



FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

INTERNET Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN LIMA METROPOLITANA

Línea de investigación:
Herramientas informáticas para una gestión eficiente y transparente

Tesis para optar el Título Profesional de Economista

Autor

Leiva Puma, Jose Antonio

Asesor

Antón De Los Santos, Marco Antonio

ORCID: 0000-0002-0910-7301

Jurado

Coayla Coayla, Adalberto Edelina

Flores Palomino, Floresmilo

Taxa Azabache, Jorge Alfredo

Lima – Perú

2026

INTERNET Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN LIMA METROPOLITANA

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%	17%	8%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	qdoc.tips Fuente de Internet	2%
2	www.coursehero.com Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	1%
4	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal Trabajo del estudiante	1%
5	Cruz Canaza, Eddy Wilfredo. "Incidencia de la inversión pública en los sectores de agricultura y transporte en el crecimiento económico caso peruano, periodo 2000-2021", Universidad Nacional del Altiplano de Puno (Peru), 2025 Publicación	1%
6	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	1%
7	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1%
8	Submitted to Universidad San Ignacio de Loyola Trabajo del estudiante	<1%
9	Submitted to Universidad Nacional del Centro del Peru	<1%



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS

INTERNET Y CRECIMIENTO ECONÓMICO EN LIMA
METROPOLITANA

Línea de Investigación:

Herramientas informáticas para una gestión eficiente y transparente

Tesis para optar el Título Profesional de Economista

Autor:

Leiva Puma, Jose Antonio

Asesor:

Antón De Los Santos, Marco Antonio
ORCID: 0000-0002-0910-7301

Jurado:

Coayla Coayla, Adalberta Edelina
Flores Palomino, Floresmilo
Taxa Azabache, Jorge Alfredo

Lima – Perú
2026

Dedicatoria

La presente tesis está dedicada a mis padres, Luz Puma y Oscar Leiva, por su amor incondicional, sus enseñanzas y el ejemplo que guía cada uno de mis pasos. A mis hermanas, Cristina y Luciana, por su apoyo constante y por ser siempre una fuente de motivación. Y a Jenifer Caqui, por su amor, compañía y la fuerza que me brinda en cada etapa de mi vida.

Agradecimientos

A mis padres y hermanas, por su apoyo incondicional y por acompañarme en cada etapa de este camino.

A mi novia, por su apoyo constante y por brindarme aliento incluso en los momentos más difíciles.

A los docentes de la Universidad Nacional Federico Villarreal, por las enseñanzas que han contribuido a mi formación profesional.

ÍNDICE

Resumen.....	viii
Abstract.....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	2
1.1.1. <i>Problema general</i>	5
1.1.2. <i>Problema específico</i>	6
1.2. Antecedentes	6
1.2.1. <i>Antecedentes internacionales</i>	6
1.2.2. <i>Antecedentes nacionales</i>	10
1.3. Objetivo.....	13
1.3.1. <i>Objetivo general</i>	13
1.3.2. <i>Objetivo específico</i>	13
1.4. Justificación	13
1.5. Hipótesis	14
1.5.1. <i>Hipótesis general</i>	14
1.5.2. <i>Hipótesis específica</i>	14
II. MARCO TEÓRICO	15
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación	15
2.1.1. <i>Teorías de crecimiento económico</i>	15
2.1.2. <i>Variable internet</i>	15

2.2.	Marco conceptual.....	17
2.2.1.	<i>Crecimiento económico</i>	17
2.2.2.	<i>Producto bruto interno</i>	17
2.2.3.	<i>Tecnologías de la información y comunicación</i>	18
2.2.4.	<i>Internet y acceso a internet</i>	18
III.	MÉTODO.....	20
3.1.	Tipo de investigación.....	20
3.2.	Ámbito temporal y espacial	20
3.3.	Variables	20
3.4.	Población y muestra.....	22
3.4.1.	<i>Población</i>	22
3.4.2.	<i>Muestra</i>	22
3.5.	Instrumentos.....	23
3.6.	Procedimientos.....	23
3.7.	Análisis de datos	25
3.8.	Consideraciones éticas	26
IV.	RESULTADOS	27
4.1.	Análisis descriptivo.....	27
4.2.	Análisis estadístico.....	30
4.3.	Estimación del modelo.....	33
4.4.	Contrastación de hipótesis	40

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	41
VI. CONCLUSIONES.....	44
VII. RECOMENDACIONES	46
VIII. REFERENCIAS	47
IX. ANEXOS.....	53

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	22
Tabla 2. Estadísticos descriptivos	29
Tabla 3. Test de raíz unitaria ADF y PP	30
Tabla 4. Top 20 mejores modelos con base al criterio de Schwarz (BIC).....	33
Tabla 5. Estimación del modelo ARDL(3,1,1,3)	34
Tabla 6. Prueba LM de Breusch – Godfrey	35
Tabla 7. Prueba de Breusch – Pagan – Godfrey	35
Tabla 8. Prueba de límites (Bounds Test).....	37
Tabla 9. Regresión de Corrección de Errores ARDL	39

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Penetración del servicio de Internet en los hogares a nivel nacional y en Lima Metropolitana durante los años 2001 – 2023	3
Figura 2. Evolución y tasas de crecimiento anuales del Producto Bruto Interno de Lima Metropolitana a precios constantes durante los años 2001 – 2023	4
Figura 3. El estado estacionario en el modelo neoclásico de Solow – Swan.....	3
Figura 4. Dinámica de transición en el modelo neoclásico de Solow – Swan.....	5
Figura 5. El modelo AK.....	9
Figura 6. La función de producción per cápita de Harrod – Domar	12
Figura 7. Modelo Harrod domar con $sA = \delta + n$	13
Figura 8. Evolución del PBI, la FBCF, la PEA ocupada y los hogares con acceso a Internet en Lima Metropolitana de 2001 a 2023	27
Figura 9. Prueba de normalidad Jarque - Bera.....	36

Resumen

La presente tesis tuvo como objetivo estimar el impacto del Internet sobre el crecimiento económico de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023. Para ello, se empleó una adaptación de la función de producción del modelo de Solow – Swan, incorporando el acceso a Internet como un proxy del progreso tecnológico. Metodológicamente, se utilizó el modelo Autoregressive Distributed Lag (ARDL), el cual resulta adecuado para series de tiempo con diferentes órdenes de integración y permite estimar simultáneamente relaciones de corto y largo plazo. El análisis se desarrolló a partir de datos anuales provenientes de fuentes oficiales como el INEI, el BCRP y el Banco Mundial. Los resultados del bounds test evidenciaron la existencia de cointegración entre el crecimiento económico y sus determinantes: capital, trabajo e Internet. Asimismo, los coeficientes estimados en el largo plazo mostraron que un incremento del 1 % en el acceso a Internet genera un aumento aproximado del 0,039 % del PBI de Lima Metropolitana. Este efecto, aunque moderado, es estadísticamente significativo y consistente con la literatura especializada. En el corto plazo, se verificó también un impacto positivo del acceso a Internet, junto con efectos significativos del capital y la fuerza laboral. Finalmente, los resultados confirman la hipótesis planteada y aportan evidencia relevante para la formulación de políticas públicas orientadas a ampliar la infraestructura digital, promover el uso significativo de las TIC y fortalecer las competencias digitales de la población, con el propósito de impulsar un crecimiento económico sostenido.

Palabras clave: internet, crecimiento económico, producto bruto interno, ardl

Abstract

The objective of this thesis was to estimate the impact of the Internet on economic growth in Lima Metropolitana during the period 2001 – 2023. To this end, an adaptation of the Solow – Swan production function was used, incorporating Internet access as a proxy for technological progress. Methodologically, the Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model was used, which is suitable for time series with different integration orders and allows for the simultaneous estimation of short- and long-term relationships. The analysis was based on annual data from official sources such as INEI, BCRP, and the World Bank. The results of the bounds test showed the existence of cointegration between economic growth and its determinants: capital, labor, and the Internet. Likewise, the coefficients estimated in the long term showed that a 1 % increase in Internet access generates an approximate 0,039 % increase in the GDP of Lima Metropolitana. This effect, although moderate, is statistically significant and consistent with the specialized literature. In the short term, access to the Internet also had a positive impact, along with significant effects from capital and labor. Finally, the results confirm the hypothesis and provide relevant evidence for the formulation of public policies aimed at expanding digital infrastructure, promoting the meaningful use of ICT, and strengthening the digital skills of the population, with the goal of driving sustained economic growth.

Keywords: internet, economic growth, gross domestic product, ardl

I. INTRODUCCIÓN

Las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) se han consolidado como uno de los principales motores de crecimiento económico en muchos países en años recientes. De acuerdo con la International Telecommunication Union (ITU), el uso significativo de las TIC contribuye significativamente al desarrollo permitiendo optimizar las actividades productivas y sociales. Dichos efectos se reflejan en diversos ámbitos como la educación, a través de recursos digitales, las finanzas mediante la banca móvil, el comercio electrónico, así como en las redes sociales y otros espacios que promueven la inclusión digital y la integración a la economía global.

Dentro de este conjunto de tecnologías, el servicio de Internet destaca como la herramienta más influyente. De acuerdo con el Banco Mundial (2016), el acceso a Internet impulsa el desarrollo social y económico principalmente por medio de tres mecanismos: inclusión, al facilitar la participación de más personas en la economía digital; eficiencia, al reducir costos de transacción y mejorar procesos productivos; e innovación, al generar nuevas oportunidades de creación de valor.

En Lima Metropolitana¹, el acceso a Internet ha mostrado un crecimiento sostenido durante las últimas dos décadas, alcanzando niveles de penetración muy superiores al promedio nacional. No obstante, este crecimiento acelerado en la adopción de Internet no ha sido necesariamente reflejado en un dinamismo económico equivalente. La desaceleración observada sobre el crecimiento económico de la ciudad plantea interrogantes sobre la magnitud y la direccionalidad del efecto de la conectividad digital en el desempeño económico.

En este contexto, examinamos la influencia del acceso a Internet sobre el crecimiento económico en Lima Metropolitana a lo largo del periodo 2001 – 2023. Bajo este enfoque, se

¹ Lima Metropolitana se localiza en la franja central del litoral peruano. Colinda por el oeste con la Provincia Constitucional del Callao y el océano Pacífico; por el norte con la provincia de Huaral; por el este con las provincias de Canta y Huarochirí; y por el sur con la provincia de Cañete. Su organización político-administrativa comprende 43 distritos y presenta una extensión territorial aproximada de 2 638 km².

adapta la función de producción que sustenta el modelo de Solow – Swan, incorporando el acceso a Internet como un proxy del componente tecnológico. Metodológicamente, se emplea el modelo ARDL, utilizando series anuales provenientes de registros institucionales, entre los que se incluye el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) y el Banco Mundial.

La hipótesis central plantea que el acceso a Internet muestra una influencia positiva y con significancia estadística en el crecimiento económico de Lima Metropolitana durante el horizonte temporal examinado. La estructura del estudio se organiza a modo secuencial y coherente: primero se expone la descripción y formulación del problema, acompañado del análisis de investigaciones previas, tanto de alcance nacional como internacional, junto con la definición de los objetivos de la presente investigación, su justificación y las hipótesis correspondientes. Posteriormente, se expone el marco teórico que sustenta el análisis y, a continuación, se detalla el método empleado, el cual comprende el tipo de investigación, su alcance temporal y espacial, la delimitación y operacionalización de las variables, la población objetivo y la muestra analizada, los instrumentos empleados, los procedimientos metodológicos aplicados, el enfoque aplicado al análisis de la información, junto con los criterios éticos considerados. Finalmente, se presentan los resultados, la discusión correspondiente, así como las conclusiones y recomendaciones derivadas del estudio.

1.1. Descripción y formulación del problema

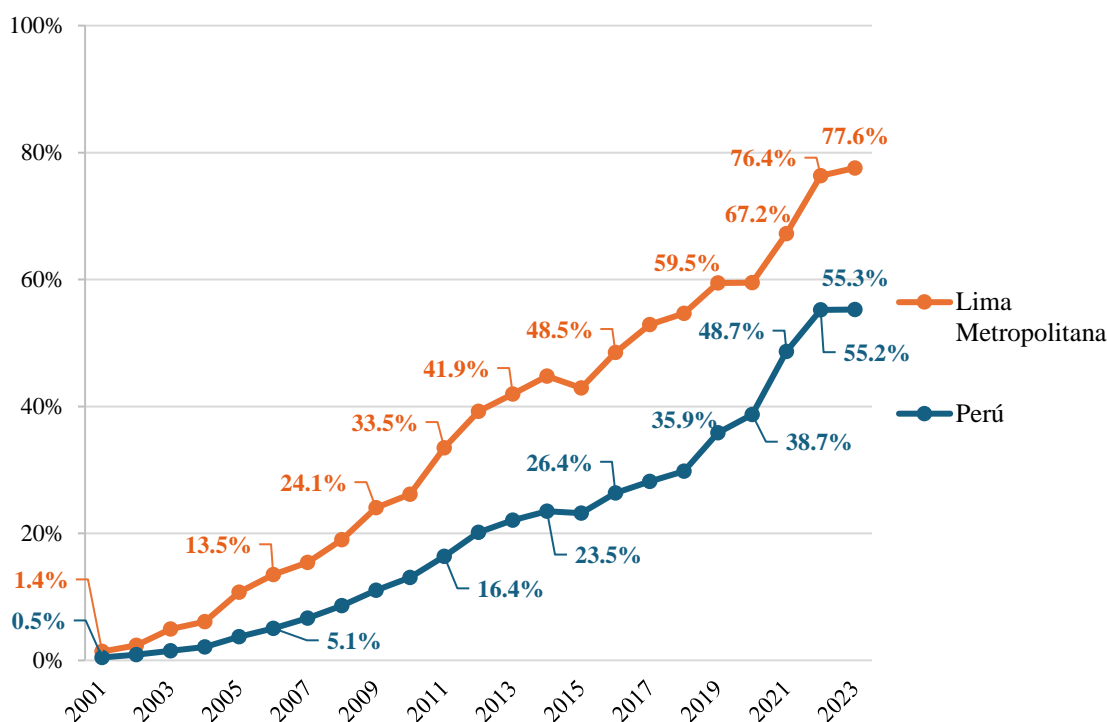
A nivel nacional, el acceso a Internet ha mostrado un crecimiento sostenido durante los últimos veinte años. Según la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG) del 2001, la proporción de hogares que declararon contar con una conexión a Internet fue de apenas el 0,5 %, mientras que para el año 2023 esta cifra alcanzó el 55,3 %.

En el caso particular de Lima Metropolitana, se observa un crecimiento más pronunciado, ya que en el año 2001 apenas el 1,4 % de los hogares disponían de este servicio,

cifra que en el año 2023 alcanzó el 77,6 %, reflejando la creciente penetración de esta tecnología en la principal área urbana del país (véase Figura 1).

Figura 1

Penetración del servicio de Internet en los hogares a nivel nacional y en Lima Metropolitana durante los años 2001 – 2023



Nota. El gráfico presenta la evolución del porcentaje de hogares que declararon contar con el servicio de Internet entre los años 2001 – 2023, tanto para Lima Metropolitana y Perú.

Respecto al crecimiento económico de Lima Metropolitana, el Producto Bruto Interno (PBI) evidenció un comportamiento variable a lo largo del periodo analizado. Como se presenta en la Figura 2, entre los años 2002 y 2007 la economía mantuvo un ritmo de expansión constante, con tasas de crecimiento situadas entre 1,3 % y 5,1 %. La única excepción fue en 2007, año donde se registró una disminución del 1,0 %, asociado a los efectos de la recesión internacional.

