

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EMPRESA

Escuela Académico Profesional de Economía

Tesis

**Efecto de la infraestructura pública en el crecimiento
económico de la macro región Centro del Perú,
2007-2022**

Sharon Denisee Ccencho Cayllahua
Fran Apumayta Sarmiento

Para optar el Título Profesional de
Economista

Huancayo, 2024

Repositorio Institucional Continental
Tesis digital



Esta obra está bajo una Licencia "Creative Commons Atribución 4.0 Internacional" .

INFORME DE CONFORMIDAD DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

A : Decano de la Facultad de Ciencias de la Empresa
DE : Joel Jovani Turco Quinto
Asesor de trabajo de investigación
ASUNTO : Remito resultado de evaluación de originalidad de trabajo de investigación
FECHA : 30 de Julio de 2024

Con sumo agrado me dirijo a vuestro despacho para informar que, en mi condición de asesor del trabajo de investigación:

Título:

“EFECTO DE LA INFRAESTRUCTURA PÚBLICA EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LA MACROREGIÓN CENTRO DEL PERÚ, 2007-2022”

Autores:

1. Fran Apumayta Sarmiento – EAP. Economía
2. Sharon Denisee Ccencho Cayllahua – EAP. Economía

Se procedió con la carga del documento a la plataforma “Turnitin” y se realizó la verificación completa de las coincidencias resaltadas por el software dando por resultado 17 % de similitud sin encontrarse hallazgos relacionados a plagio. Se utilizaron los siguientes filtros:

- Filtro de exclusión de bibliografía SI NO
- Filtro de exclusión de grupos de palabras menores
Nº de palabras excluidas:10 SI NO
- Exclusión de fuente por trabajo anterior del mismo estudiante SI NO

En consecuencia, se determina que el trabajo de investigación constituye un documento original al presentar similitud de otros autores (citas) por debajo del porcentaje establecido por la Universidad Continental.

Recae toda responsabilidad del contenido del trabajo de investigación sobre el autor y asesor, en concordancia a los principios expresados en el Reglamento del Registro Nacional de Trabajos conducentes a Grados y Títulos – RENATI y en la normativa de la Universidad Continental.

Atentamente,

Asesor:

Mg. Joel Jovani Turco Quinto

Dedicatoria

A nuestras familias, que siempre estuvieron ahí para impulsarnos con mucho amor y comprensión, siendo nuestra mayor motivación para la obtención de este logro.

Agradecimientos

Queremos expresar nuestros sinceros agradecimientos a todas las personas que han contribuido en el éxito de esta tesis. En primer lugar al Mg. Joel Jovani Turco Quinto, por su dedicación y paciencia en cada proceso que implicó la presentación de esta investigación; su experiencia y orientación han sido cruciales para nuestra comprensión del tema de estudio y su desarrollo. También, queremos agradecer a nuestras familias por su apoyo incondicional, comprensión y los ánimos que nos brindaron para ser persistentes ante el desafío y culminar con éxito el proceso.

Índice de contenido

Dedicatoria.....	v
Agradecimientos.....	vi
Resumen.....	xiv
Abstract.....	xvi
Introducción	18
Capítulo I.....	20
Planteamiento del Estudio.....	20
1.1. Delimitación de la investigación	20
1.1.1. Territorial.....	20
1.1.2. Temporal.....	20
1.1.3. Conceptual	20
1.2. Planteamiento del problema	21
1.3. Formulación del problema	29
1.3.1. Problema general	29
1.3.2. Problemas específicos.....	29
1.4. Objetivos de la investigación	30
1.4.1. Objetivo general	30
1.4.2. Objetivos específicos.....	30
1.5. Justificación de la investigación.....	30
1.5.1. Justificación teórica	30
1.5.2. Justificación práctica	31
Capítulo II.....	33
Marco Teórico	33

2.1.	Antecedentes de la investigación	33
2.1.1.	Artículos científicos.....	33
2.1.2.	Tesis internacionales.....	38
2.1.3.	Tesis nacionales	40
2.2.	Bases Teóricas.....	42
2.3.	Definición de términos básicos	51
Capítulo III.....		55
Hipótesis y Variables		55
3.1.	Hipótesis.....	55
3.1.1.	Hipótesis general	55
3.1.2.	Hipótesis específicas.....	55
3.2.	Identificación de las variables	55
3.3.	Operacionalización de las variables	55
Capítulo IV		57
Metodología		57
3.4.	Enfoque de la investigación	57
3.5.	Tipo de investigación	57
3.6.	Nivel de investigación.....	57
3.7.	Métodos de investigación.....	58
3.7.1.	Método universal	58
3.8.	Diseño de investigación	59
3.9.	Población y Muestra.....	60
3.9.1.	Población	60
3.9.2.	Muestra	60
a)	Unidad de análisis	60
b)	Tamaño de muestra	60
c)	Selección de la muestra.....	61
3.10.	Técnicas e instrumentos de recolección	61
3.11.	Técnicas estadísticas de análisis de datos.....	61

3.11.1. Modelo de Data Panel.....	61
Capítulo V.....	69
Resultados.....	69
5.1. Descripción del trabajo de campo	69
5.2. Presentación de los resultados.....	70
5.3. Discusión de resultados.....	80
Conclusiones	83
Recomendaciones	84
Referencias.....	85

Índice de tablas

Tabla 1.	
<i>Índice de competitividad regional en infraestructura en la Macroregión Centro</i>	27
Tabla 2.	
<i>Operacionalización de variables</i>	555
Tabla 3.	
<i>Estadísticos descriptivos de las variables dependiente e independientes</i>	71
Tabla 4.	
<i>Matriz de correlación de las variables de crecimiento e infraestructura</i>	72
Tabla 5.	
<i>Resultados de la estimación del modelo general</i>	75
Tabla 6.	
<i>Resultados de prueba de Hausman</i>	76
Tabla 7.	
<i>Resultados de prueba de heterocedasticidad</i>	77
Tabla 8.	
<i>Resultado de las estimaciones de los modelos A-I y A-II</i>	79
Tabla 9.	
<i>Resultados del test de raíz unitaria de los residuos</i>	80
Tabla 10.	
<i>Matriz de consistencia</i>	92
Tabla 11.	
<i>Ficha de recolección de datos</i>	93
Tabla 12.	
<i>Resultados de la estimación del modelo general con efectos fijos</i>	101
Tabla 13.	
<i>Resultados de la estimación del modelo general con efectos aleatorios</i>	102
Tabla 14.	
<i>Resultados de prueba de heterocedasticidad</i>	103
Tabla 15.	
<i>Resultados de la regresión A-I</i>	104

Tabla 16.	
<i>Resultados de la regresión A-II</i>	105
Tabla 17.	
<i>Resultados de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada para los residuos de la regresión A-I</i>	106
Tabla 18.	
<i>Resultados de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada para los residuos de la regresión A-II</i>	107

Índice de gráficos

Figura 1.	
<i>Perú: Producto bruto interno y crecimiento económico, 1993-2022</i>	20
Figura 2.	
<i>Perú: Brecha según tipo de infraestructura en millones de US\$, 2016-2025</i>	22
Figura 3.	
<i>Macroregión Centro: Tasa de crecimiento de Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Junín y Pasco, 2008-2022</i>	24
Figura 4.	
<i>Relación entre la variable endógena y las variables exógenas.</i>	73
Figura 5.	
<i>Evolución del PBI per cápita de la Macroregión Centro, 2007-2022</i>	94
Figura 6.	
<i>Evolución de la densidad vial de la Macroregión Centro, 2007-2022</i>	96
Figura 7.	
<i>Evolución del indicador de telecomunicaciones de la Macroregión Centro, 2007-2022</i>	96
Figura 8.	
<i>Evolución del indicador de electricidad de la Macroregión Centro, 2007-2022</i>	97
Figura 9.	
<i>Evolución de la superficie agraria de la Macroregión Centro, 2007-2022</i>	98
Figura 10.	
<i>Evolución del indicador de la PEA de la Macroregión Centro, 2007-2022</i>	99

Índice de Apéndices

Apéndice A	921
Apéndice B.....	932
Apéndice C.....	954
Apéndice D	95
Apéndice E.....	96
Apéndice F.....	97
Apéndice G	98
Apéndice H	99
Apéndice I.....	1010
Apéndice J.....	1021
Apéndice K	1032
Apéndice L.....	1043
Apéndice M.....	1054
Apéndice N	1065
Apéndice O	1076

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo principal determinar el efecto de la infraestructura física en el crecimiento económico para la Macroregión Centro del Perú entre los años 2007 y 2022. Para ello se utiliza la metodología econométrica de data panel con efectos fijos para poder extraer, ordenar y estimar el modelo planteado, mediante información secundaria recopilada de las distintas instituciones públicas. Como variables explicativas del crecimiento económico se consideraron a la infraestructura eléctrica, telecomunicaciones, vial; además de las variables de control como la población económicamente activa y la superficie agraria. Para una mayor eficiencia, estas variables se separaron en dos grupos como solución de la multicolinealidad, los resultados revelan que todas las variables de infraestructura son significativas al explicar el crecimiento económico, con la excepción de electricidad, y tienen un efecto positivo en su mayoría. En primer lugar, el modelo A-I explica el 46.45% de la variación en la variable endógena (Crecimiento), donde se observa que por cada kilómetro de vía asfaltada adicional dentro de 100 km², se registra un aumento del 1% en el crecimiento económico anual de la Macroregión Centro; además, cada 100 hectáreas adicionales de superficie agrícola están asociadas con un incremento del 0.34% en el crecimiento, y cada 1000 personas adicionales consideradas dentro de la Población Económicamente Activa (PEA) se relacionan con un aumento del 0.17% en el crecimiento. Por otro lado, el modelo A-II muestra que por cada kilómetro de vía asfaltada adicional dentro de 100 km², se registra un aumento del 3.9% en el crecimiento económico de la región, asimismo, cada 100 hectáreas adicionales de

superficie agrícola se asocian con un incremento del 0.21% en el crecimiento, mientras que cada 10,000 líneas fijas y móviles adicionales en la región se relacionan con un aumento del 0.22% en el crecimiento económico. Estos resultados proporcionan valiosa información para la formulación de políticas dirigidas al desarrollo económico sostenible en la Macroregión Centro del Perú, así como la actualización de datos específicos para las regiones que corresponden al estudio, sirviendo de guía para posteriores investigaciones.

Palabras clave: infraestructura física, crecimiento económico, data panel.

Abstract

The main objective of this research is to determine the effect of physical infrastructure on economic growth for the Central Macroregion of Peru between the years 2007 and 2022. For this, the econometric methodology of data panel with fixed effects is used to extract, order and estimate the proposed model, using secondary information collected from different public institutions. As explanatory variables of economic growth, electrical, telecommunications, and road infrastructure will be considered; in addition to control variables such as the economically active population and agricultural area. For greater efficiency, these variables are separated into two groups as a solution to multicollinearity, the results reveal that all infrastructure variables are significant in explaining economic growth, with the exception of electricity, and have a mostly positive effect. Firstly, model A-I explains 46.45% of the variation in the endogenous variable (Growth), where it is observed that for each kilometer of additional paved road within 100 km², an increase of 1% in annual economic growth is recorded. of the Central Macroregion; Furthermore, every additional 100 hectares of agricultural land are associated with a 0.34% increase in growth, and every additional 1,000 people considered within the Economically Active Population (EAP) are associated with a 0.17% increase in growth. On the other hand, model A-II shows that for each additional kilometer of paved road within 100 km², there is a 3.9% increase in the economic growth of the region, likewise, each additional 100 hectares of agricultural land is associated with a 0.21% increase in growth, while every 10,000 additional fixed and mobile lines in the region are associated with a 0.22% increase

in economic growth. These results provide valuable information for the formulation of policies aimed at sustainable economic development in the Central Macroregion of Peru, as well as the updating of specific data for the regions that correspond to the study, serving as a guide for subsequent research.

Keywords: physical infrastructure, economic growth, data panel.

Introducción

A lo largo del tiempo las investigaciones se centraron en analizar la inversión pública en infraestructura y su efecto en el crecimiento económico; sin embargo, estos estudios se enfocan en medir la eficiencia y eficacia de cómo se gastan los fondos públicos a corto plazo. Por otro lado, en su minoría, se encuentran estudios de la infraestructura física tales como Canning & Pedroni (1999), Vásquez y Bendezú (2008), Urrunaga & Aparicio (2012), y Cerda (2012), Asher & Novosad (2018), estos evalúan directamente la efectividad de las inversiones a largo plazo y la repercusión en el crecimiento y desarrollo económico.

El estudio de la infraestructura física y su efecto en la economía ha sido una preocupación de diversas disciplinas durante mucho tiempo. Históricamente, la construcción de infraestructuras como sistemas de transportes, canales, entre otros, ha sido fundamental para facilitar el comercio y la movilidad de bienes y personas. No obstante, a partir del siglo XX, se ha observado un aumento en el interés académico focalizado en la conexión entre la infraestructura y la economía. En la actualidad, es de reconocimiento que para el desarrollo económico óptimo y sostenible de una sociedad, es fundamental contar con infraestructura apropiada.

Este estudio presenta cinco capítulos. En el primero planteamos la problemática que queremos resolver y la necesidad de estudio de este tema, estableciendo las interrogantes y objetivos de la investigación; así también, justificando nuestra decisión de elección del tema a estudiar.

El segundo capítulo es una reseña de los estudios previamente realizados que contengan información relevante que aporte a nuestro tema, además contiene los términos básicos que guiarán el mejor entendimiento de lo plasmado.

En el tercer capítulo identificamos la hipótesis general y las hipótesis específicas, que fueron consolidadas dentro de la operacionalización de variables de la investigación.

El cuarto capítulo detalla la metodología utilizada en la tesis, que se basó en datos de panel. Se describe el tipo, método, nivel, diseño, población y muestra, utilizando bases de datos recopiladas de fuentes gubernamentales confiables.

Finalmente, en el quinto capítulo, se explican los procedimientos seguidos para obtener los resultados, detallando los pasos y acciones llevadas a cabo en el proceso, se analizan estos últimos, para luego comparar con una serie de estudios previos en la discusión de resultados.

Capítulo I: Planteamiento del Estudio

1.1. Delimitación de la investigación

La delimitación de la investigación se presenta de la siguiente manera:

1.1.1. Territorial

Esta tesis se efectuará con datos de la Macroregión Centro, que incorpora los departamentos de Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Junín y Pasco.

1.1.2. Temporal

Esta tesis se extenderá desde el año 2007 hasta el 2022, ya que se dispone de datos de este intervalo temporal que posibilitan una estimación precisa y fidedigna.

1.1.3. Conceptual

La presente investigación toma al crecimiento económico como variable dependiente. De acuerdo con la información proporcionada por la Organización de las Naciones Unidas (ONU) en el año 2023, se destaca que el crecimiento económico tiene el potencial de impulsar el progreso, impulsar el pleno empleo y mejorar la calidad de vida. Asimismo, Rozas & Sánchez (2004) mencionan que el abastecimiento de infraestructura adecuada en un país conlleva a tasas de crecimiento que contribuyen en el desarrollo y especialización productiva, también genera integración del sistema económico y territorial, constituyendo un elemento articulador entre los mercados.

1.1.4. Planteamiento del problema

Hablar acerca de Perú y el crecimiento de su economía, hablar de la productividad de los agregados económicos a nivel nacional, en este caso el Producto Bruto Interno (PBI), puesto que sirve de indicador en las decisiones gubernamentales y como partida del desarrollo económico de un país. En cuanto al entorno nacional, antes de presentarse la COVID-19, Perú registró periodos importantes de crecimiento que le permitió disminuir brechas económicas e incrementar su espacio fiscal. En los últimos 27 años, desde 1993 hasta 2019, la economía del Perú ha mostrado un crecimiento anual promedio del 4.8%. Durante la última década en los años 2010 al 2019 se experimentó un crecimiento de 4.5% interanual; asimismo entre los años 2015 al 2019 se amplió a un promedio de 3.2% anual. (Instituto Nacional de Economía e Informática[INEI], 2022).

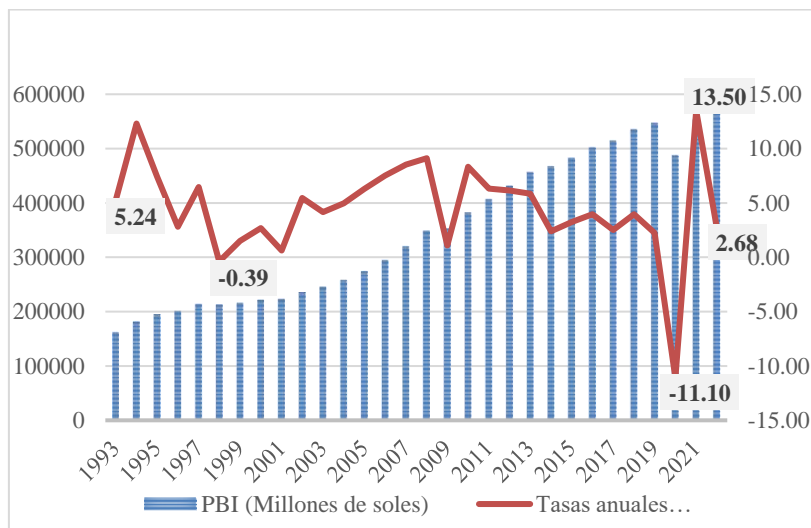


Figura 1. Perú: Producto bruto interno y crecimiento económico, 1993-2022

Nota. El gráfico muestra los flujos del PBI y las tasas de crecimiento a nivel nacional durante 30 años.

Tal como se muestra en la Figura 1, el crecimiento del PBI del país para el 2020, tuvo una caída importante de 11.1% que posteriormente fue

contrarrestada en gran parte por el sector pesca y en especial por el sector construcción, en su mayoría por el avance físico de infraestructura estatal, obteniendo así un crecimiento de 13.5% en 2021 y manteniendo una tasa de crecimiento positiva de 2.7% para el 2022. (Ministerio de Economía y Finanzas [MEF], 2023).

