

MIPYMES

Evidencia cuasi-experimental del programa LOCAL DIGITAL de digitalización de MIPYMES en Paraguay, 2025

Impact of digitalization programs on MSMEs: quasi-experimental evidence from the LOCAL DIGITAL program in Paraguay, 2025

Andrea Figueredo¹, Cristhian Parra², Mónica Ríos³, Patricia Lima⁴

^{1,2,3,4}Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Laboratorio de aceleración. Asunción, Paraguay.

Recibido: 10/03/2026

Aceptado: 15/04/2026

Editor responsable: Marcela Achinelli Universidad Nacional de Asunción, Facultad de Ciencias Económicas

RESUMEN

Este estudio evalúa el impacto del programa LOCAL DIGITAL sobre la madurez digital de micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) en Paraguay durante 2025. Se utiliza un diseño cuasi-experimental con grupo de control emparejado y modelos de Análisis de Covarianza (ANCOVA) sobre datos panel a nivel de empresa (N=87; 32 tratadas, 55 controles), lo que permite estimar el efecto del programa controlando por diferencias iniciales observables. Los resultados muestran un incremento promedio de aproximadamente 14,6 puntos en el índice de madurez digital para las empresas tratadas en comparación con el grupo de control ($p < 0,001$). El efecto se mantiene estable frente a múltiples pruebas de robustez, incluyendo especificaciones alternativas, variaciones en el emparejamiento y tratamiento de valores extremos. El análisis por dimensiones evidencia efectos positivos en todas las áreas de la madurez digital, con mayores impactos en estrategia digital y uso de datos. Complementariamente, modelos de probabilidad muestran un aumento significativo en la probabilidad de ascenso de nivel de madurez digital. Si bien se observan patrones heterogéneos según condiciones iniciales, estos resultados deben interpretarse con cautela dado que no se estiman efectos causales diferenciados por subgrupos. En conjunto, los hallazgos aportan evidencia consistente —bajo supuestos de comparabilidad condicional— sobre la efectividad de programas de digitalización en MIPYMES.

PALABRAS CLAVE: evaluación de impacto; MIPYMES; transformación digital; ANCOVA; Paraguay

ABSTRACT

This study evaluates the impact of the LOCAL DIGITAL program on the digital maturity of micro, small, and medium-sized enterprises (MSMEs) in Paraguay during 2025. A quasi-experimental design with a matched control group and Analysis of Covariance (ANCOVA) models were used on panel data at the firm level (N=87; 32 treated firms, 55 controls), allowing for the estimation of the program's effect while controlling for observable initial differences. The results show an average increase of approximately 14,6 points in the digital maturity index for the treated firms compared to the control group ($p < 0.001$). The effect remained stable across multiple robustness tests, including alternative specifications, variations in matching, and the handling of outliers. Analysis by dimension reveals positive effects in all areas of digital maturity, with the greatest impacts on digital strategy and data use. Additionally, probability models show a significant increase in the probability of advancing to a higher level of digital maturity. While heterogeneous patterns are observed depending on initial conditions, these results should be interpreted with

caution since no causal effects differentiated by subgroups are estimated. Taken together, the findings provide consistent evidence—under assumptions of conditional comparability—on the effectiveness of digitization programs in MSMEs.

KEY WORDS: impact evaluation; SMEs; digital transformation; ANCOVA; Paraguay

RESUMO

Este estudo avalia o impacto do programa LOCAL DIGITAL na maturidade digital de micro, pequenas e médias empresas (MPMEs) no Paraguai durante 2025. Utiliza-se um desenho quase-experimental com grupo de controle pareado e modelos de Análise de Covariância (ANCOVA) sobre dados em painel em nível de empresa (N=87; 32 tratadas, 55 controles), o que permite estimar o efeito do programa controlando por diferenças iniciais observáveis. Os resultados mostram um aumento médio de aproximadamente 14,6 pontos no índice de maturidade digital para as empresas tratadas em comparação com o grupo de controle ($p < 0,001$). O efeito mantém-se estável frente a múltiplos testes de robustez, incluindo especificações alternativas, variações no pareamento e tratamento de valores extremos. A análise por dimensões evidencia efeitos positivos em todas as áreas da maturidade digital, com maiores impactos em estratégia digital e uso de dados. Complementarmente, modelos de probabilidade mostram um aumento significativo na probabilidade de ascensão de nível de maturidade digital. Embora se observem padrões heterogêneos segundo condições iniciais, esses resultados devem ser interpretados com cautela, visto que não são estimados efeitos causais diferenciados por subgrupos. Em conjunto, as descobertas fornecem evidências consistentes — sob pressupostos de comparabilidade condicional — sobre a eficácia de programas de digitalização em MPMEs.

