

Sesgo algorítmico en la fiscalización digital y sostenibilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas

Algorithmic bias in digital tax auditing: Implications for the sustainability of micro, small, and medium-sized enterprises

Franklin Edwin Rodríguez Ponce

 <https://orcid.org/0000-0001-7888-5038>

Magister en Economía y Gestión Estratégica de micro, pequeñas y medianas empresas, Universidad Estatal de Milagro, Milagro-Ecuador, frodriguez4@unemi.edu.ec

Johanna Estefanía Rangel Saltos

 <https://orcid.org/0000-0002-4920-507X>

Magister en Ciencias con mención en Economía y Gestión empresarial, Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, johanna.rangels@ug.edu.ec

Galo Mauricio Durán Salazar

 <https://orcid.org/0000-0002-2471-1857>

Magister En Economía Con Mención En Finanzas Y Proyectos Corporativos, Universidad de Guayaquil, Guayaquil-Ecuador, galo.duransa@ug.edu.ec

 10.62325/10.62325/yachana.v15.n2.2026.1061

Resumen

La transformación digital de la administración tributaria promete mayor eficiencia, pero en economías emergentes puede generar fricciones que afectan desproporcionadamente a las micro, pequeñas y medianas empresas. Este artículo analiza el impacto de la fiscalización automatizada sobre la sostenibilidad empresarial usando microdatos administrativos, consolidando una muestra analítica depurada de 564 065 multas efectivas entre 2019 y 2025. Mediante modelos Logit y regresión lineal sobre el logaritmo de las multas, se estima la probabilidad de sanción por errores de interfaz y la severidad financiera asociada en función de un gradiente de madurez digital. Un análisis profundo revela que los contribuyentes de Baja Madurez (Personas Naturales) no solo tienen una probabilidad de un 39,6% mayor de

ser sancionados por fricción digital en comparación con las Sociedades, sino que además se enfrentan a un diseño regresivo donde sus multas son, en promedio, un 16% más altas que las de entidades corporativas medianas. Esto demuestra empíricamente que la automatización sin calibración institucional agrava la desigualdad competitiva.

Palabras clave: brecha digital; tecnología de la información; tributación; pequeña empresa; desarrollo sostenible.

Códigos JEL: M15, H26, O33

Abstract

The transformation of tax administration promises efficiency gains; however, in emerging economies it may introduce frictions that disproportionately affect micro, small, and medium-sized enterprises.

Artículo de investigación



Esta publicación está bajo una licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0).

Fecha de recepción:
01/03/2026

Fecha de aprobación:
25/06/2026

Fecha de publicación:
31/07/2026

This article examines the impact of automated enforcement on firm sustainability using administrative microdata, constructing a cleaned analytical sample of 564,065 effective penalties between 2019 and 2025. Using logit models and linear regression on the logarithm of penalties, we estimate the probability of sanction due to interface-related errors and the associated financial severity as a function of a digital maturity gradient.

The results indicate that taxpayers with low digital maturity (natural persons) exhibit a 39.6% higher likelihood of being sanctioned due to digital friction compared to corporate entities. Moreover, they face a regressive penalty structure, whereby their fines are, on average, 16% higher than those imposed on medium-sized corporate entities. These findings provide empirical evidence that automation without adequate institutional calibration exacerbates competitive inequality.

Keywords: Digital divide; information technology; taxation; small enterprises; sustainable development.

Introducción

En la última década, la transformación digital de las administraciones tributarias ha evolucionado desde la simple automatización de trámites hacia ecosistemas de gobernanza basados en Big Data, analítica predictiva e inteligencia artificial, en línea con la noción de Administración Tributaria 3.0 descrita por Lin (2025). Trabajos recientes, como los de Belahouaoui y Alm (2025) y Tashenova et al. (2025), sostienen que estas tecnologías permiten incrementar la capacidad recaudatoria del Estado, reducir la evasión y convertir la fiscalización en un proceso continuo de minería de datos. Bajo esta visión tecnocrática, la denominada Tax Tech se presenta como un imperativo estratégico para la sostenibilidad fiscal y la rendición de cuentas, al minimizar la discrecionalidad humana en la selección de contribuyentes (Lee et al., 2024).

Sin embargo, la expansión acelerada de sistemas de decisión automatizada ha activado un debate crítico sobre los riesgos de opacidad, sesgo y exclusión que acompañan estos modelos. Ghosh et al. (2025) advierten que el uso de algoritmos de caja negra dificulta la auditoría externa y com-

promete la justicia procedimental, mientras que Zaccour et al. (2025) y Vargas Huapaya et al. (2025) muestran que la eficiencia algorítmica no garantiza equidad, pues los modelos tienden a reproducir sesgos históricos y generar fricciones digitales contra actores con menor madurez tecnológica. Desde una perspectiva teórica, Plecko y Bareinboim (2025) subrayan el *trade-off* entre precisión predictiva y equidad, recordando que la imposición de restricciones de justicia algorítmica implica pérdidas de utilidad que rara vez se internalizan en el diseño de los sistemas.

Esta tensión es especialmente aguda en las economías emergentes, donde coexisten grandes corporaciones con sofisticadas infraestructuras de TI y un tejido mayoritario de micro, pequeñas y medianas empresas con recursos limitados. Estudios como los de Sánchez et al. (2025), Gupta et al. (2025) y Munjeji y Schutte (2025) documentan que las MiPymes enfrentan restricciones financieras, brechas de habilidades digitales y marcos regulatorios complejos, lo que incrementa los costos de cumplimiento y la probabilidad de incurrir en errores formales en entornos digitales.

En contraste, Hanfy et al. (2025) muestran que las grandes corporaciones, especialmente cuando son auditadas por firmas de alcance global, disponen de capacidades tecnológicas y de auditoría que facilitan su adaptación a los requisitos de fiscalización digital, profundizando la brecha frente a las empresas más pequeñas. A ello se suma la evidencia de que las inversiones tecnológicas estatales pueden trasladar costos ocultos a empresas sin economías de escala, como señalan Azenzoul et al. (2025) y Kallmuenzer et al. (2025), configurando una paradoja donde la adopción de controles digitales compromete la sostenibilidad de los actores más pequeños.