Por otro lado, la Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional [AFIN] (2015), considera que las necesidades verdaderas de infraestructura de un país están estrechamente relacionadas con la diferencia entre su infraestructura actual y la cantidad necesaria para satisfacer esas necesidades. Tal como nos muestra en la Figura 2, en el Perú se estima un total de US\$ 159 millones en la brecha correspondiente a infraestructura. Para cerrar esta brecha entre 2016 y 2025, sería necesario realizar una inversión anual promedio que equivalga al 8.27% del PBI, es decir, alrededor de US\$ 15 millones por año. En el corto plazo desde 2016 a 2020, la inversión necesaria para eliminar la brecha representa un 8.37% anual del PBI, en tanto que en el largo plazo de 2021 a 2025, se requeriría una inversión anual equivalente al 8.17% del PBI.

Agua y Saneamiento /1		12,252
1.	Acceso a Agua Potable	2,629
2.	Acceso a Saneamiento	9,623
Telecomunicaciones		27,036
3.	Suscriptores a telefonía móvil	6,884
4.	Suscriptores de banda ancha	20,151
Transporte		57,499
5.	Kilómetros de vía férrea	16,983
6.	Kilómetros de vía pavimentada	31,850
7.	Aeropuertos	2,378
8.	Puertos	6,287
Energía		30,775
9.	Electricidad	30,775
Salud		18,944
10.	Camas de hospital	18,944
Educación 2/		4,568
11.	Matrícula Inicial	1,621
12.	Matrícula primaria	274
13.	Matrícula secundaria	2,672
Hidráulica		8,476
14.	Tierra irrigada	8,476
TOTAL		159,549

Figura 2. Perú: Brecha según tipo de infraestructura en millones de US\$, 2016-2025

Nota. La figura indica las cifras de las brechas acumuladas entre los años 2016 a 2025, diferenciadas según su tipo. Tomado de AFIN (2015).

En cuanto a la Macroregión Centro, se puede observar en la figura 3 , que Ayacucho y Huancavelica muestran tasas de crecimiento positivas en la mayoría de los años, mientras que Pasco tiene fluctuaciones más pronunciadas y tasas negativas. Por otro lado en el año 2016, Huancavelica y Junín, muestran un aumento notable en sus tasas de crecimiento, mientras que en 2020, todas las regiones experimentan una disminución en sus tasas de crecimiento, esto se debe a los efectos de la pandemia por el COVID-19.

Respecto a la infraestructura física, según el Centro Nacional de Planeamiento Estratégico [CEPLAN] (2011), la presencia de una infraestructura física completa, que abarca desde transportes hasta servicios de electricidad y telecomunicaciones, es esencial para el avance de las naciones en desarrollo. La carencia de infraestructura apropiada genera efectos negativos en las empresas y la población peruana, ya que resultan en costos operativos más altos. En este escenario, el país enfrenta una falta de financiamiento público para abordar las brechas infraestructurales y, por ende, optimizar la competitividad a nivel nacional.



Figura 3. Macroregión Centro: Tasa de crecimiento de Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Junín y Pasco, 2008-2022

Nota. El gráfico muestra las variaciones de las tasas de crecimiento del PBI.

Para tener una noción del desarrollo de la infraestructura física, se tiene la tabla 1, en la cual se muestra los puestos de las regiones en estudio dentro del Índice de Competitividad Regional (INCORE) realizada por el Instituto Peruano de Economía (IPE).

La competitividad en el rubro de infraestructura para el INCORE se refiere a la capacidad de las regiones del país para desarrollar, mantener y

mejorar sus sistemas de infraestructura correctamente. Lo que necesita una infraestructura moderna, bien conectada y funcional que pueda impulsar el crecimiento económico, facilitar el comercio y la movilidad de personas y bienes, así como optimizar la calidad de vida de los ciudadanos.

Con este fin, se emplean tres grupos de indicadores. El primero, considera y evalúa el acceso a tres servicios fundamentales: electricidad, agua y desagüe. Así también se valora la disponibilidad del servicio de agua y el promedio del precio de la electricidad. El segundo grupo de indicadores se enfoca en la red vial y su estado, analizando la cantidad de vías pavimentadas o afirmadas de forma departamental y vecinal. Finalmente, se evalúa la el servicios de telecomunicaciones y su disposición, mediante el indicador de acceso a internet fijo y móvil, y telefonía.

Es así que, la tabla 1 muestra que todas las regiones en estudio se encuentran dentro de los últimos puestos de este ranking en los últimos años, esto debido a las deficiencias ligadas a infraestructura que hacen que estas regiones no cumplan con los estándares de competitividad en la evaluación, evidenciando la carencia y en consecuencia su limitado crecimiento y desarrollo.

Tabla 1.*Índice de competitividad regional en infraestructura en la Macroregión**Centro .*

RANKING	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Ayacucho	16	18	17	19	19	16	16	17	14	13	15	16	18
Huancavelica	24	24	23	22	21	23	22	25	24	25	25	25	24
Huánuco	19	19	18	18	16	17	18	19	18	22	21	22	23
Junín	15	15	15	15	14	13	13	13	12	12	13	14	17
Pasco	25	21	24	24	23	21	19	20	19	20	22	21	16

Nota. La tabla muestra los puestos en los que se encuentran las regiones de Ayacucho, Huancavelica, Huánuco, Junín y Pasco en el INCORE.

La importancia de estudiar estas regiones, parte de su ubicación geográfica, y que albergan una variedad de sectores económicos, tal como la agricultura y la minería hasta la manufactura y los servicios; así también, de la mano del Plan de Descentralización propuesto en el año 2001 por el Gobierno Peruano, con el fin de promover un desarrollo más equitativo y participativo en todo el país.

Resaltando lo mencionado por el CEPLAN (2011), que reconoce la importancia de las macroregiones como unidades de planificación y desarrollo para incentivar un crecimiento económico más equitativo y sostenible en todo el país, aborda aspectos relacionados con la descentralización y el desarrollo regional; y establece la necesidad de fomentar la integración económica y social entre las diferentes regiones del país; también propone acciones para fortalecer la infraestructura de transporte y telecomunicaciones, así como para incentivar

el intercambio comercial entre las regiones y la cooperación entre ellas, reconociendo la importancia estratégica de la infraestructura física.

A menudo, las investigaciones utilizan la inversión, tanto pública como privada en términos monetarios para analizar el crecimiento económico, ya que se considera que al ser un componente significativo del gasto agregado se desarrolla de manera directa con el desarrollo a largo plazo y la acumulación de capital. Las investigaciones que analizan la inversión en términos monetarios buscan comprender cómo la acumulación de capital afecta la capacidad productiva y el crecimiento económico sostenido.

Sin embargo, Timilsina et al. (2020) resaltan la importancia de aquellos estudios que toman en cuenta a la infraestructura y sus unidades físicas como la longitud de las carreteras y vías férreas, la capacidad de las plantas de generación eléctrica, la longitud de las telecomunicaciones y las líneas de transmisión de electricidad; lo que consideran un desafío. Los autores mencionan que la importancia de estudiar únicamente el stock de capital como indicador de infraestructura, es que aquellas investigaciones que tomaron en cuenta la inversión entran en muchas contradicciones; por otro lado, en cuanto a la infraestructura física y crecimiento económico, mencionan que los efectos son más notorios en aquellos países en desarrollo como el nuestro, ya que hacer investigaciones con variables en términos monetarios únicamente podrían producir sesgos puesto que no se cuenta con el control eficiente de estas variables.

Considerando que, entender cómo la infraestructura impacta en el crecimiento económico permite la optimización de recursos, entonces

identificar las áreas más estratégicas para la inversión en infraestructura con recursos públicos y privados asegura un uso eficiente de los mismos.

Por lo tanto, la infraestructura como carreteras, electricidad y telecomunicaciones, puede aumentar la conectividad y accesibilidad entre ciudades y comunidades. Esto facilita el flujo de bienes y servicios, promoviendo un entorno más dinámico y contribuyendo al crecimiento económico.

Teniendo en cuenta lo mencionado y observando las deficiencias ligadas a infraestructura, que hacen que, estas regiones no cumplan con los estándares de competitividad en la evaluación; evidencia la carencia y en consecuencia su limitado crecimiento y desarrollo; planteamos realizar una investigación que examina la relación entre la infraestructura física y el crecimiento económico en la Macroregión Centro del Perú, ya que puede proporcionar conocimientos esenciales para diseñar políticas y tomar decisiones que fomenten el desarrollo regional de manera sostenible y equitativa, además de ampliar las fuentes documentales para la pertinente toma de decisiones.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

- ¿Cuál es el efecto de la infraestructura pública sobre el crecimiento económico en la Macroregión Centro del Perú en el periodo 2007-2022?

1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es el efecto de la infraestructura pública vial en el crecimiento económico?

- ¿Cuál es el efecto de la infraestructura pública de electricidad en el crecimiento económico?
- ¿Cuál es el efecto de la infraestructura pública de telecomunicaciones en el crecimiento económico?

1.3. Objetivos de la investigación

1.3.1. Objetivo general

- Determinar el efecto de la infraestructura pública sobre el crecimiento económico en la Macroregión Centro del Perú, 2007-2022.

1.3.2. Objetivos específicos

- Determinar el efecto de la infraestructura pública vial en el crecimiento económico.
- Determinar el efecto de la infraestructura pública de electricidad en el crecimiento económico.
- Determinar el efecto de la infraestructura pública de telecomunicaciones en el crecimiento económico.

1.4. Justificación de la investigación

1.4.1. Justificación teórica

La presente tesis es justificada en la carencia de estudios realizados en la Macroregión Centro del Perú respecto al efecto de la infraestructura pública en el crecimiento económico, aportando así con el proyecto de descentralización del Perú para futuras investigaciones y gestiones de política pública.

1.4.2. Justificación práctica

La tesis en desarrollo busca analizar el efecto de la infraestructura pública en las regiones de Pasco, Ayacucho, Junín, Huancavelica y Huánuco; ya que geográficamente son regiones cercanas pertenecientes al centro del Perú, además que según el IPE (2022), en cuanto al desarrollo de infraestructura en estas regiones, todas están por debajo del promedio, lo que claramente muestra un déficit, ampliando brechas económicas. Además que por ser cercanas, la eficiente implementación de infraestructura en estas regiones permitiría la generación de redes de integración del sistema económico y territorial, en consecuencia se produciría un efecto derrame entre ellas.

1.4.3. Justificación metodológica

La presente tesis toma al método científico como base general para realizar los procedimientos de forma sistemática y rigurosa.

Asimismo, utilizamos la econometría como herramienta para analizar los datos económicos, ayudar en el proceso de toma de decisiones y fundamentar elecciones en evidencia cuantitativa y modelos empíricos. Según Haavelmo (1944), la econometría ayuda a establecer una conexión sólida entre la teoría económica y los datos empíricos; también, permite evaluar teorías económicas mediante la verificación de sus predicciones con datos reales. Por ende, el uso de la econometría le dará mayor fiabilidad y exactitud a esta investigación.

1.4.4. Justificación económica

Esta tesis busca la actualización de datos correspondientes a tres variables de infraestructura pública y su efecto en el crecimiento económico, para que así se puedan crear políticas económicas acorde al espacio- tiempo, coherentes y que beneficien a las regiones en materia de estudio y en consecuencia al país.

Capítulo II: Marco Teórico

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Artículos científicos

Uno de los pioneros en investigar la infraestructura y su efecto en el crecimiento económico fue Aschauer (1989), quien en su investigación, exploró los efectos en la productividad general del gasto en infraestructura pública para la economía de Estados Unidos mediante el método panel data. El argumento principal del artículo es que las inversiones en infraestructura pública, como carreteras, puentes y otras formas de capital, pueden tener un efecto positivo en la producción económica, obteniendo 0.39 de elasticidad entre el gasto público no militar y el crecimiento económico. Aschauer afirmaba que una infraestructura bien mantenida y expandida podría mejorar la productividad del capital privado y del trabajo, lo que conlleva al incremento del crecimiento económico.

Asimismo, Canning & Pedroni (1999) investigan las repercusiones a largo plazo de la oferta de infraestructura en el ingreso per cápita mediante un análisis de panel que abarca el período de 1950 a 1992 en varios países. Diseñan pruebas simples para evaluar la existencia y dirección del impacto a largo plazo de la infraestructura en el ingreso, teniendo en cuenta la no estacionariedad y la cointegración en las series temporales, así como la variabilidad en las respuestas a corto y largo plazo entre los países. Los resultados señalan que hay un valor positivo para el efecto de los teléfonos a largo plazo en el 54% de los países y de carreteras a largo plazo en un 52%; así también existe estimaciones positivas

para electricidad en el 60% de los países, sin embargo se encuentran estimaciones negativas en cuanto a esta variable debido a la insuficiencia de dotaciones de esta infraestructura.

De igual manera, Calderón & Servén (2004) estudian el impacto en el crecimiento económico de la infraestructura y su desarrollo, toman muestra a más de 100 países dentro de los años 1960-2000. Los autores utilizan el método de datos panel para la extracción de datos y el método generalizado de momentos (MGM) para estimar el modelo y se basan en variables instrumentales que reportan los resultados usando datos desagregados y sintéticos; así como, mediciones de cantidad y calidad de infraestructura. Ellos encuentran que la correlación entre el crecimiento y el componente principal de los stocks de infraestructura es de 0.18, para las líneas telefónicas principales es 0.15, capacidad de generación eléctrica es 0.13 y para la longitud de carretera 0,21. Por otro lado, el crecimiento económico también se relaciona positivamente con índice global de calidad de la infraestructura (0,21). También los autores encontraron a nivel latinoamericano, que si los niveles de infraestructura en el Perú (ubicada en el percentil 25 de la región) ascendería a niveles de Chile (percentil 75 de la región) o Costa Rica (líder de la región) durante el periodo 1996-2000, la tasa de crecimiento del Perú aumentaría en 1,7 o 3,1 puntos porcentuales, respectivamente.

En resumen, los dos hallazgos sólidos son: (1) el stock de activos impulsa el crecimiento económico, y (2) una mayor cantidad y calidad de la infraestructura reduce la desigualdad. La combinación de ambos resultados sugiere que la infraestructura y su desarrollo pueden ser muy eficaces para

luchar contra la pobreza. Además, sugiere que para latinoamérica, estos impactos son económicamente bastante significativos y resaltan la aceleración del crecimiento y la reducción de la desigualdad que resultarían de una mayor disponibilidad y calidad de la infraestructura.

Por otro lado, Asher & Novosad (2018) centran sus estudios en un país, teniendo como objetivo medir los efectos del programa nacional de construcción de caminos rurales de la India. Para esto utilizan el diseño de regresión discontinua difusa, la cual se basa en una regla de implementación que dirige las carreteras a pueblos con umbrales de población (por ejemplo, 500 y 1,000 habitantes), los pueblos justo por encima de estos umbrales tenían más probabilidades de recibir carreteras, lo que permite a los investigadores estimar el impacto causal de las carreteras rurales en diversos resultados. El principal efecto de los nuevos caminos es permitir que los trabajadores obtengan trabajos no agrícolas, sin embargo, no hay cambios importantes en el consumo, los activos o los resultados agrícolas. Al tener en cuenta que el consumo medio per cápita es de aproximadamente 267 dólares por habitante al año y el pueblo medio tiene 696 habitantes, los autores estiman un aumento en el consumo de 2.3%, lo que se traduce en 6.14 dolares de consumo adicional anual por persona, o solo 4274 dólares por año para el pueblo en su conjunto, incluso utilizan el límite superior del intervalo de confianza sobre el consumo, encuentran pequeños efectos en relación con el costo de las carreteras; este numero se vuelve aún menor si se considera que las carreteras requieren un costoso mantenimiento continuo; así también, el empleo no agrícola en la aldea aumenta sólo ligeramente, lo que sugiere que el nuevo trabajo se encuentra fuera de la

aldea. Incluso con mejores conexiones con el mercado, es posible que las zonas remotas sigan careciendo de oportunidades económicas.

En cuanto a Perú, Vásquez y Bendezú (2008) explican los efectos multidimensionales de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico a nivel nacional, regional y zonal. Los autores utilizan los métodos econométricos: data panel y series de tiempo. El objetivo dentro de uno de los apartados de su análisis es señalar los efectos de la infraestructura en el crecimiento económico regional peruano (considera 23 regiones , ya que une Ucayali con Loreto) durante los años 1970-2003, para lo cual utiliza el método econométrico data panel dinámico y MGM. Este capítulo no solo toma en cuenta la infraestructura de transporte vial, sino también la infraestructura de electricidad y telecomunicaciones como indicadores, además de tres variables de control: superficie agrícola medida en hectáreas, población económicamente activa (PEA) con estudios secundarios o superiores y stock de capital.

Es así como los autores resuelven que, las tres variables tienen un efecto significativo en el crecimiento, siendo las carreteras las menos significativas, pero con grado de confianza elevado (93%), esto se debería a que la red vial no alcanza su potencialidad a nivel nacional, existe una desigualdad de distribución, así como de calidad y cantidad. Por otro lado, la infraestructura eléctrica resulta ser más significativa que la infraestructura de telecomunicaciones. Asimismo, se menciona que infraestructura vial y producción se relación a largo plazo, obteniendo una elasticidad de 0.218, lo que sugiere que un aumento del 1% en la infraestructura vial es asociada, en promedio, con un aumento del 0.218% en la producción económica a largo

plazo. Finalmente, en esta investigación se concluye que lo óptimo sería invertir más en redes viales que comuniquen la capital con las regiones, así como entre regiones, para potenciar la actividad económica.

También, Urrunaga & Aparicio (2012) analizan la relación entre crecimiento e infraestructura para Perú. Ellos toman en cuenta los datos por escalas de las 24 regiones, en los años 1980-2009, los cuales fueron organizados mediante el método panel. Como indicadores de infraestructura marcan la relevancia de las carreteras, telecomunicaciones y electricidad. Por otro lado, toman como variables de control a la PEA ajustada por el capital humano y el acervo del capital distinto de la infraestructura. Al realizar los cálculos econométricos mediante panel estático (estimador de mínimos cuadrados generalizados) se encuentra una elasticidad de 0,09 entre el crecimiento del PBI per cápita y el indicador de electricidad; 0,12 entre crecimiento del PBI per cápita y el indicador de telecomunicaciones; y 0,05 entre crecimiento del PBI per cápita y el indicador de transportes. En este documento los autores concluyen que es importante conocer la data de infraestructura pública para la explicación de las brechas en el PBI per cápita regional; también, concluyen en es necesario la mejora de infraestructura en calidad y cantidad, así como darle un mantenimiento adecuado.