PALAVRAS-CHAVE: avaliação de impacto; MPMEs; transformação digital; ANCOVA; Paraguai

AKYTĀ

Ko jehapykueho oikuaara'ã mba'éichapa imbarete pe tembiaporã TENDA ÑANDUTIGUÁPE mba'ichapa otyarõ michĩteteri, michĩ ha mbytéva mba'apoharenda ñandutigua (MIPYMES) Paraguaypegua 2025 aja. Ojepuru peteĩ apopyrape tembiasavy aty jesareko joyvy ha moambuekuéra ñehesa'yijo rupive (ANCOVA) tembiapokue aty ojojáva mbba'epoha renda (N=87; 32 jehechapyre), ohechaukáva ikatuha omboaje tembiaporã jesarekópe moõ ojuavy ñepyrũrãme ikatúva ojehecha. Umi tembiapokue ohechauka peteĩ jekakuaa haimete ohupytýva 14,6 kytã papapychaukaha ñandutigua tyarõ mba'eapoha rendakuéra. Jesarekopyre oñembojojávo pe aty mba'ekuaarã juaju ($p < 0,001$). Pe hapykuerépe ojuhúva heta kuaara'ã poguasú renondépe, avei oíke jopyru mbojoja ha jesareko kytã yvatekuéra rehe jepyso ñehesa'yijo ohechauka añetegua ojehechapytyva tendakuéra ñandutigua tyarõ, tuichave jehupyty mba'aporape ñandutigua ha apopyme'ẽ jeporu. Moĩmbahárõ, techapyrã ra'anga ombokatúva ohechauka mba'eichaitépa okakuaa ohóvo ñandutigua tyarõ jeporu. Jepémo ojehechakuaa heko'ypy, ko'ã tembiapokue ojehechava'erã meguekatu ndojekuaá porãi ruppi mba'e ojuhúva oikoéva aty'ive rembiapo. Oñondivepa, umi mba'e ojejuhúva ome'ẽ techaukapy mbarete -ñaimo'áva mbojojarã isãso'yva guýpe-tembiaporã ñandutipyre ñemoañete ári MIPYMES-pe,

ÑE'Ë REKOKATU: Mba'e oikóva ñehesa'yijo, michĩ mbyte tuicha mba'eapoha renda, ñandutigua ñemoambue, ANCOVA, Paraguay

AUTOR CORRESPONDIENTE: Andrea Persita Figueredo Cano. Magíster en Gestión y Políticas Públicas. Programa de las Naciones Unidas (PNUD), Laboratorio de Aceleración. Asunción, Paraguay. **Email:** andreapersita@gmail.com

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES: APFC conceptualización del estudio; diseño metodológico; curaduría y procesamiento de datos; análisis formal; estimación econométrica; redacción del manuscrito (borrador original); redacción de discusión y

conclusiones; revisión crítica del manuscrito. **CDPT** conceptualización del programa y del marco de intervención; diseño metodológico; supervisión del proceso analítico; validación de resultados; redacción de discusión y conclusiones; revisión crítica del manuscrito. **MRB** conceptualización del programa y del marco de intervención; diseño metodológico; supervisión del proceso analítico; validación de resultados; redacción de discusión y conclusiones; revisión crítica del manuscrito. **PLP** diseño metodológico; diseño y validación de instrumentos; recolección y curaduría de datos; revisión de resultados; redacción de discusión y conclusiones; revisión crítica del manuscrito.

CONFLICTO DE INTERÉS: Los autores no tienen conflicto de interés.

FINANCIAMIENTO: La elaboración de este manuscrito fue financiada por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) Paraguay. El programa LOCAL DIGITAL, cuyos datos sustentan el estudio, fue financiado por el PNUD y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), y contó con la colaboración técnica del Ministerio de Industria y Comercio (MIC).

INTRODUCCIÓN

La digitalización de las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYMES) se ha consolidado como un determinante clave de la productividad, la competitividad y la resiliencia empresarial. En economías en desarrollo, sin embargo, este proceso presenta rezagos significativos, asociados a restricciones de capacidades, acceso a tecnologías y limitaciones en la formalización de estrategias digitales.

A pesar de la proliferación de programas públicos orientados a fomentar la adopción digital, la evidencia empírica rigurosa sobre su efectividad sigue siendo limitada, particularmente en América Latina. Tres vacíos destacan en la literatura: (i) la escasez de evaluaciones con identificación causal creíble, (ii) la limitada comprensión de cómo las condiciones iniciales condicionan los resultados, y (iii) la falta de evidencia sobre mecanismos de cambio a nivel empresarial.

La literatura reciente muestra que la digitalización de las MIPYMES en países en desarrollo se concentra frecuentemente en niveles iniciales de adopción, mientras persisten dificultades para avanzar hacia tecnologías y usos más sofisticados (Díaz-Arancibia et al., 2024). En América Latina, esta dinámica se desarrolla además en contextos caracterizados por restricciones estructurales e importantes diferencias en las capacidades empresariales (Bruhn et al., 2018; CEPAL, 2021; OECD/CAF/SELA, 2024). En estos contextos, muchas empresas logran una presencia digital básica, pero no avanzan hacia formas de uso que integren pagos digitales, analítica o gestión sistemática de información, lo que limita la generación de valor económico a partir de la tecnología (Hirs & Vargas, 2023; Pozo-Benites et al., 2025).