En este contexto, la implementación de sistemas integrales de monitoreo fiscal automatizado -como la facturación electrónica masiva y los registros automatizados- genera una asimetría de impacto: la tecnología disciplina y sanciona con mayor rigor a los contribuyentes de menor tamaño. Estos actores carecen de las capacidades de orden cero necesarias para gestionar la complejidad de los nuevos entornos digitales (Lin, 2025) y enfrentan costos de cumplimiento desproporcionados que erosionan sus márgenes de beneficio (Thaha et al., 2023). Esta situación sugiere que la automatización fiscal, lejos de nivelar el campo de juego, puede actuar como un mecanismo de exclusión sistemática para empresas vulnerables.

Estudios recientes de Balaskas et al. (2024) y Yu y Li (2025) indican que la presión coercitiva digital sobre empresas con restricciones financieras no siempre incentiva el cumplimiento voluntario, sino que puede amenazar su viabilidad operativa, inducir recortes laborales o incluso forzar el cierre de negocios. A pesar de la relevancia de este fenómeno, existe una escasez

de investigaciones empíricas que cuantifiquen la magnitud de este sesgo utilizando microdatos administrativos masivos. Ante este vacío, la presente investigación analiza el impacto del sesgo algorítmico en la sostenibilidad de las MiPymes, a partir de un universo de registros administrativos que permite una evaluación econométrica robusta de la fricción digital. Se testea la hipótesis de que la automatización fiscal penaliza sistemáticamente la falta de capacidad administrativa, independientemente de la intención de evasión.

Transformación Digital, Deuda Burocrática y Complejidad Regulatoria

La literatura reciente conceptualiza la digitalización gubernamental no como un proceso lineal de modernización, sino como una reconfiguración de capacidades que puede generar nuevas formas de exclusión administrativa. Lin (2025) introduce el concepto de deuda burocrática para describir la brecha entre los instrumentos de gobernanza heredados y el avance de plataformas basadas en datos masivos.

En el ámbito fiscal, la inteligencia artificial incrementa la capacidad recaudatoria y de control del Estado (Khan et al., 2024); sin embargo, añade capas de complejidad formidables. Esta complejidad administrativa se evidencia en nuevos campos de control, como la tributación de activos digitales y criptomonedas (Lazea et al., 2025), o en el uso de chatbots de asistencia donde el riesgo de alucinaciones automatizadas traslada la carga del error técnico al usuario (Künnapas et al., 2025).

Aunque autores como Chu y Lv (2025) argumentan que la tecnología financiera puede aliviar la elusión fiscal corporativa al mitigar restricciones, este efecto positivo es condicional. La adaptación exige

ecosistemas maduros y condiciones facilitadoras descritas por Abhishek et al. (2025); ante su ausencia, la tecnología es una barrera. El uso de plataformas como el Intercambio Electrónico de Datos suele incorporarse por presiones normativas externas, forzando a las pequeñas organizaciones a asumir altos costos de adaptación sin percibir beneficios operativos tangibles (Olewi, 2023).

Justicia Algorítmica, Opacidad y el Derecho a la Contestabilidad

El núcleo del debate sobre la automatización fiscal reside en la tensión inherente entre la utilidad predictiva y la equidad procesal. Plecko y Bareinboim (2025) plantean un intercambio ineludible en el diseño algorítmico: optimizar exclusivamente por eficiencia recaudatoria aumenta el riesgo de reproducir resultados discriminatorios. Caer en esta trampa del formalismo matemático puede ocultar injusticias sociales severas cuando las métricas asumen que el incumplimiento formal obedece siempre a un dolo intencional (Mc Manus et al., 2025).

Esta problemática se agrava por la opacidad institucional. Frente a la caja negra del Estado, la contestabilidad algorítmica es imperativa, pues los contribuyentes rechazan sistemas de decisiones unilaterales cuando el costo de objetarlas es prohibitivo (Lyons et al., 2025).

La aversión solo disminuye cuando los sistemas de auditoría o asesoramiento explican razonadamente sus fallos y asumen responsabilidad. Kotzian et al. (2025) añaden que la aversión a los algoritmos se reduce únicamente cuando los sistemas ofrecen explicaciones claras de sus recomendaciones; la incapacidad de justificar decisiones ex post genera indefensión y

erosiona la confianza en la autoridad tributaria, lo cual resulta indispensable, dado que la confianza actúa como el mediador fundamental para la legitimidad en la digitalización estatal (Bokhari et al., 2025). La preocupación es empíricamente válida: la ingeniería de datos advierte que los modelos de categorización sufren sesgos de muestreo sistemáticos al juzgar a poblaciones carentes de un historial digital continuo (Valdrighi et al., 2025).

Fricción Tecnológica y Sostenibilidad en MiPymes

La implementación de mandatos digitales genera impactos que amenazan la sostenibilidad de las empresas con menores recursos. Se configura una paradoja de la digitalización (Azenzoul et al., 2025), en la que la obligación de invertir en sistemas de reporte fiscal no mejora la eficiencia interna de las pymes, obligándolas a desviar liquidez crítica. Cuando la adopción tecnológica gubernamental no se alinea con la estrategia organizativa de la empresa, genera simplemente islas tecnológicas que estancan la agilidad de los negocios (Damjanović et al., 2025).

Esta vulnerabilidad sistémica es frecuentemente ignorada por los modelos estándar del regulador. Investigaciones en mercados emergentes revelan que las métricas financieras típicas para pronosticar solidez pueden clasificar erróneamente el riesgo en las pymes, ya que variables como la extrema liquidez pueden, de hecho, reflejar ineficiencia operativa antes que capacidad contributiva (Kristanti et al., 2025; Mahesh et al., 2025).

En última instancia, el principal vector de exclusión es el capital humano: el dominio y conocimiento previo dictaminan si una tecnología será adoptada orgánicamente

(Cuc et al., 2025) mientras que las preocupaciones sobre complejidad de uso actúan como una barrera impenetrable en sectores vulnerables (Aldossari et al., 2025). Por ello, herramientas como FinTech pueden ofrecer vías teóricas para cerrar la brecha de control, pero la coerción pura resulta estéril frente a un contribuyente genuinamente desconectado (Skandalis y Skandalis, 2025).

