnología contribuye a aumentar la intención de uso de la misma (ver Campbell & Singh, 2017; Chawla & Joshi, 2019). Además de la simplicidad de uso y mayor accesibilidad de las billeteras, su uso sigue dependiendo de condiciones socioeconómicas como el ingreso y el estrato del usuario, muy en línea con los resultados encontrados por Leong, Hew, Ooi & Wei (2020).

Tabla 7. Uso de Instrumentos de pago y billeteras móviles

	<i>Decision Tree</i>	<i>Random Forest</i>
i) Uso de instrumentos de pago		
<i>Accuracy</i>	0,8162	0,8490
<i>Recall</i>	0,8400	0,9079
<i>Precision</i>	0,8138	0,8219
<i>F1 Score</i>	0,8272	0,8628
VARIABLES CON MAYOR PORCENTAJE DE EXPLICACIÓN		
La distancia a la capital del país	39,58 %	
Ingreso	6,21 %	26,12 %
Estrato		15,52 %
Educación	8,63 %	
PIB per cápita del departamento	7,69 %	
Miembros de la familia menores de 18 años		5,79 %
Homicidios por diez mil habitantes en el departamento	5,63 %	
La persona es jefe del hogar		4,86%
Edad	4,77 %	
ii) Uso de billeteras móviles		
<i>Accuracy</i>	0,8249	0,8490
<i>Recall</i>	0,8452	0,9079
<i>Precision</i>	0,8245	0,8219
<i>F1 Score</i>	0,8347	0,8628
VARIABLES CON MAYOR PORCENTAJE DE EXPLICACIÓN		
La distancia a la capital del país	39,51 %	
Ingreso	5,29 %	26,12 %
Estrato		15,52 %
PIB per cápita del departamento	10,10 %	
Educación	8,64 %	
Miembros de la familia menores de 18 años		5,79 %
La persona es jefe del hogar		4,86 %
Edad	4,68 %	
No tiene productos financieros por demasiados trámites		4,26%
Homicidios por diez mil habitantes en el departamento	3,82 %	

Notas: i) *Accuracy* (exactitud), es la proporción de predicciones correctas (verdaderos positivos + verdaderos negativos) sobre el total de casos, $Accuracy = \frac{VP+VN}{VP+VN+FP+FN}$; ii) *Recall* (sensibilidad o tasa de verdaderos positivos), mide qué proporción de los casos positivos reales fueron correctamente identificados por el modelo, $Recall = \frac{VP}{VP+FN}$; iii) *Precision* (precisión), indica qué proporción de las predicciones positivas hechas por el modelo fueron correctas, $Precision = \frac{VP}{VP+FP}$; *F1 Score* (Puntaje F1), media armónica entre precisión y sensibilidad, $F1 = 2 * \frac{Precision*Recall}{Precision+Recall}$

Los anteriores resultados reflejan que, aunque el uso de instrumentos de pago tradicionales como la tarjeta débito y el cheque, y de soluciones dependientes de nuevas tecnologías como las billeteras móviles comparten algunos determinantes, existen diferencias notables. El uso de instrumentos está fuertemente correlacionado con las condiciones socioeconómicas como el ingreso, la educación, y la cercanía a centros urbanos, mientras que las billeteras móviles se posicionan como una herramienta con mayor potencial de adopción para grupos con acceso limitado al sistema financiero formal. Los resultados de los diferentes algoritmos muestran que la tenencia no garantiza el uso.

En síntesis, la estrategia empírica empleada en este estudio brinda una comprensión integral de las brechas estructurales que caracterizan el ecosistema de pagos en Colombia. Desde la perspectiva territorial, las diferencias en conectividad digital y educación media emergen como los factores más consistentes para explicar la heterogeneidad en la adopción de servicios de pago. En el plano individual, los modelos de *machine learning* revelan patrones claros de *multi-homing*, concentrados en usuarios con ingresos medios o altos y mayores habilidades digitales. Este resultado muestra que la expansión de las billeteras móviles amplía el conjunto de alternativas de pago disponibles.