La transformación digital de las MIPYMES se conceptualiza como un proceso multidimensional que trasciende la adopción tecnológica aislada, e incorpora dimensiones organizacionales, estratégicas y culturales: la madurez digital no depende únicamente de la disponibilidad de tecnologías, sino de la capacidad de las empresas para integrarlas de manera efectiva en sus procesos, modelos de negocio y toma de decisiones (Verhoef et al., 2021). En este sentido, la evidencia sugiere que las brechas en digitalización responden tanto a restricciones estructurales como a limitaciones en capacidades organizacionales, lo que refuerza la necesidad de intervenciones integrales que combinen tecnología, capacitación y acompañamiento (CEPAL, 2021; Mayor Ravines et al., 2026). Este estudio contribuye a estos debates mediante la evaluación del programa LOCAL DIGITAL, implementado en Paraguay en 2025. Utilizando un diseño cuasi-experimental con grupo de control emparejado y modelos ANCOVA sobre datos longitudinales, se estima el impacto del programa sobre la madurez digital de las empresas participantes.

La contribución del artículo es doble. En términos empíricos, aporta evidencia cuantitativa robusta sobre la efectividad de una intervención de digitalización en un contexto de economía en desarrollo. En términos de política pública, ofrece insumos para el diseño

de estrategias de intervención diferenciadas según el nivel de capacidades iniciales del tejido empresarial.

Contexto del programa y teoría de cambio

El programa LOCAL DIGITAL fue implementado entre julio y diciembre de 2025 como una iniciativa interinstitucional en Paraguay, liderada por el Laboratorio de Aceleración del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), en alianza con el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y la Dirección Nacional de Emprendedurismo (DINAEM) del Viceministerio de MIPYMES del Ministerio de Industria y Comercio (MIC). Esta articulación combinó capacidades técnicas, herramientas de diagnóstico y alcance territorial, integrándose en el marco más amplio del ecosistema de apoyo a MIPYMES impulsado por organismos internacionales.

LOCAL DIGITAL se orientó a la transformación digital de las MIPYMES, con un enfoque integral de diagnóstico, desarrollo de capacidades y acompañamiento técnico. El programa se estructuró en torno al uso del Chequeo Digital, herramienta desarrollada por el BID, que permite medir la madurez digital empresarial en múltiples dimensiones y generar recomendaciones personalizadas (Henriquez & Torrico, 2021). A partir de este diagnóstico, el programa implementó procesos de capacitación práctica y mentorías individualizadas, orientadas a facilitar la adopción efectiva de herramientas digitales y su integración en la gestión empresarial.

La intervención combinó tres componentes principales: diagnóstico estructurado mediante Chequeo Digital, capacitación en herramientas y estrategias digitales, y, acompañamiento técnico mediante mentorías.

La teoría de cambio plantea que la combinación de diagnóstico, planificación y acompañamiento personalizado, facilita la adopción efectiva de herramientas digitales, la incorporación de prácticas operativas y el uso de información para la toma de decisiones. En el corto plazo, estos cambios se reflejan en mejoras en la madurez digital; en el mediano plazo, en resultados productivos y comerciales.

En conjunto, este diseño buscó no solo mejorar las capacidades digitales a nivel de empresa, sino también generar aprendizajes transferibles para el diseño de políticas públicas, bajo un enfoque de escalabilidad y sostenibilidad basado en evidencia.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizó un diseño cuasi-experimental con grupo de control no equivalente. La estrategia empírica consistió en la construcción de un contrafactual mediante técnicas de emparejamiento (matching) y la estimación del efecto del tratamiento a través de modelos ANCOVA con datos panel. Este diseño permite controlar por diferencias observables entre los grupos de tratamiento y control, obteniendo estimaciones más precisas del impacto atribuible al programa y adicionalmente el uso de ANCOVA permite obtener estimaciones más eficientes y reducir sesgos asociados a desbalances residuales en la variable baseline.

La muestra analítica final estuvo conformada por 87 empresas MIPYMES, de las cuales 32 integraron el grupo de tratamiento (participantes del programa LOCAL DIGITAL) y 55 conformaron el grupo de control. Las empresas del grupo de control fueron seleccionadas de una base de datos de empresas que habían completado el diagnóstico Chequeo Digital en el mismo período pero que no participaron en el programa.

Los criterios de inclusión fueron: (i) haber completado el diagnóstico Chequeo Digital en dos momentos temporales (pre-intervención y post-intervención), (ii) pertenecer al sector comercio o servicios, y (iii) tener registro de ventas anuales para clasificación por tamaño. Se excluyeron de la muestra analítica los casos con valores fuera de rango plausible para el instrumento y aquellos con discrepancias manifiestas atribuibles a errores de carga o tipeo en el registro del chequeo digital, identificados mediante inspección exploratoria de

la distribución de las variables clave¹. El muestreo para el grupo de tratamiento fue no probabilístico por conveniencia, dada la naturaleza de la intervención.

Para el grupo de control, se buscó activamente la comparabilidad mediante técnicas de emparejamiento.

Se integraron dos fuentes de datos a nivel de empresa:

1. **Chequeo Digital BID:** Instrumento de diagnóstico que mide la madurez digital en seis dimensiones (Estrategia, Datos, Procesos, Organización, Comunicación y Tecnología), proporcionando un índice agregado (escala 0-100) y puntuaciones por dimensión. El instrumento fue aplicado antes (junio-julio 2025) y después (diciembre - enero 2026) de la intervención.