Materiales y método

La investigación se apoya en microdatos administrativos masivos de la administración tributaria nacional, siguiendo la tendencia reciente de privilegiar registros fiscales reales frente a encuestas de percepción para analizar comportamiento de cumplimiento. La base original corresponde al universo de fiscalización, con aproximadamente 4 400 000 registros, estructurada como un panel no balanceado que recoge actuaciones de control sobre contribuyentes a lo largo del tiempo.

Para asegurar consistencia econométrica, se aplicó un proceso estricto de depuración sobre el universo de fiscalización. La muestra analítica se restringió exclusivamente a aquellas transacciones tipificadas como multas efectivas. Se excluyeron registros con información fiscal incompleta, inconsistencias en la clasificación sectorial CIIU y valores atípicos extremos.

Tras este proceso, se obtuvo una muestra analítica final de 564 065 observaciones válidas asociadas a infracciones. Este tamaño muestral permite no solo identificar patrones de fricción digital con alta granularidad, sino también capturar el impacto financiero directo sobre el infractor a lo largo de seis años de disrupción tecnológica.

Operacionalización de variables

La variable dependiente, denominada sanción digital, se define como una variable dicotómica que toma el valor de 1 cuando el contribuyente recibe una sanción originada en un error de interfaz y 0 en caso contrario. Estos errores incluyen fallos formales en el envío de información digital, inconsistencias en el formato de archivos (por ejemplo, XML), retrasos en la transmisión de comprobantes electrónicos y errores de validación en las plataformas de declaración en línea, lo que permite aislar el efecto de la vigilancia automatizada frente a la auditoría de fondo tradicional, siguiendo la lógica de Lee et al. (2024) sobre el cumplimiento técnico vs. administrativo.

La variable explicativa principal se reestructuró para reflejar un gradiente de *madurez digital*, superando la visión binaria tradicional. Se clasifica a los contribuyentes en tres niveles: (1) Alta Madurez para Grandes Contribuyentes, asumiendo que disponen de arquitecturas corporativas automatizadas; (2) Madurez Media para Sociedades constituidas regulares; y (3) Baja Madurez para Personas Naturales y MiPy-mes. Esta categorización se fundamenta en la premisa teórica -respaldada por Gupta et al. (2025) y Jum'A (2025)- de que las firmas de menor tamaño y los individuos carecen de infraestructura de TI, cultura de datos y capital humano especializado para gestionar la complejidad de los nuevos entornos de cumplimiento.

Adicionalmente, se incorporan variables de control para capturar la heterogeneidad observada. En particular, se incluyen efectos fijos de año mediante dummies anuales que recogen tendencias temporales y la maduración de las capacidades tecnológicas del regulador, así como controles secto-

riales basados en la clasificación CIU que diferencian patrones de riesgo y estructura productiva entre actividades económicas. Esta especificación busca minimizar sesgos por omisión de variables relacionadas con shocks regulatorios, cambios macroeconómicos o particularidades sectoriales en el uso de herramientas digitales.

Estrategia econométrica

Dada la naturaleza binaria de la variable dependiente sanción digital, se estiman modelos de elección discreta tipo logit para analizar la probabilidad de que un contribuyente sea sancionado por fricción digital en función de su vulnerabilidad y de los controles incluidos. Siguiendo las recomendaciones metodológicas de Mahesh et al. (2025) y Azenzoul et al. (2025), la especificación básica se plantea como un modelo logit con efectos fijos de año y controles sectoriales, lo que permite capturar cambios en el régimen de fiscalización y diferencias estructurales entre actividades económicas. La especificación del modelo es:

Ecuación 1:

$$P(Y_{it}=1|X_{it}) = \frac{1}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 \text{madurez_digital}_i + \delta_i \text{Año}_i + \gamma Z_{it} + \epsilon_{it})}}$$

Donde Y_{it} es la probabilidad de recibir una sanción por fricción digital, la variable independiente principal es el nivel de , y los demás componentes representan los vectores de control (año y sector económico). El parámetro de interés es el coeficiente asociado a las categorías de madurez tecnológica, cuyo efecto se interpreta a través de los odds ratios (OR). Esta especificación permite cuantificar matemáticamente cuánto se incrementa el riesgo relativo de recibir una sanción por error de interfaz a medida que el contribuyente desciende desde el estrato de Alta Madurez hacia la

Madurez Media y la Baja Madurez, ceteris paribus.

Complementariamente, para evaluar la hipótesis de regresividad en la severidad del castigo, se estima un modelo de probabilidad lineal mediante Mínimos Cuadrados Ordinarios (OLS) sobre el logaritmo del monto de la multa, siguiendo el enfoque de Przekota et al. (2025), quienes destacan la utilidad de esta especificación para interpretar efectos marginales directos sobre la carga financiera en muestras grandes.

En ambos casos, las estimaciones se realizan sobre la muestra completa de 564 065 observaciones, utilizando errores estándar robustos y controles temporales y sectoriales para mitigar problemas de heterocedasticidad y sesgos por omisión de variables. Esta estrategia combinada permite contrastar de manera coherente la existencia de un sesgo algorítmico tanto en la probabilidad de sanción como en la intensidad económica de la misma.

Resultados y discusión

Análisis Descriptivo de la Asimetría Sancionatoria

El análisis descriptivo inicial revela una disparidad estructural en la naturaleza de las infracciones detectadas por la fiscalización digital. Como se puede observar en la Tabla 1, al segmentar la muestra de 564 065 observaciones por niveles de madurez, se evidencia que la incidencia de sanciones asociadas a errores de interfaz no se distribuye de forma simétrica.

Las entidades de Alta Madurez registran volúmenes ínfimos de multas en términos absolutos (1 443 observaciones), mientras que el grueso de la penalización tecnológica recae sobre los niveles inferiores: las Sociedades acumulan 11 998 multas por

fricción digital y las Personas Naturales sufren el impacto mayoritario con 38 325 infracciones formales de esta naturaleza. Esta distribución asimétrica es consistente con la evidencia de Molina-Abril et al. (2025), quienes reportan que una fracción significativa de las pymes identifica los costos de mantenimiento tecnológico como su principal barrera operativa, y con Gutiérrez-Ascón et al. (2025), que documentan la alta volatilidad financiera limitante de las pequeñas empresas de servicios.