Conclusiones

El documento aporta evidencia empírica novedosa sobre los factores que determinan la adopción de los servicios de pago al por menor en Colombia, incorporando un enfoque territorial y a nivel de usuario, que combina modelos de econometría espacial con técnicas de *machine learning* (*Decision Tree* y *Random Forest*). Este abordaje metodológico constituye un aporte sustantivo frente a estudios previos, al permitir capturar tanto los efectos espaciales entre departamentos como las relaciones no lineales y heterogéneas entre variables socioeconómicas, actitudinales y tecnológicas.

Los resultados de este estudio ofrecen una visión complementaria sobre la naturaleza estructural de las brechas en el ecosistema de pagos. El análisis utilizando modelos de econometría espacial provee evidencia empírica que corrobora la alta heterogeneidad departamental en los servicios de pago tradicionales y con un alto componente tecnológico. Las diferencias en la conectividad digital y educación media explican de forma robusta la dispersión en la adopción de estos

servicios, incluso después de controlar por el ingreso y la capacidad institucional de los departamentos. Esto sugiere que la infraestructura tecnológica y las competencias digitales son importantes para la adopción de estos servicios. La evidencia de efectos espaciales positivos confirma, además, la existencia de externalidades regionales, ya que las mejoras en conectividad y educación en un territorio benefician a las regiones con las que tienen nexos económicos y/o financieros, lo que refuerza la importancia de políticas coordinadas a nivel interdepartamental. Si bien ambas variables generan efectos positivos directos e indirectos (*spillovers*) significativos sobre la adopción de estos servicios, se identifican diferentes grados de respuesta en las regiones; siendo las más distantes (en términos económicos) las que tienen mayores retos para aumentar su adopción. Por lo anterior, es necesario considerar estas diferencias en el diseño y la implementación de políticas públicas orientadas a promover el acceso a estos servicios.

Por otra parte, los modelos de *machine learning* permiten capturar relaciones no lineales y patrones complejos que escapan a los enfoques econométricos tradicionales. En general, los resultados indican que la adopción de los instrumentos de pago está fuertemente condicionada por factores socioeconómicos y la cercanía a centros urbanos. No obstante, su adopción continúa limitada por barreras operativas, desconfianza institucional y una percepción generalizada de que los trámites asociados son complejos y burocráticos. En contraste, existe una mejor percepción frente a la facilidad de uso de las nuevas tecnologías, lo cual es consistente con la literatura previa sobre la intención de uso de billeteras móviles. Además, en el caso de las billeteras móviles, emergen variables como la edad y el género (con mayor uso entre hombres) y el involucramiento en la gestión del presupuesto familiar, lo que sugiere un perfil de usuario más diverso.

Los resultados permiten, además, identificar patrones de comportamiento individual asociados al fenómeno de *multi-banking*, entendido como la utilización simultánea de distintos métodos de pago. Dichos resultados muestran que el *multi-banking* se concentra en segmentos jóvenes, con ingresos medios o altos y mayor alfabetización digital, lo que sugiere que la adopción de billeteras móviles no implica necesariamente la sustitución de métodos de pago tradicionales, sino su uso complementario. Este hallazgo indica que la coexistencia de instrumentos y billeteras responde a estrategias de conveniencia, seguridad y diversificación de riesgos por parte de los usuarios. Desde la perspectiva de política pública, estos resultados resaltan la necesidad de diseñar estrategias diferenciadas que promuevan el fortalecimiento de la confianza digital, para ampliar la adopción efectiva de los servicios de pago.

De otro lado, es necesario avanzar en la simplificación de procesos, la expansión de la infraestructura de pagos física y digital, y la promoción de competencias financieras desde edades tempranas. Una estrategia integral debe también fortalecer la confianza en las instituciones financieras y apoyar la innovación tecnológica que permita ampliar el acceso de instrumentos de pago y billeteras móviles entre todos los grupos poblacionales.