El instrumento Chequeo Digital ha sido desarrollado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) como una herramienta estandarizada para el diagnóstico de madurez digital en MIPYMES. Su validez de contenido se sustenta en marcos conceptuales ampliamente utilizados en la literatura sobre transformación digital empresarial, mientras que su consistencia interna ha sido verificada en aplicaciones previas en América Latina (Henríquez & Torrico, 2021). No obstante, dado que no se dispone de coeficientes de confiabilidad específicos para la muestra analizada, los resultados deben interpretarse considerando esta limitación.

2. **Registros administrativos de mentorías:** Documentación sobre la intensidad y el tipo de acompañamiento recibido por las empresas tratadas.

La recolección de datos se realizó en dos oleadas: junio- julio de 2025 (pre-test) y diciembre- enero de 2026 (post-test). El análisis de datos se estructuró en tres etapas. El procesamiento y análisis de los datos se realizó utilizando el software estadístico R (versión 4.4.1), incluyendo los paquetes dplyr para la implementación del algoritmo de emparejamiento y sandwich/lmtest para la estimación de errores robustos.

Primero, se construyó el contrafactual mediante emparejamiento por vecino más cercano sin reemplazo (nearest-neighbor matching), utilizando como criterio de distancia la diferencia absoluta en el puntaje baseline del índice de madurez digital, con un caliper de 0,30 desviaciones estándar y un objetivo de razón 3:1 (controles:tratadas). Los candidatos control se restringieron además a una ventana temporal doble (± 120 días respecto a la fecha de medición basal y ± 120 días respecto a la fecha de medición final de la empresa tratada) y a una vecindad de ± 1 categoría ordinal de tamaño de empresa (ventas anuales). El territorio no se utilizó como covariable de emparejamiento; se incorporó posteriormente como variable de análisis descriptivo de heterogeneidad.

Se verificó el balance de las covariables post-matching mediante diferencias estandarizadas (SMD). Se adoptó como criterio de balance aceptable una diferencia media estandarizada (SMD) inferior a 0,25 en valor absoluto. Valores superiores indican desbalances relevantes que requieren ajustes adicionales en la estimación. Si bien se lograron mejoras generales en el balance, persistió un desbalance residual en la variable baseline (SMD entre 0,40 y 0,46), lo que motivó el uso de modelos ANCOVA para controlar por estas diferencias iniciales. La razón de emparejamiento efectivamente lograda fue inferior a la nominal: 1,72:1 en la especificación principal (55 controles sobre un objetivo de 96) y 1,25:1 en la especificación de sensibilidad 2:1, dado que la disponibilidad de controles dentro de la ventana temporal y el caliper definidos no permitió completar el cupo de 3 (o 2) controles para todas las empresas tratadas. Asimismo, la categoría de tamaño de empresa mantuvo un SMD de 0,25, en el límite del umbral de aceptación adoptado.

¹ Este criterio de depuración es distinto de la winsorización aplicada posteriormente como prueba de robustez (ver sección Robustez y supuestos), donde se conserva la totalidad de los casos válidos.

Segundo, se estimó el efecto del tratamiento (ATT) mediante el siguiente modelo ANCOVA:

$$Y_{i,T1} = \alpha + \beta T_i + \rho Y_{i,T0} + \theta X_{i0} + \varepsilon_i$$

donde:

- $Y_{i,T1}$: salida: puntaje de madurez digital en la medición final (post – intervención)
- T_i : indicador de tratamiento
- $Y_{i,T0}$: puntaje de madurez digital baseline
- X_{i0} : vector de covariables de línea de base (tamaño de empresa)
- ε_i : Término de error

Como pruebas de robustez adicionales se evaluó la estabilidad del coeficiente de tratamiento al incorporar el territorio (Asunción/Departamento Central vs. resto del país) y la duración entre mediciones (días transcurridos entre T0 y T1) como covariables extendidas. Se utilizaron errores estándar robustos tipo HC1 para corregir por heterocedasticidad, y a errores estándar clásicos de MCO cuando la matriz robusta no resultó calculable por restricciones de tamaño muestral.

Tercero, se realizaron pruebas de robustez mediante: (i) especificaciones alternativas (modelo parsimonioso sin covariables, modelo extendido con interacciones), (ii) modelos en diferencias (ΔY) como verificación, (iii) variaciones en la razón de emparejamiento (3:1 como especificación principal y 2:1 como prueba de sensibilidad, manteniendo idénticos los parámetros de ventana temporal y caliper, (iv) winsorización de variables al 1% y 99% para mitigar el efecto de valores atípicos, y (v) control por el número de días transcurridos entre T1 y T2.

Finalmente, se exploraron posibles diferencias en la respuesta al programa según el nivel de madurez digital inicial de las empresas. Para ello, se consideró una estratificación descriptiva de la muestra en función de la distribución baseline del índice de madurez digital, utilizando el tercio inferior como referencia para identificar empresas con rezagos estructurales. No obstante, dado que esta estratificación reduce el tamaño muestral en cada subgrupo, no se realizaron estimaciones econométricas separadas con fines inferenciales. En su lugar, el análisis se apoyó en evidencia descriptiva complementaria —particularmente matrices de transición— para examinar patrones diferenciados de movilidad entre niveles de madurez digital.