A pesar del bajo volumen absoluto de sanciones en la Alta Madurez (apenas 1 443 multas en el periodo), resulta paradójico que este grupo presente la mayor proporción interna de fallos formales (12,47%). Este comportamiento se explica por la composición heterogénea de los denomi-

nados Grandes Contribuyentes: el segmento incluye no solo corporaciones transnacionales con robustos departamentos de TI, sino también a personas naturales con altos patrimonios o rentas de capital que, por mandato regulatorio, son categorizados en la cúspide tributaria.

Estos individuos, pese a su elevada capacidad económica, frecuentemente carecen de arquitecturas corporativas automatizadas, como sistemas ERP integrados. La persistencia de una proporción elevada de errores de interfaz en la Alta Madurez refuerza la premisa central del estudio: el éxito frente a la fiscalización digital depende intrínsecamente del grado de institucionalización tecnológica, el cual no siempre se alinea con el tamaño patrimonial o el estatus fiscal declarado.

Tabla 1

Estadísticas descriptivas: frecuencia de multas por fricción digital según nivel de madurez digital del contribuyente.

Frecuencia porcentaje por fila			
Madurez digital	Multas por Fricción Digital/Formal		Total
	0	1	
Alta Madurez	1 263	180	1 443
(Grandes Contribuyentes)	87,53	12,47	100,00
Madurez Media	158 114	11 998	170 112
(Sociedades)	92,95	7,05	100,00
Baja Madurez	354 185	38 325	392 510
(Personas naturales)	90,24	9,76	100,00
Total	513 562	50 503	564 065
	91,05	8,95	100,00

Nota: Elaboración propia a partir de datos administrativos del SRI (2019-2025).

Evidencia Econométrica de la Fricción Digital (Modelo Logit)

Los modelos logit estimados sobre la muestra de 564 065 observaciones confirman la primera hipótesis con alta significancia estadística. Como se detalla en la Tabla 2, el análisis de los Odds Ratios (OR) revela que el riesgo de sanción por errores formales aumenta progresivamente a medida que descende la madurez tecnológica.

En particular, si comparamos el tejido mayoritario, el salto de la Madurez Media (Sociedades) a la Baja Madurez (Personas Naturales) incrementa el riesgo relativo de que la multa provenga de una fricción di-

gital en aproximadamente 39,6% (calculado a partir de la razón de OR del modelo: $0,835 / 0,598 = 1,396$).

Este resultado sugiere que el diseño algorítmico de control refleja una asimetría estadística evidente, penalizando la falta de capacidad administrativa y de interfaz de los más pequeños, en línea con la *distorsión informacional* señalada por Abbas (2025), donde los modelos predictivos tienden a sobrerrepresentar fallos estructurales en lugar de intenciones reales de evasión.

La magnitud de este efecto es coherente con la literatura sobre exclusión digital. Vargas Huapaya et al. (2025) y Kallmuen-

Tabla 2

Modelo logit: probabilidad de incurrir en una multa por fricción digital

Variable	OR	EE	z	P	IC 95%	
madurez_digital						
Madurez Media (Sociedades)	0,598	0,048	-6,34	0,000	0,510	0,701
Baja Madurez (Personas Naturales)	0,835	0,067	-2,23	0,026	0,713	0,978
Año						
2018	1,209	0,025	9,37	0,000	1,162	1,259
2019	1,188	0,024	8,63	0,000	1,142	1,235
2020	0,637	0,015	-18,68	0,000	0,608	0,668
2021	0,711	0,016	-14,75	0,000	0,680	0,744
2022	0,865	0,019	-6,77	0,000	0,829	0,902
2023	1,058	0,022	2,74	0,006	1,016	1,103
2024	1,763	0,034	29,78	0,000	1,698	1,830
2025	2,131	0,041	39,52	0,000	2,053	2,213
OR = odds ratio; EE = error estándar; IC = intervalo de confianza. Pseudo R² = 0,0213						
N = 564 065. Modelo logit estimado con errores estándar robustos.						
Categoría de referencia: Alta Madurez (Grandes Contribuyentes). Elaboración propia a partir de datos administrativos del SRI (2019–2025).						

Nota: Elaboración propia a partir de datos administrativos del SRI (2019-2025).

zer et al. (2025) han señalado que la falta de adaptación de las herramientas digitales a la realidad organizativa de las pequeñas empresas puede traducirse en resultados desproporcionadamente adversos para este segmento, algo que aquí se corrobora con datos de sanciones efectivas. Más aún, la descomposición temporal de los coeficientes presentada en la Tabla 2 muestra una tendencia donde la rápida adopción tecnológica del Estado sigue superando la capacidad de asimilación de la Baja Madurez, acentuando la carga de cumplimiento para las MiPymes, un fenómeno análogo al observado por Zhao et al. (2025) en otras economías en desarrollo.

Regresividad en la severidad del castigo (Modelo OLS)

El modelo lineal estimado sobre el logaritmo del monto de la multa, cuyos resultados se detallan en la Tabla 3, permite evaluar la regresividad del sistema sancionatorio. Los coeficientes extraídos demuestran una anomalía estructural en el esfuerzo relativo: si bien los Grandes Contribuyentes asumen multas nominalmente mayores, en el contraste entre los segmentos masivos ocurre una inversión. Las Sociedades (Madurez Media) logran un factor de reducción en el logaritmo de su sanción de -2,42 respecto a la base, mientras que las Personas Naturales (Baja Madurez) solo lo reducen en -2,27.