Referencias

- Amoroso, D., Lim, R., Román, F. (2021). “The effect of reciprocity on mobile wallet intention: A Study of Filipino Consumers”, *International Journal of Asian Business and Information Management* 12.
- Amromin, G., Chakravorti, S. (2009). “Whither Loose Change? The Diminishing Demand for Small-Denomination Currency”, *Journal of Money, Credit, and Banking*, 41 (2-3).
- Arango, C., Zárate, H., Suárez, N. (2017). “Determinantes del Acceso, Uso y Aceptación de Pagos Electrónicos en Colombia”, *Borradores de Economía* 999.
- Arango, C., Suarez, N. (2020). “Digital Payments Adoption and the Demand for Cash: New International Evidence”, *Journal of Payments Strategy and Systems*.
- Ashworth, J., Goodhart, C. (2020). “Coronavirus Panic Fuels a Surge in Cash Demand”, Discussion paper 14910, CEPR.
- Athey, S. (2018). The impact of machine learning on economics. In *The economics of artificial intelligence: An agenda* (pp. 507–547). University of Chicago Press.
- Au, Y., Kaufmann, R. (2008). “The economics of mobile payments: Understanding stakeholder issues for an emerging financial technology application”, *Electronic Commerce Research and Applications* 7, 141–164.
- Banco de la República (2014). Reporte de Sistemas de Pago.
- Banco de la República (2020). Resultados de la Encuesta de Percepción sobre el Uso de los Instrumentos para los Pagos Habituales en Colombia.
- Banco de la República (2021a). Informe de la Junta Directiva a Congreso de la República.
- Banco de la República (2021b). Reporte Sistemas de Pago.
- Banco de la República (2022). Resultados de la Encuesta de Percepción sobre el Uso de los Instrumentos, para los pagos habituales en Colombia.
- Banco de la República (2024). Resultados de la Encuesta de Percepción sobre el Uso y Aceptación de los Instrumentos, para los pagos habituales en Colombia.
- BID, Finnovista. (2024). IV Informe FinTech en América Latina y el Caribe: un ecosistema consolidado con potencial para aportar a la inclusión financiera regional.

- BIS-BCBS (2017). Sound Practices: Implications of Fintech developments for banks and bank supervisors, Consultative document.
- BIS (2020). III. Central banks and payments in the digital era. Annual Economic Report
- BIS-CPMI (2024). Tokenisation in the context of money and other assets: concepts and implications for central banks, Report to the G20.
- Bran-Guevara, J., Hernández-Ávila, L., McAllister-Harker, D. (2022). “Servicios Financieros Digitales en Colombia: Una caracterización y análisis de riesgos potenciales”, Borradores de Economía 1193.
- Campbell, D., Singh, C. (2017). “A study of customer innovativeness for the mobile wallet acceptance in Rajasthan”, *Pacific Business Review International*, 10.
- Cardona-Ruiz, D., Hoyos-Alzate, M., Saavedra-Caballero, F. (2018). “Gender and financial inclusion in Colombia”, *Ecos de Economía*, 22(46), 60-90, <https://doi.org/10.17230/ecos.2018.46.3>
- Chawla, D., Joshi, H. (2019). “Consumer attitude and intention to adopt mobile wallet in India—An empirical study”, *International Journal of Bank Marketing*, 37.
- Chawla, D., Joshi, H. (2020). “The moderating role of gender and age in the adoption of mobile wallet”, *Foresight*, 22.
- Chen, S., Doerr, S., Frost, J., Gambacorta, L., Shin, H. (2023). “The Fintech Gender Gap”, *Journal of Financial Intermediation*, Volume 54, 101026, ISSN 1042-9573.
- Ching, A., Hayashi, F. (2010). “Payment card rewards programs and consumer payment choice”, *Journal of Banking and Finance*, 34, 1773–1787.
- Cliff, A., Ord, J. (1973). Spatial Autocorrelation. Pion limited publishers, London.
- Committee on Payment and Settlement Systems – CPSS – (2003). A glossary of terms used in payments and settlement systems, March
- Davis, F. (1989). “Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology”, *MIS Quarterly* 13 (3), 319–339.
- Decreto 1297 de 2022
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=190426>