Finalmente, Machado & Toma (2017) buscan aportar de forma teórica para el estudio y toma de decisiones del gobierno peruano, en relación a la inversión pública en infraestructura de transportes y comunicaciones, así como su influencia en el crecimiento económico del país. Esta investigación consideró el método panel para la recolección de data perteneciente a las 24 regiones en

el periodo 2004-2014; tomando en cuenta las metodologías de panel con efectos fijos, directos y no directos. En el primer escenario analizado, se observa una relación positiva entre la inversión en infraestructura y tanto el Producto Interno Bruto (PBI) como el PBI per cápita. Teniendo como resultados en la estimación, que un aumento de 1% en la inversión en transportes se convertirá en un incremento de 0,0174%; y el aumento en 1% en comunicaciones hará que el PBI regional se incremente en 0,00341%. Para los siguientes casos, se concluye que el transporte afecta directamente al PBI; por otro lado, comunicaciones influye en el PBI indirectamente.

2.1.2. Tesis internacionales

Rodríguez (2002) destaca la importancia de la infraestructura en el desarrollo económico utilizando la teoría del potencial del desarrollo y mínimos cuadrados ordinarios. El autor sostiene que aquellas regiones que cuentan con mayor equipamiento generan una ventaja competitiva en relación a otras que carecen de esto, lo que se puede identificar mediante los índices de acervo de infraestructura. Es así que, realiza una validación empírica para los municipios de Sonora en los años 1993 y 1998; revelando que para el primer año hubo una contribución negativa de la infraestructura y en el último año positiva, obteniendo una elasticidad de -0,01 y 0,01 respectivamente; esto debido a que se contó con mayor índice de infraestructura, el mismo que fue un elemento autorreforzante de las disparidades, generando estos resultados.

Por su parte Barajas & Gutiérrez (2012) analizan la relevancia de la infraestructura en el crecimiento económico en la frontera norte de México, los municipios de Piedras Negras, Nogales y Torreón, en el periodo comprendido

entre 1993 a 2005, para el cuál utiliza el método panel con efectos fijos. La evidencia indica que el desarrollo de infraestructura productiva tiene un efecto positivo en el crecimiento económico de los municipios situados en la frontera norte. Según un modelo logarítmico, este impacto se evidencia de la siguiente manera, se incrementa 0.3875% en el crecimiento económico por cada aumento del 1% en la infraestructura. Por otro lado, en un modelo lineal, cada unidad adicional en la infraestructura se asocia con un incremento de 1.0813 unidades en el crecimiento económico. Además, se toman en cuenta los efectos fijos en los interceptos, lo que sugiere que hay aspectos específicos de cada municipio que pueden influir en su crecimiento económico de manera única.

Dentro de sus principales conclusiones se encuentran, la afirmación de la relevancia de la infraestructura en energía, transporte y telecomunicaciones, en las ciudades que se encuentran en la frontera; por otro lado, la infraestructura de transporte no resulta ser un factor determinante, esto debido a que al tratarse de ciudades fronterizas, no existe la relevancia de la creación de redes viales tal como en las ciudades.

Asimismo, Cerda (2012) analiza la inversión pública, infraestructuras y crecimiento económico para el caso chileno en el periodo 1853-2010 con el método panel data, dentro de sus análisis destaca el que hizo para medir el impacto de las infraestructuras físicas en el crecimiento económico provincial y regional chileno. El autor explica la necesidad de este estudio debido a las carencias de información de las variables monetarias que usualmente se utilizan en investigaciones de este tipo, además que utilizar medidas físicas resulta en aproximaciones más exactas. Para su evaluación utiliza como indicadores al

total de infraestructura ferroviaria y red vial pavimentada, para los años 1917 al 2009. Como resultado obtiene que ambas infraestructuras antes de llegar a su nivel óptimo generan un impacto favorable en el PBI per cápita, teniendo una elasticidad de 2,6% de las infraestructuras totales frente al crecimiento económico y de 3,4% para inversiones en maquinaria y equipos; sin embargo, al pasar de este nivel estarían generando un impacto negativo ya que se produciría una reducción de otras infraestructuras necesarias. Añade también que la infraestructura ferroviaria genera un impacto positivo a corto plazo, lo que demostraría que hay una sobre-inversión en este tipo de infraestructura; por otro lado, la infraestructura vial tiene un efecto positivo a largo plazo.

2.1.3. Tesis nacionales

A continuación, se exponen las investigaciones pertinentes a esta tesis que se han llevado a cabo en Perú.

A nivel regional, Panduro (2002) realiza un estudio entre la inversión pública, la inversión privada, el stock de capital y el crecimiento económico en la región de Huánuco durante un período de 13 años, desde 2007 hasta 2019. El autor emplea el método lineal con la función Cobb-Douglas para sus estimaciones, y encuentra elasticidades del valor agregado bruto respecto a la inversión pública de 0.18, a la inversión privada de 0.07 y al stock de capital de 0.81. Con una significancia de 0.05, concluye que estas tres variables tienen un impacto positivo en el crecimiento económico regional.

A nivel nacional, Ruiz (2021) examina los impactos en el crecimiento económico a nivel de las 24 regiones del Perú para un periodo comprendido entre 2010 a 2018 por parte de la infraestructura de vías, para lo cual utiliza

como indicadores de la variable independiente a la extensión de la red vial nacional, departamental, local y pavimentada; además del PBI per cápita como indicador de la variable dependiente. El autor también hace uso del Modelo Panel Data de Vector de Corrección de Errores y Panel Dinámico para la obtención de resultados finales. El autor concluye en que el aumento de las redes viales tiene un impacto positivo tanto en el crecimiento regional como en el nacional. Se destaca que ante un aumento de 1 punto porcentual en la proporción de infraestructura vial pavimentada, el Producto Interno Bruto (PBI) per cápita experimenta un incremento del 0,11% en el corto plazo y del 0,17% en el largo plazo.

También, Vicente (2023) evalúa como afecta en el crecimiento económico de las regiones peruanas en los años 2010-2021, el desarrollo de infraestructura vial. Tiene como indicador de la variable dependiente al PBI per cápita; y como indicadores de la variable independiente a la proporción de red vial pavimentada a nivel regional, así como gasto público y privado. Utiliza también el modelo del Vector De Corrección de Errores y posteriormente el Panel Dinámico. Obteniendo como resultados, que los tres indicadores inciden de manera positiva en el crecimiento económico regional a corto y largo plazo. Asimismo, la infraestructura vial total, tiene una significancia en el crecimiento económico de las regiones, obteniendo que un incremento del 1% en la cantidad total de carreteras pavimentadas está asociado con un aumento del 0.03% en el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita a corto plazo, y un aumento del 0.07% a largo plazo.

2.2. Bases Teóricas

Como antecedente, Solow (1956) fue uno de los pioneros en proponer que hay un equilibrio estable entre el crecimiento del ingreso per cápita y el crecimiento de la fuerza laboral. En otras palabras, incluso si estos no están equilibrados, el propio comportamiento del ingreso, el capital y la fuerza laboral conllevarán, a la economía de nuevo al equilibrio. El autor también propone la teoría de la convergencia, que consiste en que las economías menos desarrolladas crecen de forma más acelerada que las más desarrolladas, así eventualmente se acercarán a sus niveles de ingreso. En resumen, el modelo de Solow proporciona una base conceptual para entender de que manera la acumulación de capital y el avance tecnológico influyen en el crecimiento económico a largo plazo. Su simplicidad permite ilustrar relaciones fundamentales en la dinámica económica.

Asimismo, Aschauer (1989) argumenta que la inversión pública en infraestructura, como carreteras, puentes y educación, puede tener efectos positivos en la productividad y en consecuencia en el crecimiento económico. A su vez genera externalidades positivas, lo que significa que los beneficios no se limitan a quienes realizan la inversión, sino que se extienden a toda la economía. También sostiene que las ventajas de la inversión en infraestructura no son inmediatos y pueden tardar varios años en materializarse. Por ende es necesario tener en cuenta los efectos a largo plazo para evaluar adecuadamente el impacto en el crecimiento económico. Es así que, el modelo sugiere que la infraestructura como capital público, contribuye a la productividad total de los

factores (PTF), y un aumento en la PTF puede impulsar el crecimiento económico.

Finalmente, Barro (1990) diseñó su “Modelo de Crecimiento Endógeno”, para entender cómo las elecciones de inversión en educación, así como en bienes de capital (infraestructuras, maquinaria, equipo y cualquier otro activo físico) afectan el crecimiento económico a largo plazo. En su modelo introduce la noción de capital físico y capital humano, como factores complementarios en la producción de bienes y servicios, originando un papel directo e importante en la generación del producto bruto interno (PBI). Esto se

muestra en la siguiente función:

$$Y = A \cdot k^\alpha h^{1-\alpha}$$

(1)

Donde:

- Y es la producción.
- A es la tecnología.
- K es el capital físico.
- h es el capital humano.
- α es la participación del capital en la producción.

También nos menciona que las personas invierten en educación con el fin de aumentar su capital humano y sus bienes de capital para aumentar la producción. La inversión: capital humano (I_h) y capital físico (I_k) son fundamentales para el crecimiento.

El modelo contempla cómo el capital humano y el capital físico cambian con el tiempo, a esto se le denomina acumulación de capital .

La tasa de cambio en el capital humano (\dot{h}) se relaciona con la inversión en capital humano (I_h) y la depreciación ($\delta_h h$):

$$\dot{h} = I_h - \delta_h h$$

(2)

De forma similar, la tasa de cambio en el capital físico (\dot{k}) se relaciona con la inversión en capital físico (I_k) y la depreciación ($\delta_k k$):

$$\dot{k} = I_k - \delta_k k$$

(3)

En el modelo se logra el equilibrio cuando la tasa de cambio en el capital humano y en el capital físico es igual a cero ($\dot{h} = \dot{k} = 0$) lo que implica que la inversión iguala la depreciación en ambos tipos de capital.

En conclusión, Barro destaca la importancia para el crecimiento económico del capital humano. Invertir en educación y desarrollo de habilidades es fundamental para incrementar la productividad y promover un crecimiento sostenible. Tanto el capital humano como el físico son elementos esenciales, y su interacción, caracterizada por su complementariedad, contribuye al crecimiento económico sostenible.

En resumen, el modelo de Barro explora cómo las decisiones de inversión en educación y bienes de capital influyen en la producción y el crecimiento económico a lo largo del tiempo. Resalta la trascendencia de la

acumulación de capital, tanto humano como físico, para lograr un desarrollo económico sostenible.

2.2.1. Modelo de crecimiento e infraestructura de Canning y Pedroni

La presente investigación esta basada en el modelo de Canning & Pedroni (1999), los autores elaboran un modelo de crecimiento tomando en cuenta la existencia de infraestructura. Ellos utilizan el modelo de Barro (1990) y lo derivan a una relación entre ingreso per cápita e infraestructura per cápita.

Para este modelo, los autores asumen que la inversión en infraestructura se financia con ahorros.

También, abarca dos casos especiales dependiendo del supuesto que se haga sobre el rendimiento del capital agregado.

Primero, en un modelo neoclásico, con rendimientos decrecientes, el capital agregado, los shocks de infraestructura y los shocks de capital en general, no tienen efecto en el largo plazo sobre el PBI per cápita. En cambio, en el modelo de crecimiento endógeno con rendimientos constantes del capital agregado por debajo del nivel de infraestructura eficiente, los shocks positivos sobre los shocks de infraestructura aumentan el crecimiento a largo plazo. Asimismo, mencionan que si la inversión en infraestructura supera el nivel eficiente, se observa una consecuencia negativa: se reduce la inversión en tipos de capital diferentes, lo que conduce a una disminución del ingreso per cápita a largo plazo. En contraste, cuando la inversión en infraestructura está en el nivel óptimo para maximizar el crecimiento, la relación entre infraestructura y

producción experimenta un punto de inflexión. En este punto, es probable que el impacto de un shock en la infraestructura sea cercano a cero.

Para el desarrollo de este modelo, los autores consideran una economía en la que se utiliza la infraestructura en la producción del producto final y se financia desviando inversiones de otros usos, ya sea por impuestos sobre el ahorro privado o por una decisión del sector privado sobre la composición de la inversión.

La influencia de la infraestructura innovadora en los ingresos está estrechamente ligada a si los datos son generados por un modelo de crecimiento neoclásico, donde el progreso tecnológico impulsa el crecimiento a largo plazo, o por un modelo de crecimiento endógeno, donde los cambios en la acumulación de capital pueden tener un impacto sostenido. En un modelo de crecimiento exógeno, los cambios en la infraestructura solo pueden tener efectos temporales, pero en un modelo de crecimiento endógeno, pueden resultar en shocks permanentes en el ingreso per cápita.

Para aclarar estas relaciones, Canning y Pedroni consideran el siguiente modelo estilizado adaptado a Barro (1990).

Este modelo comienza presentando la forma básica que se aplica a un solo país representativo, para luego discutir la implementación del modelo en el contexto de un panel de países, el cual adaptamos al conjunto de regiones estudiadas en la presente investigación. Por lo tanto, los autores que para cualquier país con producción agregada (Y), en el momento t , se utiliza el capital de infraestructura pública (G), otro capital (K), y trabajo (L), tal como:

$$Y_t = A_{t+1} K_t^\alpha G_t^\beta L_t^{1-\alpha-\beta}$$

(4)

Donde A_t es la productividad total de los factores en el momento t . Para simplificar los autores asumen que los tipos de capital están en su totalidad depreciados en cada periodo y que hay constancia en la tasa de ahorros. También que, la infraestructura pública del próximo periodo es una proporción del ahorro total, de modo que:

$$G_{t+1} = \tau_t s Y_t$$

(5)

De igual manera, la inversión en capital no relacionado con infraestructura pública está determinada por:

$$K_{t+1} = (1 - \tau_t) s Y_t$$

(6)

Para este modelo es irrelevante pensar en cuanto se invirtió en capital de infraestructura por el sector público y si fue financiado con impuestos; o si es que el sector privado asigna inversiones entre diferentes sectores.

Por otra parte, se supone que si la distribución de la inversión la realiza el sector privado, el cual opera en mercados competitivos, se asume que se ajustará al nivel óptimo. Sin embargo, la existencia de monopolios o externalidades en el suministro de servicios de infraestructura sugiere que, asignar parte de la inversión a este sector podría no ser eficiente.

Es entonces que al reemplazar las ecuaciones (5) y (6) las cuales explican el capital acumulado, en la función (4) de producción, se produce una ecuación en diferencias para la evolución del producto per cápita.

$$(Y/L)_{t+1} = A_{t+1} s^{\alpha+\beta} (1 - \tau_t)^\alpha \tau_t^\beta (Y/L)_t^{\alpha+\beta} (L_t/L_{t+1})^{\alpha+\beta}$$

(7)

Continuando con el modelo, los autores describen el desarrollo del progreso técnico (A_t), la parte de la inversión asignada a la infraestructura pública (τ_t), y el tamaño de la fuerza laboral (L_t), asumiendo que cada uno de estos esta especificado mediante un procesamiento aleatorio externamente impulsado o exógeno, se realiza el modelamiento del logaritmo del factor total de productividad de la siguiente manera:

$$a_t = a_0 + \sigma t + \epsilon_t$$

(8)

Aquí, $\epsilon_t = \delta \epsilon_{t-1} + w_t$ para $0 \leq \delta \leq 1$ y w_t es una variable estacionaria estocástica con $E[w_t] = 0$. Por lo tanto, hay dependencia de (a_0) la cuál es una constante, también de una tasa de crecimiento tendencial (σ), más un término aleatorio donde $\delta < 1$ si es estacionario y no estacionario si $\delta = 1$, esto por parte del logaritmo de la PTF.

También, plantean que la parte de inversión asignada a infraestructura pública es: $\tau_t = \bar{\tau} + \mu_t$, siendo μ una serie estacionaria de media cero. Finalmente, los autores asumen que la tasa de crecimiento de la población se da de la siguiente manera, $\log(L_{t+1}/L_t) = \bar{n} + n_{t+1}$, donde n_t es una serie estacionaria de media cero. Además, suponen que dentro del total de la

población se podría reconocer la fuerza laboral. Alternativamente, debilitan lo mencionado suponiendo que para la fuerza laboral, la tasa de participación correspondiente es estacionaria. Bajo estos supuestos, se escribe la ecuación en diferencias en términos de logaritmo del ingreso per cápita Y , como:

$$y_{t+1} = c + (\alpha + \beta)y_t + v_{t+1}$$

(9)

Donde:

$$c = a_0 + \sigma t + (\alpha + \beta)(\log s - \bar{n})$$

(9.1)

$$v_{t+1} = \epsilon_{t+1} + \alpha \log(1 - \bar{\tau} - \mu_t) + \beta \log(\bar{\tau} + \mu_t) - (\alpha + \beta)n_{t+1}$$

(9.2)

Luego, tienen en cuenta que la totalidad de términos estocásticos son estacionarios para la ecuación (9), con excepción del factor total de productividad (ϵ_{t+1}). Según la ecuación (9), se incluye una raíz unitaria siempre que $\delta = 1$ y $\alpha + \beta < 1$, o $\delta < 1$ y $\alpha + \beta = 1$, esto para el proceso y_t . Los autores mencionan que se necesita el funcionamiento de un mecanismo de los dos anteriormente planteados para describir la constancia de la conducta de la raíz unitaria en el ingreso per cápita que se presentan en los datos.

De igual manera, plantean que el desarrollo de formación de infraestructura pública se puede expresar en forma logarítmica per cápita tal como:

$$g_{t+1} = \bar{\tau} + \log s + y_t + \mu_t - n_{t+1}$$

(10)

Se reescribe :

$$g_{t+1} - \bar{\tau} - \log s - y_{t+1} = \Delta y_{t+1} + \mu_t - n_{t+1}$$

(11)

Entonces, si y_t posee una raíz unitaria, los términos de error son estacionarios al igual que Δy_t . Sin embargo, para los autores, en la versión del crecimiento exógeno, la fuerza impulsora detrás del crecimiento es el progreso técnico, y los niveles de infraestructura pública a largo plazo simplemente siguen los niveles de ingreso. En el modelo de crecimiento endógeno, por otra parte, surge la viabilidad de que los shocks a la inversión en infraestructura pública provoquen efectos que permanezcan en el nivel de ingreso.