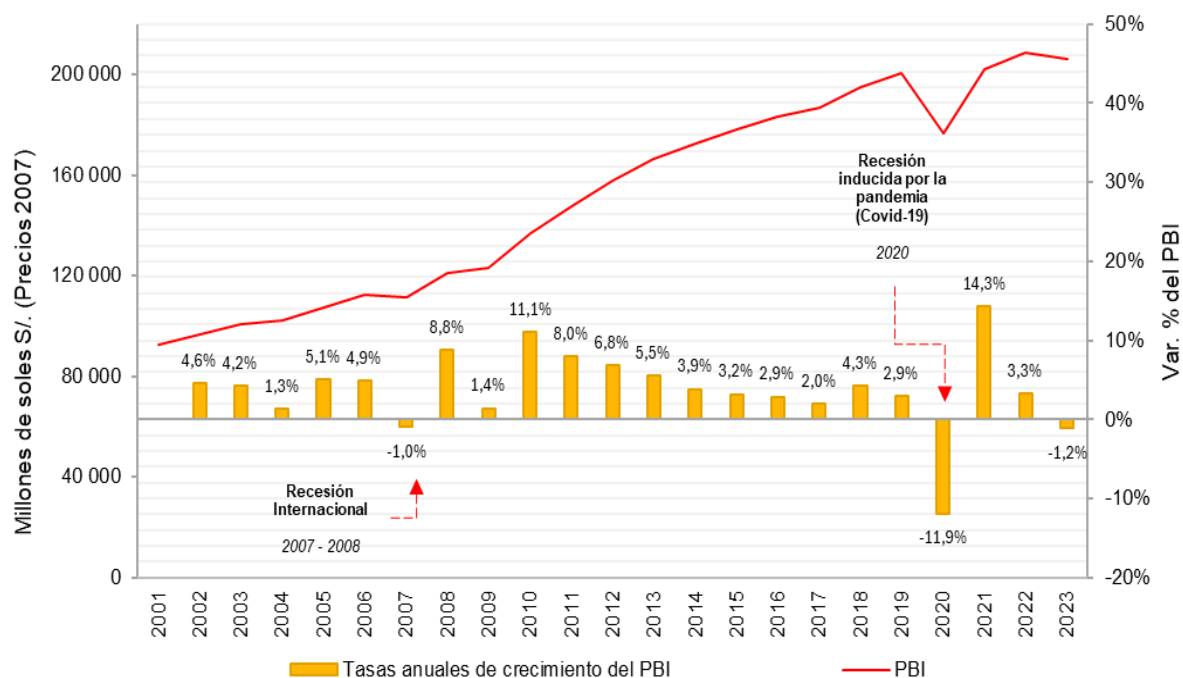
A partir de 2008, las tasas de crecimiento fueron mostrando una desaceleración relativa, con valores que fluctuaron desde un 1,4 % en 2009 hasta un máximo de 11,1 % en 2010. Por

otro lado, en 2020, en respuesta a la contracción económica derivada de la pandemia de la COVID – 19, se registró una fuerte contracción de -11,9 %, seguida de un repunte significativo en 2021 con una tasa de crecimiento del 14,3 %, reflejo del efecto rebote tras la crisis sanitaria.

En años más recientes, en 2022 se registró un crecimiento del 3,3 % en el PBI, mientras que en 2023 se registró una caída de -1,2 %.

Figura 2

Evolución y tasas de crecimiento anuales del Producto Bruto Interno de Lima Metropolitana a precios constantes durante los años 2001 – 2023



Nota. El gráfico muestra la trayectoria del PBI, expresado en millones de soles a precios constantes de 2007, para el periodo 2001 – 2023, así como las tasas de crecimiento anual registradas en esos mismos años.

Diversas investigaciones respaldan el vínculo positivo entre el acceso a Internet y el crecimiento económico, ya sea medido mediante el PBI o el nivel de productividad. En esa línea, Ximei et al. (2024) señala que uno de los elementos clave que apoyan el crecimiento económico sostenido es la tecnología y la innovación en telecomunicaciones, dado su papel indispensable en tiempos modernos.

No obstante, en Lima Metropolitana, dicha relación no se ha manifestado con la misma claridad en los años recientes. Mientras que la penetración del servicio de Internet ha mantenido una tendencia ascendente, las tasas de crecimiento económico han mostrado una desaceleración e incluso tasas negativas en determinados periodos.

En ese contexto, la literatura económica propone dos enfoques para explicar este fenómeno. Por un lado, Czernich et al. (2011) y Atkinson et al. (2009) advierten que en fases avanzadas de difusión de la banda ancha pueden generarse efectos decrecientes, en la medida que la saturación tecnológica reduce el aporte marginal de la conectividad en el crecimiento económico, es decir que más allá de cierto nivel de adopción, la contribución de esta tecnología tiende a disminuir.

Por otro lado, autores como Katz y Jung (2025) sugieren la existencia de rendimientos crecientes a escala asociados a la adopción de la banda ancha. Según estos autores, la influencia de esta tecnología sobre el crecimiento económico no se manifiesta de forma significativa en etapas iniciales, sino que se vuelve considerable una vez que se alcanza un alto nivel de penetración. En la misma línea, Koutroumpis (2009) sostiene que el impacto de la banda ancha sobre la dinámica del crecimiento económico sólo puede llegar a ser significativo cuando se alcanza una masa crítica de infraestructura, con lo cual el impacto económico aumenta con la penetración.

En este marco, Lima Metropolitana constituye un caso de especial interés, dado que concentra altos niveles de penetración del servicio de Internet. Por ello, resulta pertinente analizar en qué medida este servicio ha incidido sobre el crecimiento económico a lo largo del periodo 2001 a 2023.

1.1.1. Problema general

¿Cuál es el impacto del Internet sobre el crecimiento económico de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023?

1.1.2. Problema específico

¿Cuál es el impacto del acceso a Internet sobre el Producto Bruto Interno de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes internacionales

Katz et al. (2025) analizan la contribución económica del servicio fijo y móvil de banda ancha, como también el proceso de digitalización, sobre el crecimiento económico mundial a lo largo del periodo 2010 – 2023. Empleando una especificación econométrica estructural de cuatro funciones examinan una muestra para 107 economías. Los resultados señalan que ante una variación positiva de 10 % sobre la penetración del servicio fijo de banda ancha se asocia con un crecimiento promedio equivalente al 1,59 % sobre el producto per cápita global. Este efecto se explica, principalmente, por el incremento de la dependencia en las tecnologías digitales y por la persistencia estructurales surgidas durante la pandemia. Desagregando el efecto según el nivel de ingresos, se identifica que la contribución del servicio fijo de banda ancha en las economías de altos ingresos resulta en 1,43 %, lo que evidencia la existencia de rendimientos crecientes a escala impulsados por el aumento de la penetración de dicha tecnología. Por otro lado, el efecto en las economías de ingresos medianos fue de 1,29 % y en las economías de ingresos bajos 1,16 %. En América Latina y el Caribe (ALC), un cambio positivo del 10 % sobre la tasa de penetración de la banda ancha se refleja en un mayor crecimiento del PBI en alrededor de 1,36 %, cifra inferior al promedio mundial (1,59 %).

Por otro lado, utilizando una muestra de 124 países, los autores estiman el impacto económico del servicio móvil de banda ancha. Los resultados indican que una expansión del 10 % en su adopción genera un aumento promedio del 2,29 % sobre el PBI. Este efecto, de acuerdo con los autores, responde a dos factores principales: primero, la permanencia de algunos patrones generados en la sociedad durante la pandemia; y segundo, la rápida expansión

de las redes 5G, que ha hecho que las tecnologías inalámbricas sean más atractivas para la industria y, por lo tanto, más relevantes para la actividad económica. Finalmente, el análisis por nivel de ingreso muestra efectos diferenciados: 1,72 % para economías de altos ingresos, 1,96 % para aquellas de ingresos medios y 3,02 % para las de ingresos bajos. En las economías de ALC, el impacto estimado alcanza el 1,96 %, también por debajo del promedio global (2,29 %).

Sojka y Pietrucha (2024) analizan la incidencia del acceso a Internet sobre el PBI en un grupo de 88 economías a nivel mundial durante el periodo 2006 – 2020. Para ello, construyen una base de datos tipo panel y emplean como marco teórico la denominada “regresión de Barro”, donde el logaritmo del PBI se utiliza como variable dependiente, mientras que las variables explicativas incluyen la tasa de suscripciones de banda ancha por cada 100 habitantes, grado de apertura económica, el gasto público en consumo, la formación bruta de capital, la inflación y la eficacia del gobierno.

La estimación se realiza mediante el método system GMM, incorporando errores estándar robustos y verificando la consistencia del modelo mediante las pruebas de Arellano – Bond y Hansen, destinadas a evaluar la autocorrelación y la validez de los instrumentos, respectivamente. Los resultados evidencian que una variación positiva de 10 % en el número de suscripciones de banda ancha se refleja en un mayor crecimiento de aproximadamente 0,045 % del PBI. Al realizar el análisis de acuerdo con su nivel de ingresos, ante un incremento de la misma magnitud en las suscripciones de banda ancha, el efecto estimado alcanza 0,018 % en las economías de altos ingreso y 0,036 % en aquellas de ingresos bajos, lo que sugiere que el impacto del Internet resulta más pronunciado en los países en desarrollo.

Alderete (2022) examina el rol que desempeñan las redes fijas y móviles de banda ancha en el crecimiento económico de América Latina durante los años 2010 – 2018. A través de un modelo de ecuaciones simultáneas compuesto por cuatro relaciones estructurales, la

autora estima los efectos para un conjunto de 20 países latinoamericanos. Los hallazgos confirman la contribución significativa de dichas tecnologías al crecimiento económico. En términos cuantitativos, de los parámetros estimados, se observa que un aumento de 10 % en la penetración del servicio móvil de banda ancha, se traduce en un crecimiento promedio del 2,3 % en el PBI, mientras que una expansión equivalente en el nivel de cobertura de la banda ancha fija se traduce en un incremento promedio del 3,1 %.

Katz y Callorda (2019) analizan el impacto económico de la banda ancha, la digitalización y la regulación de las TIC en la región de las Américas, el cual incluye a América del Norte y ALC, durante el periodo 2005 – 2017. Para ello, aplican un modelo estructural compuesto por cuatro ecuaciones interrelacionadas (producción agregada, demanda, oferta y producción) a una muestra conformada por 18 países. Los resultados evidencian que la ampliación de la banda ancha presenta una influencia positiva y con significancia estadística sobre el PBI. En específico, una variación positiva del 10 % sobre la adopción del servicio fijo de banda ancha guarda relación con un crecimiento promedio del 1,9 % del PBI en el conjunto de las Américas. Sin embargo, si el modelo se restringe únicamente a los países de ALC, la contribución económica de dicha tecnología disminuye ligeramente, alcanzando un 1,6 % ante un aumento de 10 puntos porcentuales en su penetración. Con base a esto, los autores interpretan dichos hallazgos como evidencia de la existencia de retornos a escala del servicio fijo de banda ancha, es decir que la repercusión de este servicio es más pronunciada en países de mayor desarrollo en comparación con aquellas economías emergentes.

En cuanto al servicio móvil de banda ancha, los autores estiman sus efectos a partir de series temporales para el periodo 2010 – 2017. Evidenciando que ante un crecimiento de 10 % en su nivel de penetración se refleja en un aumento promedio de 1,2 % del PBI en la región, mientras que, si se restringe únicamente a las economías de ALC, el impacto se eleva a 1,7 %. Según los autores, esta diferencia refleja un efecto saturación, dado que la contribución del

servicio móvil de banda ancha resulta más pronunciada en las economías emergentes que en aquellas más desarrolladas.

Katz y Callorda (2018), desarrollan un modelo econométrico estructural con el propósito de cuantificar la contribución del nivel de penetración de la banda ancha sobre el crecimiento económico a escala global. A partir de ello, evidencian que el servicio fijo de banda ancha tuvo una incidencia sustancial en la economía mundial durante el periodo 2010 – 2017. En promedio, un crecimiento del 1 % en la penetración del servicio de banda ancha fija se asocia con un aumento promedio del 0,08 % sobre el PBI. En esa línea, se observa que el servicio móvil de banda ancha ejerce un mayor impacto, pues una variación del 1 % en su penetración se asocia con un incremento del 0,15 % sobre el PBI. El estudio también identifica efectos diferenciados según el nivel de desarrollo económico; en relación con la banda ancha fija, se observa una incidencia de los rendimientos crecientes a escala, donde el impacto económico es mayor en los países más desarrollados. En contraste, en relación con la banda ancha móvil, el efecto revela una dinámica de saturación, siendo el impacto más relevante en los países menos desarrollados.

Khater y Wagee (2017), analizan la relación entre el desarrollo de las TIC y el crecimiento económico en Sudán durante el periodo 1980 – 2014. Para ello, formulan una función de producción de tipo Cobb-Douglas en la cual incorporan variables representativas de infraestructura TIC, tales como la cantidad de líneas telefónicas, tanto fijas como móviles, así como la cantidad de usuarios con acceso a Internet por cada cien habitantes. Debido a que las variables macroeconómicas tienen incidencia sobre el desempeño económico, el modelo también incluye variables explicativas, entre ellas la formación bruta de capital fijo y la población económicamente activa, considerada esta última como una aproximación al capital humano.

El estudio emplea un enfoque de cointegración mediante el modelo ARDL, acompañado de la prueba de límites (bounds test) y un modelo de corrección de errores (ECM), lo que permitió analizar simultáneamente las relaciones de corto y largo plazo entre las variables.

Los hallazgos indican que el desarrollo de las TIC tiene una influencia positiva y estadísticamente significativa sobre el crecimiento económico nacional. En particular, las variables asociadas a la telefonía fija y móvil presentan efectos favorables en el corto y en el largo plazo. Se destaca que, a largo plazo, un incremento del 1 % en el número de abonados a servicios telefónicos fijos y móviles por cada cien habitantes se traduce en un crecimiento aproximado del 2 % sobre el PBI. Finalmente, los autores señalan que estos hallazgos son coherentes con la teoría económica que identifica a las TIC como un elemento clave del crecimiento y la productividad.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Cruzado et al. (2025) analizan la relación existente entre el acceso a Internet y el crecimiento económico de las regiones mineras del Perú a lo largo del periodo 2007 y 2022. Con este fin, construyen un panel de datos con la información recopilada de la plataforma SIRTOD del INEI. En su modelo, utiliza como variable dependiente el PBI por habitante a precios constantes, mientras que como variables explicativas consideran a la inversión en capital fijo, representado por el canon minero a precios constantes, la mano de obra medida por la población económicamente activa ocupada y el acceso a Internet expresado como el porcentaje de hogares con dicho servicio.

Tras aplicar los test de Breusch – Pagan y Hausman, concluyen que la especificación de efectos fijos resulta la más apropiada para la estimación. De los resultados, podemos concluir que ante una variación del 1 % sobre el nivel de acceso a Internet, se traduce en un incremento del 0,11 % del PBI por habitante. En la misma línea, un incremento equivalente en

la mano de obra y la inversión en capital fijo se vincula con aumentos del 0,64 % y 0,06 %, respectivamente. En suma, estos hallazgos evidencian que el acceso a internet, la inversión en capital fijo y la expansión de la mano de obra contribuyen positivamente al crecimiento económico de las regiones mineras, destacando el papel del acceso a Internet como el factor de mayor incidencia en el periodo analizado.

Castillo (2024) examina la relación entre los servicios TIC y el crecimiento económico del Perú durante los años 2009 – 2019. Con base en el modelo de Solow – Swan, el autor construye una base de datos en la que el PBI actúa como variable dependiente, mientras que como variables explicativas incorpora la cantidad de usuarios que cuentan con servicios móviles, acceso a internet y banda ancha, así como la inversión en TIC, la inversión bruta y la fuerza laboral. Con esta información, se estima un modelo ARDL para evaluar la incidencia de las TIC sobre el crecimiento económico peruano. La prueba de límites (bounds test) confirman la existencia de cointegración entre el PBI y las variables tecnológicas, lo cual evidencia una vinculación de largo plazo. En términos empíricos, se observa que el incremento en la adopción y uso de las TIC se asocia con un aumento del PBI, reforzando la hipótesis de que la inversión en el sector de telecomunicaciones constituye un instrumento eficaz para promover el crecimiento económico sostenido en el país.

Guevara y Nalvarte (2022), analizan cómo la infraestructura de telecomunicaciones (IT) incide sobre el crecimiento del producto por habitante, considerando una muestra de diez economías de América Latina durante los años 2010 y 2017. Para representar la variable IT, los autores emplean tres indicadores: el número de líneas móviles por cada cien habitantes, las conexiones de banda ancha por cada centenar de habitantes y la proporción de la población con acceso a Internet.

Mediante un modelo econométrico de datos panel dinámico con efectos fijos y estimación mediante el Método Generalizado de Momentos (GMM), el estudio señala que una

variación positiva del 1 % en las conexiones de banda ancha, se relaciona con una reducción marginal del 0,004 % sobre el crecimiento de PBI por habitante. En contraste, una variación similar en la proporción de usuarios con acceso a Internet genera un efecto positivo de 0,215 % sobre el mismo indicador. Finalmente, el coeficiente correspondiente a las suscripciones móviles resulta no significativo, evidenciando la no existencia de una relación estadísticamente significativa entre esta variable y el crecimiento económico del PBI por habitante.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021), analizó el efecto del acceso a Internet sobre el crecimiento económico del Perú durante los años 2011 – 2019. La investigación parte de la premisa de que el Internet constituye una infraestructura habilitadora del desarrollo económico, permitiendo mejorar la productividad, reducir costos de transacción y ampliar oportunidades en sectores clave.