Con el objetivo de evaluar la estabilidad de la conclusión principal se implementaron múltiples pruebas de robustez y sensibilidad. En primer lugar, Se estimaron tres especificaciones econométricas alternativas: (i) el modelo ANCOVA principal con covariables, (ii) un modelo ANCOVA parsimonioso sin covariables adicionales, y (iii) un modelo sobre el cambio (ΔY). En todas las especificaciones el coeficiente de tratamiento se mantuvo positivo y los intervalos de confianza al 95% no incluyeron cero. La consistencia entre modelos sugiere que la estimación principal no depende de una única forma funcional.

En segundo lugar, se verificó que el resultado no dependa críticamente del número de controles por unidad tratada. Bajo un esquema de emparejamiento con ratio 2:1 (controles:tratadas), el coeficiente estimado fue de 15,67 ($p < 0,001$), consistente con la estimación principal de 14,64 obtenida con ratio 3:1. Asimismo, se aplicó winsorización al 1% y 99% para mitigar el efecto de posibles valores atípicos. El coeficiente se mantuvo en torno a 14 puntos, indicando que el impacto no está impulsado por unos pocos casos extremos.

En tercer lugar, se incorporó como covariable el número de días entre mediciones para controlar por diferencias en la ventana de seguimiento. El coeficiente se mantuvo estable en ≈ 14 puntos.

Finalmente, se evaluó la sensibilidad a pérdida de seguimiento entre la medición inicial y final, es decir la atrición diferencial por grupo, , mediante un análisis de bounds con

escenarios extremos. En el escenario WORST (desfavorable al tratamiento se asumió cambio nulo para las tratadas sin seguimiento y el cambio promedio observado entre los controles con seguimiento completo para los controles sin seguimiento, el coeficiente se mantuvo entre 7 y 8 puntos ($p \approx 0,05$), sin revertir la conclusión principal. En el escenario BEST (favorable), se asumió el supuesto inverso: cambio promedio observado entre las tratadas con seguimiento completo para las tratadas sin seguimiento, y cambio nulo para los controles sin seguimiento, el coeficiente se ubicó entre 10 y 11 puntos ($p < 0,05$).

La identificación causal descansa en el supuesto de comparabilidad condicional a covariables observadas (puntaje baseline, tamaño, territorio y proximidad temporal). Si bien el uso de ANCOVA reduce el sesgo asociado a desbalances residuales en la variable baseline (SMD entre 0,40 y 0,46), no es posible descartar completamente sesgo por variables no observadas. En este sentido, las estimaciones presentadas deben interpretarse como efectos causales bajo el supuesto de que la selección al tratamiento está explicada por las covariables observadas.

En conjunto, las pruebas realizadas indican que el efecto estimado es robusto a es estable frente a: (i) especificaciones alternativas del modelo econométrico, (ii) variaciones en la configuración del matching, (iii) tratamiento de valores extremos, (iv) control por diferencias en la ventana de seguimiento, y (v) escenarios extremos de atrición. Esta consistencia refuerza la validez de las estimaciones presentadas, dentro de las limitaciones propias de un diseño cuasi-experimental.

Tabla 1. Pruebas de robustez y sensibilidad del impacto del programa LOCAL DIGITAL en MIPYMES, Paraguay, 2025–2026

Escenario / modelo	β Tratamiento	p-value	Interpretación
ANCOVA principal	14,64	<0,001	Estimación central
ANCOVA parsimonioso	≈ 11	<0,01	Consistente
Modelo ΔY	14,64	<0,001	Consistente
Matching 2:1	15,67	<0,001	Estable
Winsorización	≈ 14	<0,001	No influido por outliers
+ tiempo entre mediciones	≈ 14	<0,001	No depende de duración
Bounds WORST	$\approx 7-8$	$\approx 0,05$	Robustez conservadora
Bounds BEST	$\approx 10-11$	<0,05	Robustez favorable

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del programa LOCAL DIGITAL, Paraguay, 2025-2026. Nota: Las filas ANCOVA parsimonioso y Bounds WORST/BEST se estiman sobre bases con distinto N según la disponibilidad de datos para cada análisis; el resto de las filas corresponde a la muestra emparejada principal (N=87).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados del modelo ANCOVA principal muestran un efecto positivo y estadísticamente significativo del programa LOCAL DIGITAL sobre la madurez digital total de las empresas tratadas. Estas experimentaron un incremento promedio de 14,6 puntos en el índice de madurez digital en comparación con el grupo de control ($\beta=14,6$; error estándar robusto = 2,96; $p<0,001$). La magnitud de este efecto es sustantiva, especialmente cuando se contrasta con las fluctuaciones naturales observadas en el grupo de control durante el mismo período, que se ubicaron en un rango de ± 3 puntos. Este resultado fue consistente en todas las especificaciones de robustez evaluadas. El modelo en diferencias (ΔY) arrojó un coeficiente idéntico, y las variaciones en la razón de emparejamiento (3:1 y 2:1) no alteraron significativamente la magnitud ni la significancia del efecto. Asimismo, la winsorización de variables y el control por tiempo transcurrido entre mediciones confirmaron la estabilidad de los resultados. El análisis ANCOVA por dimensiones del Chequeo Digital reveló que el programa tuvo efectos positivos en todas las dimensiones, aunque con magnitudes diferenciadas. La Tabla 2 presenta los coeficientes estimados para cada dimensión.