- Demirguc-Kunt, A., Klapper, L., Randall, D. (2012). “The Global Findex database: financial inclusion in Latin America and the Caribbean”, Findex notes; No. 5 Washington, D.C., World Bank Group.
- Demirguc-Kunt, A., Klapper, L., Singer, D. (2017). “Financial inclusion and inclusive growth: a review of recent empirical evidence”, *Policy Research Working Paper Series* 8040, The World Bank.
- Drehmann, M., Goodhart, C., Krueger, M., Boldrin, M., Rose, A. (2002). “The challenges facing currency usage: Will the traditional transaction medium be able to resist competition from the new technologies?” *Economic Policy*, 17(34), 195–227.
- Elhorst, JP. (2014). *Spatial Econometrics: From Cross-Sectional data to Spatial Panels*, Springer, Groningen, The Netherlands.
- Ehrentraud, J., Prenio, J., Boar, C., Janfils, M., Lawson, A. (2021). “Fintech and payments: regulating digital payment services and e-money”, BIS, FSI Insights on policy implementation No 33.
- Finnovista y BID (2024). “Fintech en América Latina y el Caribe: un ecosistema consolidado con potencial para aportar a la inclusión financiera regional”, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Hayashi, F., Klee, E. (2003). “Technology adoption and consumer payments: evidence from survey data”, *Review of Network Economics* 2 (2), 175–190.
- Hopalt, E., Vayvay, Ö., Tuğçe, Z., Turhan, D., Aysuna, C. (2022). “How Do Mobile Wallets Improve Sustainability in Payment Services? A Comprehensive Literature Review”, *Sustainability* 14, 16541.
- Kahn, Ch., Roberds, W. (2009). “Why pay? An introduction to payments economics”, *Journal of Financial Intermediation*, 18 (1), 1–23.
- Kapoor, A., Sindwani, R., Goel, M. (2024). “Mobile Wallets: Theoretical and Empirical Analysis”, *Global Business Review*, 25(2).
- Klee, E. (2006). “Families’ Use of Payment Instruments During a Decade of Change in the U.S. Payment System”, Working paper, Board of Governors of the Federal Reserve System
- Knell, M., Stix, H. (2006). “Three decades of money demand studies: differences and similarities”, *Applied Economics*, 38 (7).
- Lee, L., Yu, J. (2010). “Estimation of spatial autoregressive panel data models with fixed effects”, *Journal of Econometrics*, Vol. 154 (2), 165-185.

- León, C. (2021). “The adoption of a mobile payment system: The user perspective”, *Latin American Journal of Central Banking* 2, 100042
- Leong, L.Y.; Hew, T.S.; Ooi, K.B.; Wei, J. (2020). “Predicting mobile wallet resistance: A two-staged structural equation modeling-artificial neural network approach”, *International Journal of Information Management*, 51, 102047.
- Ley 1266 de 2008
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=34488>
- Ley 1581 de 2012
<https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=49981>
- Martínez, C. (2019). “El uso de efectivo y tarjetas débito como instrumentos de pago en Colombia”, *Lecturas de Economía*, No, 90.
- Mombeuil, C. (2020). “An exploratory investigation of factors affecting and best predicting the renewed adoption of mobile wallets”, *Journal of Retailing and Consumer Services* 55, 102127
- Pérez, E., Titelman, D. (editores), (2018). *La inclusión financiera para la inserción productiva y el papel de la banca de desarrollo*, Libros de la CEPAL, N° 153 (LC/PUB,2018/18-P), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Rochet, J., Tirole, J. (2003). “Platform competition in two-sided markets”, *Journal of the European Economic Association* 1 (4) 990–1029.
- Sharma, S., Mangla, S., Luthra, S., Al-Salti, Z. (2018). “Mobile wallet inhibitors: Developing a comprehensive theory using an integrated model”, *Journal of Retailing and Consumer Services*, 45.
- Shreeti, V. (2024). “Tracing the adoption of digital technologies”, BIS Working paper 1166.
- Stavins, J. (2001). “Effect of consumer characteristics on the use of payment instruments”, *New England Economic Review* 3, 19–31.
- Stearns, D. (2007). “A History of the VISA Payment System: 1970-1984”, PhD Research, University of Edinburgh.
- Varian, H. R. (2014). “Big data: New tricks for econometrics”, *Journal of Economic Perspectives*, 28(2), 3–28.
- Vasanth, S., Sarika, P. (2019). “Empirical analysis of demographic factors affecting intention to use mobile wallet”, *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8.

- Venkatesh, V., Davis, F. (2000). "A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Longitudinal Field Studies", *Management Science*, 45 (2), 186 – 204.
- Venkatesh, V., Morris, M., Davis, G., Davis, F. (2003). "User acceptance of information technology: Toward a unified view", *MIS Quarterly*, 27 (3).
- Venkatesh, V., Thong, J., Xu, X (2012). "Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology", *MIS Quarterly*, 36 (1), 157-178.