Para ello, la investigación utilizó una función de producción tipo Cobb-Douglas, combinada con un modelo econométrico ARDL, construido a partir de datos trimestrales del PBI, porcentaje de hogares con acceso a Internet, la formación bruta de capital fijo y la fuerza laboral. Este enfoque permite identificar la relación de corto y largo plazo entre las variables, así como estimar la velocidad de convergencia hacia el equilibrio económico.

Los resultados evidencian una asociación estadísticamente significativa entre el acceso a Internet y la dinámica del crecimiento económico. Específicamente, las estimaciones indican que una variación positiva de 10 puntos porcentuales sobre el nivel de penetración del servicio de acceso a Internet se refleja en un crecimiento del 2 % del PBI nacional. Según el estudio, este impacto es más fuerte en zonas urbanas (1,8 %) y menos claro en áreas rurales, donde la baja conectividad y el limitado vínculo con los mercados restringen el impacto en la producción agregada. Sin embargo, se reconoce que el acceso a Internet en áreas rurales produce efectos favorables sobre los ingresos de los hogares.

1.3. Objetivo

1.3.1. *Objetivo general*

Analizar el impacto del Internet sobre el crecimiento económico de Lima metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.

1.3.2. *Objetivo específico*

Estimar el impacto del acceso a Internet sobre el Producto Bruto Interno de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.

1.4. Justificación

El presente estudio se orienta principalmente a cuantificar el efecto del Internet en la dinámica del crecimiento económico de Lima Metropolitana a lo largo de los años 2001 – 2023, y su justificación se desarrolla desde dos perspectivas complementarias: teórica y práctica.

Desde el enfoque teórico, el estudio busca aportar en la literatura del crecimiento económico incorporando una variable poco explorada en el contexto subnacional peruano: el servicio de Internet. Esta dimensión ha sido poco abordada en investigaciones aplicadas a nivel departamental o metropolitano, particularmente Lima metropolitana. La investigación utiliza una adaptación de la función de producción del modelo de Solow – Swan, extendido mediante la inclusión de un proxy del componente tecnológico representado por el acceso a Internet. De tal forma, el estudio contribuye a enriquecer el debate académico sobre el rol del Internet como motor de crecimiento económico, ofreciendo también un punto de partida para futuros análisis comparativos, investigaciones regionales o estudios sectoriales que busquen abordar la relación entre tecnología y crecimiento.

Desde el enfoque práctico, los resultados tienen el potencial de orientar la formulación de políticas públicas dirigidas a reducir la brecha digital y aprovechar el acceso a Internet como herramienta de desarrollo económico sostenible. Al reconocer y cuantificar la incidencia del acceso a Internet en el PBI, se genera evidencia empírica relevante para respaldar la expansión

de infraestructura digital, especialmente en áreas con menor conectividad. En este sentido, el trabajo ofrece insumos valiosos para la planificación de estrategias orientadas a la inclusión digital y la competitividad económica.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

El Internet tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico de Lima Metropolitana durante los años 2001 – 2023.

1.5.2. Hipótesis específica

El acceso a Internet tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre el Producto Bruto Interno de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Teorías de crecimiento económico*

Samuelson y Nordhaus (2010) conciben al crecimiento económico como el aumento del PBI potencial de un país, que se refleja en un desplazamiento hacia la derecha de su frontera de posibilidades de producción. En la misma línea, Neal y Cameron (2015) lo definen como el aumento sostenido del volumen total de bienes y servicios producidos por una sociedad determinada. Como se señaló previamente, y en línea con la revisión de la literatura, el crecimiento económico en este estudio se evalúa mediante la evolución del PBI a precios constantes de Lima Metropolitana, por tratarse del indicador más adecuado para reflejar la evolución de la actividad productiva en esta área geográfica.

En ese contexto, existen diversas teorías que abordan los factores que permiten comprender el crecimiento económico de una economía. Dentro de ellas se encuentran las teorías de crecimiento económico, donde los factores más analizados para explicar el desarrollo de los países destacan: la acumulación de capital, el comercio internacional, la ciencia y tecnología, así como el capital humano, entre otros factores. (Mellado, 2016)

Sala-i-Martin (2000) menciona que el desarrollo de la teoría del crecimiento económico posee una trayectoria tan extensa como la propia historia del pensamiento económico. Es así que economistas como Adam Smith, David Ricardo y Thomas Malthus, ya exploraban conceptos fundamentales como los rendimientos decrecientes del capital, el papel del progreso tecnológico, la especialización del trabajo y el análisis del equilibrio dinámico.

A mediados del siglo veinte, los trabajos de Solow (1956) y Swan (1956) marcaron el inicio de la revolución neoclásica dentro de la teoría del crecimiento económico. Posteriormente, Cass (1966) y Koopmans (1963) profundizaron el enfoque mediante modelos

de optimización intertemporal, permitiendo examinar la conducta óptima adoptada por los consumidores en un contexto dinámico.

No obstante, se dedujo que el crecimiento sostenido a largo plazo basado únicamente en la acumulación de capital era inviable debido a la premisa de los rendimientos decrecientes de los factores. Como resultado, el progreso tecnológico se incluyó en los modelos neoclásicos como un elemento externo. Sala-i-Martin (2000) sostiene que este tipo de avance es lo que, en última instancia, impulsa el crecimiento a largo plazo.

Seguidamente, se expone una revisión general de los modelos teóricos más importantes de crecimiento económico. En primer lugar, se presenta el enfoque de crecimiento exógeno, desarrollando el modelo de Solow – Swan. Posteriormente, se describe la contribución de la teoría del crecimiento endógeno, resaltando el modelo AK y el modelo Harrod – Domar que resultan importantes para comprender las dinámicas que impulsan el crecimiento en el largo plazo.

2.1.1.1. Teoría del crecimiento exógeno. En este apartado se presenta una breve descripción del modelo de Solow – Swan.

A. Modelo de Solow – Swan. El modelo neoclásico de Solow – Swan se basa en una función de producción de tipo neoclásica, donde el producto total de una economía en el tiempo (Y_t) resulta de la conjunción de tres factores clave: el capital físico (K_t), el trabajo (L_t), y un tercer factor intangible, la tecnología (A_t). A diferencia del capital y el trabajo, que son bienes rivales, la tecnología se considera un bien no rival², ya que puede ser utilizada simultáneamente por múltiples agentes.

² Según Sala-i-Martin (2000), si un bien no puede ser usado simultáneamente por más de un usuario, se considera que es rival. Por otro lado, un bien se considera no rival si puede ser utilizado simultáneamente por muchas personas.

La interacción entre estos factores (capital, trabajo y tecnología) permite producir bienes finales, y dicha relación se representan mediante la siguiente función de producción en el modelo de Solow (1956):

$$Y_t = f(K_t, L_t, A_t) \quad (1)$$

La ecuación nos dice que la producción total Y_t puede incrementarse si se incrementa el capital K_t , el trabajo L_t o el nivel de tecnología A_t . Es decir, la economía puede crecer mediante la acumulación de capital, la expansión de la fuerza laboral o mediante el avance tecnológico.

Las funciones de producción neoclásicas son aquellas que cumplen con las siguientes propiedades fundamentales: (i) Productividad marginal positiva pero decreciente de los factores, (ii) Rendimientos constantes a escala y (iii) Satisface con las condiciones de Inada.

Una forma funcional que cumple con estas propiedades corresponde a la función de producción de tipo Cobb – Douglas, la cual se representa de la siguiente forma:

$$Y_t = A_t k_t^\alpha l_t^{1-\alpha} \quad (2)$$

En donde la participación del capital en la producción está representada por $0 < \alpha < 1$.

Tomando como base la identidad de la renta nacional:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + NX_t \quad (3)$$

Donde C_t es el consumo privado, I_t la inversión, G_t el gasto público y NX_t las exportaciones netas. En una economía cerrada y sin gobierno, con $NX_t = 0$ y $G_t = 0$, la identidad se simplifica a:

$$Y_t = C_t + I_t \quad (4)$$

Si se sustituye la función de producción (Ecuación 1), en esta identidad (Ecuación 4) se obtiene:

$$f(K_t, L_t, A_t) = C_t + I_t \quad (5)$$

Esto implica que entre el consumo y la inversión se reparte la producción total. A fin de analizar la dinámica del crecimiento económico en este marco, es necesario establecer una serie de supuestos que permitan simplificar el modelo y enfocarse en los determinantes fundamentales del capital por trabajador.

Para desarrollar el modelo de Solow – Swan, se establece los siguientes supuestos: (i) Tasa de ahorro (s) constante, (ii) Tasa de depreciación (δ) constante, (iii) Población igual a trabajo y registra un crecimiento sostenido a una tasa constante n ; y (iv) El nivel tecnológico (A) es constante. Con estos supuestos, se obtiene la ecuación fundamental del modelo de Solow – Swan en términos per cápita.

$$\dot{k}_t = sf(k_t, A) - (\delta + n)k_t \quad (6)$$

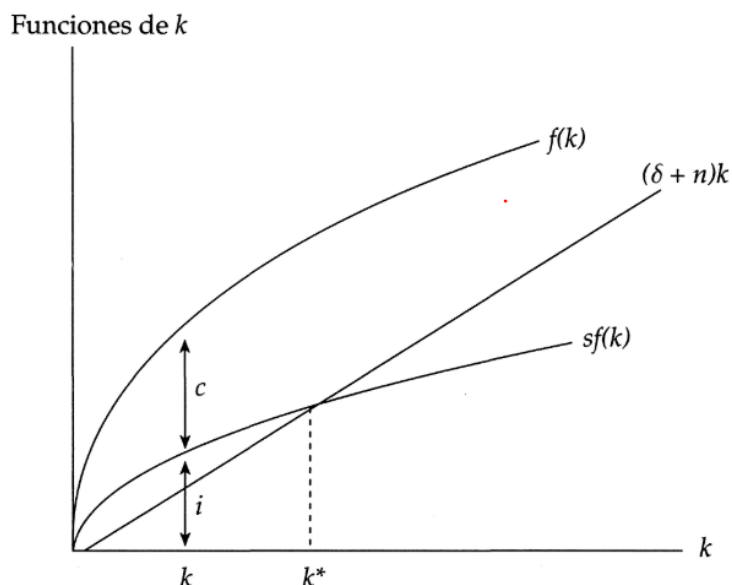
Donde \dot{k} es la tasa de crecimiento del capital per cápita, s la tasa de ahorro, $f(k_t, A)$ la producción per cápita, A el nivel tecnológico, δ la tasa de depreciación, n la tasa de crecimiento de la población y k_t el stock de capital per cápita.

Esta ecuación, según lo indica Sala-i-Martin (2000), describe cómo cambia el stock de capital por habitante a través del tiempo en función del ahorro, la depreciación, el crecimiento poblacional y el stock de capital que ya existe.

En la Figura 3 se muestran las tres funciones fundamentales del modelo de Solow – Swan. Dado que todas están expresadas en función del capital por trabajador k , este se representa en el eje horizontal. La primera curva es la función de producción $f(k)$, la cual, al ser neoclásica, presenta las siguientes propiedades: es creciente, forma cóncava, vertical en el origen y asintóticamente horizontal.

Figura 3

El estado estacionario en el modelo neoclásico de Solow – Swan



Nota. Tomado de *Apuntes de crecimiento económico* (p.22), por Sala-i-Martin, 2000, Antoni Bosch editor.

A partir de la ecuación fundamental de Solow – Swan, se observa que el cambio en el capital por habitante está determinado por la diferencia de dos funciones: la curva de ahorro ($sf(k)$) y la curva de depreciación $((\delta + n)k)$.

Como la tasa de ahorro s permanece constante, la función $sf(k)$ resulta simplemente una proporción de la función de producción $f(k)$, por lo que conserva sus propiedades: es cóncava, creciente, asintóticamente horizontal y vertical en el origen.

La curva $(\delta + n)k$, en cambio, es una línea recta de pendiente constante que comienza en el origen y refleja la depreciación del capital sumado al crecimiento poblacional.

Como se observa en la Figura 3, cuando el capital por trabajador k es muy bajo, la función de ahorro $sf(k)$ está por encima de $(\delta + n)k$, lo que implica que la economía está acumulando capital $\dot{k} > 0$. Sin embargo, debido a la concavidad de $sf(k)$, su pendiente

disminuye y eventualmente se iguala con la curva de depreciación. Este punto único de intersección se denomina estado estacionario k^* , donde:

$$sf(k^*) = (\delta + n)k^* \quad (7)$$

El capital por trabajador deja de crecer ($\dot{k} = 0$) en el estado estacionario. La economía se estabiliza en este nivel porque la inversión generada por el ahorro es exactamente suficiente para compensar tanto el aumento poblacional como la depreciación del capital. Es decir, no se generan recursos adicionales para acumular más capital.

En este equilibrio de largo plazo, el stock de capital por habitante es constante y, por lo tanto, también lo es la producción y el consumo per cápita. No obstante, las variables agregadas, ya sea el PBI o el consumo total, aumentan al mismo ritmo que la población, es decir, a una tasa n .

El modelo también permite analizar cómo se modifica el crecimiento del capital por habitante ante cambios en sus determinantes. Al dividir ambos términos de la ecuación fundamental por k , resulta:

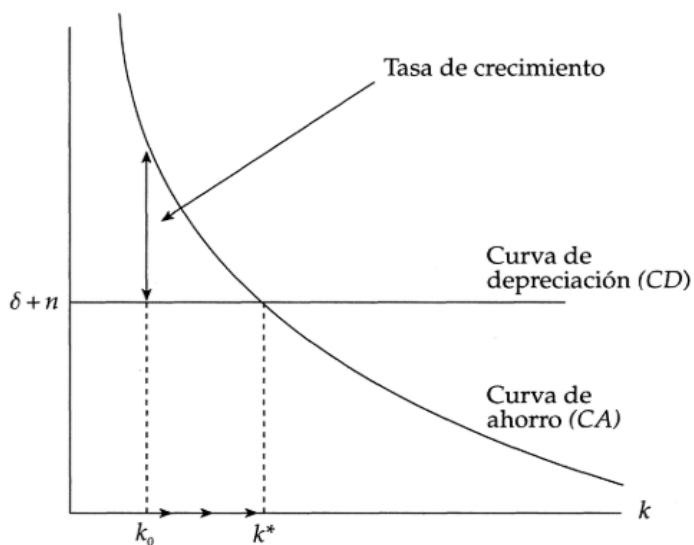
$$\gamma_k = \frac{\dot{k}}{k} = sAk^{-(1-\alpha)} - (\delta + n) \quad (8)$$

En la que γ_k expresa el aumento del capital por habitante. Esta expresión señala que la tasa está positivamente influenciada por la productividad y el ahorro, y de manera negativa de la depreciación y el aumento poblacional. Por lo tanto, si la tasa de ahorro o el nivel tecnológico se elevan, también lo hace la tasa de crecimiento económico. En cambio, cuando la tasa de crecimiento poblacional o la tasa de depreciación aumentan, esta disminuye.

La Figura 4, muestra cómo varía las tasas de crecimiento del capital per cápita en función del nivel de capital k . Esta tasa se representa mediante la distancia vertical entre la curva de ahorro por unidad (CA) y la curva de depreciación (CD).

Figura 4

Dinámica de transición en el modelo neoclásico de Solow – Swan



Nota. Tomado de *Apuntes de crecimiento económico* (p.34), por Sala-i-Martin, 2000, Antoni Bosch editor.

La curva de ahorro (CA), obtenida al dividir $sf(k)$ entre k , adopta valores infinitos cuando k tiende a cero; y disminuye de forma continua y se aproxima asintóticamente a cero conforme k aumenta. En contraste, la curva de depreciación (CD), representada por $\delta + n$, es una línea recta horizontal, constante e independiente del nivel de capital.

Ambas curvas se cruzan una única vez, lo que garantiza la existencia y unicidad del capital per cápita de estado estacionario k^* . Este punto representa el nivel de capital en el cual la tasa de crecimiento del capital per cápita es nula.

La tasa de crecimiento del capital por persona se indica con la distancia vertical entre las dos curvas. Cuando $k < k^*$, el índice de ahorro supera al de depreciación, lo que significa que la tasa de crecimiento es positiva. Caso contrario, cuando $k > k^*$, la depreciación supera al ahorro, generando una tasa de crecimiento negativa.

Inicialmente la tasa de crecimiento es elevada; sin embargo, se reduce progresivamente a lo largo del tiempo, hasta aproximar a la economía a su estado estacionario. Al alcanzar dicho

punto, el crecimiento se desacelera hasta detenerse. Este comportamiento se explica por la presencia de rendimientos decrecientes del capital. Esto lleva a una convergencia gradual hacia el estado estacionario, que es el momento en que ya no se expande el capital por habitante.