Tabla 3

Modelo de mínimos cuadrados ordinarios (MCO): severidad del castigo (monto de multa)

Variable	Coef,	Error Std	t	P>t	IC 95%	
madurez_digital						
Madurez Media (Sociedades)	-2,42888	0,061	-39,69	0,000	-2,548	-2,308
Baja Madurez (Personas Naturales)	-2,275633	0,061	-37,28	0,000	-2,395	-2,155
Año						
2018	-0,072	0,013	-5,51	0,000	-0,0958	-0,0465
2019	0,091	0,012	7,07	0,000	0,0655	0,1157
2020	-0,134	0,013	-9,98	0,000	-0,1601	-0,1075
2021	-0,206	0,013	-15,58	0,000	-0,2322	-0,1803
2022	-0,297	0,012	-22,96	0,000	-0,3224	-0,2717
2023	-0,184	0,013	-14,09	0,000	-0,2101	-0,1588
2024	-0,146	0,013	-11,19	0,000	-0,1717	-0,1205
2025	0,233	0,014	17,08	0,000	0,2059	0,2593
B = coeficiente no estandarizado; EE = error estándar; IC = intervalo de confianza. R² ajustado = 0,0077						
N= 564 065. Modelo estimado mediante mínimos cuadrados ordinarios con errores robustos. Categoría de referencia: Alta Madurez (Grandes Contribuyentes). Elaboración propia a partir de datos administrativos del SRI (2019–2025).						

Nota: Elaboración propia a partir de datos administrativos del SRI (2019-2025).

En términos financieros exponenciales $e^{\{-2,27-(-2,42)\}}$, esto significa que, ante el mismo ecosistema punitivo, una Persona Natural paga una multa en promedio un 16% más severa que una Sociedad constituida. Este patrón contradice los principios de equidad vertical y las recomendaciones de servicios digitales centrados en el usuario descritos por Lol, Petrova y Pais (2025). A su vez Song, Natori y Yu (2025) advierten que este tipo de percepciones de riesgo financiero sin mitigación son las que disparan la desconfianza hacia los ecosistemas gubernamentales automatizados.

Discusión

La trampa de la modernización asimétrica

Los hallazgos extraídos de nuestra depuración de 564 065 multas efectivas demuestran empíricamente la existencia de una fricción digital asimétrica y regresiva. Este nivel probatorio permite llevar la discusión más allá del plano teórico sobre la paradoja de la digitalización (Azenzoul et al., 2025), proporcionando una cuantificación del daño sistémico infligido a la base empresarial.

El descubrimiento de que el descenso en el gradiente de madurez digital -de Sociedades a Personas Naturales- dispara en aproximadamente 39,6% el riesgo relativo de ser penalizado por errores formales e informáticos, consolida empíricamente la hipótesis de la vigilancia asimétrica explorada por Ván et al. (2025). Nuestros datos muestran que, lejos de ser un árbitro neutral, el sistema sancionador confunde masivamente la ineficiencia operativa de los actores más débiles con la intención de evasión, penalizando directamente las deficiencias organizativas y la falta de ca-

pacidad técnica (Monsalvo et al., 2025). En entornos restrictivos, estas asimetrías en los mecanismos de fiscalización tienen impactos financieros relevantes, pues las presiones de control digital sobre firmas sin capacidad de adaptación obligan con frecuencia a drásticos recortes laborales e incluso a la quiebra (Yu y Li, 2025).

Este comportamiento refleja las externalidades sociales significativas de priorizar la precisión punitiva sobre la justicia procesal (Plecko y Bareinboim, 2025). Nuestros resultados del modelo OLS evidencian ese desbalance, ignorando las profundas restricciones estructurales que documentan Gupta et al. (2025). El diseño normativo impone a las Personas Naturales una estructura sancionatoria regresiva del 16% adicional en el valor absoluto de la multa respecto a las corporaciones frente a infracciones idénticas. Para contrarrestar este fenómeno, es imperativo rediseñar la gobernanza del dato (Peñaranda Iglesias, 2025) y promover marcos que fomenten el acompañamiento tributario preventivo (Supriyati et al., 2025), alineando la digitalización estatal con las verdaderas trayectorias de innovación empresarial (Ardito et al., 2025).

Al igual que en el célebre estudio del algoritmo perfilador AMAS en Austria, donde se evidenció que los sistemas sin ponderación estadística institucionalizan la segregación (Achterhold et al., 2025), el control tributario masivo demanda una vigilancia técnica rigurosa. Solo mediante marcos continuos de auditoría de sesgos predictivos, como FairnessEval (Baraldi et al., 2025), las agencias tributarias podrán desarticular este sesgo algorítmico latente y evitar que la tecnología siga operando, en los hechos, como una carga financiera desproporcionada a la inexperiencia digital.

Conclusiones

Síntesis de hallazgos y contribución teórica

La investigación aporta evidencia empírica robusta a partir de 564 065 multas efectivas sobre las consecuencias no intencionadas de la transformación digital tributaria. Los resultados confirman la existencia de un gradiente de fricción digital: a medida que disminuye la madurez tecnológica, aumenta la penalización administrativa. Las Personas Naturales (Baja Madurez) enfrentan una probabilidad aproximadamente 39,6% mayor de sufrir una multa por fallos de interfaz frente a las Sociedades (Madurez Media), y soportan sanciones económicamente un 16% más gravosas.

Este hallazgo desplaza la crítica desde la noción de un sesgo algorítmico deliberado hacia la constatación de una asimetría estadística originada en la deuda burocrática del diseño institucional. La automatización fiscal no opera como un ecosistema neutral, sino que transforma las carencias administrativas de las MiPymes en penalizaciones punitivas regresivas. De este modo, el estudio contribuye al debate de la gobernanza pública evidenciando que la coerción digital, sin políticas compensatorias de alfabetización e infraestructura, profundiza la desigualdad competitiva en las economías emergentes.

Implicaciones gerenciales

Desde la perspectiva de la gestión, los resultados indican que la sostenibilidad de las MiPymes en contextos de alta digitalización tributaria depende no solo de la eficiencia operativa tradicional, sino también de su capacidad de cumplimiento digital. La evidencia de una mayor probabilidad de sanciones por errores de interfaz y de un esquema de multas con rasgos regresivos sugiere que la falta de infraestructura administrativa y de habilidades tecnológicas se ha convertido en un factor crítico de riesgo financiero.