Tabla 2. Efecto del programa LOCAL DIGITAL por dimensión de madurez digital (ANCOVA), Paraguay, 2025–2026

Dimensión	Coeficiente (β)	Error estándar robusto	p
Estrategia	6,8	1,2	<0,001
Datos	5,5	1,3	<0,001
Procesos	2,8	0,8	<0,001
Organización	2,6	0,9	<0,0053
Comunicación	2,6	0,7	<0,0006
Tecnología	2,1	0,7	<0,0059

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Chequeo Digital BID, Paraguay, 2025-2026.

Movilidad y patrones diferenciados según nivel inicial de madurez digital

El programa tuvo un impacto en la dinámica de movilidad de las empresas entre los niveles de madurez digital. A partir de las matrices de transición del Chequeo Digital, se observa que las empresas tratadas presentan una mayor movilidad ascendente en comparación con el grupo de control. En particular, entre aquellas que iniciaban en el nivel más bajo de madurez digital (nivel 1), el 45% de las empresas tratadas logra avanzar hacia niveles superiores, frente al 22,9% en el grupo de control, mientras que la permanencia en el nivel inicial es menor en el tratamiento (55% frente a 77,1%). Estos resultados evidencian una mayor dinámica de salida del rezago digital en las empresas tratadas.

Con el objetivo de explorar posibles diferencias en la respuesta al programa según las condiciones iniciales, se examinó la información estratificando por nivel de madurez digital de partida. Sin embargo, esta estratificación reduce significativamente los tamaños muestrales en cada subgrupo, particularmente en los niveles superiores, lo que limita la posibilidad de realizar estimaciones econométricas robustas por nivel y obtener inferencias causales con suficiente potencia estadística.

En este contexto, el análisis por niveles se aborda como un ejercicio descriptivo complementario, basado en las matrices de transición, que permite identificar patrones de cambio sin pretender establecer efectos causales diferenciados. Bajo esta lógica, la evidencia sugiere que el programa genera dinámicas de cambio a lo largo de distintos puntos de partida, aunque con características distintas. Los patrones descriptivos son consistentes con la aceleración de trayectorias de adopción en curso en empresas con niveles de madurez digital intermedios, y en el caso de empresas con mayores rezagos los cambios se concentran principalmente en la reducción del estancamiento en niveles iniciales y en la adopción de prácticas básicas.

Estos patrones son consistentes con la literatura sobre capacidad de absorción (Cohen & Levinthal, 1990), en la medida en que la respuesta a intervenciones tecnológicas depende de las capacidades previas de las firmas. No obstante, estos resultados deben interpretarse como evidencia sugerente, sustentada en análisis descriptivos, y no como una estimación causal diferenciada por subgrupos, la cual requeriría muestras de mayor tamaño y diseño específico para su identificación.

En los últimos años, la literatura ha avanzado en la comprensión de la digitalización de las MIPYMES como un proceso acumulativo y dependiente de trayectorias, donde las ganancias iniciales suelen concentrarse en mejoras organizacionales y en el uso básico de herramientas digitales, antes de traducirse en resultados productivos más complejos. Estudios recientes muestran que las intervenciones que combinan diagnóstico, acompañamiento y capacitación práctica tienden a generar efectos más consistentes que aquellas centradas exclusivamente en la provisión de tecnología o financiamiento (OECD, 2021; World Bank, 2022). En particular, la evidencia sugiere que el principal cuello de botella en economías en desarrollo no es el acceso a tecnología, sino la capacidad de las empresas para integrarla efectivamente en sus procesos y modelos de negocio, lo que coincide con los resultados observados en este estudio.

Asimismo, investigaciones recientes destacan que los impactos de programas de digitalización suelen manifestarse primero en dimensiones como estrategia, organización y uso de datos, antes que en cambios tecnológicos más avanzados, lo que refuerza la interpretación de que la transformación digital es un proceso progresivo y no un salto discreto (Verhoef et al., 2021). En este sentido, los resultados encontrados son consistentes con la evidencia internacional, en la medida en que muestran mejoras significativas en dimensiones vinculadas a capacidades organizacionales y uso de información.

Esta interpretación también encuentra respaldo en investigaciones recientes sobre la relación entre digitalización y desempeño empresarial. Zhao et al. (2025) muestran que las capacidades dinámicas de las MIPYMES —particularmente la capacidad de identificar, aprovechar y transformar oportunidades— cumplen un papel mediador en la relación entre el uso de tecnologías digitales y el desempeño empresarial. Sus resultados sugieren que tecnologías como la analítica de datos, las plataformas digitales, la computación en la nube y las tecnologías móviles generan valor en la medida en que fortalecen capacidades que permiten a las empresas transformar las oportunidades digitales en estrategias y resultados. En este sentido, las mejoras observadas en dimensiones vinculadas con la estrategia, la organización y el uso de información pueden interpretarse como capacidades intermedias relevantes para que la digitalización se traduzca posteriormente en resultados empresariales (Zhao et al., 2025).

Los hallazgos de este estudio aportan evidencia consistente sobre la efectividad de los programas de digitalización en el contexto de economías en desarrollo, contribuyendo a llenar un vacío significativo en la literatura. La magnitud del impacto promedio encontrado (14,6 puntos) es comparable con la de intervenciones similares evaluadas en otros países, lo que sugiere que programas bien diseñados que combinan diagnóstico, capacitación y mentoría pueden generar mejoras sustanciales en la madurez digital de las MIPYMES (Cirera et al., 2021).