Este resultado del modelo de Solow – Swan es tanto revelador: cuando la función de producción es neoclásica, no sólo se identifica un punto donde la economía deja de expandirse, sino que además es inevitable que converja hacia él. Es decir, predice que, en el largo plazo, la economía dejará de crecer en términos por habitante.

Entonces, si en un marco neoclásico la acumulación de capital no logra explicar el crecimiento en el largo plazo. ¿De qué manera Solow y Swan lo explicaban? La respuesta es que la tecnología mejora con el paso del tiempo. De acuerdo con el modelo, un incremento permanente y externo de A produce efectos muy similares a los que se producen por la elevación de la tasa de ahorro.

Es decir, si a largo plazo no se produce un incremento continuo del nivel tecnológico (A), la economía tiende a converger hacia un estado estacionario caracterizado por un mayor stock de capital y mayor PBI por persona, aunque con una tasa de crecimiento nula en términos por habitante.

En otras palabras, si el nivel tecnológico (A) no se eleva de manera constante a largo plazo, la economía llega a un estado estacionario que se distingue por un nivel de capital superior y un PBI por habitante más elevado, aunque con una tasa de crecimiento nula en términos per cápita.

Una diferencia clave entre el impacto de la tasa de ahorro y el progreso tecnológico radica en su naturaleza: mientras que los incrementos de la tasa de ahorro no pueden sostenerse indefinidamente, el progreso tecnológico tiene la capacidad de renovarse y expandirse continuamente. En ese sentido, Sala-i-Martin (2000) menciona que “Como la imaginación humana no tiene límites, no hay por qué pensar que este proceso no puede repetirse

ilimitadamente, por lo que no hay que creer que el crecimiento a largo plazo será cero” (p.40). En consecuencia, el modelo de Solow – Swan establece que el crecimiento sostenido a largo plazo solo es posible si existe un aumento permanente en el nivel tecnológico.

2.1.1.2. Teoría del crecimiento endógeno. En este apartado se expone una síntesis del modelo de tecnología AK y del modelo de Harrod – Domar.

A. Modelo tecnología AK. Uno de los resultados centrales del modelo de Solow – Swan establece que el crecimiento económico de carácter sostenido en el largo plazo únicamente puede lograrse si existe progreso tecnológico. Sin embargo, bajo los supuestos neoclásicos, dicho progreso no puede ser incluido en el modelo, por lo que debe incorporarse como un factor exógeno. Es decir, la tecnología se asume como una fuerza externa que impulsa el crecimiento, sin que el modelo pueda explicar su origen o evolución. Es en ese contexto, que se plantea los modelos de crecimiento endógeno.

A continuación, se describe el modelo conocido como “tecnología AK”. A diferencia del enfoque neoclásico, aquí se prescinde de la función de producción de enfoque neoclásico y propone, en su lugar, una relación lineal entre el stock de capital y el producto, como se muestra a continuación.

$$Y_t = AK_t \quad (9)$$

Donde A es una constante. A partir de la forma que adopta esta función de producción, el modelo se conoce como “tecnología AK”. Como se observa, esta función excluye el factor trabajo, pues señala que para que una persona sea productiva y pueda ser considerada como “trabajo”, es necesario que previamente se haya invertido recursos en ella. Esta inversión, sea realizada por la familia, sistema educativo o empresas, se manifiesta en alimentación, cuidados de la salud, educación y otras formas de capital humano. En otras palabras, el factor trabajo no surge de manera gratuita, por lo que se debe estar dispuesto a sacrificar parte del consumo presente para aumentar la productividad de dicho factor.

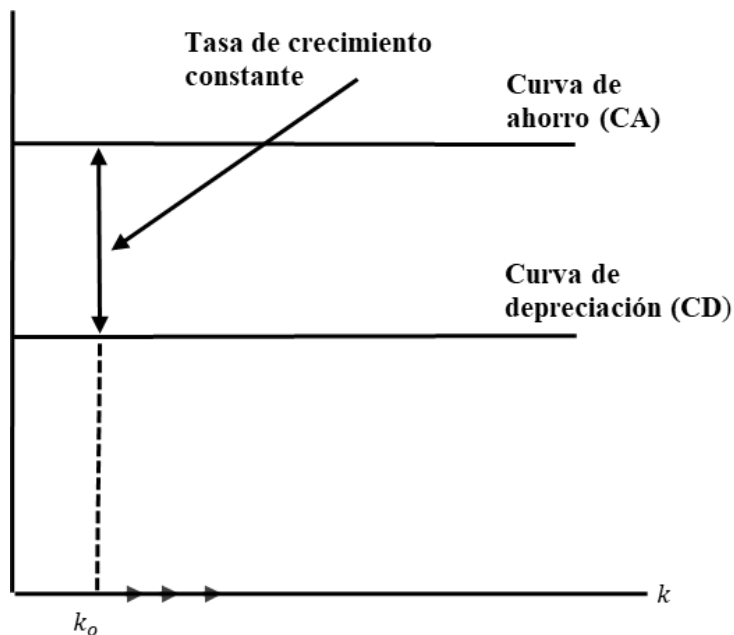
En el modelo de Solow – Swan, se asume que el factor trabajo experimenta un incremento sostenido, sin incurrir en costo alguno y sin la utilización de recursos, lo cual resulta poco realista. Sala-i-Martin (2000) señala que, tanto el capital como el trabajo puede entenderse como dos formas distintas de capital: uno físico y el otro humano, en esencia, ambos constituyen capital. Por ello, si todos y cada uno de los componentes de la función de producción pueden interpretarse como una forma de capital y, la tecnología presenta rendimientos constantes a escala, esta función se representa en la forma AK .

Cabe señalar, que esta función de producción no cumple con las propiedades propias de las funciones neoclásicas expuestas previamente. En primer lugar, no presentan rendimientos decrecientes del capital, ya que el producto crece de manera proporcional al stock de capital. En segundo lugar, no satisface las condiciones de Inada, ya que el producto marginal de capital se mantiene constante e igual a A : no tiende asintóticamente a cero a medida que K tiende hacia infinito, ni tampoco tiende a infinito cuando K se aproxima a cero.

En ese contexto, reemplazando la función de producción AK (Ecuación 9) en la ecuación fundamental de Solow – Swan (Ecuación 8), y manteniendo el resto del modelo exactamente igual, se obtiene la siguiente expresión:

$$\frac{\dot{k}}{k} \equiv \gamma_k = sA - (\delta + n) \quad (10)$$

Se observa que la tasa de crecimiento se mantiene constante, ya que resulta de la diferencia de dos valores que también son constantes. Lo anterior se observa con mayor claridad en la Figura a continuación.

Figura 5*El modelo AK*

Nota. Tomado de *Apuntes de crecimiento económico* (p.53), por Sala-i-Martin, 2000, Antoni Bosch editor.

Como se aprecia en la figura, la curva de ahorro es una línea recta horizontal definida por sA , al igual que la curva de depreciación ($\delta + n$). En la figura, se observa que la economía presenta un nivel de productividad tal que se cumple $sA > (\delta + n)$; por lo tanto, la tasa de crecimiento resulta constante y positiva. En consecuencia, la totalidad de variables expresadas en términos por habitante avanzan de manera simultánea y constante, siguiendo el ritmo establecido por el parámetro $\gamma^* = sA - (\delta + n)$.

Sala-i-Martin (2000) identifica seis diferencias fundamentales entre el enfoque neoclásico y este modelo. La primera diferencia señala que en el modelo AK, la tasa de crecimiento del producto por habitante puede mantenerse positiva sin requerir que alguna variable crezca de forma constante y exógena, como sucede en el modelo de Solow - Swan. Esto permite que el crecimiento sea generado por mecanismos internos del modelo, dando origen a la denominación de modelos de crecimiento endógeno.

La segunda diferencia radica en que, dentro del modelo AK, la tasa de crecimiento está influenciada por múltiples factores observables. Es decir, economías con niveles de ahorro elevados tienden a registrar mayores ritmos de expansión. Esto implica que las políticas orientadas a fomentar el ahorro o a elevar el nivel tecnológico, así como aquellas que reduzcan la tasa de crecimiento poblacional o la depreciación, ejercen efectos permanentes sobre la tasa de crecimiento de largo plazo. Contrariamente al modelo neoclásico, en este enfoque un incremento en la tasa de ahorro genera un impacto persistente sobre el crecimiento.

Tercera diferencia, en un modelo AK, la economía no presenta una transición hacia un estado estacionario. La economía mantiene una tasa de crecimiento constante, independientemente del valor adoptado por el stock de capital; debido a que la tasa de crecimiento de todas las variables permanece constante, como consecuencia de la inexistencia de rendimientos decrecientes del capital.

La cuarta diferencia señala que el modelo AK no anticipa procesos de convergencia, ni condicionales ni absolutos. Eso significa que no se establece una relación entre la tasa de crecimiento de una economía y el nivel de ingreso nacional alcanzando. Recordemos que la convergencia establece que aquellas economías con niveles de renta per cápita inferiores en comparación con su nivel de renta en el estado estacionario, experimentan un crecimiento más acelerado en términos por habitante.

Quinta diferencia, en el modelo AK las consecuencias de una recesión transitoria son permanentes. Si el stock de capital se reduce debido a un shock, como un desastre natural, la economía no experimentará un período de crecimiento acelerado que la devuelva a su trayectoria previa. En lugar de ello, continuará creciendo a la misma tasa que antes, pero desde un nivel inferior de capital, por lo que la pérdida será permanente.

Finalmente, la sexta diferencia establece que, en el marco del modelo AK, no es posible que exista un exceso de inversión, en el sentido de que la economía no puede ubicarse en una región de ineficiencia dinámica.

B. Modelo Harrod – Domar. Previo a que el modelo neoclásico alcanzará amplia aceptación hacia la mitad de la década de los 50, el modelo de crecimiento económico de Harrod – Domar resultaba ser el más utilizado.

En este enfoque, los autores intentaron combinar dos rasgos centrales de la economía keynesiana: el multiplicador y el acelerador. En los modelos explicados previamente se ha mantenido el postulado del multiplicador, que postula que el ahorro representa una fracción constante de la renta. A eso se adiciona la idea del acelerador, que puede entenderse de la siguiente forma: para incrementar la producción en una determinada cantidad se requiere un aumento del stock de capital proporcional y constante. Dicho de otro modo, la inversión necesaria no depende de la combinación específica entre capital y trabajo, sino de un coeficiente fijo que relaciona la variación del capital con la variación del producto, el cual puede expresarse de la siguiente manera:

$$\Delta Y_t = A \Delta K_t \quad (11)$$

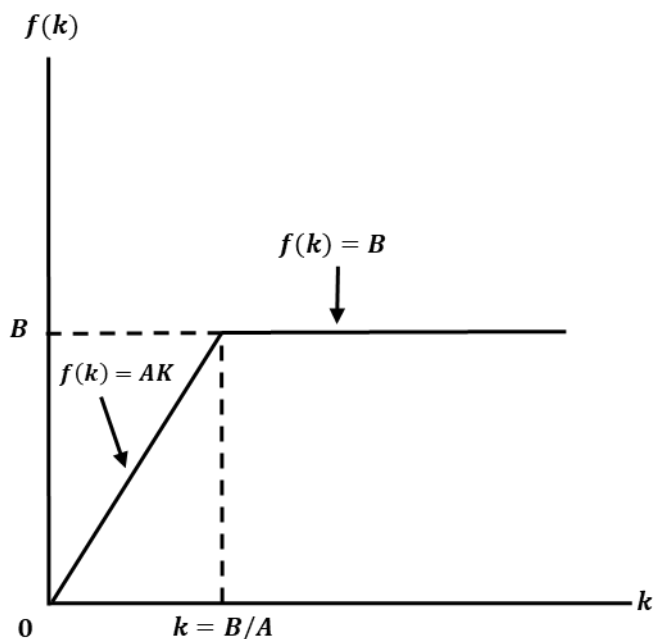
Como explica Sala-i-Martin (2000), la función de producción de coeficientes fijos de Leontief cumple con el principio del acelerador. Bajo este planteamiento, el producto resulta de una combinación de proporción fija entre el trabajo y capital. Por ello, todo incremento en un factor, sin una variación equivalente en el otro, no genera cambios en la producción. Formalmente, esta función se representa de la siguiente manera.

$$Y_t = \min(AK_t, BL_t) \quad (12)$$

Donde A y B son parámetros exógenos que caracterizan el proceso productivo. Si la Ecuación 12 se expresa en términos por habitante, se obtiene: $y = \min(Ak, B)$. Esta relación puede representarse de manera gráfica de la siguiente manera.

Figura 6

La función de producción per cápita de Harrod – Domar



Nota. Tomado de *Apuntes de crecimiento económico* (p.72), por Sala-i-Martin, 2000, Antoni Bosch editor.

Se observa la existencia de una relación de capital – trabajo, $\bar{k} = \frac{B}{A}$ la cual presenta la siguiente característica: cuando la relación capital – trabajo es menor a \bar{k} , el nivel de producto viene determinado por Ak . Por otro lado, cuando dicha relación supera \bar{k} , la producción es determinada por B . Esta función de producción se puede expresar de la siguiente manera.

$$y = \begin{cases} Ak & \text{para todo } k < \bar{k} = B/A \\ B & \text{para todo } k \geq \bar{k} = B/A \end{cases} \quad (13)$$

Ante relaciones capital – trabajo menores a \bar{k} , la función de producción se asemeja a la correspondiente del modelo AK , pero para una $k > \bar{k}$, la función de producción resulta horizontal, siendo la productividad marginal del capital igual a cero. Reemplazando esta

función de producción en la ecuación fundamental de Solow – Swan (Ecuación 6) y dividiendo ambos lados por k se deriva la tasa de crecimiento.

$$\frac{\dot{k}}{\bar{k}} = \begin{cases} sA - (\delta + n) & \text{para todo } k < \bar{k} = B/A \\ sB/k - (\delta + n) & \text{para todo } k \geq \bar{k} = B/A \end{cases} \quad (14)$$

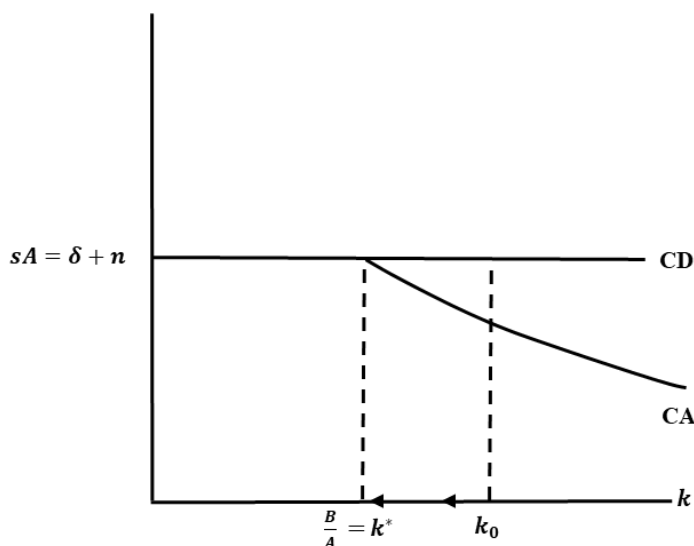
La curva de ahorro se mantiene horizontal al nivel sA para valores de $k < \bar{k}$, mientras que, para valores $k \geq \bar{k}$, sigue la función $\frac{sB}{k}$, de ello se desprende que, cuando k tiende a infinito, la curva de ahorro converge hacia cero. Por otro lado, la curva de depreciación, conserva su forma hasta el momento. La dinámica de esta economía está determinada por los valores que adopten los parámetros A, B, n y δ .

Harrod y Domar identificaron tres escenarios alternativos de los parámetros. El primer escenario surge cuando $sA < (\delta + n)$; el segundo, cuando $sA > (\delta + n)$; y el tercero, cuando se cumple la igualdad $sA = (\delta + n)$. Cada uno de estos escenarios genera efectos diferenciados sobre el crecimiento y el empleo.

En esta investigación, se analiza el tercer escenario, correspondiente a aquel en el que la tasa de ahorro coincide con la tasa agregada de depreciación (véase Figura 7).

Figura 7

Modelo Harrod domar con $sA = \delta + n$



Nota. Tomado de *Apuntes de crecimiento económico* (p.75), por Sala-i-Martin, 2000, Antoni Bosch editor.

Si el stock de capital inicial es menor que \bar{k} , según el modelo la economía permanecerá en este nivel de capital, ya que el ahorro es exactamente igual a la depreciación, haciendo que la tasa de crecimiento sea nula. En este escenario, se cumple que $AK < BL$. Puesto que la función de producción corresponde a un tipo Leontief, es decir, con coeficientes fijos, esto implica que existe mano de obra ociosa, pudiéndose obtener la misma producción con menos trabajadores.