En consecuencia, las empresas deben considerar la inversión en software contable, automatización de procesos fiscales y capacitación en manejo de datos no como gastos accesorios, sino como inversiones estratégicas de supervivencia. Ignorar la alfabetización algorítmica interna y la seguridad de la información expone a las organizaciones a contingencias recurrentes derivadas de la fiscalización automatizada. Se recomienda a los gerentes adoptar estrategias de preparación organizacional proactiva, que incluyan diagnóstico de madurez digital, fortalecimiento de procedimientos de reporte y alianzas con proveedores tecnológicos o asesores especializados para reducir la probabilidad y el impacto de sanciones por fricción digital.

Implicaciones de política pública

Desde la perspectiva del regulador, los resultados obligan a replantear la transformación digital tributaria desde un enfoque de justicia algorítmica. La evidencia de un mayor riesgo de sanciones por fricción digital y de un esquema de multas regresivo para contribuyentes de baja madurez digital indica que los modelos actuales de selección y castigo pueden estar profundizando la desigualdad competitiva en lugar de corregirla.

Recomendaciones

En primer lugar, se recomienda implementar auditorías periódicas de sesgo sobre los algoritmos de selección de riesgo, utilizando marcos de evaluación estandarizados que permitan identificar impac-

tos desproporcionados sobre MiPymes y personas naturales. En segundo lugar, resulta conveniente introducir esquemas de progresividad digital, como regímenes de sanciones atenuadas, periodos de marcha blanca o alertas preventivas para errores de interfaz en contribuyentes de baja madurez digital. Finalmente, se requieren programas de soporte estructural -subsídios, acompañamiento técnico y capacitación focalizada- que cierren la brecha de alfabetización e infraestructura digital, evitando que la fiscalización automatizada se convierta en una barrera de entrada al cumplimiento formal.

Limitaciones y futuras líneas de investigación

Como toda investigación basada en datos administrativos, este estudio presenta limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el análisis se circunscribe a una única jurisdicción tributaria, lo que restringe la generalización de los hallazgos a otros contextos institucionales y niveles de desarrollo tecnológico. Además, el uso de registros fiscales no permite captar dimensiones cualitativas relevantes, como la percepción de legitimidad del sistema o las estrategias adaptativas informales de las MiPymes frente a la fiscalización digital.

Futuras investigaciones podrían replicar y comparar este enfoque en otras economías emergentes y avanzadas, incorporando variaciones en diseño institucional, grado de automatización y uso de inteligencia artificial en la selección de contribuyentes. También sería valioso complementar el análisis cuantitativo con métodos cualitativos -entrevistas, estudios de caso o encuestas- que profundicen en la ansiedad digital y en la experiencia del contribuyente fren-

te a los sistemas de control automatizado. Finalmente, una línea promisorio consiste en evaluar el impacto específico de nuevas herramientas, como asistentes virtuales basados en IA generativa, sobre la reducción de errores de interfaz y la mitigación de la fricción digital en segmentos de menor madurez tecnológica.

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener potenciales conflictos de interés con respecto a la investigación, autoría o publicación de este artículo. Se garantiza la independencia metodológica en el diseño del estudio y en la interpretación de los resultados económicos obtenidos.

Declaración de aprobación ética o consentimiento informado

Resulta pertinente informar que la investigación se sustenta en el procesamiento de microdatos administrativos de acceso público, los cuales carecen desde su origen de nombres, números de Registro Único de Contribuyentes u otros identificadores directos. Por consiguiente, el análisis de las diversas observaciones no compromete la confidencialidad de los sujetos pasivos ni requiere la recolección de un consentimiento informado individual. El tratamiento de la información se ejecutó bajo una alineación estricta con parámetros estadísticos, garantizando la anonimización integral en la exhibición de los resultados.

Referencias

- Abbas, S. K. (2025). Lending by algorithm: Fair or flawed? An information-theoretic view of credit decision pipelines. *SN Computer Science*, 6(6). <https://doi.org/10.1007/s42979-025-04222-8>

- Abhishek, Dhingra, S., Batra, B., & Sharma, A. (2025). Assessing organizational performance post-GST adoption in India: an application of the UTAUT model with PLS-SEM and IPMA analysis. *International Journal of Information Technology*, 17(7), 3955–3965. <https://doi.org/10.1007/s41870-024-02351-6>
- Achterhold, E., Mühlböck, M., Steiber, N., & Kern, C. (2025). Fairness in algorithmic profiling: The AMAS case. *Minds and Machines*, 35(9). <https://doi.org/10.1007/s11023-024-09706-9>
- Aldossari, S., Mokhtar, U. A., & Abdul Ghani, A. T. (2025). Empowering Saudi manufacturing small and medium enterprises: A framework for big data analytics adoption and its impact on decision-making. *SAGE Open*, 15(3). <https://doi.org/10.1177/21582440251369162>
- Ardito, L., Filieri, R., Raguseo, E., & Vitari, C. (2025). Artificial intelligence adoption and revenue growth in European SMEs: synergies with IoT and big data analytics. *Internet Research*, 35(4), 1508–1534. <https://doi.org/10.1108/INTR-02-2024-0195>
- Azenzoul, A., Mahouat, N., Mokhlis, K., & Moussaid, A. (2025). Digital transformation and corporate tax avoidance: Evidence from Moroccan listed firms. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(10). <https://doi.org/10.3390/jrfm18100575>
- Balaskas, S., Nikolopoulos, T., Koutroumani, M., & Rigou, M. (2024). Determinants of tax avoidance intentions in tourism SMEs: The mediating role of coercive power, digital transformation, and the moderating effect of CSR. *Sustainability*, 16(21). <https://doi.org/10.3390/su16219322>
- Baraldi, A., Brucato, M., Dudík, M., Guerra, F., & Interlandi, M. (2025). FairnessEval: A framework for evaluating fairness of machine learning models. *Proceedings of the 28th International Conference on Extending Database Technology (EDBT)*, 1154–1157. <https://doi.org/10.48786/edbt.2025.112>
- Belahouaoui, R., & Alm, J. (2025). Tax fraud detection using artificial intelligence-based technologies: trends and implications. *Journal of Risk and Financial Management*, 18(9), 502. <https://doi.org/10.3390/jrfm18090502>
- Bokhari, S. A. A., Park, S. Y., & Manzoor, S. (2025). Digital government transformation through artificial intelligence: The mediating role of stakeholder trust and participation. *Digital*, 5(3), 43. <https://doi.org/10.3390/digital5030043>
- Chu, C., & Lv, Y. (2025). Digital finance, financing dilemma and corporate tax avoidance -empirical evidence from a-share listed companies in China. *SAGE Open*, 15(2). <https://doi.org/10.1177/21582440251338909>
- Cuc, L. D., Rad, D., Cilan, T. F., Gomoï, B. C., Nicolaescu, C., Almași, R., Dzitac, S., Isac, F. L., & Pandelica, I. (2025). From AI knowledge to AI usage intention in the managerial accounting profession and the role of personality traits-A decision tree regression approach. *Electronics*, 14(6), 1107; <https://doi.org/10.3390/electronics14061107>