Además, mencionan que el signo podría ser (+) o (-), siempre en cuando $\bar{\tau}$ se ha fijado de tal forma que maximiza el crecimiento esperado, ya sea por encima o por debajo de la tasa impositiva. Ellos también tienen en cuenta que el crecimiento deseado se puede maximizar si la inversión en promedio de la infraestructura pública es fijada en el nivel τ^* que maximiza el valor esperado de $\alpha \log(1 - \bar{\tau} + \mu_t) + \beta \log(\bar{\tau} + \mu_t)$. En general, afirman que esto se dará dependiendo de cómo se distribuyan los shocks; empero, sin shocks establecen que $\tau^* = \beta / (\alpha + \beta)$ puede maximizar la tasa de crecimiento, como en Barro (1990).

Es así que para el modelo que se especifica por las ecuaciones (4) a (11), se resume cada uno de los resultados en:

- i) Si $\delta = 1$ y $\alpha + \beta < 1$, o $\alpha + \beta = 1$, entonces:

Las series log per cápita de producción (y_t), y log per cápita de infraestructura pública (g_t), serán no estacionarias. Los efectos favorables a largo plazo sobre el logaritmo de la producción per cápita (y_t), se dan por shocks a la productividad.

ii) Si $\delta = 1$ y $\alpha + \beta < 1$, entonces:

No se dan efectos a largo plazo sobre (y) por parte de μ_t (shocks a infraestructura per cápita)

iii) Si $\delta = 1$ y $\alpha + \beta = 1$, entonces:

Existe efectos de largo plazo diferente de cero en y_t por parte de μ_t , de la siguiente manera, para shocks pequeños, el signo de este efecto será (+) si $\bar{\tau} < \tau^*$ y (-) si $\bar{\tau} > \tau^*$.

Por ende, en la versión neoclásica del modelo, los shocks a la infraestructura pública no tienen efectos de largo plazo. En la versión de crecimiento endógeno del modelo, un shock positivo a la infraestructura pública aumenta el ingreso per cápita cuando $\bar{\tau} < \tau^*$ y disminuye el ingreso per cápita cuando $\bar{\tau} > \tau^*$.

Siendo este último modelo mencionado, el cual es utilizado para el avance del presente trabajo de investigación, ya que permite capturar las interacciones dinámicas entre la infraestructura pública y otros determinantes del crecimiento económico, como la acumulación de capital y la productividad.

2.3. Definición de términos básicos

a. Producto Bruto Interno - PBI

El Banco Central de Reserva del Perú [BCRP] (2023), define al PIB como la cantidad monetaria de la totalidad de bienes y servicios finales producidos por un país durante un tiempo específico, comúnmente trimestral o anual. Este valor engloba la totalidad de la producción del país. Se registra solamente el valor de los bienes y servicios finales o el valor agregado, ya que si se incluyen los bienes y servicios intermedios resultaría en la contabilización duplicada de un mismo producto.

b. Crecimiento económico

El crecimiento económico es definido como el cambio porcentual positivo en el PBI de una economía durante un periodo. Este medidor va de la mano con el aumento de la población, por ende se sugiere la utilización de la variación del PBI per cápita como indicador del crecimiento económico. (IPE, 2013)

c. Infraestructura

Según la Real Academia Española [RAE](2022), la infraestructura comprende todos los componentes, instalaciones y servicios fundamentales para asegurar la correcta función de un país, una ciudad o cualquier entidad organizativa.

d. Infraestructura física

Es la acumulación de existencia de capital que se caracteriza por dos cualidades: la primera hace mención a las condiciones indispensables de la vida humana, que surge de las necesidades físicas y sociales que son satisfechas mediante infraestructura física (bienes y servicios que fueron producidos

mediante el uso de acciones de capital inmoviles fijadas al suelo); y la segunda se refiere a que este tipo de infraestructura es un bien colectivo, ya que su aprovechamiento se dará únicamente si su instalación es en masa (Buhr, 2009). Según el autor , existen muchos tipos de infraestructura física, de las cuales desglosamos las tres principales.

- Carreteras, son una pieza fundamental para el crecimiento y desarrollo económico, pues apoyan de forma directa a la producción, mejorando el acceso a los sectores productivo (Obregón, 2008).
- Electricidad, la industria eléctrica es importante para el desarrollo y progreso económico y social de una nación, ya que la electricidad constituye un insumo fundamental para la fabricación de la mayoría de los bienes y servicios en una economía. Además, representa un elemento fundamental en la generación de bienestar y mejora en la calidad de vida de los habitantes de un espacio (Tamayo et al., 2016).
- Telecomunicaciones, son una forma de comunicación electrónica a distancia que aborda las necesidades de transmisión de información necesarias para resolver una variedad de problemas y facilitar la entrega oportuna del conocimiento científico y sus novedades. Actualmente, las redes inalámbricas, la telefonía celular y el internet se destacan como la plataforma de comunicación más eficaz en el desarrollo del siglo XXI (Castillo, 2021).

e. Infraestructura pública

La infraestructura pública se refiere a todas las instalaciones físicas y sistemas de propiedad y gestión pública que son necesarios para que funcione y se desarrolle una sociedad. Estas pueden incluir carreteras, puentes, aeropuertos, puertos marítimos, redes de transporte público, sistemas de suministro de agua potable y alcantarillado, plantas de tratamiento de aguas residuales, sistemas de energía eléctrica y gas, hospitales, escuelas, edificios gubernamentales, entre otros. (Diccionario panhispánico del español jurídico, 2024).

f. Densidad vial

Es la medida utilizada para describir el grado de ocupación de las carreteras o vías de transporte en relación con el área geográfica circundante. Se calcula generalmente como la longitud total de las carreteras o vías dividida por el área de tierra disponible en la región o zona en cuestión. (Observatorio Federal Urbano, 2024).

Capítulo III: Hipótesis y Variables

3.1. Hipótesis

3.1.1. Hipótesis general

- La infraestructura pública tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico en la Macroregión Centro del Perú en el periodo 2007-2022.

3.1.2. Hipótesis específicas

- La infraestructura pública vial genera un efecto positivo en el crecimiento económico.
- La infraestructura pública de electricidad genera un efecto positivo en el crecimiento económico.
- La infraestructura pública de telecomunicaciones genera un efecto positivo en el crecimiento económico.

3.2. Identificación de las variables

Las variables utilizadas para el presente estudio son las siguientes:

- Variable Dependiente: Crecimiento económico
- Variables Independientes: Infraestructura pública

3.3. Operacionalización de las variables

Tabla 2.

Operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente
VARIABLE ENDÓGENA			Fuente:
CRECIMIENTO ECONÓMICO: El crecimiento económico se define como el aumento porcentual en el Producto Interno Bruto (PIB) de una economía durante un período específico (IPE, 2013).	Producto Bruto Interno	Variación porcentual del PIB per cápita.	- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
VARIABLE EXÓGENA	Transporte	Densidad vial (km asfaltados/ 100 km ²)	Fuente:
INFRAESTRUCTURA PÚBLICA: La infraestructura pública puede ser conceptualizada como la totalidad de estructuras e instalaciones de ingeniería, típicamente de duración prolongada, que conforman la base para la prestación de servicios esenciales requeridos en el logro de objetivos productivos, políticos, sociales y personales (Rozas & Sánchez, 2004).	Electricidad	Personas con hogares con acceso a la electricidad.	-Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC)
	Telecomunicaciones	Número de líneas telefónicas (móvil y fijo).	- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)
Variables	Dimensiones	Indicadores	Fuente
VARIABLE DE CONTROL (1)			
SUPERFICIE AGRÍCOLA: Está compuesta por el conjunto de terrenos destinados a la producción agrícola, abarcando aquellos con cultivos de carácter transitorio y permanente, así como tierras en barbecho y en descanso (Livia et al., 2021).	Superficie agrícola	Cantidad de superficie agrícola (hectáreas).	- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) - Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MIDAGRI)
VARIABLE DE CONTROL (2)			
POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA): Las personas que participan o están disponibles para contribuir a la producción de bienes y servicios son consideradas económicamente activas. Este grupo incluye a aquellos que estaban trabajando (ocupados) o que estaban activamente buscando trabajo (desempleados) durante el período analizado (INEI, 2017).	Población económicamente activa	Cantidad de personas consideradas dentro de la PEA.	- Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI)

Nota. La tabla muestra los datos que se utilizarán en la presente investigación, su descripción y fuente.

Capítulo IV: Metodología

3.4. Enfoque de la investigación

Para el desarrollo de la tesis se utilizará el enfoque cuantitativo, puesto que se recolectarán y analizarán una serie de datos expresados en términos numéricos mediante la estadística. Esto debido a que implica la medición y el análisis numérico de las observaciones y el examen de las relaciones causales entre variables, con el objetivo de explicar fenómenos y generalizar resultados; asimismo, se centra en la objetividad, la replicabilidad y la posibilidad de cuantificar y comparar fenómenos en términos numéricos. (Bryman, 2016)

3.5. Tipo de investigación

La presente tesis es de tipo aplicada, ya que se toman datos conocidos de la realidad peruana, para analizar su comportamiento con la intención explícita de aplicar esos resultados para resolver problemas o mejorar situaciones concretas.

Tal como lo menciona Bunge (2013), la investigación aplicada busca generar conocimientos con el propósito de abordar problemas prácticos o mejorar situaciones específicas en el mundo real.

3.6. Nivel de investigación

Para esta tesis se toma en cuenta el nivel de investigación explicativo, ya que buscamos exponer la influencia de la variable dependiente mediante la variable independiente, utilizando métodos estadísticos y cuantitativos para el análisis de datos. De acuerdo a Hernández et al.(2010), las investigaciones de este nivel se interesan en la explicación de los factores de eventos y fenómenos sociales o físicos, manifestándose a través de la relación de dos variables.

3.7. Métodos de investigación

3.7.1. Método universal

La presente tesis toma al método científico como su método universal, ya que es un proceso sistemático y ordenado que los científicos y los investigadores utilizan para investigar y comprender los fenómenos naturales y sociales. Para Ñaupas et al.(2018), es un enfoque organizado para la investigación, pues implica la formulación de preguntas o hipótesis, la recopilación y el análisis de datos, la preparación de conclusiones y la revisión constante de los resultados. Su objetivo es proporcionar una estructura rigurosa para investigar y comprender el mundo de nuestro alrededor a través de la observación y la experimentación.

3.7.2. Método general

En la presente investigación se empleará el método hipotético deductivo; ya que, tal como menciona Bernal (2006), es un proceso de razonamiento que parte de principios generales o premisas ampliamente aceptadas para llegar a conclusiones específicas y aplicables a casos particulares. Se basa en la lógica deductiva, donde las conclusiones son derivadas necesariamente de las premisas, y su objetivo es establecer relaciones claras y coherentes entre conceptos y proposiciones.

3.7.3. Método particular

La presente tesis utilizará el método estadístico y econométrico, enmarcada en modelos de data panel con efectos fijos tal como Calderón & Servén (2004) para analizar datos longitudinales y poder controlar la

heterogeneidad no observada. Según Mayorga & Muñoz (2000) este método asume que cada individuo tiene un factor constante único, y que los efectos individuales no están relacionados entre sí; con este modelo, se presume que las variables explicativas tienen el mismo impacto en todas las unidades simultáneamente, y que las diferencias entre las unidades se deben a sus características individuales, las cuales son capturadas por el término de intercepción. Así se logra controlar sesgos de selección y endogeneidad.

Teniendo en cuenta a Snedecor & Cochran (1971), se optó por el método estadístico, ya que es un conjunto de métodos y prácticas matemáticas que se utilizan para resumir y analizar datos, proporcionando una base sólida para tomar decisiones y realizar inferencias sobre una población o fenómeno. Conlleva a la recopilación de datos, su organización en tablas o gráficos, y la aplicación de métodos estadísticos para obtener conclusiones confiables a partir de la información disponible. Así mismo, se utiliza el método econométrico, debido a que permite modelar y cuantificar las relaciones entre diferentes variables económicas. Además, ayuda a entender cómo cambios en una variable afectan a otra, lo que es crucial para el desarrollo de políticas y la ejecución de decisiones.

3.8. Diseño de investigación

La presente tesis tiene un diseño no experimental – longitudinal, ya que no se interviene en la naturaleza de composición de los datos adquiridos. Puesto que un diseño no experimental es un enfoque de investigación que se enfoca en observar y analizar fenómenos y como se presentan en su contexto natural, sin manipular deliberadamente las variables ni intervenir directamente por parte del

investigador. Asimismo, utilizamos el estudio para comprender, explorar y describir relaciones, patrones o tendencias en situaciones que no se prestan a la manipulación experimental (Maxwell, 2019).

Por otra parte se considera de tipo longitudinal, ya que se obtienen datos de un periodo en específico y se observa y analiza el desenvolvimiento de los datos en el tiempo.

3.9. Población y Muestra

3.9.1. Población

Para la presente tesis se toma como población al conjunto de información perteneciente a las regiones de Pasco, Ayacucho, Junín, Huancavelica y Huánuco.

3.9.2. Muestra

Para el desarrollo de esta tesis se utiliza una muestra no probabilística.

a) Unidad de análisis

Se toma como unidad de análisis a las regiones de Pasco, Ayacucho, Junín, Huancavelica y Huánuco; ya que se encuentran dentro de la Macroregión Centro y tienen características similares.

b) Tamaño de muestra

El presente trabajo toma como muestra a los datos seleccionados para las variables crecimiento económico, infraestructura y de control, durante el periodo 2007 al 2022 para las 5 regiones en estudio. En total se usan 80 observaciones para cada variable.

c) Selección de la muestra.

Se hace una selección de muestra por conveniencia, ya que los datos fueron seleccionados de acuerdo a la necesidad de la tesis.

3.10. Técnicas e instrumentos de recolección

La data fue recolectada de los sitios web institucionales del INEI, BCRP, MIDAGRI y MTC, mediante matrices de datos.

Asimismo, se usa el análisis documental como instrumento para posteriormente hacer el cálculo econométrico con ayuda del software Eviews.

3.11. Técnicas estadísticas de análisis de datos

La presente tesis utiliza modelos de data panel con efectos fijos según sugieren Canning (1999), Calderón y Servén (2004), Toma y Machado (2017), entre otros; ya que estos modelos les permiten controlar variables no observadas, capturar la variación tanto temporal como entre unidades, mejorar la eficiencia estadística y controlar la heterogeneidad no observada.

3.11.1. Modelo de Data Panel

Dado el tipo de datos disponibles, el modelo que se intenta estimar pertenece a la categoría de datos de panel. En la literatura económica convencional, existen los modelos de panel data con efectos fijos y con efectos aleatorios. De forma general, un modelo de panel puede ser descrito como:

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{w}'_i\boldsymbol{\alpha} + \varepsilon_{it}$$

El vector \mathbf{x} contiene K variables explicativas y no contiene un término constante. Los efectos individuales o heterogeneidad se encuentran en $\mathbf{w}'_i\boldsymbol{\alpha}$, en el cual \mathbf{w}_i incluye un grupo específico de variables que pueden o no ser

observadas y un término constante, para este caso, las características distintivas de la Macroregión Centro. Si w_i está disponible para todas las regiones correspondientes, entonces todo el modelo es apto para ser abordado como ajustado y lineal mediante MCO.

Efectos fijos

Si existe una correlación entre x_{it} y w_i (variable no observada), el estimador MCO dará resultados sesgados e inconsistentes para β , esto se debe a que se excluye una variable. El modelo es:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

donde $\alpha_i = w'_i\alpha$ se encarga de agregar todos los efectos que se observan y representa una estimación eficiente de la media condicional. Entonces, α_i es considerada como un término específico, fijo y constante dentro del conjunto en el modelo de regresión. Es importante destacar que la palabra "fijo" se refiere a la correlación entre α_i y x_{it} .

Efectos aleatorios

Si las variables del modelo no tienen correlación y esto formula la heterogeneidad individual no observada, entonces es posible expresar el modelo de la siguiente manera:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + E[w'_i\alpha] + \{w'_i\alpha - E[w'_i\alpha]\} + \varepsilon_{it}$$

O de manera equivalente

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \alpha + u_i + \varepsilon_{it},$$

Los modelos con efectos aleatorios pueden estimarse consistentemente mediante una regresión lineal con perturbación compuesta utilizando MCO, pero no resulta ser eficiente. El método de efectos aleatorios detalla que u_i es un término estocástico específico, parecido a ε_{it} ; sin embargo, para cada agrupación, solo un efecto entra para cada periodo de manera idéntica en la regresión.

Los efectos aleatorios se diferencian de los efectos fijos en la incorporación de elementos que se correlacionen con los regresores del modelo por parte del efecto individual no observado, mas no en si estos son estocásticos o no.

Test de Especificación de Hausman

Para un correcto proceso de estimación es fundamental establecer el modelo que se va utilizar, este puede ser de efectos aleatorios o fijos . Para abordar esta cuestión, se puede emplear el test de especificación de Hausman.

El manejo de la aleatoriedad de los efectos individuales puede resultar inconsistente si es que existe aleatoriedad o correlación entre las variables del modelo.

Hausman (1978) propone una prueba de especificación para analizar la ortogonalidad entre regresores y efectos comunes. Esta propone la hipótesis de no correlación, teniendo como resultados que los estimadores MCO, MCO generalizados, y MCO con variables dummies son consistentes. Por otro lado, teniendo como resultado a la hipótesis alternativa, los estimadores MCO son poco eficientes, los MCO generalizados no lo son, los MCO con variables

dummies son viables. Por ende, bajo la hipótesis nula, no debería haber una diferencia sistemática entre estas dos estimaciones, y una prueba puede basarse en la discrepancia entre ellas.