Desde una perspectiva de política pública, estos hallazgos se alinean con enfoques recientes que enfatizan la importancia de intervenciones diferenciadas en función del nivel de desarrollo digital de las empresas. En particular, se ha documentado que estrategias como la capacitación situada, la mentoría entre pares y los incentivos conductuales orientados al uso efectivo de tecnologías pueden ser más efectivas que intervenciones basadas exclusivamente en la provisión de infraestructura o equipamiento (McKenzie & Woodruff, 2014; Cirera et al., 2021).

El principal hallazgo desde una perspectiva de política pública son los patrones diferenciados en la respuesta al programa. Según evidencia descriptiva basada en matrices de transición incluso entre empresas que partían de niveles iniciales, se observa una mayor movilidad ascendente en el grupo tratado respecto al control, lo que sugiere que la intervención contribuyó a reducir el estancamiento digital básico. Sin embargo, la intensidad y alcance de estos cambios difiere según las capacidades iniciales, lo que indica que las intervenciones de digitalización operan de manera heterogénea. Estos resultados refuerzan la necesidad de diseñar políticas segmentadas, que combinen estrategias de alfabetización digital para empresas rezagadas con programas de aceleración orientados a firmas con mayor capacidad de absorción.

En términos teóricos, los resultados refuerzan la relevancia del concepto de capacidad de absorción (Cohen & Levinthal, 1990) para explicar los resultados de las intervenciones de adopción tecnológica en MIPYMES. La capacidad de una empresa para reconocer, asimilar y aplicar nuevos conocimientos digitales depende críticamente de su base de conocimientos previa, lo que genera rendimientos diferenciados ante una misma intervención.

CONCLUSIONES

La evidencia recolectada es consistente con que el programa LOCAL DIGITAL contribuyó a incrementar la madurez digital de las MIPYMES participantes en Paraguay durante el año 2025. La evidencia es consistente con un efecto positivo del programa sobre el índice de madurez digital, bajo el supuesto de comparabilidad condicional a las covariables observadas, y se mantiene estable frente a múltiples especificaciones.

El programa actuó como un acelerador de trayectorias digitales, con efectos positivos en todas las dimensiones de madurez evaluadas. La evidencia descriptiva basada en matrices de transición indica además que incluso las empresas con niveles iniciales bajos mostraron una mayor movilidad ascendente en el grupo tratado que en el control, particularmente asociada a la reducción del estancamiento en los niveles más rezagados de digitalización. Estos patrones descriptivos —no una estimación causal diferenciada por subgrupos— sugieren que la intervención puede operar de manera heterogénea según las capacidades iniciales del tejido empresarial.

Desde una perspectiva de política pública, estos hallazgos refuerzan la conveniencia de segmentar las intervenciones de digitalización según las condiciones iniciales de las empresas, combinando estrategias de alfabetización digital básica para el segmento más rezagado con programas de aceleración para firmas con mayor capacidad de absorción. El principal desafío no parece ser únicamente profundizar la digitalización en empresas ya avanzadas, sino habilitar el primer salto desde niveles iniciales, donde se concentra la mayor proporción del tejido productivo — un punto de entrada crítico para trayectorias de digitalización más profundas.

Estos resultados deben interpretarse considerando las limitaciones del estudio: un tamaño muestral moderado, restricciones para el análisis inferencial por subgrupos, y un horizonte temporal de corto plazo. Lejos de debilitar la interpretación de los hallazgos, estas limitaciones señalan la pertinencia de avanzar hacia evaluaciones de mayor escala que permitan consolidar y diferenciar estos efectos. En conjunto, este estudio aporta evidencia cuasi-experimental sobre digitalización de MIPYMES que, a diferencia de buena parte de la literatura existente centrada en efectos promedio, documenta también patrones de cambio según el punto de partida de las empresas — un insumo relevante

para el diseño de políticas que aborden simultáneamente la aceleración y la inclusión digital en el tejido empresarial paraguayo.

Disponibilidad de los datos de la investigación: Los datos que respaldan los hallazgos de esta investigación y que no se encuentran sujetos a restricciones derivadas de acuerdos de confidencialidad o disposiciones normativas podrán ser proporcionados por el autor de correspondencia, previa solicitud razonable realizada a través del correo electrónico correspondiente: andreapersita@gmail.com

COMENTARIOS DE EVALUACIÓN

Este artículo fue sometido a un proceso de evaluación a través de revisión por pares en modalidad anónima, de acuerdo con la política de transparencia editorial de la revista. Los revisores, que participaron de manera anónima en este proceso, dieron su consentimiento para la publicación de los comentarios emitidos durante la revisión.