Por otro lado, si el stock de capital inicial es mayor que \bar{k} , la tasa de crecimiento se vuelve negativa y el capital converge a $k^* = \bar{k}$, punto en el cual la tasa de crecimiento vuelve a ser nula. Sin embargo, en este escenario, la economía se sitúa en un estado estacionario eficiente, dado que hace uso pleno tanto del capital como del trabajo.

En síntesis, de los tres escenarios posibles del modelo, el primero ($sA < (\delta + n)$) y el segundo ($sA > (\delta + n)$) conducen a equilibrios de largo plazo con recursos ociosos (ya sea capital o trabajo), mientras que únicamente en este tercer escenario, en el estado estacionario no existe recursos ociosos.

2.1.2. Variable internet

2.1.2.1. Vinculación entre el acceso a Internet y las teorías de crecimiento económico. Mellado (2016) sostiene que para acceder a Internet, no basta con disponer de la infraestructura necesaria, sino que también se requiere contar con un nivel mínimo de conocimiento. El contar con acceso a Internet brinda el poder acceder a contenidos y servicios digitales, lo cual contribuye al desarrollo de habilidades y al fortalecimiento del capital humano. Así, cada nueva conexión puede interpretarse como una oportunidad para ampliar capacidades y mejorar la productividad individual.

Otro aspecto relevante del Internet es su capacidad para almacenar, transferir y difundir información de forma inmediata y a gran escala. Esta característica lo convierte en un componente central en los procesos de transferencia tecnológica, investigación y producción de conocimiento. Tal como indica Sala-i-Martin (2000), la tecnología puede entenderse como la fórmula o conocimiento que permite combinar de manera más eficiente el capital y el trabajo para obtener mejores resultados productivos. Desde ese enfoque, el acceso a Internet se presenta como un mecanismo que facilita la apropiación tecnológica y la difusión del conocimiento.

En consecuencia, el uso de Internet otorga a las personas herramientas que potencian su desempeño en diversos ámbitos, al facilitar el acceso a información especializada, nuevas técnicas, innovaciones y prácticas productivas más eficientes. A nivel agregado, este proceso contribuye a incrementar la productividad de la economía y, por ende, al crecimiento económico.

Mellado (2016) señala además, que el acceso a Internet puede vincularse con diferentes elementos de las teorías del crecimiento económico. En este marco, para analizar el impacto del acceso a Internet sobre el crecimiento económico de Lima Metropolitana, la presente investigación utiliza la función de producción derivada del modelo de Solow – Swan. Bajo este

enfoque, se asume que el acceso a Internet actúa como una proxy del factor tecnológico (A), siguiendo lo planteado en investigaciones recientes como las de Castillo (2024), Appiah-Otoo y Song (2021), el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021), Pehrah et al. (2019) y Khater y Wagee (2017). Esta consideración permite interpretar el acceso a Internet como un factor asociado al progreso tecnológico, elemento central para explicar el crecimiento económico en el largo plazo.

De lo presentado anteriormente, la función de producción neoclásica del modelo de Solow – Swan puede expresarse como:

$$Y_t = f(K_t, L_t, A_t) \quad (15)$$

donde Y_t representa el nivel de producto, K_t representa el stock de capital, L_t la fuerza laboral y A_t el factor tecnológico, mientras que t denota el tiempo. Como se explicó en la sección previa, siguiendo la evidencia empírica utilizada en diversos estudios recientes, en esta investigación se asume que el acceso a Internet actúa como un proxy del progreso tecnológico, por lo que se plantea la siguiente relación funcional:

$$A_t = f(Int_t) \quad (16)$$

Sustituyendo esta expresión en la Ecuación 15, se obtiene la siguiente función de producción ampliada:

$$Y_t = f(K_t, L_t, Int_t) \quad (17)$$

Donde Int_t representa el número de hogares con acceso a Internet al año t . Esta formulación puede expresarse en términos econométricos mediante un modelo lineal de la forma:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 K_t + \beta_2 L_t + \beta_3 Int_t + \varepsilon_t \quad (18)$$

Dado que el análisis econométrico del presente estudio emplea transformaciones logarítmicas, a fin de facilitar la interpretación de las elasticidades, al aplicar logaritmo en ambas partes de la Ecuación 18, se obtiene la siguiente especificación:

$$\ln(Y_t) = \beta_0 + \beta_1 \ln(K_t) + \beta_2 \ln(L_t) + \beta_3 \ln(Int_t) + \varepsilon_t \quad (19)$$

De acuerdo con la teoría revisada, se espera que los coeficientes β_1, β_2 y β_3 sean positivos, reflejando el impacto positivo del capital, el trabajo y el acceso a Internet sobre el crecimiento económico.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Crecimiento económico

Samuelson y Nordhaus (2010) señalan que el crecimiento económico consiste en la expansión del potencial PBI de una economía. De manera similar, Neal y Cameron (2015) lo definen como el incremento sostenido en la producción total de bienes y servicios generados por una sociedad determinada. Por su parte, Ruiz (2020) lo entiende como la fluctuación positiva del nivel de producción total de un país de un año a otro. En la misma línea, el Instituto Peruano de Economía (2013) lo describe como la variación porcentual positiva del PBI de una economía a lo largo de un periodo específico.

A partir de estas definiciones, el crecimiento económico puede entenderse como la expansión de la capacidad productiva de una economía, resultado de la acumulación de capital, el aumento del empleo, el progreso tecnológico, entre otros factores.

2.2.2. Producto bruto interno

El Banco Central de Reserva del Perú (2025), conceptualiza al PBI como la suma del valor monetario de los bienes y servicios finales generados dentro de un país durante un período específico, generalmente trimestral o anual. Este indicador considera únicamente los bienes y servicios finales, o el valor agregado, con el propósito de evitar la doble contabilización que ocurriría si se incluyera también los bienes intermedios.

En la misma línea, el Ministerio de Economía y Finanzas (2025) lo define como el valor monetario de los bienes y servicios finales generados por una economía en un período específico. Donde el término producto hace referencia al valor agregado; interno indica que se contabiliza únicamente la producción realizada dentro del territorio económico; mientras que bruto indica que no se realizan ajustes por las variaciones de inventarios ni por la depreciación o revalorización del capital.

2.2.3. Tecnologías de la información y comunicación

La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2025) conceptualiza a las TIC como el conjunto de tecnologías de comunicación que abarcan, entre otros, internet, redes inalámbricas, teléfonos móviles, ordenadores, software, middleware, videoconferencias y redes sociales; así como diversas aplicaciones y servicios multimedia. Estas tecnologías posibilitan que los usuarios accedan, almacenen, recuperen, transmitan y procesen información en formato digital.

Asimismo, el artículo 3 del reglamento de la ley N° 30254 “Ley de Promoción para el uso seguro y responsable de las Tecnologías de la Información y Comunicaciones por Niñas y Adolescentes” establece que las TIC comprenden el conjunto de tecnologías, sistemas de información y equipos informáticos diseñados para facilitar la comunicación entre las personas, así como la gestión, el intercambio y la transmisión de información a distancia mediante medios no presenciales.

2.2.4. Internet y acceso a internet

La Real Academia Española conceptualiza al Internet como una red informática de alcance global y estructura descentralizada, constituida por la interconexión directa entre computadoras a través de un protocolo especial de comunicación. De manera complementaria, Intel (2025) lo describe como una “red de redes”, es decir, un conjunto de sistemas informáticos

interconectados que permiten la comunicación, el intercambio de archivos y el acceso a distintos recursos de manera ágil y eficiente.

Bajo estas definiciones, Internet puede entenderse como el conjunto de servicios disponibles en la red. Sin embargo, en la presente investigación el énfasis no está puesto en la red en sí misma, sino en la posibilidad efectiva de conectarse a ella. Por eso, el concepto relevante en la investigación es acceso a Internet, el cual hace referencia a la capacidad de los hogares de establecer una conexión a la red mediante distintos dispositivos, ya sea computadoras, laptops, teléfonos inteligentes, tabletas, entre otros, desde su vivienda. En esa línea, el INEI operacionaliza este concepto a través de los hogares declararon contar con el servicio de Internet.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

El presente estudio adopta un enfoque cuantitativo aplicada, lo que implica recopilar y analizar los datos con el propósito de probar hipótesis y determinar relaciones entre las variables estudiadas. Este enfoque permite analizar objetivamente las relaciones entre el acceso a Internet y el crecimiento económico, haciendo uso de técnicas econométricas.

En cuanto a su nivel, la investigación es de tipo explicativa, considerando que el objetivo central del estudio es analizar y estimar la influencia del acceso a Internet en el crecimiento económico de Lima Metropolitana, estableciendo relaciones de causa – efecto.

Respecto al diseño metodológico, el estudio adopta un enfoque no experimental, debido a que las variables de estudio no son objeto de manipulación deliberada. En estos tipos de estudios, se observan los fenómenos en su contexto real, sin intervención por parte del investigador.

Asimismo, el diseño es longitudinal, ya que el análisis se realiza sobre un conjunto de observaciones distribuidas en el tiempo, posibilitando el análisis de la evolución de las variables a lo largo del período comprendido entre 2001 – 2023.

Por último, la investigación se apoya en el método deductivo, que permite avanzar desde la teoría que es lo general, hasta el análisis particular que constituye el objeto del estudio.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El ámbito temporal de la investigación abarca el periodo comprendido entre los años 2001 – 2023. Por su parte, el ámbito espacial se circunscribe a Lima Metropolitana.

3.3. Variables

Según Hernández Sampieri et al. (2014), una variable es toda característica que puede medirse u observarse. En el presente estudio se han definido cuatro variables, derivadas de la extensión del modelo de crecimiento económico de Solow – Swan presentado en el apartado

anterior. De ellas, tres son variables independientes: Capital, Trabajo e Internet, y una es la variable dependiente: el Crecimiento Económico.

La variable dependiente, también denominada variable explicada, asociada al crecimiento económico, será representada por el PBI real, medido en millones de soles a precios constantes de 2007. Este indicador refleja el valor de la producción de bienes y servicios generados en la economía de Lima Metropolitana. Esta variable como aproximación del crecimiento económico ha sido utilizada en diversos estudios empíricos como los de Sojka y Pietrucha (2024), Alderete (2022), Khater y Wagee (2017) y Koutroumpis (2009).

El capital, como variable independiente, será representado mediante Formación Bruta de Capital Fijo (FBCF), también medido en términos de millones de soles a precios constantes de 2007. Este indicador permite capturar la inversión productiva en activos fijos como infraestructura, maquinaria y equipos. Esta variable es utilizada comúnmente como proxy del capital en estudios de crecimiento económico, conforme a lo utilizado por Guevara y Nalvarte (2022) y Khater y Wagee (2017).

La variable trabajo, será medida a través de la Población Económicamente Activa (PEA) ocupada, la cual representa la cantidad de personas activamente empleadas en la economía. Su uso como aproximación del factor laboral se encuentra respaldado por investigaciones como las de Cruzado et al. (2025) y Khater y Wagee (2017).

Finalmente, la variable Internet será operacionalizada mediante el número de hogares con acceso a Internet. Este indicador actúa como proxy del componente tecnológico en la función de producción extendida, tal como lo proponen Cruzado et al. (2025) y Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021).

La Tabla 1 resume las variables empleadas, su definición operativa, la unidad de medición y la fuente oficial de procedencia:

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Variable	Definición	Dimensión	Fuente
Crecimiento Económico	Producto Bruto Interno (PBI)	Millones de soles a precios 2007	<ul style="list-style-type: none"> • INEI
Capital	Formación bruta de capital fijo (FBCF)	Millones de soles a precios 2007	<ul style="list-style-type: none"> • Banco Mundial • INEI
Trabajo	PEA ocupada	Miles de personas	INEI
Internet	Hogares con acceso a Internet	Número de hogares	INEI

3.4. Población y muestra**3.4.1. Población**

Dado que el estudio se enmarca dentro de un análisis de series de tiempo, la población se define como el conjunto de observaciones temporales generadas por un proceso estocástico, donde cada dato representa una realización específica del fenómeno económico bajo estudio.

En ese sentido, la población está compuesta por todas las observaciones anuales del periodo 2001 – 2023, correspondientes a las variables contempladas en la especificación del modelo econométrico.

3.4.2. Muestra

La muestra del estudio se estructura a partir de la totalidad de observaciones anuales disponibles para el periodo 2001 – 2023. Esto implica 23 observaciones por cada una de las cuatro variables analizadas, lo que equivale a un total de 92 observaciones.

Dado que se cuenta con la totalidad de los datos disponibles para el periodo definido, no se recurre a técnicas de muestreo. En consecuencia, la muestra coincide con la población, lo cual es metodológicamente válido dentro del enfoque de series de tiempo empleado.

3.5. Instrumentos

En concordancia con el enfoque cuantitativo del estudio y su carácter documental, los instrumentos de investigación utilizados corresponden a fuentes secundarias de información estadística provenientes de entidades oficiales. Para el análisis se emplean series de tiempo anuales correspondientes al periodo 2001 – 2023, las cuales contienen las variables incorporadas en el modelo econométrico estimado.

La información analizada fue recopilada de informes técnicos y bases de datos institucionales, entre las que se incluyen:

- El Instituto Nacional de Estadística e Informática, mediante la Encuesta Nacional de Hogares (ENAHO), el Sistema de Cuentas Nacionales y el Sistema de información Regional para la Toma de Decisiones (SIRTOD).
- El Banco Central de Reserva del Perú, a través de su plataforma estadística BCRPData.
- El Banco Mundial, mediante su portal de datos de libre acceso.

Cabe resaltar que la validez, confiabilidad y objetividad de los instrumentos se cumplen, dado que provienen de entidades técnicas sujetas a procesos regulares de auditoría, control metodológico y publicación periódica. El uso de estas fuentes garantiza la consistencia y comparabilidad de los datos, lo cual resulta fundamental para un análisis robusto de relaciones causales.

3.6. Procedimientos

El proceso de desarrollo de la presente investigación se ejecutó siguiendo un esquema de etapas debidamente estructuradas, descritas a continuación.

1. **Recolección de datos secundarios:** Se recopilaron series de tiempo anuales procedentes de fuentes oficiales, tales como el INEI, BCRP y Banco Mundial. Las variables consideradas incluyeron: el PBI en términos reales, con año base 2007, para el periodo 2007 – 2023; el PBI a precios corrientes para el periodo 2001 – 2006; el índice de precios del PBI (año base 2007 = 100) correspondiente al periodo 2001 – 2007, la Formación Bruta de Capital Fijo medida como proporción del PBI; el promedio anual de la PEA ocupada; así como el número de hogares con acceso a Internet.
2. **Construcción de variables:** Una vez recopilada la información, se realizó el proceso de construcción de las variables que fueron utilizadas en el análisis. En el caso del crecimiento económico se estimó a partir del PBI, el periodo de estudio comprende los años 2001 – 2023. Para ello se utilizó la serie del PBI a precios constantes de 2007 correspondiente al periodo 2007 – 2023. En cuanto a los años 2001 – 2006, se recurrió al PBI a precios corrientes y al índice de precios del PBI (año base 2007 = 100), con el fin de deflactar dicha serie y obtener valores comparables a precios constantes 2007. La unificación de ambas series permitió la construcción de la variable que representa el crecimiento económico. Respecto al Capital, se estimó a partir de la participación porcentual de la FBCF en el PBI, multiplicando dicha proporción por el valor del PBI expresado en términos reales. La variable Trabajo fue representada mediante la serie del promedio anual de la PEA ocupada. Por su parte, la variable Internet fue medida mediante el número de hogares con acceso a Internet. Finalmente, todas las variables fueron transformadas aplicando el logaritmo natural, con el objetivo de estabilizar la varianza, facilitar la interpretación de las elasticidades e incorporar no linealidades en el modelo econométrico.

3. Verificación de las propiedades estadísticas de las series: Mediante la aplicación de las pruebas de raíz unitaria Dickey - Fuller Aumentado (ADF) y Phillips – Perron (PP), se determinó el orden de integración de las variables, a fin de asegurar la validez del modelo ARDL.
4. Especificación del modelo econométrico: Se formuló un modelo ARDL de tipo uniecuacional, en el que el PBI se modela como función del capital, trabajo e Internet, bajo el marco teórico de una adaptación de la función de producción neoclásica en la que se sustenta el modelo de Solow – Swan.
5. Estimación del modelo: Se utilizó el software Eviews 12 para estimar los coeficientes de corto y largo plazo del modelo ARDL. La existencia de cointegración entre las variables fue evaluada mediante la prueba de límites propuesta por Pesaran et al. (2001).
6. Pruebas de autocorrelación, heterocedasticidad y normalidad de los residuos: Se evalúa la validez estadística del modelo, para esto, se aplicó el test de autocorrelación de Breusch – Godfrey con el fin de detectar correlación serial en los errores. Para analizar la presencia heterocedasticidad, se aplicó la prueba de Breusch – Pagan – Godfrey. Finalmente, se evalúa la normalidad de los residuos mediante el test de Jarque – Bera.