El resultado clave de la prueba de Hausman establece la diferencia es cero, entre la covarianza de un estimador eficiente y otro menos eficiente. Esto implica que:

$$Cov[\mathbf{b}, \hat{\beta}] = Var[\hat{\beta}]$$

Con este resultado, la matriz de covarianza necesaria para la prueba es:

$$Var[\mathbf{b} - \hat{\beta}] = Var[\mathbf{b}] - Var[\hat{\beta}] = \Psi.$$

La estadística de prueba chi-cuadrado se apoya en el criterio de Wald:

$$W = \chi^2[K - 1] = [\mathbf{b} - \hat{\beta}]' \hat{\Psi}^{-1} [\mathbf{b} - \hat{\beta}].$$

La prueba de Hausman tiene una restricción práctica, ya que no asegura que en una muestra finita los resultados de la diferencia de dos matrices de covarianza sean positivos. Sin embargo, es funcional para la determinación de la especificación optada del modelo de efectos comunes. Si la estadística calculada es negativa, esto podría sugerir que no debería ser rechazado un modelo con efectos aleatorios, puesto que la semejanza entre las matrices de covarianza podría ser la causa del problema. En tal caso, la hipótesis alternativa (efectos fijos) indicaría diferencias significativas entre los estimadores.

Existen diversas formas alternativas de estimar la estadística de prueba de Hausman, algunas presentan asintótica equivalencia y otras tienen igualdad

numérica. Una opción práctica es la estadística de prueba que muestra equivalencia asintótica:

$$H' = [\hat{\beta}_{MCOVD} - \hat{\beta}_{MEDIA}]' \left[Asy. Var[\hat{\beta}_{MCOVD}] + Asy. Var[\hat{\beta}_{MEDIA}] \right]^{-1} [\hat{\beta}_{MCOVD} - \hat{\beta}_{MEDIA}]$$

Donde $\hat{\beta}_{MEDIA}$ es el estimador promedio de los tres estimadores mencionados anteriormente. Esta formulación asegura que la matriz de covarianza sea en todos los casos definida y positiva.

En resumen, la hipótesis nula (ausencia de diferencia entre los estimadores) podría indicar que se debe utilizar el modelo de efectos aleatorios, por otro lado, que la hipótesis alternativa (hay significancia en la diferencia de los estimadores) sugiere la preferencia por el modelo de efectos fijos.

Pruebas de heterocedasticidad – Breusch-Pagan LM

Se entiende que cuando se presenta heterocedasticidad en un modelo, los estimadores ya no son los más eficientes, lo que implica que no ofrecen estimaciones óptimas de los parámetros. Además, las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza que se basan en errores estándar sin considerar la heterocedasticidad pueden ser tendenciosos, lo que podría tener consecuencias importantes para la validez de las inferencias estadísticas. Matemáticamente, la heterocedasticidad se puede expresar de la siguiente manera:

$$Var(\varepsilon_i) = \sigma_i^2$$

Donde:

- $Var(\varepsilon_i)$, es la varianza de los errores para la observación i .
- σ_i^2 , indica que esta varianza puede ser diferente para cada observación.

La prueba estadística de Breusch-Pagan es utilizada con el fin de examinar la existencia de heterocedasticidad en un modelo de regresión. La idea es identificar si hay constancia en la variación de errores a lo largo de las observaciones. La formulación de la prueba de Breusch-Pagan se basa en comparar el modelo original con un modelo que incluye variables adicionales para capturar la heterocedasticidad.

Para el presente estudio la formulación del modelo auxiliar para la prueba de Breusch-Pagan se realiza introduciendo una variable adicional que captura la heterocedasticidad potencial. La ecuación del modelo auxiliar sería:

$$y_{it} = \mathbf{x}'_{it}\boldsymbol{\beta} + \alpha_i + \varepsilon_{it} + \mu_{it} \cdot z_{it}$$

Donde:

- z_{it} , es una variable que se sospecha que puede estar relacionada con la heterocedasticidad.
- u_{it} , en el modelo auxiliar es el término que muestra el error.

Luego, la prueba de Breusch-Pagan calcula la estadística de prueba de la siguiente manera:

$$LM = NT \cdot R^2$$

Donde:

- N , es el número de unidades individuales en el panel.

- T , es el número de periodos de tiempo.
- R^2 , es el coeficiente de determinación del modelo auxiliar.

La estadística LM realiza una distribución asintótica igual a una chi-cuadrado con grado de libertad igual a uno.

La hipótesis nula y alternativa de la prueba de Breusch-Pagan son las siguientes,

- Hipótesis Nula (H_0): Homocedasticidad: la varianza de los errores es constante.
- Hipótesis Alternativa (H_A): Heterocedasticidad: la varianza de los errores no es constante.

La determinación de rechazar o no la hipótesis nula se toma comparando la estadística LM con la distribución chi-cuadrado y el nivel de significancia predefinido. Es entonces que el valor p asociado resulta ser menos que el nivel de significancia, hipótesis nula es rechazada, indicando evidencia de heterocedasticidad en el modelo de panel. En ese caso, se deberían considerar ajustes para corregir la heterocedasticidad.

Prueba de Dickey-Fuller aumentada (ADF)

Así mismo, para establecer si las series temporales individuales dentro del modelo son estacionarias, se examina la prueba a los residuos para verificar si tienen una raíz unitaria, lo que indicaría que no son estacionarios. La regresión de Dickey-Fuller para los residuos se realiza de manera similar a la regresión de

Dickey-Fuller para una serie de tiempo individual, pero en este caso se aplica a los residuos de una regresión.

$$\Delta e_{it} = \delta + \phi e_{i,t-1} + \sum_{j=1}^{p-1} \theta_j \Delta e_{i,t-j} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

- Δ , es la variación de la variable respecto al periodo anterior.
- e_{it} , es el residuo en el periodo t, para la unidad i.
- δ es una constante.
- ϕ , es el coeficiente relacionado con el rezago de los residuos $e_{i,t-1}$.
- θ , son los coeficientes ligados con las diferencias rezagadas de los residuos $\Delta e_{i,t-j}$.
- ε_{it} es el término de error.

La hipótesis nula de la prueba de Dickey-Fuller para los residuos es que tiene una raíz unitaria, lo que señala no estacionariedad. Si el valor p-value es menos que un nivel de significancia dado, por ende la hipótesis nula es rechazada y concluyendo que los residuos son estacionarios. Lo que proporciona evidencia de que el modelo es conveniente en cuanto a la especificación y que las relaciones capturadas por el modelo son consistentes con los datos.

Capítulo V: Resultados

5.1. Descripción del trabajo de campo

El estudio actual toma en cuenta los indicadores para las variables de infraestructura de electricidad, vial y telecomunicaciones tomando en cuenta a Vásquez y Bendezú (2008); y Urrunaga y Aparicio(2012); los cuáles también guiaron nuestra elección de variables de control y sus indicadores (superficie agrícola y PEA).

Posteriormente se procedió con la obtención de datos de fuentes fiables como el INEI, BCRP, MIDAGRI y MTC. Estos datos fueron filtrados y sistematizados en una base de datos en Excel, ordenándola por años y variable, según cada departamento. Esto para poder importar con facilidad los datos al programa econométrico Eviews y continuar con la estimación.

Para estimar el modelo se utilizó como indicador de la variable endógena a la variación porcentual del PBI per cápita (*crec*); y para las variables exógenas, como indicador de la infraestructura de red vial, a la densidad vial (*denvial* = infraestructura vial pavimentada por departamento/superficie total departamental); como indicador de infraestructura de telecomunicaciones (*telecom*) a la suma total de líneas fijas y privadas; como indicador de infraestructura de energía, a la población que tiene el servicio de luz eléctrica en su hogar (*elect*). Como indicadores de las variables de control tenemos al total de la superficie agrícola en km² (*supagr*) y la población económicamente activa, a nivel regional y anual.

Luego, se realizó una serie de modelos integrando y descartando las variables planteadas, sin embargo resultaron inconsistentes e insignificantes. Es

entonces que, para llegar a la consistencia y significancia esperada, se propone un indicador compuesto de la red vial ($vial_3 = (denvial + denvial(-1) + denvial(-2) + denvial(-3) + denvial(-4) + denvial(-5)) / 6$), basándonos en lo expuesto por Limao y Venables (2001), quienes afirman que ante la existencia una alta correlación entre variables, podemos construir nuestro indicador utilizando el promedio lineal de la variable normalizada.

Para el modelo final utilizamos el método panel con efectos fijos, consiguiendo los resultados que expondremos a continuación.

5.2. Presentación de los resultados

- Análisis estadístico de los datos

A continuación presentaremos en la tabla 3, las estadísticas básicas de los indicadores utilizados en el modelo.

En primer lugar podemos observar que la Macroregión centro tuvo en promedio un PBI per cápita de S/ 9 718 soles en los últimos 15 años. También, que la región de Pasco registra el PBI per cápita más elevado a nivel de estas regiones, el que se dio en el año 2019 con un total de S/ 20 002.7 soles. Por otro lado Huánuco obtuvo la cifra mínima en cuanto al PBI per cápita con S/ 3 980.1 soles.

Luego está la densidad vial , que nos muestra que en promedio, en el último quinquenio hubo 2.33 km lineales de carretera por cada 100 km² de territorio. Es así que la región de Huancavelica tuvo la mínima y máxima densidad vial, en el año 2018.

Tabla 3.*Estadísticos descriptivos de las variables dependiente e independientes*

	PBIPERC (soles por persona)	DENVIAL (km/100 km2)	ELECT (pob. con luz)	TELECOM (total de líneas)	SUPAGR (km2)	PEA (personas)
Mean	9 717.9	2.33	599 506	517 308	3 721.5	391 067
Median	8 111.5	1.89	530 999	443 872	3 097.8	361 100
Maximum	20 002.7	5.5	1 309 711	1 417 954	10 226.9	797 800
Minimum	3 980.1	0.47	228 172	32 284	908.8	133 700
Std. Dev.	4 620.053	1.437	337 633.1	374 090.3	2 153.206	192 895.2
Skewness	1.032	0.931	0.863	0.934	1.032	0.595
Kurtosis	2.822	2.754	2.486	2.837	3.624	2.239
Jarque- Bera	14.133	11.609	10.674	11.583	15.315	6.573
Probability	0.001	0.003	0.005	0.003	0.001	0.037
Sum	767 721.6	184.35	47 361 010	40 867 316	294 001.5	30 894 300
Obs.	79	79	79	79	79	79

Nota. Esta tabla muestra los valores de la mediana, media, máximos, mínimos, desviación estándar, sesgo, curtosis, Jarque-Bera (probabilidad), suma y total de observaciones de los datos.

También observamos al indicador de la infraestructura de electricidad, aquí se puede observar que en promedio hubo 599 506 personas con luz eléctrica en sus hogares desde 2007 hasta 2002. La región que tuvo el máximo número de este indicador fue Junín en el 2022 y el mínimo fue Pasco en el 2017.

Después, tenemos el indicador de telecomunicaciones, que nos indica que a nivel de las 5 regiones estudiadas, existe un promedio de 517 308 líneas fijas y móviles. Teniendo como máximo 1 417 954 líneas en Junín para el año 2022 y como mínimo 32 284 líneas en Huancavelica el 2007.

El siguiente indicador es de superficie agrícola, que tuvo 3 721 km² en promedio de las 5 regiones entre 2007 y 2022. Su número máximo fue de 10 227 km² en Huánuco para el 2002 y el mínimo fue 908.9 km² en Ayacucho en 2007.

Por último se encuentra el indicador de la PEA, del cual se tiene 391 067 personas económicamente activas en promedio para las 5 regiones desde 2007 al 2022. Siendo la región con más PEA, Junín en el año 2022 (797 800 personas) y con menos PEA, Pasco en el 2008 (133 700 personas).

Para observar la evolución anual de cada variable y por cada región ver los anexos 3, 4, 5, 6, 7 y 8 al final del documento.

Correlación entre las variables

Tabla 4.

Matriz de correlación de las variables de crecimiento e infraestructura

Correlación	CREC	VIAL_3	ELECT	TELECOM	SUPAGR	PEA
CREC	1					
VIAL_3	0.018	1				
ELECT	0.045	0.137	1			
TELECOM	0.033	0.186	0.977*	1		
SUPAGR	0.040	0.050	0.554*	0.605*	1	
PEA	0.086	0.203	0.985*	0.973*	0.646*	1

Nota. Los coeficientes de relación con (*) tienen un t-statistic igual a 0, mientras que los otros tienen un t-statistic > a 0.

En la tabla 4 se observa que las variables exógenas tienen una correlación positiva con la variable dependiente. Por otro lado, la correlación entre algunas variables independientes resulta ser muy fuertes (cercanas a 1) además, tienen un valor de t-statistic igual a 0, lo que impide hacer inferencias significativas sobre la importancia de cada variable por separado debido a la multicolinealidad entre las variables dependientes, estas variables son telecomunicaciones y electricidad; PEA y electricidad; PEA y telecomunicaciones. Este problema se corregirá en la modelación de la ecuación a correr.

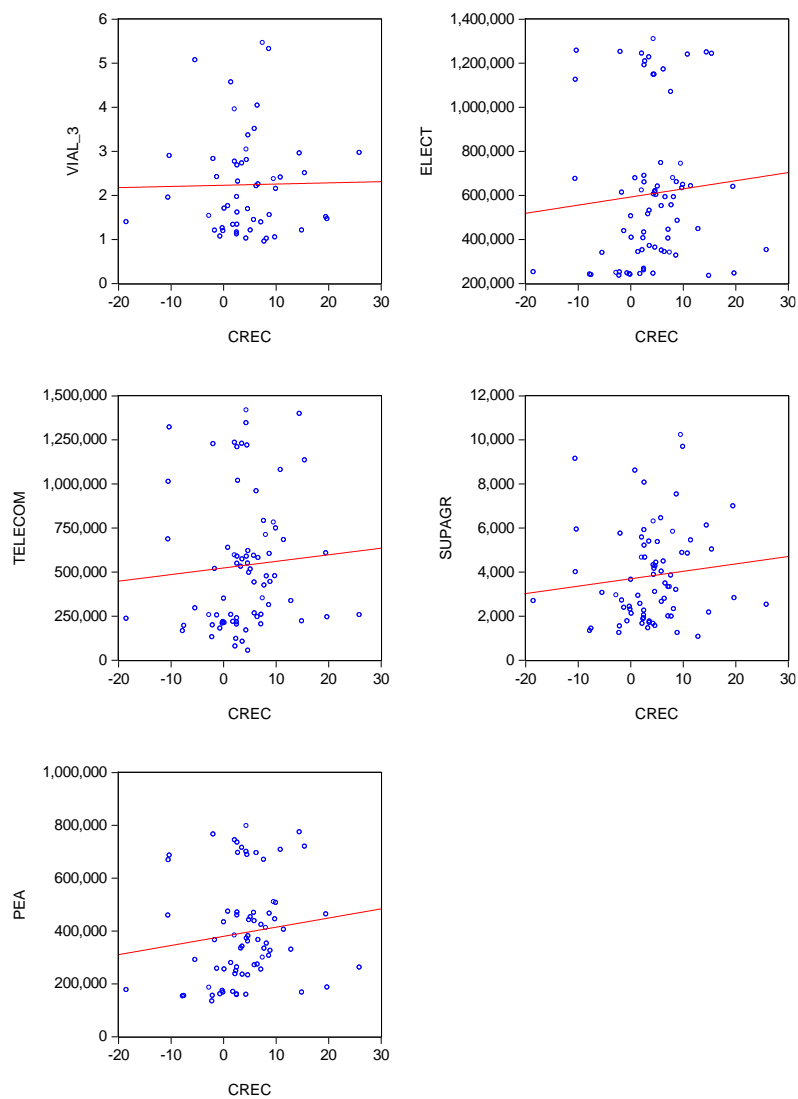


Figura 4. Relación entre la variable endógena y las variables exógenas.

Nota. El diagrama de Scatter es otra manera de observar la relación entre las variables de la investigación.

También, la figura 4 a través del diagrama de Scatter, nos muestra que existe relación positiva entre el crecimiento y las variables independientes conformadas por los datos de la Macroregión Centro para los años 2007-2022.

- **Estimación del modelo econométrico**

Al observar previamente problemas de correlación, se estima el modelo general con efectos fijos y aleatorios, para después realizar el test de Hausman y utilizar el método conveniente.

Tabla 5.

Resultados de la estimación del modelo general

Variables exógenas:	Variable endógena: Crecimiento per cápita	
	Modelo general	
	Efectos fijos	Efectos Aleatorios
VIAL_3	-2.51** (1.585)	-1.52 (0.627)***
ELECT	-0.0000717* (0.0000337)	-0.0001 (0.00001)*
TELECOM	-0.00000061*** (0.0000177)	-0.000004 (0.000007)***
PEA	0.000147* (0.0000436)	0.000132 (0.00002)*
SUPAGR	-0.001344* (0.000549)	-0.00161 (0.0003) *
R-squared	0.1612	0.1404
Cross-sections	5	-
Número de observaciones	52	52

Nota. En la tabla mostrada se encuentran en primera línea los coeficientes estimados y debajo. Los coeficientes con * son significantes al 5%, con ** al 10% y con *** son no significantes.

Luego, se corrió el modelo tal como lo muestra la tabla 5, incluyendo la variable VIAL_3, donde se da a notar que las variables exógenas no tienen

significancia para el crecimiento tanto con efectos fijos como con efectos aleatorios.

Para definir cuál método sería correcto utilizar se realiza una prueba de Hausman tal como se muestra en la Tabla 6.

La hipótesis nula para la prueba de Hausman es, utilizar los efectos aleatorios o estáticos. La hipótesis alternativa por su lado, es que se debería utilizar efectos fijos.

Dado que el valor p (0.000) es significativamente menor a 0.05 (visto en la Tabla 5) hay suficiente evidencia para el rechazo de la hipótesis nula en favor de la alternativa. Por ende se elige los efectos fijos, ya que permitirán controlar las características específicas de cada unidad individual en los datos panel, lo que es de suma importancia para adquirir estimaciones concisas y confiables de los parámetros del modelo.

Tabla 6.

Resultados de prueba de Hausman

PRUEBA DE HAUSMAN	
Estadístico Chi-Sq	61.8
Prob	0.000
Grados de libertad	5

Nota. La prueba de Hausman te permite determinar si es más apropiado utilizar un estimador de efectos aleatorios o de efectos fijos en un modelo de regresión, basándose en si existe correlación entre las variables explicadas omitidas y los errores.