Anexo A. Marco normativo de los depósitos electrónicos y billeteras móviles

En Colombia, las finanzas abiertas (*open finance*) se regulan mediante el Decreto 1297 de 2022, el cual se enfoca en la iniciación de pagos y el tratamiento de datos del consumidor financiero²⁰. De acuerdo con lo que establece esta norma, la iniciación de pagos es una nueva actividad en el sistema de pagos de bajo valor que solo se puede realizar si existe autorización previa por parte del ordenante, y no podrá ser utilizada por los que ofrecen esos servicios para administrar o mantener los fondos del ordenante. La iniciación de pagos podrá ser desarrollada por establecimientos de crédito, SEDPEs, entidades administradoras del sistema de pago de bajo valor y sociedades no vigiladas por la SFC²¹.

El decreto también regula el uso de los datos, estableciendo de manera clara y precisa que solo podrán ser sujeto de tratamiento aquellos que cada usuario autorice de manera previa, y que dicho tratamiento solo se podrá realizar bajo el cumplimiento de las reglas de protección al consumidor financiero (i.e., legislación sobre protección de datos y habeas data: leyes 1266 de 2008 y 1581 de 2012). Otros aspectos contenidos en el decreto son los contratos de uso de red entre establecimientos de crédito y usuarios de la red, y las disposiciones sobre los ecosistemas digitales, tales como la actualización de las normas para los corresponsales digitales.

En la provisión de los servicios del sistema financiero a la población y las empresas se genera una gran cantidad de información que puede ser susceptible de ataques informáticos para realizar transacciones fraudulentas. Sobre este particular, la Ley 1273 de 2009 establece como delitos informáticos todos aquellos que atentan contra la protección de la información, los datos, y los sistemas informáticos. Esta ley contempla, entre otros, los delitos que pueden afectar las transacciones financieras (e.g. estafas que generen la transferencia no consentida de activos en favor de un tercero), así como las sanciones correspondientes incluidas multas y medidas de aseguramiento.

²⁰ En el presente decreto, la iniciación de pagos se define como el envío de una orden o transferencia de fondos por un tercero.

²¹ Los establecimientos de crédito incluyen a bancos, corporaciones financieras, compañías de financiamiento comercial, y cooperativas financieras.

Anexo B.

Tabla B.1. Modelo SAR (Efectos marginales en el Indicador de Cuentas de ahorro)
ACCESO A INTERNET (por cada 100 adultos)

	Efecto directo		Efecto indirecto		Efecto total	
	Coficiente	Desv. est.	Coficiente	Desv. est.	Coficiente	Desv. est.
W: PIB per cápita departamental						
CARIBE	0,0042225	(0,0012031)***	0,0150101	(0,0092966)	0,0192334	(0,0101014)*
CENTRO	0,0043235	(0,0012460)***	0,0149002	(0,0092201)	0,0192237	(0,0100954)*
CENTRO SUR	0,0041787	(0,0011855)***	0,0150521	(0,0093249)	0,0192308	(0,0100998)*
EJE CAFETERO	0,0042243	(0,0012043)***	0,0149990	(0,0092871)	0,0192233	(0,0100951)*
LLANO	0,0043875	(0,0012745)***	0,0148279	(0,0091698)	0,0192153	(0,0100903)*
PACÍFICO	0,0042465	(0,0012131)***	0,0149854	(0,0092787)	0,0192319	(0,0101005)*
W: Índice de desempeño institucional						
CARIBE	0,0039287	(0,0011594)***	0,0115979	(0,0067805)*	0,0155266	(0,0075460)**
CENTRO	0,0040047	(0,0011882)***	0,0115219	(0,0067302)*	0,0155266	(0,0075460)**
CENTRO SUR	0,0040218	(0,0011949)***	0,0115049	(0,0067190)*	0,0155267	(0,0075461)**
EJE CAFETERO	0,0040897	(0,0012220)***	0,0114370	(0,0066744)*	0,0155267	(0,0075460)**
LLANO	0,0040244	(0,0011957)***	0,0115023	(0,0067181)*	0,0155267	(0,0075460)**
PACÍFICO	0,0039586	(0,0011705)***	0,0115678	(0,0067607)*	0,0155265	(0,0075459)**

Nota: Significancia estadística al 1% (***), 5% (**) y 10% (*). Resultados excluyendo Bogotá.