3.7. Análisis de datos

De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), el tratamiento cuantitativo de los datos se desarrolla a partir de la matriz de datos construida para el estudio y requiere el uso de herramientas informáticas especializadas que permitan, procesar, organizar e interpretar la información. En esta investigación, el procesamiento y análisis se realizaron utilizando los programas Microsoft Excel 2024 y Eviews 12.

Cabe resaltar, que los resultados del análisis estadístico descriptivo de las variables se presentarán mediante cuadros y gráficos, acompañados de la interpretación correspondiente. Esta etapa permitirá identificar tendencias, variaciones y patrones relevantes en las series de tiempo antes de proceder con el análisis econométrico.

3.8. Consideraciones éticas

Durante el desarrollo de la presente investigación se siguieron los principios éticos aplicables a los estudios académicos de carácter documental y cuantitativo. En primer lugar, se respetaron los derechos de autor mediante la adecuada citación y referenciación de todas las fuentes teóricas y metodológicas empleadas en la investigación. Asimismo, los datos empleados provienen de instituciones oficiales y de acceso público, como el INEI, el BCRP y el Banco Mundial, garantizando la transparencia y trazabilidad de los datos.

Los datos recopilados fueron utilizados de manera íntegra, evitando cualquier tipo de alteración o manipulación que pueda afectar la veracidad de los resultados. El tratamiento de la información se limitó únicamente a las transformaciones metodológicas necesarias para el análisis econométrico (como la deflactación y la aplicación del logaritmo natural), sin modificar el contenido de las series originales.

En general, el estudio se llevó a cabo con transparencia, responsabilidad y respeto por la integridad de la información, asegurando que los resultados reflejen fielmente la realidad de los datos analizados.

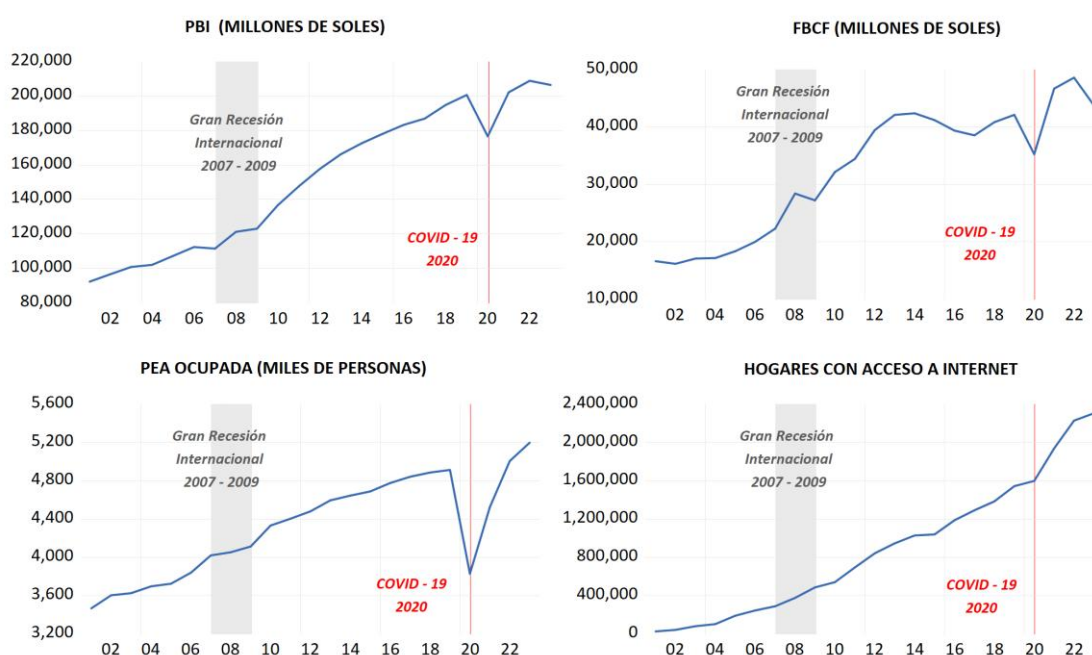
IV. RESULTADOS

4.1. Análisis descriptivo

Se analiza la evolución histórica de las series empleadas en el modelo, véase la Figura a continuación.

Figura 8

Evolución del PBI, la FBCF, la PEA ocupada y los hogares con acceso a Internet en Lima Metropolitana de 2001 a 2023



Nota. El gráfico presenta la trayectoria de las variables consideradas en la estimación del modelo econométrico durante los años 2001 – 2023. A lo largo de este periodo, destacan dos eventos que condicionaron significativamente la dinámica económica: la recesión internacional durante los años 2007 – 2009 y la crisis sanitaria asociada a la COVID – 19 durante 2020.

Como se aprecia en la figura, las series muestran una tendencia creciente durante los años 2001 – 2023, aunque su evolución estuvo marcada por dos eventos macroeconómicos de gran relevancia a nivel mundial. El primero corresponde a la recesión internacional durante los años 2007 – 2009, y el segundo a la crisis sanitaria causada por la COVID – 19 durante 2020.

En el caso de la recesión internacional, sombreada en gris en los gráficos, el impacto se reflejó principalmente en el PBI y la FBCF, ambos con desaceleraciones visibles alrededor de 2009. En contraste, la PEA ocupada y el número de hogares con acceso a Internet no mostraron caídas significativas durante estos años, manteniendo una trayectoria estable y creciente.

El segundo evento, la pandemia de la COVID – 19, señalada con la línea roja vertical en 2020, generó un impacto más pronunciado. El PBI de Lima Metropolitana registró en 2020 una contracción histórica de alrededor de 11,9 % respecto al año anterior producto de la paralización de actividades, restricciones de movilidad y confinamientos obligatorios. La FBCF también evidenció una disminución significativa, reflejando la caída abrupta de la inversión. El impacto más severo se observa en la PEA ocupada, que retrocedió a niveles comparables a los de los años 2006, debido a la pérdida masiva de empleos ocasionada por el cierre temporal de empresas y sectores productivos.

Por otro lado, el número de hogares con acceso a Internet mantuvo una tendencia positiva durante todo el periodo analizado. Ni la crisis internacional ni la pandemia generaron retrocesos en esta variable. Por el contrario, a partir de 2020 se aprecia un crecimiento aún más acelerado. Como señala Katz et al. (2025) este mayor crecimiento puede atribuirse a la mayor dependencia de las tecnologías digitales, dado que algunas tendencias como el trabajo híbrido, la educación virtual y el acceso a servicios en línea se han mantenido incluso después del fin de la pandemia.

En ese contexto, se consideró pertinente incorporar una variable dummy en el modelo con el propósito de capturar los efectos asociados a los dos principales eventos macroeconómicos que tuvieron lugar durante el periodo analizado. Esta variable permite capturar los cambios estructurales generados, por un lado, por la Crisis Internacional durante los años 2007 – 2009 y, por otro lado, la crisis sanitaria causada por la COVID – 19 durante el 2020, permitiendo mejorar la capacidad explicativa del modelo.

La Tabla 2 contiene los principales indicadores estadísticos de las variables analizadas a lo largo del periodo 2001 – 2023.

Tabla 2

Estadísticos descriptivos

Estadísticos	Producto Bruto Interno	Formación Bruta de Capital Fijo	PEA ocupada	Hogares con acceso a Internet
<i>Media</i>	151 607	32 606	4 315	885 972
<i>Mediana</i>	157 630	35 247	4 404	840 134
<i>Desviación Estándar</i>	40 469	10 983	519	705 478
<i>Coefficiente de Variación</i>	26,7%	33,7%	12,0%	79,6%
<i>Máximo</i>	208 745	48 598	5 198	2 302 977
<i>Mínimo</i>	92 432	16 178	3 464	22 214
<i>Observaciones</i>	23	23	23	23

Nota. La tabla muestra la media, mediana, desviación estándar, coeficiente de variación, así como los valores máximo y mínimo y el número total de observaciones correspondientes a las series empleadas en el estudio.

De esta tabla, se observa que el PBI alcanzó en promedio 151 607 millones de soles, con una mediana ligeramente superior (157 630 millones), lo cual sugiere una distribución con valores crecientes a lo largo del tiempo. Su desviación estándar (40 469 millones) indica una variabilidad considerable, asociada a los ciclos económicos y a los choques externos que afectaron la actividad productiva en el periodo.

Por su parte, la FBCF registró una media de 32 607 millones de soles y una desviación estándar de 10 983 millones, evidenciando cambios importantes en los niveles de inversión, especialmente en años de crisis como 2009 y 2020. En cuanto a la PEA ocupada, esta presenta una media de 4 315 miles de personas y una desviación relativamente baja (519 miles), lo que refleja un crecimiento más estable del empleo, excepto por la fuerte caída observada en 2020.

Finalmente, la variable Acceso a Internet muestra la mayor dispersión entre todas las series (desviación estándar de 705 478 hogares y un coeficiente de variación de 79,6 %), consecuencia del acelerado proceso de expansión digital en Lima Metropolitana: desde un mínimo de 22 214 hogares en los primeros años hasta un máximo de 2 302 977 hogares en 2023. En conjunto, estos resultados confirman lo del análisis gráfico, que mientras las variables económicas tradicionales presentaron variaciones influenciadas por los ciclos macroeconómicos, el acceso a Internet mantuvo un crecimiento sostenido durante el periodo analizado.

4.2. Análisis estadístico

Como se observó en el análisis gráfico previo, todas las series presentaron una tendencia creciente. Debido a esto, las pruebas de raíz unitaria aplicadas en el presente estudio (ADF y PP), se estimaron incorporando un intercepto y un término de tendencia, a fin de capturar adecuadamente la dinámica de las series y evitar sesgos en la identificación de su orden de integración.

Tabla 3

Test de raíz unitaria ADF y PP

Variables	ADF		PP		Orden de integración
	Niveles	Primera diferencia	Niveles	Primera diferencia	
$\ln PBI$	-1,522	-6,016***	-1,522	-6,154***	$I(1)$
$\ln FBCF$	-1,211	-5,367***	-1,211	-5,459***	$I(1)$
$\ln PEA$	-2,906	-3,942**	-2,933	-6,577***	$I(1)$
$\ln Internet$	-4,798***	-4,268**	-17,240***	-4,311**	$I(0)$

Nota. * Nivel de significancia al 10 %, ** Nivel de significancia al 5 % y *** Nivel de significancia al 1 %.

Los resultados de las pruebas de raíz unitaria ADF y PP, resumidos en la Tabla 3 hacen posible determinar el orden de integración de las series analizadas. Inicialmente, en el caso de las variables $\ln PBI$, $\ln FBCF$ y $\ln PEA$, los estadísticos ($t - Statistic$) en niveles no son lo

suficientemente bajos para poder rechazar la hipótesis nula de presencia de raíz unitaria al 5 % de significancia. De ello se desprende que las tres series son no estacionarias en niveles. Sin embargo, al aplicar primeras diferencias, tanto la prueba ADF como la PP presentan valores significativos (en algunos casos al 1 % de significancia), lo que permite rechazar la hipótesis nula y concluir que dichas variables se vuelven estacionarias al aplicar la primera diferencia. Es decir, estas series son integradas de orden uno, $I(1)$. Por otro lado, la variable $\ln Internet$ posibilita el rechazo de la hipótesis nula de raíz unitaria en niveles en ambas pruebas, con un nivel de significancia del 1 %. Este hallazgo permite inferir que la serie es estacionaria, por lo que es integrada de orden cero, $I(0)$.

En resumen, el análisis de las pruebas de raíz unitaria ADF y PP evidencia que $\ln Internet$ es $I(0)$, mientras que $\ln PBI$, $\ln FBCF$ y $\ln PEA$ son $I(1)$. Por lo que se tiene diferente orden de integración en las series analizadas.

En ese contexto, IHSEViews (2017) señala que en estos casos donde algunas series son $I(0)$ y otras $I(1)$, las metodologías tradicionales de cointegración como Engle – Granger, Phillips y Ouliaris o Johansen suelen fallar, debido a que estas requieren que todas las variables del modelo presenten el mismo orden de integración, usualmente $I(1)$.

Para esto, resulta necesario aplicar pruebas de raíz unitaria como ADF y PP. Sin embargo, tal como advierten Perron y Ng (1996), estas pruebas sufren problemas de tamaño. Este tipo de limitaciones puede conducir a una clasificación incorrecta del orden de integración de las series, afectando la validez de los métodos tradicionales de cointegración.

Ante esta limitación, la literatura econométrica resalta el enfoque Autoregressive Distributed Lag (ARDL) desarrollado por Pesaran y Shin (1998). Los autores señalan que esta metodología presenta ventajas sustantivas frente a otros métodos tradicionales de cointegración. En primer lugar, la metodología ARDL no exige que todas las variables tengan el mismo orden de integración, siempre que ninguna sea de orden dos o más.

Asimismo, mencionan que la metodología presenta un mejor desempeño en muestras pequeñas, permitiendo estimar de manera eficiente las relaciones de corto y largo plazo. Otra ventaja relevante es que la metodología ARDL evita el problema del pretesting, ya que no requiere determinar con precisión el orden de integración de cada serie previo a la estimación del modelo. Este atributo reduce el riesgo de errores asociados a pruebas de raíz unitaria, como advierten Perron y Ng y fortalece la validez del análisis de cointegración.

Adicionalmente, Peprah et al. (2019) señala que el modelo ARDL cuenta con dos propiedades deseables. La primera, que se ha demostrado que funciona bien en muestras pequeñas y la segunda, que proporciona estimaciones a corto plazo, largo plazo y una prueba de cointegración dentro de una única estimación por mínimos cuadrados ordinarios (MCO).

En ese contexto, se lleva a cabo la estimación del modelo planteado en la Ecuación 19 de la sección II del presente documento. A partir de dicho modelo, se busca la estructura óptima de rezagos del modelo ARDL. Previo a la estimación, resulta importante señalar que la elección del mejor modelo se realizó utilizando el criterio de información de Schwarz (SIC). Esta elección se sustenta en lo planteado por Pesaran y Shin (1998), quienes encontraron que el SIC presentó un desempeño ligeramente superior al criterio de información de Akaike (AIC). Específicamente, los autores resaltan que el criterio de SIC es un criterio consistente en la selección de modelos, mientras que el AIC no cuenta con esta propiedad. No obstante, la revisión de la literatura evidencia que diversos estudios también han optado por el criterio AIC para la selección de rezagos.

Dicho esto, se adopta el criterio SIC para seleccionar la estructura óptima de rezagos del modelo. Bajo este criterio y utilizando el software Eviews 12, se evaluaron 192 especificaciones posibles. La Tabla a continuación presenta los 20 mejores modelos según el criterio SIC.

Tabla 4

Top 20 mejores modelos con base al criterio de Schwarz (BIC)

Modelo	AIC	SIC*	HQ	Especificación
41	-8,203985	-7,556759	-8,077640	ARDL(3, 1, 1, 3)
37	-8,192512	-7,495499	-8,056447	ARDL(3, 1, 2, 3)
25	-8,104702	-7,407689	-7,968637	ARDL(3, 2, 1, 3)
33	-8,135341	-7,388542	-7,989558	ARDL(3, 1, 3, 3)
21	-8,098911	-7,352112	-7,953128	ARDL(3, 2, 2, 3)
9	-8,012920	-7,266121	-7,867137	ARDL(3, 3, 1, 3)
17	-8,035341	-7,238755	-7,879839	ARDL(3, 2, 3, 3)
5	-8,028473	-7,231887	-7,872971	ARDL(3, 3, 2, 3)
57	-7,819402	-7,221962	-7,702775	ARDL(3, 0, 1, 3)
1	-7,959956	-7,113584	-7,794735	ARDL(3, 3, 3, 3)
53	-7,722328	-7,075102	-7,595983	ARDL(3, 0, 2, 3)
49	-7,624911	-6,927899	-7,488847	ARDL(3, 0, 3, 3)
54	-7,297292	-6,699853	-7,180666	ARDL(3, 0, 2, 2)
38	-7,313058	-6,665832	-7,186713	ARDL(3, 1, 2, 2)
50	-7,220576	-6,573350	-7,094231	ARDL(3, 0, 3, 2)
22	-7,238592	-6,541580	-7,102528	ARDL(3, 2, 2, 2)
26	-7,174032	-6,526806	-7,047687	ARDL(3, 2, 1, 2)
34	-7,219246	-6,522233	-7,083182	ARDL(3, 1, 3, 2)
42	-7,086162	-6,488722	-6,969535	ARDL(3, 1, 1, 2)
6	-7,208075	-6,461276	-7,062292	ARDL(3, 3, 2, 2)

Nota. * Criterio seleccionado para comparar los modelos

Como se aprecia en la tabla, el modelo 41 es aquel que minimiza el valor del criterio SIC entre todas las especificaciones evaluadas. Asimismo, al emplear el criterio AIC, se corrobora que este modelo es el que presenta el mejor desempeño en términos de ajuste. Esta coincidencia, refuerza la consistencia y robustez del proceso de selección del modelo. En consecuencia, el modelo empleado en el análisis econométrico es el ARDL (3,1,1,3).