Asimismo se realiza la prueba Breusch-Pagan para constatar la heterocedasticidad presentada en el modelo, se observa en la tabla 7, y se interpreta de la siguiente manera, el valor p (0.0172) es menor que el nivel de significancia usualmente utilizado de 0.05. Por lo tanto, se evidencia significativamente para rechazar la hipótesis nula de homocedasticidad. Es debido a esto que se considera corregirlo incluyendo la variable del logaritmo del PBI per cápita rezagado ($\log(\text{pbiperc}(-1))$) y así poder estabilizar la varianza del modelo.

Tabla 7.

Resultados de prueba de heterocedasticidad

PRUEBA DE BREUSCH-PAGAN	
LM	
Statistic	21.618
Prob	0.0172
Cross-sections	5
Número de observaciones	52

Nota. Para interpretar los resultados de la prueba se tiene en cuenta que la hipótesis nula es, no hay dependencia transversal (correlación) en los residuos.

Por otro lado, para corregir la multicolinealidad presentada en la Tabla 4, planteamos dos modelos distintos, en los cuales seleccionamos las variables independientes que no tienen una correlación fuerte. Y para hacer más entendible la explicación, convertimos las variables a términos de porcentajes.

Es así que llegamos a la tabla 8. Aquí podemos observar que todas las variables son significantes al 95% puesto que tienen una probabilidad menor al 0.05, además son positivas en su mayoría ,con excepción de electricidad.

Teniendo en cuenta lo mencionado, se afirma que las variables presentadas en el modelo A-I explican a la variable endógena (Crecimiento) en un 46.45%, de la siguiente manera. Por cada kilómetro de vía asfaltada adicional dentro de 100 km² (VIAL_3), se genera un incremento del crecimiento económico en 1% al año para la Macroregión Centro. Por otro lado, por cada 100 hectáreas adicionales de superficie agraria, el crecimiento para las 5 regiones en estudio se incrementa en 0.34%. Y por cada 1000 personas adicionales consideradas dentro de la PEA, el crecimiento sube en 0.17%.

En cuanto al modelo A-II, se explica a continuación, por cada kilómetro de vía asfaltada adicional dentro de 100 km² (VIAL_3), se genera un incremento del crecimiento económico en 3.9% para la Macroregión Centro; por otro lado, por cada 100 hectáreas adicionales de superficie agrícola, el crecimiento para las 5 regiones en estudio se incrementa en 0.21%; y por cada 10 000 de líneas fijas y móviles adicionales en las regiones de estudio, el crecimiento sube en 0.22%.

Tabla 8.*Resultado de las estimaciones de los modelos A-I y A-II*

<i>Variable endógena:</i>		
Crecimiento per cápita		
<i>Variables exógenas:</i>	A-I	A-II
	-54.9514**	-53.5559**
LOG(PBIPERC(-1))	(11.53728)	(9.726086)
	1.0922*	3.9879*
VIAL_3	(0.502697)	(1.613378)
	-0.000087*	-
ELECT	(0.000037)	
	-	0.0000224**
TELECOM		(0.00000777)
	0.000174**	-
PEA	(0.0000107)	
	0.00344*	0.002123*
SUPAGR	(0.00138)	(0.000919)
R-squared	0.4645	0.3294
Cross-sections	5	5
Observaciones	52	52

Nota. En la tabla mostrada se encuentran en primera línea los coeficientes estimados y debajo. Los coeficientes con * son significantes al 5%, con ** al 10% y con *** son no significantes.

Finalmente se realiza el test de raíz unitaria de Dickey Fuller para comprobar si los modelos son estacionarios, los resultados son expuestos en la tabla 9. Teniendo en cuenta que la hipótesis nula es que las variables cuentan con raíces unitarias, con una significancia del 5%, observamos que las probabilidades indican el rechazo de la hipótesis nula, por lo que los residuos de los modelos son estacionarios.

Tabla 9.

Resultados del test de raíz unitaria de los residuos

PRUEBA DE DICKEY-FULLER AUMENTADA		
Método	Prob A-I	Prob A-II
ADF - Fisher Chi - square	0.0041	0.0003
ADF - Choi Z-stat	0.0020	0.000

Nota. Para interpretar los resultados de la prueba se tiene en cuenta que la hipótesis nula es que la serie tiene una raíz unitaria.

5.3. Discusión de resultados

De acuerdo con los resultados derivados del modelo (ver tabla 8) se observa que estadísticamente la infraestructura pública (red vial, telecomunicaciones y electricidad) es consistente para describir el comportamiento del crecimiento económico en la Macroregión Centro para el periodo de 2007 al 2022.

Asimismo, se demostraría que las hipótesis específicas son aceptadas, tal como demostró Vásquez y Bendezú (2008); y Urrunaga y Aparicio (2012), existe una relación positiva y significativa donde el crecimiento económico está

asociado con un incremento de la infraestructura física en las redes viales y telecomunicaciones. Es decir, usando variables de control distintas y evaluando para un periodo posterior a los mencionados estudios. En otras palabras, el efecto de la infraestructura pública sigue siendo fundamental en la Macroregión Centro.

En cuanto a la infraestructura vial, los coeficientes tuvieron el signo esperado, ya que tal como menciona Vásquez y Bendezú (2008), la expansión de las redes viales a nivel regional y nacional en el territorio peruano parece tener el potencial de impulsar el intercambio comercial entre las distintas regiones. Esto se lograría al facilitar la conexión entre los mercados ya establecidos y alentar la creación de nuevos mercados, con la finalidad de permitir la introducción de nuevos productos en áreas de elevada demanda y así favorecer a productores regionales, generando un estímulo significativo para el comercio entre las regiones.

Así mismo la investigación obtiene signos positivos en cuanto a la infraestructura de telecomunicaciones, tal como Urrunaga y Aparicio (2012), por lo tanto la infraestructura de telecomunicaciones resulta ser determinante en el crecimiento regional a largo plazo, pues va de la mano con la productividad de los empleados asociado al capital humano.

De igual manera, los resultados se alinean con Sahoo y Dash (2009), quienes plantean que la existencia de infraestructura y fuerza laboral (en caso de la presente investigación representada por la PEA), desempeñan un papel importante en el crecimiento económico, y que mejoran la productividad.

Por otro lado, en cuanto al efecto negativo que genera la implementación de redes de electricidad en el crecimiento económico, se concuerda con (Calvo et al., 2021), quienes indican que para que la electricidad contribuya de forma positiva en el desarrollo de una economía, esta se debe de distribuir de forma equitativa. Los autores también mencionan que para países como Perú, Bolivia y Paraguay, las redes de electrificación se implementan mayormente en zonas urbanas y esto no contribuye en el desarrollo de estos países. Teniendo en cuenta lo mencionado, recordamos que los departamentos en estudio tienen zonas rurales en su mayoría y son justamente estas zonas las que presentan más brechas de infraestructura.

La presente investigación se encontró ligada de forma coherente con los antecedentes planteados, sin embargo se tuvieron limitaciones al acceso de datos, por lo que se tuvo que construir las variables usando proyecciones e interpolaciones.

Conclusiones

- El presente estudio contribuye a la actualización de datos específicos para la Macroregión Centro, sirviendo de guía para futuras investigaciones. Su objetivo principal fue analizar el efecto de la infraestructura pública en el crecimiento económico de la Macroregión Centro durante el período 2007-2022. Los resultados indican que la infraestructura pública tiene tanto efectos positivos como negativos en el crecimiento económico de las regiones incluidas en este período.
- En cuanto al primer objetivo específico, se concluye que la infraestructura pública de red vial pavimentada tiene un efecto positivo y significativo en el crecimiento de las regiones pertenecientes a la Macroregión Centro en el periodo 2007-2022.
- Por el contrario, para el segundo objetivo específico, se concluye que la infraestructura pública de electricidad tiene un efecto negativo en el crecimiento de las regiones pertenecientes a la Macroregión Centro en el periodo 2007-2022, esto debido a la inequidad en la distribución de estas redes para estos departamentos.
- Finalmente, para el tercer objetivo específico, se concluye que la infraestructura pública de telecomunicación tiene un efecto positivo y significativo en el crecimiento de las regiones pertenecientes a la Macroregión Centro en el periodo 2007-2022.

Recomendaciones

1. Se recomienda implantar un sistema de evaluación y monitoreo continuo de las variables mencionadas en el estudio por parte de las instituciones públicas pertinentes, para obtener datos concretos, lo que conllevará a la eficiencia de futuras investigaciones sobre el tema.
2. Se recomienda la implementación de incentivos y políticas para fomentar que el sector privado tenga un rol en proyectos de infraestructura, así optimizar la eficiencia y la inversión.
3. Se recomienda que se evalúen los sectores de telecomunicaciones, transporte y energía, para saber cuál es el sector que tiene un efecto mayor en el crecimiento de las regiones estudiadas, así se podrá priorizar la inversión en mejorar y expandir la infraestructura pública. Sin embargo, no se deben de dejar de lado los otros sectores, ya que todos contribuyen en el cierre de brechas y hacen que estas regiones sean más competitivas.

Referencias

- Aschauer, D. (1989). Is public expenditure productive? *Journal of Monetary Economics*, 23(2), 177-200. doi:[https://doi.org/10.1016/0304-3932\(89\)90047-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(89)90047-0)
- Asher, S., & Novosad, P. (2018). Rural Roads and Local Economic Development. *Policy Research Working Paper*(8466). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10986/29895>
- Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional. (2015). *Plan Nacional de Infraestructura 2016-2025*. Lima: Asociación para el Fomento de la Infraestructura Nacional.
- Babbie, E. (2000). *Fundamentos de la investigación social*. (J. Dávila, Trans.) México: Thomson Editores. Retrieved from <https://tecnicasmasseroni.files.wordpress.com/2012/02/babbie-fundamentos-de-la-investigacion-social.pdf>
- Barajas, H., & Gutiérrez, L. (2012). La importancia de la infraestructura física en el crecimiento económico de los municipios de la frontera norte. *Estudios fronterizos*, 57-88. Retrieved from <https://www.scielo.org.mx/pdf/estfro/v13n25/v13n25a3.pdf>
- BCRP. (2023, Diciembre 29). *BCRP APPS*. Retrieved from BCRP APPS: <https://www.bcrp.gob.pe/apps/pbi-y-crecimiento/pbi.html>
- Bernal, C. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Pearson Educación. Retrieved from https://www.google.com.pe/books/edition/Metodologia_de_la_investigacion/h4X_eFai59oC?hl=es-

419&gbpv=1&dq=metodos+de+investigacion+de+cesar+bernal&printsec=fro
ntcover

Bryman, A. (2016). *Social Research Methods*. Estados Unidos: Oxford University.

Buhr, W. (2009). Infrastructure of the Market Economy. *Discussion Papers in
Economics*, 1-74. Retrieved from
[https://www.researchgate.net/publication/47452631_Infrastructure_of_the_ma
rket_economy#fullTextFileContent](https://www.researchgate.net/publication/47452631_Infrastructure_of_the_market_economy#fullTextFileContent)

Bunge, M. (2013). *La ciencia. Su método y su filosofía*. Pamplona: Laetoli. Retrieved
from
[https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=OgmMDwAAQBAJ&oi=f
nd&pg=PT3&dq=Mario+Bunge+La+ciencia.+Su+m%C3%A9todo+y+su+filo
sof%C3%ADa&ots=fXFjpWTm-
N&sig=jU2bLTYxRp9e7pGhs23H7P2q8Xo&redir_esc=y#v=onepage&q=Ma
rio%20Bunge%20La%20ciencia.%20Su%20m%C3%A9todo](https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=OgmMDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT3&dq=Mario+Bunge+La+ciencia.+Su+m%C3%A9todo+y+su+filosof%C3%ADa&ots=fXFjpWTm-N&sig=jU2bLTYxRp9e7pGhs23H7P2q8Xo&redir_esc=y#v=onepage&q=Ma
rio%20Bunge%20La%20ciencia.%20Su%20m%C3%A9todo)

Calderón, C., & Servén, L. (2004). The Effects of Infrastructure Development on
Growth and Income Distribution. *Policy Research Working Paper*(3400).
Retrieved from <http://hdl.handle.net/10986/14136>

Calvo, R., Álamos, N., Billi, M., Urquiza, A., & Contreras, R. (2021). Desarrollo de
indicadores de pobreza energética en América Latina y el Caribe. *Serie
Recursos Naturales y Desarrollo* (207).

Canning, D., & Pedroni, P. (1999). Infrastructure and Long Run Economic Growth.
CAER II Discussion Paper(57).

Castillo, P. (2021). Las telecomunicaciones como una fuente de progreso para la
humanidad. *Lectio Inauguralis 2021 de la Universidad Católica San Pablo*.
Perú.

- Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. (2011). *Plan Bicentenario, EL Perú hacia el 2021*. Lima: Centro Nacional de Planeamiento Estratégico. Retrieved from https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/files/Documentos/plan_bicentenario_ceplan.pdf
- Cerda, H. (2012). *Inversión pública, infraestructuras y crecimiento económico chileno, 1853-2010*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Cooper, D., & Schindler, P. (2014). *Business Research Methods* (Twelfth ed.). United States: The McGraw-Hill/Irwin. Retrieved from <http://www.mim.ac.mw/books/Donald%20R%20Cooper's%20Business%20Research%20Methods,%2012th%20Edition.pdf>
- Diccionario panhispánico del español jurídico. (2024). *Infraestructura pública*. Retrieved from <https://dpej.rae.es/lema/infraestructura-p%C3%BAblica>
- Greene, W. (2002). *Econometric Analysis*. Pearson.
- Gujarati, D. (2010). *Econometría*. D.F.México: The McGraw-Hill .
- Haavelmo, T. (1944). The Probability Approach in Econometrics. *Econometrica*, 12(1).
- Haughwout, A. F. (2000). Public infrastructure investments, productivity and welfare in fixed geographic areas. *Journal of Public Economics*, 405-428. Retrieved from <https://uh.edu/~bsorensen/Houghwout%20JPubE.pdf>
- Instituto Nacional De Estadística e Informática. (2017). *Perú: Participación de la Población en la Actividad Económica*. Lima: Instituto Nacional De Estadística e Informática.
- Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2022). *Perú: Cuentas Nacionales 1950-2021*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Retrieved from

https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1873/libro.pdf

Instituto Peruano de Economía. (2013, abril 10). *Portal IPE*. Retrieved from Portal

IPE: <https://www.ipe.org.pe/portal/crecimiento-economico/>

Instituto Peruano de Economía, I. (2022). Índice de competitividad regional 2022.

INCORE. Retrieved from

https://incoreperu.pe/portal/images/financepress/ediciones/INCORE_2022.pdf

Jiménez, F. (2011). *Crecimiento económico : enfoques y modelos*. Lima: Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

doi:<https://doi.org/10.18800/9789972429798>

Livia, L., Sánchez, R., Galiano, A., Cajas, J., Arévalo, E., & Rosas, E. (2021). *Atlas de la superficie agrícola del Perú*. Lima: OLCAPA. Retrieved from

https://siea.midagri.gob.pe/portal/media/attachments/publicaciones/superficie/atlas_de_la_superficie_agricola_del_peru.pdf

Loayza, N. (2008). El Crecimiento Económico en el Perú. *Economía*, XXXI(61), 9-25.

Retrieved from

<https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/article/view/477/468>

Machado, R., & Toma, H. (2017). Crecimiento económico e infraestructura de transportes y comunicaciones en el Perú. *Economía*, XL(79), 9-46.

doi:<https://doi.org/10.18800/economia.201701.001>

Maxwell, J. (2019). *Diseño de investigación cualitativa: Un enfoque interactivo*. (E.

Méndez, Trans.) Barcelona: Gedisa. Retrieved from

https://www.google.com.pe/books/edition/Dise%C3%B1o_de_investigaci%C3%B3n_cualitativa/ZLewDwAAQBAJ?hl=es-419&gbpv=1&printsec=frontcover

- Mayorga, M., & Muñoz, E. (2000). La técnica de datos de panel una guía para su uso e interpretación. *Documento de trabajo del Banco Central de Costa Rica*, 1-18.
- Ñaupas, H., Valdivia, M., Palacios, J., & Romero, H. (2018). *Metodología de la Investigación cuantitativa-cualitativa y redacción de la tesis*. Bogotá: Ediciones de la U. Retrieved from https://books.google.com.pe/books?hl=es&lr=&id=KzSjDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA171&dq=metodo+cientifico&ots=CP3OyWivNZ&sig=lfEnY1ru8tYPl_cYm8n_Gr1ULvU&redir_esc=y#v=onepage&q=metodo%20cientifico&f=false
- Óbregon, S. (2008). *Impactos sociales y económicos de las infraestructuras de transporte viario: estudio comparativo de dos ejes, el “Eix Transversal de Catalunya” y la carretera MEX120 en México*. Barcelona: Universidad Politècnica de Catalunya.
- Observatorio Federal Urbano. (2024). *Movilidad y conectividad*. Retrieved from <https://ofu.obraspublicas.gob.ar/Indicators/UrbanDiagnosis/TransportDensity/TechnicalRecord>
- Panduro, T. (2022). *Efectos de la inversión pública, privada y el stock de capital en el crecimiento económico de la región Huánuco: Periodo 2007-2019*. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal.
- Paredes, C., & Cayo, J. (2013). *Las barreras al crecimiento económico en Huancavelica*. Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social.
- Real Academia Española, R. (2022). *Diccionario RAE*. Retrieved from [Diccionario RAE: https://dle.rae.es/infraestructura](https://dle.rae.es/infraestructura)

- Rodríguez, L. (2002). *Potencial de desarrollo económico en Sonora: Ventaja comparativa intermunicipal del acervo de infraestructura (1993-1998)*. Tijuana: El Colegio de la Frontera Norte.
- Rojas, M. (2016). Avance en la infraestructura física del Perú. *Metas del Perú Bicentenario*, 295-303. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12724/3361>
- Rozas, P., & Sánchez, R. (2004). Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual. *Recursos naturales e infraestructura* . Retrieved from <https://hdl.handle.net/11362/6441>
- Ruiz, C. (2021). *Impacto de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú a nivel regional, durante el periodo 2010–2018*. Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Scandizzo, P., & Pierleoni, M. (2020). Short and Long-Run Effects of Public Investment: Theoretical Premises and Empirical Evidence. *Scientific Research Publishing*, 834-867. Retrieved from https://www.scirp.org/pdf/tel_2020081112441674.pdf
- Snedecor, G., & Cochran, W. (1971). *Métodos estadísticos*. México: Continental.
- Solow, R. (1956). Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 65-94.
- Straub, S. (2008). Infrastructure And Growth In Developing Countries : Recent Advances And Research Challenges. *Policy Research Working Papers*. doi:<https://doi.org/10.1596/1813-9450-4460>
- Tamayo, J., Salvador, J., Vásquez, A., & Vilches, C. (2016). *La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país*. Lima: Osinergmin. Retrieved from

https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Libros/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anios.pdf

Timilsina, G., Hochman, G., & Song, Z. (2020). Infrastructure, Economic Growth, and Poverty: A Review. *Policy Research Working Paper*(9258). Retrieved from <http://hdl.handle.net/10986/33821>

Urrunaga, R., & Aparicio, C. (2012). Infraestructura y crecimiento económico en el Perú. *Revista Cepal*, 107, 157-177. Retrieved from <https://hdl.handle.net/11362/11553>

Vásquez, A., & Bendezú, L. (2008). Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú. *Diagnóstico y Propuesta*, 39. Retrieved from <https://EconPapers.repec.org/RePEc:bbj:dxpcie:13>

Vicente, K. (2023). *Incidencia de la infraestructura vial en el crecimiento económico de las regiones del Perú, 2010 - 2021*. Lima: Universidad Ricardo Palma .