Tabla B.2. Modelo SAR (Efectos marginales en el Indicador de Depósito electrónico)

ACCESO A INTERNET (por cada 100 adultos)						
	Efecto directo		Efecto indirecto		Efecto total	
	Coefficiente	Desv. estándar	Coefficiente	Desv. estándar	Coefficiente	Desv. estándar
W: PIB per cápita departamental						
CARIBE	0,0122045	(0,0023905)***	0,0274514	(0,0115709)***	0,0396559	(0,0132306)***
CENTRO	0,0123720	(0,0024399)***	0,0272662	(0,0114803)***	0,0396382	(0,0132232)***
CENTRO SUR	0,0121308	(0,0023696)***	0,0275204	(0,0116047)***	0,0396512	(0,0132287)***
EJE CAFETERO	0,0122037	(0,0023910)***	0,0274339	(0,0115608)***	0,0396376	(0,0132230)***
LLANO	0,0124769	(0,0024720)***	0,0271459	(0,0114210)***	0,0396229	(0,0132169)***
PACÍFICO	0,0122438	(0,0024020)***	0,0274093	(0,0115500)***	0,0396531	(0,0132295)***
W: Índice de desempeño institucional						
CARIBE	0,0104167	(0,0022627)***	0,0309252	(0,0137266)**	0,0413418	(0,0152189)***
CENTRO	0,0106195	(0,0023215)***	0,0307223	(0,0136246)**	0,0413419	(0,0152190)***
CENTRO SUR	0,0106653	(0,0023352)***	0,0306769	(0,0136018)**	0,0413421	(0,0152191)***
EJE CAFETERO	0,0108463	(0,0023906)***	0,0304956	(0,0135115)**	0,0413419	(0,0152190)***
LLANO	0,0106721	(0,0023368)***	0,0306698	(0,0136002)**	0,0413419	(0,0152190)***
PACÍFICO	0,0104966	(0,0022855)***	0,0308449	(0,0136864)**	0,0413415	(0,0152188)***
TASA DE EDUCACIÓN MEDIA						
	Efecto directo		Efecto indirecto		Efecto total	
	Coefficiente	Desv. estándar	Coefficiente	Desv. estándar	Coefficiente	Desv. estándar
W: PIB per cápita departamental						
CARIBE	0,0070035	(0,0030709)**	0,0157528	(0,0080088)**	0,0227563	(0,0105422)**
CENTRO	0,0070996	(0,0031073)**	0,0156465	(0,0079505)**	0,0227461	(0,0105371)**
CENTRO SUR	0,0069612	(0,0030550)**	0,0157924	(0,0080305)**	0,0227536	(0,0105408)**
EJE CAFETERO	0,0070030	(0,0030705)**	0,0157427	(0,0080027)**	0,0227458	(0,0105369)**
LLANO	0,0071598	(0,0031302)**	0,0155775	(0,0079125)**	0,0227373	(0,0105327)**
PACÍFICO	0,0070260	(0,0030794)**	0,0157286	(0,0079954)**	0,0227546	(0,0105414)**
W: Índice de desempeño institucional						
CARIBE	0,0072739	(0,0029308)***	0,0215948	(0,0109338)**	0,0288687	(0,0131953)**
CENTRO	0,0074155	(0,0029818)***	0,0214532	(0,0108562)**	0,0288687	(0,0131953)**
CENTRO SUR	0,0074475	(0,0029935)***	0,0214214	(0,0108389)**	0,0288689	(0,0131954)**
EJE CAFETERO	0,0075739	(0,0030402)***	0,0212949	(0,0107700)**	0,0288687	(0,0131953)**
LLANO	0,0074522	(0,0029953)***	0,0214165	(0,0108371)**	0,0288688	(0,0131953)**
PACÍFICO	0,0073297	(0,0029508)***	0,0215388	(0,0109032)**	0,0288684	(0,0131952)**

Nota: Significancia estadística al 1% (***), 5% (**) y 10% (*). Resultados excluyendo Bogotá.