4.3. Estimación del modelo

Con el modelo seleccionado, se procede con su estimación inicial en niveles, donde los resultados se consigan en la Tabla 5. Cabe señalar, que esta primera estimación no se interpreta directamente, dado que su finalidad principal es verificar la validez estadística del modelo mediante pruebas de autocorrelación, heterocedasticidad y normalidad de los residuos. De confirmar la validez estadística del modelo, se procede con la aplicación de la prueba de límites

(bounds Test) para evaluar la presencia de cointegración, y posteriormente estimar la forma de corrección del error, que constituye la especificación final para el análisis de corto y largo plazo.

Tabla 5

Estimación del modelo ARDL(3,1,1,3)

Dependent Variable: LPBI

Method: ARDL

Sample (adjusted): 2004 2023

Included observations: 20 after adjustments

Maximum dependent lags: 3 (Automatic selection)

Model selection method: Akaike info criterion (AIC)

Dynamic regressors (3 lags, automatic): INTERNET CAPITAL TRABAJO

Fixed regressors: DUMMY C

Number of models evaluated: 192

Selected Model: ARDL(3, 1, 1, 3)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
LPBI(-1)	0.319350	0.055049	5.801163	0.0007
LPBI(-2)	-0.060737	0.047746	-1.272089	0.2440
LPBI(-3)	0.388125	0.044220	8.777034	0.0001
INTERNET	0.036667	0.010522	3.484739	0.0102
INTERNET(-1)	-0.022827	0.010926	-2.089136	0.0751
CAPITAL	0.285101	0.021083	13.52312	0.0000
CAPITAL(-1)	-0.121038	0.019564	-6.186852	0.0005
TRABAJO	0.120999	0.026843	4.507573	0.0028
TRABAJO(-1)	0.089170	0.031741	2.809289	0.0262
TRABAJO(-2)	0.137897	0.030464	4.526518	0.0027
TRABAJO(-3)	-0.144990	0.035523	-4.081514	0.0047
DUMMY	-0.054995	0.003364	-16.34640	0.0000
C	0.674387	0.266291	2.532515	0.0391
R-squared	0.999923			
Adjusted R-squared	0.999790			
S.E. of regression	0.003532			
Sum squared resid	8.73E-05			
Log likelihood	95.03985			
F-statistic	7545.641			
Prob(F-statistic)	0.000000			

Como se señaló previamente, previo a verificar la presencia de una relación de largo plazo mediante el bounds test, es necesario evaluar la validez estadística del modelo con el fin

de asegurar que cumple los supuestos de: homocedasticidad, ausencia de autocorrelación y normalidad de los residuos. Dentro de este contexto, se empleó la prueba LM de Breusch – Godfrey para examinar la potencial presencia de autocorrelación. La hipótesis nula postula que los residuos del modelo no exhiben correlación serial hasta dos rezagos. Los hallazgos derivados de la mencionada prueba se ilustran en la tabla siguiente.

Tabla 6

Prueba LM de Breusch – Godfrey

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
<i>Null hypothesis: No serial correlation at up to 2 lags</i>			
F-statistic	0,898162	Prob. F(2,5)	0,4642
Obs*R-squared	5,286164	Prob. Chi-Square(2)	0,0711

De la tabla, dado que la hipótesis nula plantea la inexistencia de autocorrelación y que el valor p del estadístico F (0,4642) resultan mayor a los niveles de significancia habituales (1%, 5% y 10%), no se rechaza dicha hipótesis, concluyéndose que los residuos del modelo no presentan correlación serial.

Adicionalmente, se evaluó la homocedasticidad de los residuos mediante la prueba de Breusch – Pagan – Godfrey, cuya hipótesis nula establece que los residuos son homocedásticos. La tabla subsiguiente muestra los resultados.

Tabla 7

Prueba de Breusch – Pagan – Godfrey

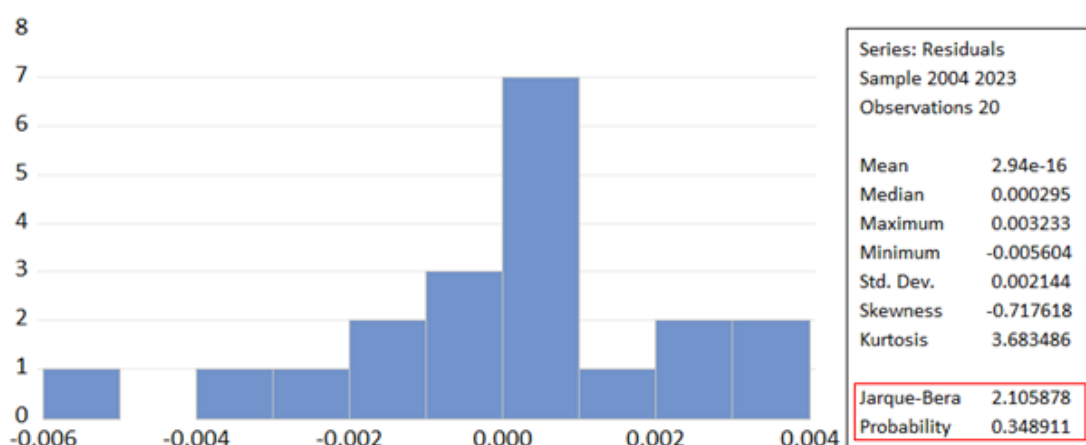
Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
<i>Null hypothesis: Homoskedasticity</i>			
F-statistic	0,292007	Prob. F(12,7)	0,9702
Obs*R-squared	6,671847	Prob. Chi-Square(12)	0,8785
Scaled explained SS	1,096608	Prob. Chi-Square(12)	1,0000

De la tabla, dado que el valor p del estadístico F (0,9702) es superior a los niveles de significancia habituales, no se rechaza la hipótesis nula de la prueba. Por lo tanto, se concluye que los residuos del modelo son homocedásticos.

En última instancia, se evaluó la normalidad de los residuos a través de la prueba de Jarque – Bera, bajo la hipótesis nula de normalidad. La figura subsiguiente muestra los resultados.

Figura 9

Prueba de normalidad Jarque - Bera



El valor p asociado al estadístico de Jarque – Bera (0,348911) resulta mayor a los niveles de significancia habituales. En consecuencia, no se descarta la hipótesis nula de normalidad, permitiendo concluir que los residuos del modelo se adhieren a una distribución normal. Con estos resultados, se confirma la esfericidad de los residuos del modelo ARDL (3,1,1,3).

En ese marco, se procede con la aplicación del bounds test, propuesta por Pesaran et al. (2001) con el objetivo de establecer la existencia de una relación de cointegración entre las variables del estudio. Los hallazgos de la mencionada evaluación se exponen en la tabla siguiente.

Tabla 8*Prueba de límites (Bounds Test)*

ARDL Long Run Form and Bounds Test

Dependent Variable: $\Delta(LPBI)$

Selected Model: ARDL(3, 1, 1, 3)

Case 3: Unrestricted Constant and No Trend

Sample: 2001 2023

Included observations: 20

Levels Equation				
Case 3: Unrestricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
INTERNET	0,039178	0,018205	2,152016	0,0684
CAPITAL	0,464423	0,061083	7,603179	0,0001
TRABAJO	0,574860	0,108685	5,289205	0,0011

$$EC = LPBI - (0,0392 * INTERNET + 0,4644 * CAPITAL + 0,5749 * TRABAJO)$$

<i>F – Bounds Test</i>		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
Asymptotic: n=1000				
<i>F – statistic</i>	101,7713	10%	2,72	3,77
<i>k</i>	3	5%	3,23	4,35
		2.5%	3,69	4,89
		1%	4,29	5,61
Finite Sample: n=30				
Actual Sample Size	20	10%	3,008	4,15
		5%	3,71	5,018
		1%	5,333	7,063

<i>t – Bounds Test</i>		Null Hypothesis: No levels relationship		
Test Statistic	Value	Signif.	I(0)	I(1)
<i>t – statistic</i>	-13,52012	10%	-2,57	-3,46
		5%	-2,86	-3,78
		2.5%	-3,13	-4,05
		1%	-3,43	-4,37

Como explican Kripfganz y Schneider (2023), cuando no se conoce con certeza el orden de integración de las variables explicativas, los valores críticos del enfoque ARDL se presentan

en forma de dos límites: uno inferior, asociado al caso en que todas las variables son $I(0)$, y uno superior, correspondiente al caso en que todas las variables son $I(1)$. Asimismo, señalan que la evidencia es concluyente cuando el estadístico de prueba (Estadístico F o t) se ubica fuera de dichos límites. Cuando el estadístico es menor al límite inferior, la hipótesis nula de ausencia de cointegración no puede rechazarse. Por otro lado, en caso de que el estadístico sobrepase el límite superior, se desestima la hipótesis nula y se confirma la presencia de una relación de cointegración. Caso contrario, si el valor del estadístico se encuentra entre ambos límites, la prueba resulta inconclusa.

Dicho esto, en la Tabla 8 se observa que el estadístico F (101,7713) supera el valor crítico del límite superior $I(1)$ para todos los niveles de significancia (10%, 5%, 2,5% y 1%). En consecuencia, se desestima la hipótesis nula de no cointegración, corroborando así la presencia de una relación de equilibrio entre las variables del modelo. De manera complementaria, IHSEViews (2017) señala que cuando la ecuación a largo plazo no incluye intercepto ni tendencia (como es el caso del presente modelo estimado), el estadístico t puede emplearse como criterio complementario para contrastar la cointegración. En ese sentido, el valor absoluto del t – *statistic* (13,52012) supera los valores críticos absolutos de los límites $I(0)$ e $I(1)$ en todos los niveles de significancia, confirmando la existencia de una relación de largo plazo entre las variables.

En cuanto a los coeficientes de largo plazo, las estimaciones muestran efectos positivos para el acceso a Internet (0,0391), el Capital (0,4644) y el Trabajo (0,5748), siendo estadísticamente significativos al 5% las dos últimas variables, mientras que Internet resulta significativo al 10%. La interpretación económica de estos valores se desarrolla en la siguiente sección.

Tras corroborar la presencia de una relación de cointegración a través del bounds test y determinar los coeficientes de largo plazo, se inicia la estimación del modelo de corrección de errores vinculado al ARDL, cuyos hallazgos se exponen en la Tabla 9.

Tabla 9

Regresión de Corrección de Errores ARDL

ARDL Error Correction Regression
 Dependent Variable: D(LPBI)
 Selected Model: ARDL(3, 1, 1, 3)
 Case 3: Unrestricted Constant and No Trend
 Sample: 2001 2023
 Included observations: 20

ECM Regression				
Case 3: Unrestricted Constant and No Trend				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
<i>C</i>	0,674387	0,027028	24,95106	0,0000
$\Delta(LPBI(t - 1))$	-0,327387	0,030859	-10,60909	0,0000
$\Delta(LPBI(t - 2))$	-0,388125	0,033648	-11,53489	0,0000
$\Delta(INTERNET)$	0,036667	0,006097	6,014362	0,0005
$\Delta(CAPITAL)$	0,285101	0,012095	23,57162	0,0000
$\Delta(TRABAJO)$	0,120999	0,015498	7,807163	0,0001
$\Delta(TRABAJO(t - 1))$	0,007093	0,016929	0,418963	0,6878
$\Delta(TRABAJO(t - 2))$	0,144990	0,023174	6,256648	0,0004
<i>DUMMY</i>	-0,054995	0,002205	-24,94077	0,0000
<i>CointEq(t - 1)</i>	-0,353262	0,014649	-24,11535	0,0000
R-squared	0,998333			
Adjusted R-squared	0,996833			
S.E. of regression	0,002955			
Sum squared resid	8,73E-05			
Log likelihood	95,03985			
F-statistic	665,5517			
Prob(F-statistic)	0,000000			

En esta ecuación, el término de corrección de errores (*CointEq(t - 1)*) es negativo y estadísticamente significativo (-0,353262). Este coeficiente representa la velocidad de ajuste hacia el equilibrio de largo plazo. Es decir, aproximadamente el 35,32 % del desequilibrio generado en un periodo previo se corrige cada año, indicando que la economía converge de manera parcial pero sostenida hacia su trayectoria de largo plazo. En el corto plazo, el

coeficiente vinculado a la variable Internet se manifiesta como positivo y de relevancia estadística. Específicamente, una variación positiva del 1 % en el acceso a Internet se traduce en un aumento inmediato de aproximadamente 0,036 % del PBI de Lima Metropolitana.

4.4. Contrastación de hipótesis

Tras la estimación y validación del modelo econométrico, se procede a contrastar la hipótesis específica propuesta en la investigación, utilizando la evidencia estadística obtenida.

Hipótesis específica:

H_0 : El acceso a Internet no tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre el Producto Bruto Interno de Lima metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.

H_1 : El acceso a Internet si tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre el Producto Bruto Interno de Lima metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.

Los resultados del modelo ARDL muestran que el coeficiente asociado al acceso a Internet es positivo y estadísticamente significativo en el corto (0,0366) y largo plazo (0,0391). En ambos casos, el valor p correspondiente es inferior a los niveles de significancia convencionales (5 % o 10 %, según corresponda), lo que constituye evidencia estadística suficiente para rechazar la hipótesis nula.

Por lo tanto, se desestima la hipótesis H_0 y se acepta la hipótesis alternativa. Esto permite concluir que un mayor acceso a Internet ejerce un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre el PBI de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Durante el capítulo inicial de esta investigación, se estableció como objetivo general analizar el efecto del Internet sobre el crecimiento económico de Lima Metropolitana a lo largo del periodo 2001 – 2023 y, de manera específica, estimar el impacto del acceso a Internet sobre el producto bruto Interno de Lima Metropolitana para el mismo periodo. Con este fin, se formuló un modelo basado en la función de producción del modelo de Solow – Swan, el cual fue estimado mediante la metodología ARDL.

Los resultados del bounds test (Tabla 8), confirmaron la existencia de cointegración entre las variables del modelo. Esto sugiere que, más allá de las fluctuaciones de corto plazo, el crecimiento económico mantiene una relación estable y de equilibrio a largo plazo con el capital, el trabajo y el acceso a Internet. Asimismo, los coeficientes estimados para las variables explicativas resultaron estadísticamente significativos al 5 % en los casos del capital y el trabajo, y al 10 % el caso del acceso a Internet, con signos coherentes con la teoría económica y con los estudios previos revisados.

El impacto del Internet resultó positivo y significativo. Es así que, un incremento del 10 % en el acceso a Internet se traduce en un incremento aproximado de 0,39 % sobre el PBI de Lima Metropolitana. Aunque la magnitud de este resultado es moderada, resulta consistente con los estudios precitados, como los de Katz et al. (2025), Sojka y Pietrucha (2024) y Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2021). Con base en este resultado podemos decir que el acceso a Internet actúa como un habilitador tecnológico que mejora la eficiencia productiva y facilita la difusión de información.

Respecto al capital, el coeficiente de largo plazo también resulta positivo y significativo (0,4644), lo cual coincide con la teoría del crecimiento. La formación bruta de capital fijo es uno de los factores más tradicionales del crecimiento económico, y en Lima Metropolitana su contribución resulta relevante, pues ante un incremento del 10 % en la formación bruta de

capital fijo se traduce en un aumento del 4,6 % sobre el PBI. Este comportamiento es plenamente consistente con la teoría de crecimiento neoclásica y con los estudios revisados, los cuales destacan la acumulación de capital como uno de los factores clave del crecimiento.

De manera similar, el trabajo (medido a través de la PEA ocupada) presenta un coeficiente positivo y significativo (0,5748). Esto evidencia el rol clave que desempeña el empleo en la generación de producción, pues un incremento del 10 % en la PEA ocupada se traduce en un aumento del 5,75 % del PBI. Este hallazgo destaca la importancia de las dinámicas del mercado laboral y su interacción con la capacidad productiva de Lima Metropolitana.