Zarate, M. (2023). *Impacto de la Infraestructura en el Crecimiento Económico en los departamentos del Perú: Un análisis de panel del 2004 al 2019*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.

Apéndice A

Tabla 10.

Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables y dimensiones	Metodología
¿Cuál es el efecto de la infraestructura pública sobre el crecimiento económico en la Macroregión Centro del Perú en el periodo 2007-2022?	Determinar el efecto de la infraestructura pública sobre el crecimiento económico en la Macroregión Centro del Perú, 2007-2022.	La infraestructura pública tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico en la Macroregión Centro del Perú en el periodo 2007-2022.	Variable independiente: <ul style="list-style-type: none"> ○ Infraestructura pública 	Método universal: <ul style="list-style-type: none"> ○ Método científico Método general: <ul style="list-style-type: none"> ○ Método hipotético-deductivo Método particular: <ul style="list-style-type: none"> ○ Método estadístico ○ Método econométrico: Modelo panel data Enfoque: <ul style="list-style-type: none"> ○ Cuantitativo Tipo: <ul style="list-style-type: none"> ○ Aplicada Nivel: <ul style="list-style-type: none"> ○ Explicativo Diseño: <ul style="list-style-type: none"> ○ No experimental_ longitudinal Técnicas de recolección de datos: <ul style="list-style-type: none"> ○ Análisis de datos
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dimensiones:	
<ul style="list-style-type: none"> ○ ¿Cuál es el efecto de la infraestructura pública vial en el crecimiento económico? ○ ¿Cuál es el efecto de la infraestructura pública de electricidad en el crecimiento económico? ○ ¿Cuál es el efecto de la infraestructura pública de telecomunicaciones en el crecimiento económico? 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Determinar el efecto de la infraestructura pública vial en el crecimiento económico. ○ Determinar el efecto de la infraestructura pública de electricidad en el crecimiento económico. ○ Determinar el efecto de la infraestructura pública de telecomunicaciones en el crecimiento económico. 	<ul style="list-style-type: none"> ○ La infraestructura pública vial genera un efecto positivo en el crecimiento económico. ○ La infraestructura pública de electricidad genera un efecto positivo en el crecimiento económico. ○ La infraestructura pública de telecomunicaciones genera un efecto positivo en el crecimiento económico. 	Transporte Electricidad Telecomunicaciones	
			Variable dependiente: <ul style="list-style-type: none"> ○ Crecimiento económico 	
			Dimensiones: <ul style="list-style-type: none"> ○ PBI per cápita 	

Apéndice B

Tabla 11.

Ficha de recolección de datos

Departamento	year	PBIPERC	DENVIAL (KM/100KM2)	TELECOM	ELECT	SUPAGR (KM)	PEA
Ayacucho	2007	4743	0.775	206842	436556	909	320100
Ayacucho	2008	5355	0.844	335983	447634	1062	329900
Ayacucho	2009	5833	0.919	443872	484819	1241	325400
Ayacucho	2010	6028	1.001	530490	514780	1451	334100
Ayacucho	2011	6244	1.091	572728	530999	1696	341100
Ayacucho	2012	6731	1.096	424147	555614	1982	333700
Ayacucho	2013	7284	1.154	476059	591920	2316	352600
Ayacucho	2014	7164	1.941	518280	612970	2707	365400
Ayacucho	2015	7496	3.846	548948	614556	3098	361100
Ayacucho	2016	7993	4.394	579911	591910	3489	365900
Ayacucho	2017	8348	4.394	588108	605266	3879	371500
Ayacucho	2018	8740	4.447	619585	619739	4270	380900
Ayacucho	2019	8926	4.704	595257	623071	4661	383300
Ayacucho	2020	7782	4.699	647357	636105	5052	368400
Ayacucho	2021	8675	4.890	682271	642210	5443	405000
Ayacucho	2022	9376	5.141	710564	678987	5834	412200
Huancavelica	2007	5339	0.473	32284	330581	1459	229700
Huancavelica	2008	5589	0.864	54209	363034	1552	232200
Huancavelica	2009	5715	1.254	78246	351662	1651	237100
Huancavelica	2010	5923	1.266	104774	370670	1756	234900
Huancavelica	2011	6065	2.172	121081	405720	1868	248300
Huancavelica	2012	6501	2.317	203712	404120	1987	254400
Huancavelica	2013	6513	2.317	211218	407866	2114	254800
Huancavelica	2014	6680	2.471	237863	431968	2249	262700
Huancavelica	2015	6598	3.948	254268	438394	2383	257400
Huancavelica	2016	8308	4.566	256574	352161	2518	262000
Huancavelica	2017	8799	5.436	265538	350214	2653	270900
Huancavelica	2018	9367	5.497	244552	343154	2788	273400
Huancavelica	2019	9502	5.482	257110	343195	2922	279300
Huancavelica	2020	8991	5.482	295074	339069	3057	290700
Huancavelica	2021	9770	5.466	313356	326569	3192	306400
Huancavelica	2022	10500	5.417	350989	340946	3327	299300
Huánuco	2007	3980	0.613	157353	359154	3017	415300
Huánuco	2008	4266	0.776	258034	444060	3321	423800
Huánuco	2009	4270	0.895	349306	505669	3655	433100
Huánuco	2010	4522	1.167	441469	551403	4023	437900
Huánuco	2011	4743	1.276	495653	602231	4428	441200
Huánuco	2012	5209	1.556	476963	632772	4874	444900
Huánuco	2013	5477	1.556	514904	640628	5365	452500
Huánuco	2014	5619	1.558	547932	688552	5905	459700
Huánuco	2015	5944	1.553	592838	746924	6445	468800
Huánuco	2016	7106	1.554	607529	639313	6986	463100
Huánuco	2017	7730	1.554	603057	660252	7526	465800
Huánuco	2018	7934	1.888	587661	659369	8066	470400
Huánuco	2019	8004	2.444	637471	678133	8606	473600
Huánuco	2020	7162	2.702	686001	675149	9147	458500

Huánuco	2021	7877	2.756	748385	648289	9687	506500
Huánuco	2022	8630	2.889	781977	744239	10227	510000
Junín	2007	7255	2.007	531510	1029328	3702	635400
Junín	2008	7813	2.093	790298	1069743	3847	669800
Junín	2009	6994	2.178	1012256	1125414	3997	668200
Junín	2010	7312	1.775	1218499	1148294	4153	688400
Junín	2011	7632	2.569	1345371	1148362	4315	699700
Junín	2012	8111	2.632	959355	1171845	4484	695200
Junín	2013	8335	2.632	1018268	1208610	4659	695900
Junín	2014	9240	2.657	1079716	1239678	4841	707500
Junín	2015	10670	2.759	1133939	1242940	5023	719600
Junín	2016	10950	2.846	1209074	1191003	5205	735200
Junín	2017	11336	2.846	1228360	1226876	5387	714900
Junín	2018	11579	2.862	1233594	1244084	5569	744100
Junín	2019	11356	3.000	1226596	1251843	5751	765800
Junín	2020	10188	3.056	1321664	1257336	5933	685800
Junín	2021	11663	3.118	1397656	1249426	6115	773900
Junín	2022	12171	3.368	1417954	1309711	6297	797800
Pasco	2007	19231	0.861	85872	228172	1155	136800
Pasco	2008	18814	0.914	130589	235920	1241	133700
Pasco	2009	17354	0.967	165410	241207	1332	153300
Pasco	2010	16052	0.963	195273	238569	1430	154100
Pasco	2011	15718	1.315	197822	250838	1536	155100
Pasco	2012	16399	1.119	169093	244847	1649	158800
Pasco	2013	16297	1.124	179937	246652	1771	160900
Pasco	2014	16711	1.215	202268	260205	1902	157400
Pasco	2015	17134	1.215	214974	267229	2032	160400
Pasco	2016	19691	1.240	221391	234566	2163	167000
Pasco	2017	19679	1.240	217022	240405	2294	166900
Pasco	2018	19645	1.506	208808	242823	2424	173800
Pasco	2019	20003	1.570	218348	243056	2555	169700
Pasco	2020	16303	1.586	235122	251463	2686	176500
Pasco	2021	19525	1.639	244131	245556	2816	186100
Pasco	2022	18993	1.668	256720	248522	2947	185800

Apéndice C

Figura 5.

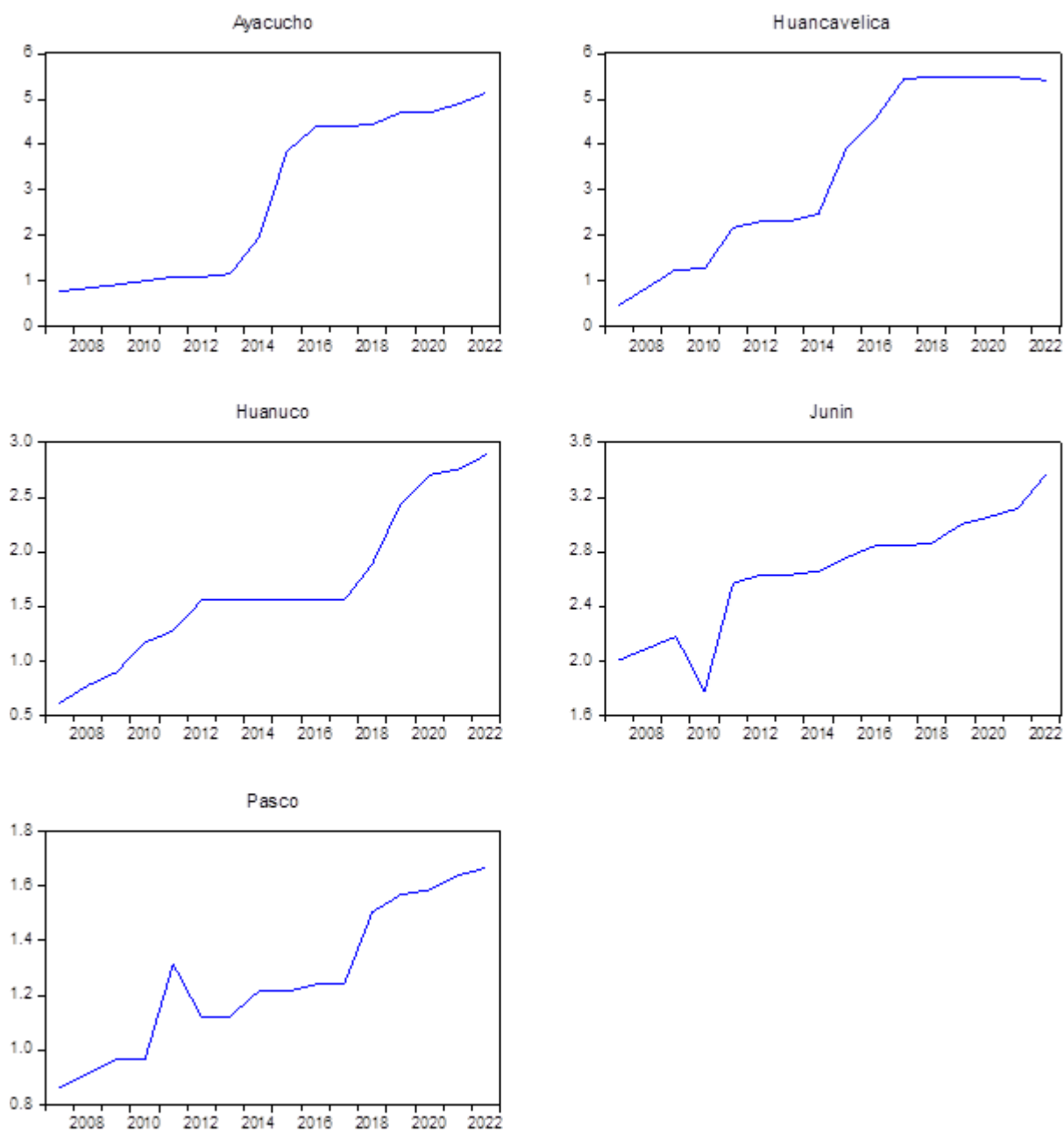
Evolución del PBI per cápita de la Macroregión Centro, 2007-2022



Apéndice D

Figura 6.

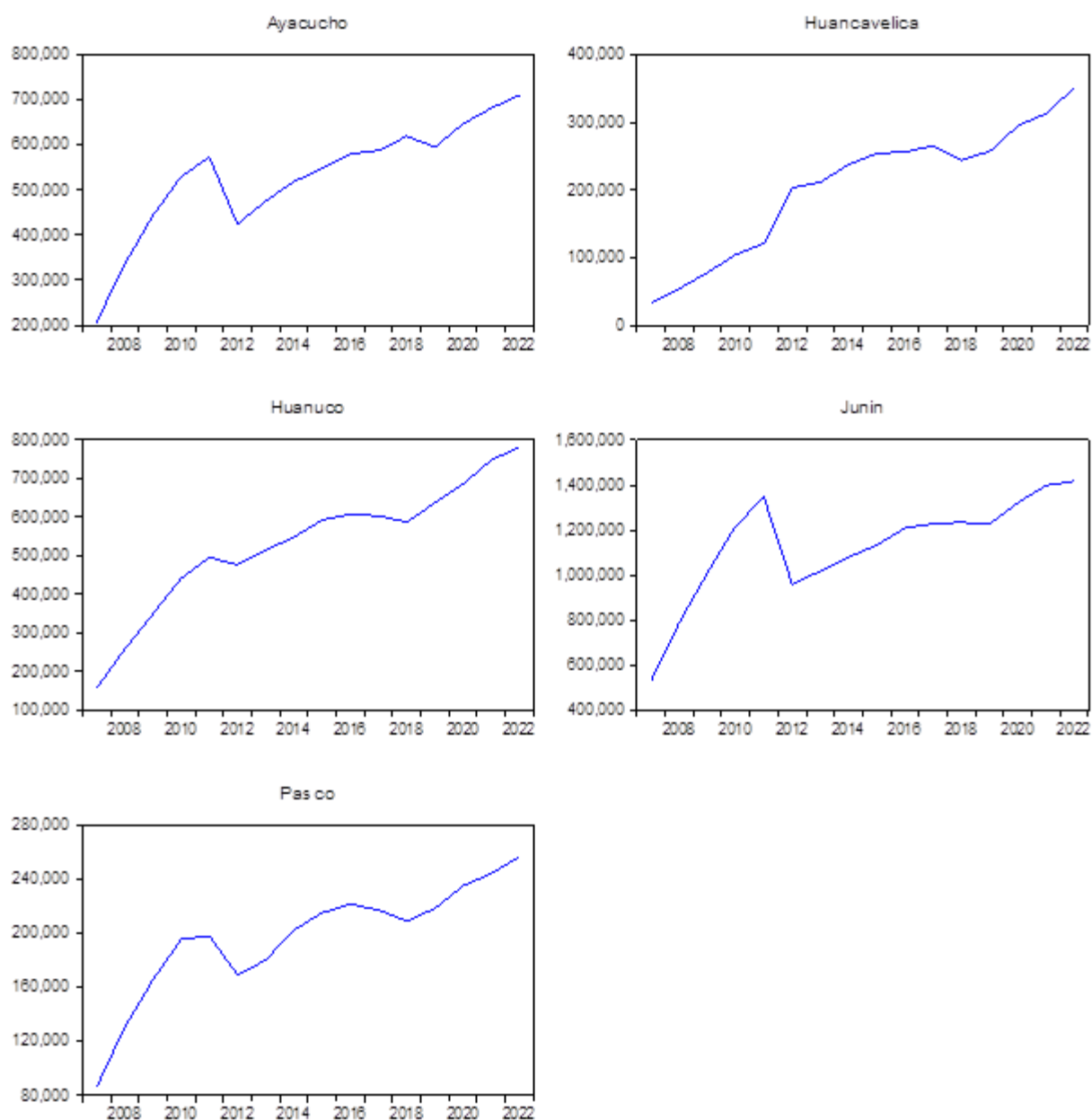
Evolución de la densidad vial de la Macroregión Centro, 2007-2022



Apéndice E

Figura 7.