Comentarios del evaluador 1: el manuscrito aborda un tema relevante y actual para el análisis de políticas públicas orientadas a la digitalización de las MIPYMES en Paraguay. Presenta una pregunta pertinente, una estrategia metodológica cuasi-experimental adecuada y resultados potencialmente valiosos para el diseño de programas de transformación digital empresarial. Asimismo, se reconoce el esfuerzo por utilizar un grupo de control, modelos de ANCOVA, pruebas de robustez y análisis de sensibilidad. No obstante, el manuscrito requiere ajustes sustantivos y formales antes de ser considerado publicable. El método de identificación de valores atípicos en el análisis principal no se especifica; la winsorización aparece únicamente como prueba de robustez, pero el criterio de exclusión aplicado a la muestra analítica final no está operacionalizado. El software estadístico empleado no se menciona y debe incorporarse en la redacción del manuscrito. La ecuación del modelo debe corregirse; requiere una presentación única y coherente, con notación correcta. Las conclusiones son pertinentes, pero deben moderar algunas afirmaciones. Expresiones como "demostró ser efectivo" o "evidencia causal robusta" deben formularse con mayor cautela, dado que el propio manuscrito reconoce limitaciones asociadas al tamaño muestral, a la comparabilidad condicional y a la posible existencia de variables no observadas. Por lo tanto, el lenguaje de las conclusiones debe guardar consistencia con el alcance inferencial declarado en la sección metodológica.

Comentarios del evaluador 2: el artículo aborda un tema actual y relevante para el contexto paraguayo; sin embargo, antes de su publicación deberán considerarse varios ajustes. En el apartado de materiales y métodos, se requiere ampliar la información sobre el instrumento utilizado y corregir la cantidad de fuentes de datos mencionadas. En resultados y discusión, deberá incorporarse el tiempo y el espacio en el título de la tabla, además de verificarse la uniformidad de los datos presentados en las diferentes secciones. Las conclusiones deberán evitar la repetición de resultados y formularse con mayor cautela, de acuerdo con el alcance del estudio. Además, las referencias bibliográficas no alcanzan el porcentaje de actualidad exigido, presentan datos incompletos y no existe una correspondencia total entre las citas del texto y la lista final. Por estas razones, se recomienda revisar y ajustar el manuscrito antes de considerar su publicación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bruhn, M.; Karlan, D. S. & Schoar, A. (2018) The impact of consulting services on small and medium enterprises: evidence from a randomized trial in Mexico (English). Impact Evaluation series ; no. IE 95|Policy Research working paper ; no. WPS 6508 Washington, DC: World Bank.
<http://documents.worldbank.org/curated/en/516471468278741470>

- CEPAL (2021). Transformación digital de las mipymes: elementos para el diseño de políticas. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/47183-transformacion-digital-mipymes-elementos-diseno-politicas>
- Cirera, X., Comin, D., Cruz, M., Lee, K. M., & Martins-Neto, A. (2021). Firm-level technology adoption in the developing world. World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-9567>
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly*, 35(1), 128–152. <https://doi.org/10.2307/2393553>
- Díaz-Arancibia, J., Hochstetter-Diez, J., Bustamante-Mora, A., Sepúlveda-Cuevas, S., Albayay, I., & Arango-López, J. (2024). Navigating digital transformation and technology adoption: A literature review from small and medium-sized enterprises in developing countries. *Sustainability*, 16(14), 5946. <https://doi.org/10.3390/su16145946>
- Henriquez, P., & Torrico, B. (2021). Chequeo digital: ¿cómo acelerar la transformación digital de las mipyme en América Latina y el Caribe (ALC). <https://doi.org/10.18235/0003607>
- Hirs, J., & Vargas, F. (2023). Prioridades para la digitalización empresarial en América Latina y el Caribe. Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0005166>
- Mayor Ravines, M. G., Mayor Gamero, J. G., Velásquez Vásquez, J. A., & Mayuri Barrón, J. V. (2026). Digital transformation in SMEs: systematic review of factors, barriers and results. *Revista InveCom*, 6(3), e603094. <https://doi.org/10.5281/zenodo.17656442>
- McKenzie, D., & Woodruff, C. (2014). What are we learning from business training and entrepreneurship evaluations around the developing world? *The World Bank Research Observer*, 29(1), 48–82. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkt007>
- OECD (2021), *The Digital Transformation of SMEs*, OECD Studies on SMEs and Entrepreneurship, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/bdb9256a-en>
- OECD/CAF/SELA (2024), *SME Policy Index: Latin America and the Caribbean 2024: Towards an Inclusive, Resilient, and Sustainable Recovery*, SME Policy Index, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/ba028c1d-en>
- Pozo-Benites, K. B., Guadalupe-Sánchez, K. W., Peñarreta-Barrera, E. E., & Meza-Salvatierra, J.K. (2025). Transformación digital de las PYMES en América Latina: barreras, oportunidades y estrategias para la competitividad: Digital Transformation of SMEs in Latin America: Barriers, Opportunities, and Strategies for Competitiveness. *Multidisciplinary Latin American Journal (MLAJ)*, 3(2), 236-255. <https://doi.org/10.62131/MLAJ-V3-N2-015>
- Verhoef, P. C., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N., & Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.09.022>
- World Bank. (2022). *Digitalizing SMEs to Boost Competitiveness*. <http://hdl.handle.net/10986/38108> License: CC BY 3.0 IGO. <https://doi.org/10.1596/38108>
- Zhao, Z., Hönigsberg, S., & Mandviwalla, M. (2025). Digital driven success: The digitalization effect on SME performance. *Information Technology for Development*, 31(4), 1090–1116. <https://doi.org/10.1080/02681102.2025.2453213>