- Damnjanović, A. M., Rašković, M., Janković, S. D., Jevtić, B., Skoropad, V. N., Marković, Z. D., Lukić-Vujadinović, V., Injac, Z., & Marinković, S. (2025). AI-enabled strategic transformation and sustainable outcomes in Serbian SMEs. *Sustainability*, 17(19), 8672. <https://doi.org/10.3390/su17198672>
- Ghosh, A., Saini, A., & Barad, H. (2025). Artificial intelligence in governance: recent trends, risks, challenges, innovative frameworks and future directions. *AI & Society*, 40, 5685–5707. <https://doi.org/10.1007/s00146-025-02312-y>
- Gupta, S., Joshi, D., Jagtap, S., Trollman, H., & Verma, V. K. (2025). Unveiling the role of stakeholder involvement for digital transformation of Indian food SMEs. *Discover Food*, 5(1), 210. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00510-7>
- Gutiérrez-Ascón, J. E., Azabache-Rojas, M. G., Azabache-Rojas, R. O., Azabache-Rojas, K. K., Taboada-Obregon, H. M., Taboada-Álvarez, J. E., & Gonzales-Arno, W. H. (2025). Markovian prospective analysis: Financial health as an effect of human resources and production operation, SMEs in commerce, Huacho-Perú. *Proceedings of the 23rd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology: "Engineering, Artificial Intelligence, and Sustainable Technologies in service of society"*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.2073>
- Hanfy, F., Alakkas, A. A., & Alhumoudi, H. (2025). Analyzing the role of digitalization and its impact on auditing. *Multimedia Tools and Applications*, 84(19), 21203–21225. <https://doi.org/10.1007/s11042-024-19729-0>
- Jum'A, L. (2025). Determinants of big data analytics adoption intention in manufacturing SMEs: A study from Jordan. In *9th International Conference on Information Systems Engineering (ICISE 2024)*, 74–79. <https://doi.org/10.1145/3711954.3711968>
- Kallmuenzer, A., Mikhaylov, A., Chelaru, M., & Czakon, W. (2025). Adoption and performance outcome of digitalization in small and medium-sized enterprises. *Review of Managerial Science*, 19(7), 2011–2038. <https://doi.org/10.1007/s11846-024-00744-2>
- Khan, M. S., Shoaib, A., & Arledge, E. (2024). How to promote AI in the US federal government: Insights from policy process frameworks. *SSRN*, 41(1), 101908. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4419284>
- Kotzian, P., Bauch, K. A., & Weißenberger, B. E. (2025). Accountability and managerial advice-taking: comparing human and algorithmic advisers. *Management Decision*, 63(13), 545–567. <https://doi.org/10.1108/MD-07-2024-1618>
- Kristanti, F. T., Salim, D. F., & Ihsan, A. F. (2025). Financial distress prediction in emerging markets by using a machine learning approach for financial sustainability. *Discover Sustainability*, 6(1), 1296. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-02199-1>
- Künnapas, K., Maslionkina, P., Hinno, R., & Liberts, R. (2025). Current AI applications by Estonian tax authorities and

- use case scenarios. *TalTech Journal of European Studies*, 15(1), 179–208. <https://doi.org/10.2478/bjes-2025-0010>
- Lazea, G. I., Balea-Stanciu, M. R., Bunget, O. C., Sumănar, A. D., & Coraș, A. M. G. (2025). Cryptocurrency taxation: A bibliometric analysis and emerging trends. *International Journal of Financial Studies*, 13(1), 37. <https://doi.org/10.3390/ijfs13010037>
- Lee, J. R., Ochirtulga, M., & Cui, Y. (2024). The effect of adoption of an electronic filing system in corporate tax on tax avoidance: A case of Mongolian firms. *International Journal of Applied Economics, Finance and Accounting*, 18(1), 120–129. <https://doi.org/10.33094/ijaefa.v18i1.1334>
- Lin, X. (2025). A model of big data-based governance: China's national government big data platform and an analysis of its governance competence. *Chinese Political Science Review*, 10(3), 289–328. <https://doi.org/10.1007/s41111-025-00279-1>
- Lol, W. G., Petrova, K., & Pais, S. (2025). Value co-creation for e-government services in small island developing nations: A case study. *Information*, 16(7), 613; <https://doi.org/10.3390/info16070613>
- Lyons, H., Miller, T., & Velloso, E. (2025). Diametrically opposed attributes? Review process preferences and priorities when contesting algorithmic decisions. *Proceedings of the ACM on Human-Computer Interaction*, 9(7), CSCW287:2, <https://doi.org/10.1145/3757468>
- Mahesh, R., Kumari, A., Sharma, D., N, S., & Ramesh, R. (2025). Predicting financial distress in emerging markets: The case of Indian small enterprises. *Cogent Economics & Finance*, 13(1). <https://doi.org/10.1080/23322039.2025.2489708>
- Mc Manus, A. C., Ortiz, M. G., & Soto, R. T. (2025). Avoiding the formalism trap: A critical evaluation and selection of statistical fairness metrics in public algorithms. *Revista de Estudios Sociales*, (93), 85–106. <https://doi.org/10.7440/res93.2025.05>
- Molina-Abril, G., Calvet, L., Juan, A. A., & Riera, D. (2025). Strategic decision-making in SMEs: A review of heuristics and machine learning for multi-objective optimization. *Computation*, 13(7), 173. <https://doi.org/10.3390/computation13070173>
- Monsalvo, A. E., Zuluaga-Pardo, C. M., Restrepo-Carmona, J. A., Aguilera-Pua, L., Castaño, J. C., Borda, E. F., Villamil, R. M., García, H. F., & Fletcher, L. (2025). Fiscal management and artificial intelligence as strategies to combat corruption in Colombia. *Information*, 16(11), 998. <https://doi.org/10.3390/info16110998>
- Munjei, E., & Schutte, D. (2025). Development of an artificial intelligence framework to combat tax noncompliance in Botswana. *Acta Commerciali*, 25(1), a1379. <https://doi.org/10.4102/ac.v25i1.1379>
- Oleiwi, R. A. (2023). The impact of electronic data interchange on accounting systems. *International Journal of Professional Business Review*, 8(4), e01163. <https://doi.org/10.26668/businessreview/2023.v8i4.1163>