Con base a los resultados del modelo ARDL con corrección de errores presentados en la Tabla 9, se analiza la dinámica de corto plazo del crecimiento económico de Lima Metropolitana. En primer lugar, los coeficientes asociados a las variaciones contemporáneas de las variables explicativas confirman que el capital, el trabajo y el acceso a Internet tienen un efecto positivo sobre el PBI. En particular, el coeficiente de la variable Internet (0,0366) señala que una variación positiva en la penetración del servicio se refleja en un aumento inmediato del crecimiento económico.

En el caso del capital, el efecto contemporáneo (0,2851) es significativo y de mayor magnitud, lo que refleja la importancia de la inversión en la dinámica económica de la ciudad. De manera similar, la PEA ocupada presenta impactos positivos (0,1209) tanto en el periodo actual como en rezagos adicionales (0,0071 y 0,1449), lo cual sugiere que las mejoras en el empleo no solo inciden en el nivel de actividad del mismo año, sino que generan efectos persistentes que se materializan gradualmente. Esta persistencia es coherente con la naturaleza del mercado laboral, donde los incrementos en el empleo suelen acompañarse de mejoras en capacidades productivas y mayor utilización de recursos en los años siguientes.

Adicionalmente, la variable dummy asociada a los años de crisis económicas (la recesión internacional y la crisis sanitaria) presentó un coeficiente negativo y estadísticamente significativo (-0,0549). Esto confirma que ambos eventos impactaron negativamente en el PBI de Lima Metropolitana, incluso una vez controlados los efectos de capital, trabajo y acceso a Internet. Ello evidencia la vulnerabilidad del crecimiento económico metropolitano frente a shocks externos.

Finalmente, el término de corrección de errores (CointEq(t-1)) presenta el signo esperado (negativo) y un valor estadísticamente significativo. Su magnitud (-0,3532) indica que aproximadamente el 35 % del desequilibrio respecto al nivel de largo plazo se corrige cada año, lo que confirma la existencia de un proceso de ajuste gradual hacia la senda de equilibrio. Esta velocidad de convergencia es moderada pero consistente, y respalda la presencia de una relación estable entre las variables a lo largo del tiempo.

En conjunto, los resultados permiten concluir que el crecimiento económico de Lima Metropolitana depende tanto de factores tradicionales como capital y trabajo, como del Internet. El impacto positivo de este último factor refuerza la importancia de seguir ampliando la conectividad y promoviendo la adopción de las TIC en todo el país.

Finalmente, se reconoce que el estudio enfrenta limitaciones, como el limitado número de observaciones de la serie anual. Sin embargo, los hallazgos se alinean con la teoría y la evidencia empírica previa, y aportan un análisis novedoso para el caso de Lima Metropolitana, constituyendo un insumo relevante para futuros trabajos y para la formulación de políticas públicas destinadas a impulsar el desarrollo económico del país.

VI. CONCLUSIONES

- Las Tecnologías de la Información y Comunicación, y en particular el acceso a Internet, se han consolidado como un factor significativo para explicar el crecimiento económico en diversos países. No obstante, en el caso de Lima Metropolitana, esta relación no se ha manifestado de manera evidente a partir de la simple observación de las series históricas, dado que el crecimiento económico mostró una desaceleración en los años recientes, mientras que la penetración del Internet mantuvo una tendencia creciente durante todo el periodo analizado.
- Utilizando información estadística anual de fuentes oficiales (INEI, BCRP y Banco Mundial) y aplicando la metodología ARDL, se evaluó empíricamente el impacto del acceso a Internet sobre el crecimiento económico de Lima Metropolitana en el periodo 2001 – 2023. Este enfoque permitió modelar simultáneamente las relaciones de corto y largo plazo, además de confirmar la existencia de cointegración entre las variables incluidas en el modelo.
- Los hallazgos obtenidos evidencian la presencia de una relación de equilibrio estable entre el crecimiento económico y sus principales determinantes: capital, trabajo e Internet. En particular, se encontró que ante un aumento del 1 % en el acceso a Internet se traduce en un incremento aproximado del 0,039 % del PBI de Lima Metropolitana. Si bien la magnitud del efecto es moderada, es consistente con la literatura especializada y confirma que la conectividad digital constituye un componente que contribuye al dinamismo económico de la ciudad.
- Pese a las restricciones inherentes al estudio, los hallazgos mantienen una consistencia con la teoría del crecimiento económico y con la evidencia empírica previa. En esa línea, la investigación ofrece una contribución novedosa para el análisis del caso metropolitano y aporta elementos valiosos para futuras líneas de investigación.

- Finalmente, se validaron la hipótesis general como la hipótesis específica planteadas en el estudio, evidenciando que el Internet ejerce un impacto positivo y estadísticamente significativo en el crecimiento económico de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023. Este hallazgo subraya la importancia de promover políticas que fortalezcan la conectividad, el uso significativo de las TIC y el desarrollo de competencias digitales como pilares esenciales para impulsar un crecimiento económico sostenido.

VII. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que los responsables de la formulación de políticas públicas impulsen iniciativas orientadas a expandir y modernizar la infraestructura de telecomunicaciones, mejorar el equipamiento tecnológico y fortalecer la asequibilidad de los servicios, a fin de reducir brechas de acceso y ampliar la conectividad en la población.
- Asimismo, se recomienda promover políticas que incrementen el conocimiento sobre los beneficios y potencialidades de las TIC, amplíen las oportunidades de formación en su uso y faciliten el acceso a contenidos y servicios digitales de interés, con el propósito de fomentar una adopción tecnológica más efectiva y productiva.
- Finalmente, se recomienda desarrollar investigaciones futuras que permitan captar con mayor precisión las dinámicas del impacto del Internet en distintas actividades económicas. Para ello, sería pertinente incorporar otras proxies del factor tecnológico, como el acceso a Internet fijo o móvil, la velocidad promedio de conexión o indicadores de uso del servicio, que permitan enriquecer el análisis y profundizar en la comprensión del fenómeno.

VIII. REFERENCIAS

- Alderete, M. V. (2022). El efecto de la banda ancha en el crecimiento económico de América Latina: Una aproximación basada en un modelo de ecuaciones simultáneas. *Revista de la CEPAL*, 1(138), 7–26. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48673-efecto-la-banda-ancha-crecimiento-economico-america-latina-aproximacion-basada>
- Appiah-Otoo, I., y Song, N. (2021). The impact of ICT on economic growth-Comparing rich and poor countries. *Telecommunications Policy*, 45(2), 102082. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.102082>
- Atkinson, R. D., Castro, D., y Ezell, S. J. (2009). *The Digital Road to Recovery: A Stimulus Plan to Create Jobs, Boost Productivity and Revitalize America* (SSRN Scholarly Paper N° 1334688). Social Science Research Network. <https://doi.org/10.2139/ssrn.1334688>
- Banco Central de Reserva del Perú. (1 de diciembre de 2025). *PBI ¿Qué es el Producto Bruto Interno?* <https://www.bcrp.gob.pe/apps/pbi-y-crecimiento/pbi.html>
- Banco Mundial. (2016). *World Development Report 2016: Digital Dividends* (Informe N° 102725). <https://doi.org/10.1596/978-1-4648-0671-1>
- Cass, D. (1966). Optimum Growth in an Aggregative Model of Capital Accumulation: A Turnpike Theorem. *Econometrica*, 34(4), 833–850. <https://doi.org/10.2307/1910103>
- Castillo, O. (2024). *El impacto de las TICs en el crecimiento económico peruano durante el período 2009-2019* [Tesis de pregrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/676135>
- Cruzado, A. P., Stratti, J. S., Osorio, M. L., y Ayala-Beas, S. (2025). El crecimiento económico y sus determinantes en las regiones mineras del Perú, 2007-2022. *Economía & Gestión Chaninchaatsiq*, 3(1), 21–32. <https://doi.org/10.32911/egc.2025.v3.n1.1240>

- Czernich, N., Falck, O., Kretschmer, T., y Woessmann, L. (2011). Broadband Infrastructure and Economic Growth. *The Economic Journal*, 121(552), 505–532. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2011.02420.x>
- Guevara, D., y Nalvarte, M. (2022). *El impacto de la infraestructura de telecomunicaciones en el crecimiento económico de Latinoamérica en el periodo de 2010 al 2017* [Tesis de pregrado, Universidad de Lima]. Repositorio institucional ULIMA. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/16761>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ª ed.). McGraw Hill España. <https://artes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>
- Hernández, R., y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Education. <https://artes.upn.edu.co/wp-content/uploads/2024/11/METODOLOGIA-DE-LA-INVESTIGACION-Sampieri-Mendoza-2018.pdf>
- IHSEViews. (3 de abril de 2017). *AutoRegressive Distributed Lag (ARDL) Estimation. Part 1—Theory*. <https://blog.eviews.com/2017/04/autoregressive-distributed-lag-ardl.html>
- Instituto Peruano de Economía. (10 de abril de 2013). *Crecimiento económico*. <https://ipe.org.pe/crecimiento-economico/>
- Intel. (30 de noviembre de 2025). *What Is the Internet?* Intel. <https://www.intel.com/content/www/us/en/education/k12/the-journey-inside/explore-the-curriculum/internet.html>
- Katz, R., y Callorda, F. (2018). *The economic contribution of broadband, digitization and ICT regulation*. International Telecommunication Union. <https://www.itu.int/en/ITU->

D/Regulatory-Market/Documents/FINAL_1d_18-00513_Broadband-and-Digital-Transformation-E.pdf

- Katz, R., y Callorda, F. (2019). *La contribución económica de la banda ancha, la digitalización y la regulación de las TIC: Modelización econométrica para las Américas*. International Telecommunication Union. https://www.itu.int/dms_pub/itu-d/opb/pref/D-PREF-EF.BDT_AM-2019-PDF-S.pdf
- Katz, R., Callorda, F., y Jung, J. (2025). *The impact of digital transformation on the economy—Econometric Modelling*. <https://www.itu.int/hub/publication/d-pref-econ-mod-2025/>
- Katz, R., y Jung, J. (2025). *El impacto socioeconómico de la infraestructura de datos* (P. Puig y E. Iglesias, Eds.). Banco Interamericano de Desarrollo. (América Latina). <https://doi.org/10.18235/0013421>
- Khater, A. M., y Wagee, B. A. (2017). The Impact of Information and Communication Technology (ICT) Development on Economic Growth in Sudan: An Application of ARDL Bounds Testing Approach. *Archives of Business Research*, 5(3), 1–11. <https://doi.org/10.14738/abr.53.2886>
- Koopmans, T. (1963). On the Concept of Optimal Economic Growth. *Cowles Foundation Discussion Papers*, (392), 39. <https://elischolar.library.yale.edu/cowles-discussion-paper-series/392>
- Koutroumpis, P. (2009). The economic impact of broadband on growth: A simultaneous approach. *Telecommunications Policy*, 33(9), 471–485. <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2009.07.004>
- Kripfganz, S., y Schneider, D. (2023). ardl: Estimating autoregressive distributed lag and equilibrium correction models. *The Stata Journal: Promoting Communications on Statistics and Stata*, 23(4), 983–1019. <https://doi.org/10.1177/1536867X231212434>

- Mellado, A. (2016). *La infraestructura de telecomunicaciones y el desarrollo económico de los países* [Tesis de maestría, Universidad del Pacífico]. Repositorio institucional de la Universidad del Pacífico. <https://repositorio.up.edu.pe/item/8ef6bf06-5147-4db7-82c0-bc80b77f5aa8>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (1 de diciembre de 2025). *Conoce los conceptos Básicos para comprender la economía del país*. https://www.mef.gob.pe/en/?id=61:conoce-los-conceptos-basicos-para-comprender-la-economia-del-pais&option=com_content&language=en-GB&view=article&lang=en-GB
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2021). *Impacto del acceso a internet en el crecimiento económico del Perú: Un enfoque ARDL* (Documento de trabajo N° 2). <https://www.gob.pe/institucion/mtc/informes-publicaciones/1625507-impacto-del-acceso-a-internet-en-el-crecimiento-economico-del-peru-un-enfoque-ardl>
- Neal, L., y Cameron, R. E. (2015). *Historia económica mundial: Desde el Paleolítico hasta el presente* (4ª ed.). Alianza Editorial. https://eva.interior.udelar.edu.uy/pluginfile.php/29416/mod_resource/content/1/01%20Cameron%20y%20Neal%20Historia-Economica-Mundial.pdf
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (30 de noviembre de 2025). *Information and Communication Technologies (ICT)*. <https://aims.fao.org/es/information-and-communication-technologies-ict>
- Peprah, J. A., Kwesi Ofori, I., y Asomani, A. N. (2019). Financial development, remittances and economic growth: A threshold analysis. *Cogent Economics & Finance*, 7(1), 1–20. <https://doi.org/10.1080/23322039.2019.1625107>
- Perron, P., y Ng, S. (1996). Useful Modifications to some Unit Root Tests with Dependent Errors and their Local Asymptotic Properties. *The Review of Economic Studies*, 63(3), 435–463. <https://doi.org/10.2307/2297890>

- Pesaran, H., y Shin, Y. (1998). An Autoregressive Distributed-Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis. En S. Strøm (Ed.), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium* (pp. 371–413). Cambridge University Press. <https://www.cambridge.org/core/books/econometrics-and-economic-theory-in-the-20th-century/an-autoregressive-distributedlag-modelling-approach-to-cointegration-analysis/0A3624D5C624BED6E2A963190403653A>
- Pesaran, H., Shin, Y., y Smith, R. (2001). Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289–326. <https://doi.org/http://www.jstor.org/stable/2678547>
- Ruiz, P. (2020). Sobre el crecimiento económico y su medición. *Economía UNAM*, 17(49), 107–115. <https://doi.org/10.22201/fe.24488143e.2020.49.509>
- Sala-i-Martin, X. (2000). *Apuntes de crecimiento económico* (2ª ed.). Antoni Bosch editor. <https://books.google.com.ec/books?id=YRNZvIryHLoC&printsec=frontcover&hl=es#v=onepage&q&f=false>
- Samuelson, P., y Nordhaus, W. (2010). *Economía con aplicaciones a Latinoamérica* (19ª ed.). Mc Graw Hill. <https://www.cadep.org.py/uploads/2018/01/economia-con-aplicaciones-a-latinoamerica.pdf>
- Sojka, O., y Pietrucha, J. (2024). The ICT–Economic Growth Nexus: Revisiting the Impact of the Internet on GDP. *Przegląd Prawno-Ekonomiczny*, 2(1), 117–134. <https://doi.org/10.31743/ppe.16414>
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65–94. <https://doi.org/10.2307/1884513>
- Swan, T. (1956). Economic growth and capital accumulation. *Economic Record*, 32(2), 334–361. <https://doi.org/10.1111/j.1475-4932.1956.tb00434.x>

Ximei, L., Latif, Z., Danish, K., Latif, S., y Waraa, K. (2024). Estimating the impact of information technology on economic growth in south Asian countries: The silver lining of education. *Information Development*, 40(1), 147–157.
<https://doi.org/10.1177/02666669221100426>

IX. ANEXOS

Anexo A. Matriz de consistencia

Problema General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Indicadores	Método
¿Cuál es el impacto del Internet sobre el crecimiento económico de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023?	Analizar el impacto del Internet sobre el crecimiento económico de Lima metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.	El Internet tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre el crecimiento económico de Lima Metropolitana durante los años 2001 – 2023.	Variable dependiente: <ul style="list-style-type: none"> Crecimiento económico 	<ul style="list-style-type: none"> Producto Bruto Interno a precios constantes 2007 (Millones de soles) 	Tipo de Investigación: Cuantitativa Nivel: Explicativa Diseño: No experimental, longitudinal Método: Deductivo Población: 92 observaciones Muestra: 92 observaciones Técnica de recolección de datos:
¿Cuál es el impacto del acceso a Internet sobre el Producto Bruto Interno de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023?	Estimar el impacto del acceso a Internet sobre el Producto Bruto Interno de Lima Metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.	El acceso a Internet tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo sobre el Producto Bruto Interno de Lima metropolitana durante el periodo 2001 – 2023.	Variables Independientes: <ul style="list-style-type: none"> Capital Trabajo Internet 	<ul style="list-style-type: none"> Formación Bruta de capital fijo a precios constantes 2007 (Millones de soles) Población Económicamente Activa ocupada (Miles de personas) Número de hogares con acceso a Internet 	Análisis documental de fuentes oficiales como INEI, BCRP y Banco Mundial Datos estadísticos, base de datos e informes técnicos Herramientas: Microsoft Excel 2024 y Eviews 12