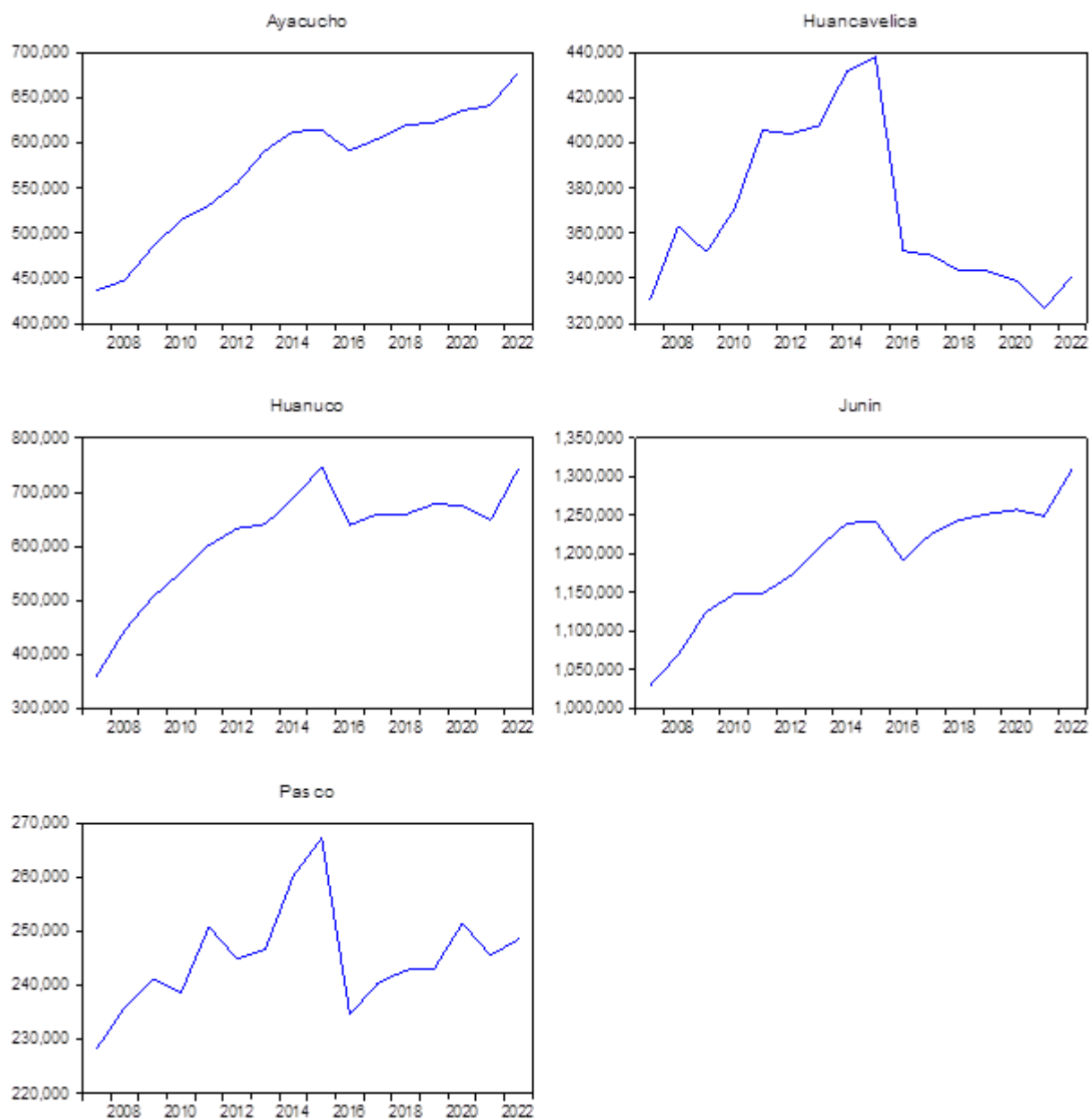
Evolución del indicador de telecomunicaciones de la Macroregión Centro, 2007-2022



Apéndice F

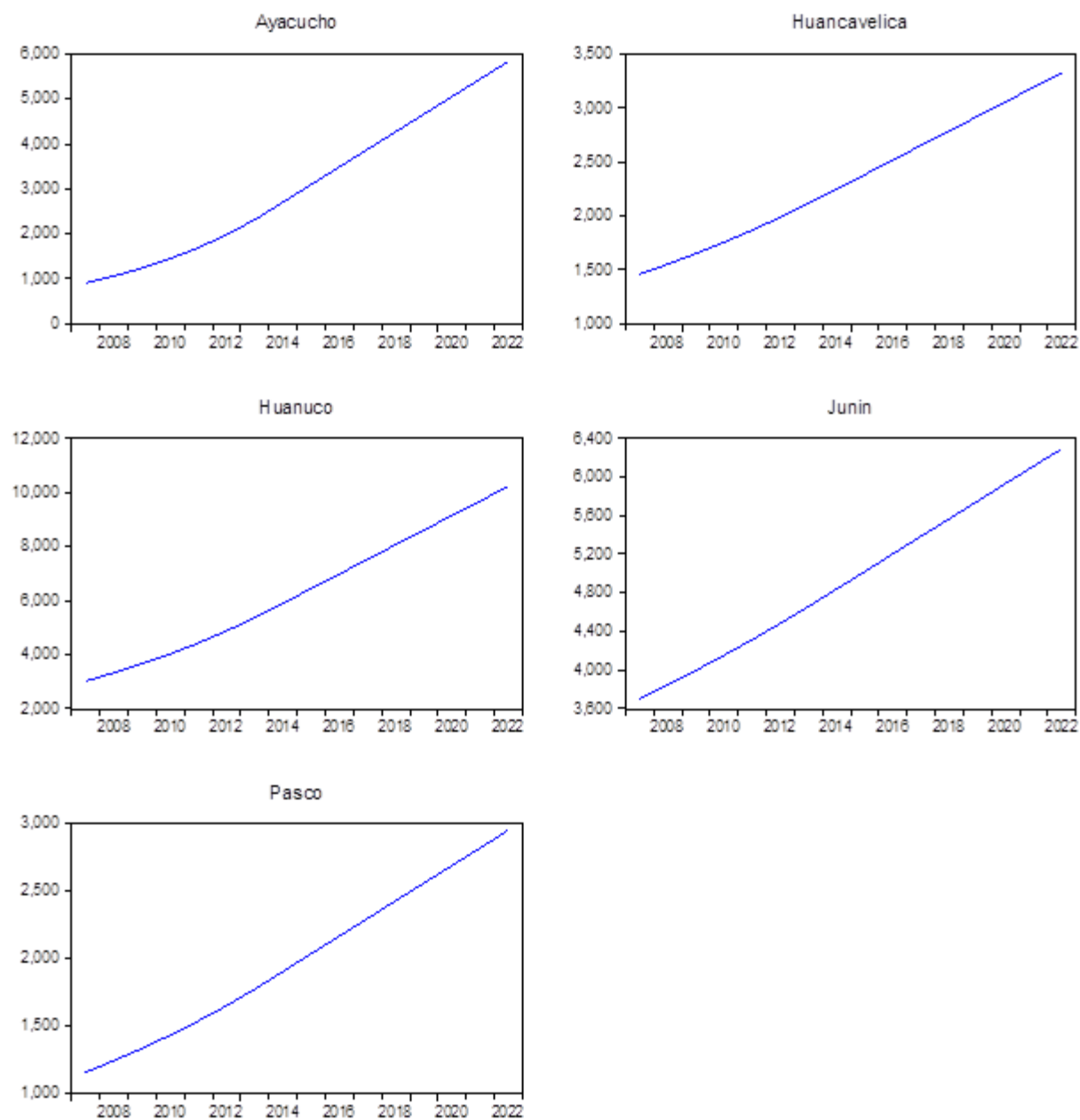
Figura 8.

Evolución del indicador de electricidad de la Macroregión Centro, 2007-2022



Apéndice G

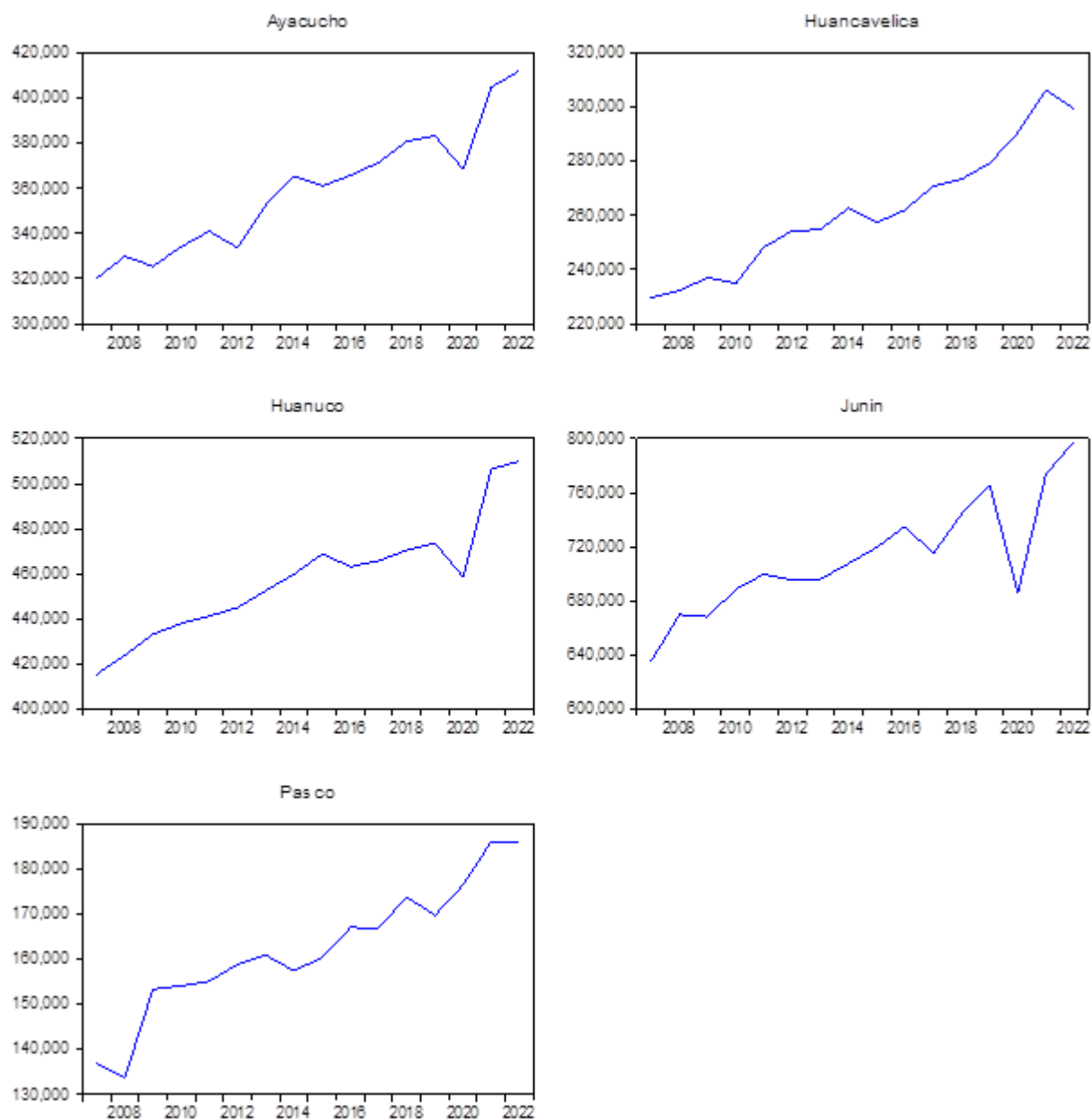
Figura 9.

Evolución de la superficie agraria de la Macroregión Centro, 2007-2022

Apéndice H

Figura 10.

Evolución del indicador de la PEA de la Macroregión Centro, 2007-2022



Apéndice I

Tabla 12.

Resultados de la estimación del modelo general con efectos fijos

Dependent Variable: CREC

Method: Panel Least Squares

Sample (adjusted): 2012 2022

Periods included: 11

Cross-sections included: 5

Total panel (unbalanced) observations: 52

White period standard errors & covariance (d.f. corrected)

WARNING: estimated coefficient covariance matrix is of reduced rank

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VIAL_3	-2.506892	1.584973	-1.581662	0.1212
ELECT	-7.17E-05	3.37E-05	-2.123955	0.0396
TELECOM	-6.10E-07	1.77E-05	-0.034456	0.9727
PEA	0.000147	4.36E-05	3.375013	0.0016
SUPAGR	-0.001344	0.000549	-2.447048	0.0187
C	1.821275	25.92467	0.070253	0.9443

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)

R-squared	0.161213	Mean dependent var	4.508327
Adjusted R-squared	-0.018528	S.D. dependent var	7.478286
S.E. of regression	7.547245	Akaike info criterion	7.051284
Sum squared resid	2392.358	Schwarz criterion	7.426523
Log likelihood	-173.3334	Hannan-Quinn criter.	7.195141
F-statistic	0.896920	Durbin-Watson stat	2.351067
Prob(F-statistic)	0.536427		

Apéndice J

Tabla 13.

Resultados de la estimación del modelo general con efectos aleatorios

Dependent Variable: CREC
Method: Panel EGLS (Period random effects)
Sample (adjusted): 2012 2022
Periods included: 11
Cross-sections included: 5
Total panel (unbalanced) observations: 52
Swamy and Arora estimator of component variances
White period standard errors & covariance (d.f. corrected)
WARNING: estimated coefficient covariance matrix is of reduced rank

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
VIAL_3	-1.518728	0.626619	-2.423687	0.0194
ELECT	-6.19E-05	1.41E-05	-4.402558	0.0001
TELECOM	-3.82E-06	7.04E-06	-0.542252	0.5903
PEA	0.000132	2.40E-05	5.480150	0.0000
SUPAGR	-0.001609	0.000320	-5.033100	0.0000
C	2.609167	1.666418	1.565733	0.1243

Effects Specification		S.D.	Rho
Period random		0.000000	0.0000
Idiosyncratic random		4.931192	1.0000

Weighted Statistics			
R-squared	0.140351	Mean dependent var	4.508327
Adjusted R-squared	0.046911	S.D. dependent var	7.478286
S.E. of regression	7.300772	Sum squared resid	2451.858
F-statistic	1.502044	Durbin-Watson stat	2.332397
Prob(F-statistic)	0.207746		

Unweighted Statistics			
R-squared	0.140351	Mean dependent var	4.508327
Sum squared resid	2451.858	Durbin-Watson stat	2.332397

Apéndice K

Tabla 14.

Resultados de prueba de heterocedasticidad

Residual Cross-Section Dependence Test
 Null hypothesis: No cross-section dependence (correlation) in residuals
 Equation: EQ01
 Periods included: 11
 Cross-sections included: 5
 Total panel (unbalanced) observations: 52
 Test employs centered correlations computed from pairwise samples

Test	Statistic	d.f.	Prob.
Breusch-Pagan LM	21.61790	10	0.0172
Pesaran scaled LM	1.479807		0.1389
Bias-corrected scaled LM	1.229807		0.2188
Pesaran CD	2.154686		0.0312

Apéndice L

Tabla 15.

Resultados de la regresión A-I

Dependent Variable: CREC
 Method: Panel Least Squares
 Sample (adjusted): 2012 2022
 Periods included: 11
 Cross-sections included: 5
 Total panel (unbalanced) observations: 52
 White period standard errors & covariance (d.f. corrected)
 WARNING: estimated coefficient covariance matrix is of reduced rank

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PBIPERC(-1))	-54.95138	11.53728	-4.762939	0.0000
VIAL_3	1.092204	0.502697	2.172690	0.0355
ELECT	-8.70E-05	3.70E-05	-2.351582	0.0235
PEA	0.000174	1.07E-05	16.29967	0.0000
SUPAGR	0.003440	0.001376	2.500121	0.0164
C	474.0365	116.0464	4.084887	0.0002

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.464482	Mean dependent var	4.508327
Adjusted R-squared	0.349728	S.D. dependent var	7.478286
S.E. of regression	6.030448	Akaike info criterion	6.602561
Sum squared resid	1527.385	Schwarz criterion	6.977800
Log likelihood	-161.6666	Hannan-Quinn criter.	6.746419
F-statistic	4.047637	Durbin-Watson stat	2.010822
Prob(F-statistic)	0.000864		

Apéndice M

Tabla 16.

Resultados de la regresión A-II

Dependent Variable: CREC
 Method: Panel Least Squares
 Sample (adjusted): 2012 2022
 Periods included: 11
 Cross-sections included: 5
 Total panel (unbalanced) observations: 52
 White period standard errors & covariance (d.f. corrected)
 WARNING: estimated coefficient covariance matrix is of reduced rank

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOG(PBIPERC(-1))	-53.55586	9.726086	-5.506414	0.0000
VIAL_3	3.987926	1.613378	2.471786	0.0175
TELECOM	2.24E-05	7.77E-06	2.877749	0.0062
SUPAGR	0.002123	0.000919	2.310737	0.0257
C	463.4394	82.02168	5.650206	0.0000

Effects Specification

Cross-section fixed (dummy variables)			
R-squared	0.329407	Mean dependent var	4.508327
Adjusted R-squared	0.204645	S.D. dependent var	7.478286
S.E. of regression	6.669336	Akaike info criterion	6.789028
Sum squared resid	1912.642	Schwarz criterion	7.126743
Log likelihood	-167.5147	Hannan-Quinn criter.	6.918500
F-statistic	2.640288	Durbin-Watson stat	2.148751
Prob(F-statistic)	0.018954		

Apéndice N

Tabla 17.

Resultados de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada para los residuos de la regresión A-I

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
 Series: RESID02
 Sample: 2007 2022
 Exogenous variables: Individual effects
 User-specified lags: 1
 Total number of observations: 42
 Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	25.7561	0.0041
ADF - Choi Z-stat	-2.88103	0.0020

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Intermediate ADF test results RESID02

Cross section	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
Ayacucho	0.0084	1	1	6
Huancavelica	0.3182	1	1	9
Huánuco	0.0733	1	1	9
Junín	0.0345	1	1	9
Pasco	0.3796	1	1	9

Apéndice O

Tabla 18.

Resultados de la prueba de Dickey-Fuller Aumentada para los residuos de la regresión A-II

Null Hypothesis: Unit root (individual unit root process)
 Series: RESID04
 Sample: 2007 2022
 Exogenous variables: None
 User-specified lags: 1
 Total number of observations: 42
 Cross-sections included: 5

Method	Statistic	Prob.**
ADF - Fisher Chi-square	33.1065	0.0003
ADF - Choi Z-stat	-3.99609	0.0000

** Probabilities for Fisher tests are computed using an asymptotic Chi-square distribution. All other tests assume asymptotic normality.

Intermediate ADF test results RESID04

Cross section	Prob.	Lag	Max Lag	Obs
Ayacucho	0.0619	1	1	6
Huancavelica	0.0439	1	1	9
Huánuco	0.0338	1	1	9
Junín	0.0195	1	1	9
Pasco	0.0361	1	1	9