- Peñaranda Iglesias, A. (2025). Hacia una administración tributaria digital: Desafíos y oportunidades en la implementación de los registros electrónicos para la propuesta de declaración de IGV en el Perú. *Crónica Tributaria*, 196(3), 115–144. <https://doi.org/10.47092/CT.25.3.4>
- Plecko, D., & Bareinboim, E. (2025). Fairness-accuracy trade-offs: A causal perspective. *Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 39(25), 26344–26353. <https://doi.org/10.1609/aaai.v39i25.34833>
- Przekota, G., Kowal-Pawul, A., & Szczepańska-Przekota, A. (2025). Determinants of the shadow economy—implications for fiscal sustainability and sustainable development in the EU. *Sustainability*, 17(20), 9033. <https://doi.org/10.3390/su17209033>
- Sánchez, E., Calderón, R., & Herrera, F. (2025). Artificial intelligence adoption in SMEs: Survey based on TOE–DOI framework, primary methodology and challenges. *Applied Sciences*, 15(12), 6465. <https://doi.org/10.3390/app15126465>
- Skandalis, K. S., & Skandali, D. (2025). Can FinTech close the VAT Gap? An entrepreneurial, behavioral, and technological analysis of tourism SMEs. *FinTech*, 4(3), 38. <https://doi.org/10.3390/fintech4030038>
- Song, Y., Natori, T., & Yu, X. (2025). Trusting humans or bots? Examining trust transfer and algorithm aversion in China's e-government services. *Administrative Sciences*, 15(8), 308. <https://doi.org/10.3390/admsci15080308>
- Supriyati, S., Oktarina, D., Rokhmania, N., & Prananjaya, K. P. (2025). Tax digitalization and justice with taxpayer compliance and the mediating role of tax awareness. *Aptisi Transactions on Technopreneurship*, 7(2), 542–555. <https://doi.org/10.34306/att.v7i2.512>
- Tashenova, L., Mamrayeva, D., & Kulzhambekova, B. (2025). A methodology for assessing digital readiness of industrial enterprises for ecosystem adaptation: Evidence from Kazakhstan's sustainable industrial transformation. *Sustainability*, 17(21), 9763. <https://doi.org/10.3390/su17219763>
- Thaha, A. R., Antoro, A. F. S., & Muhtarom. (2023). Analytical review of tax compliance studies in the Smes Sector: A bibliometric approach. *Journal of Tax Reform*, 9(3), 398–412. <https://doi.org/10.15826/jtr.2023.9.3.149>
- Valdrighi, G., M. Ribeiro, A., S. B. Pereira, J., Guardieiro, V., Hendricks, A., Miranda Filho, D., Nieto Garcia, J. D., F. Bocca, F., B. Veronese, T., Wanner, L., & Medeiros Raimundo, M. (2025). Best practices for responsible machine learning in credit scoring. *Neural Computing and Applications*, 37(25), 20781–20821. <https://doi.org/10.1007/s00521-025-11520-y>
- Ván, B., Lovics, G., Tóth, C. G., & Szőke, K. (2025). Digitalization against tax evasion: evidence on the role of company size. *Journal of Business Economics*, 95(5), 749–776. <https://doi.org/10.1007/s11573-025-01225-y>
- Vargas Huapaya, A. C., Sante Samar, L. N., Trigoso Mejía, J. M., Mamanchura Sanchez, E. N., & Falconi Tupiño, H. A. (2025). Digital transformation in ta-

- xation: The role of artificial intelligence and big data in the modernization of fiscal administration, 2024. *23rd LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology Engineering, Artificial Intelligence, and Sustainable Technologies in service of society*, 1-10 <https://doi.org/10.18687/laccei2025.1.1.1187>
- Yu, C., & Li, Y. (2025). Digitalization of tax collection and enterprises' social security compliance. *International Tax and Public Finance*, 32(4), 1213–1252. <https://doi.org/10.1007/s10797-024-09867-4>
- Zaccour, J., Binns, R., & Rocher, L. (2025). Access denied: Meaningful data access for quantitative algorithm audits. *CHI '25: Proceedings of the Conference on Human Factors in Computing Systems*. 1-31 <https://doi.org/10.1145/3706598.3713963>
- Zhao, S., Darko, D. A., Kodua, L. T., Luo, A., Sun, T., Sagoe, A. A., & Bentum-Micah, G. (2025). Systematic prioritization of e-business risks in China west Africa digital cooperation using empirical evidence from Ghana. *Discover Sustainability*, 6(1). 846. <https://doi.org/10.1007/s43621-025-01553-7>

Para referenciar este artículo utilice el siguiente formato:

Rodríguez, F., Rangel, J., & Durán, G. (2026, julio-diciembre). Sesgo algorítmico en la fiscalización digital y sostenibilidad de las micro, pequeñas y medianas empresas. *YACHANA Revista Científica*, 15(2), 107-123. [10.62325/10.62325/yachana.v15.n2.2026.1061](https://doi.org/10.62325/10.62325/yachana.v15.n2.2026.1061)