



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERÍA ECONÓMICA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA ECONÓMICA



**INCIDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL SOBRE EL
CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LAS REGIONES QUE
INTEGRAN LA MACRORREGIÓN SUR DEL PERÚ, PERIODO
2010 – 2022.**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. SANDRA FANNY LABRA QUISPE

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO ECONOMISTA

PUNO – PERÚ

2023



Reporte de similitud

NOMBRE DEL TRABAJO

**INCIDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA
VIAL SOBRE EL CRECIMIENTO ECONÓMI
CO DE LAS REGIONES QUE INTEGRAN L
A**

AUTOR

SANDRA FANNY LABRA QUISPE

RECuento DE PALABRAS

29691 Words

RECuento DE CARACTERES

161554 Characters

RECuento DE PÁGINAS

119 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

2.5MB

FECHA DE ENTREGA

Dec 18, 2023 8:10 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

Dec 18, 2023 8:13 PM GMT-5

● 8% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base c

- 8% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 3% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossr

● Excluir del Reporte de Similitud

- Base de datos de trabajos entregados
- Material citado
- Coincidencia baja (menos de 12 palabras)
- Material bibliográfico
- Material citado



Dr. Cristóbal R. Yapuchura Saico
Director de la Unidad de Investigación FIE
UNA - PUNO

M. D.
Margolis Aguilera Olivera

Resumen



DEDICATORIA

A mis padres, Mario y Francisca, y a mis queridos hermanos, Elisban, Robert, Mariela, Ediluz y Nohelia, cuyo apoyo inquebrantable ha sido mi mayor motivación. Gracias por ser mi inspiración constante en este viaje profesional.

Sandra Fanny Labra Quispe



AGRADECIMIENTO

Mi reconocimiento y gratitud a todos aquellos cuya colaboración, ya sea directa o indirecta, contribuyó al desarrollo y conclusión de esta tesis. Sus aportes fueron invaluable y marcaron la diferencia en este trayecto académico.

En primera instancia, A la Facultad de Ingeniería Económica de la Universidad Nacional del Altiplano. La calidad educativa y el compromiso con la excelencia académica han sido pilares fundamentales en mi formación profesional.

Expreso mi profundo agradecimiento a mi asesor de tesis Dr. Manglio Aguilar Olivera, por su guía, aliento y compromiso continuo en la dirección y culminación de esta tesis. Su sabiduría, consejos y motivación han sido un estímulo crucial.

Sandra Fanny Labra Quispe



ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE FIGURAS	
ÍNDICE DE TABLAS	
ÍNDICE DE ANEXOS	
ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	
RESUMEN	14
ABSTRACT.....	15
CAPÍTULO I	
INTRODUCCIÓN	
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	18
1.1.1. Problema General.....	22
1.1.2. Problema Específico.....	22
1.2. JUSTIFICACIÓN	23
1.3. OBJETIVOS	24
1.3.1. Objetivo General	24
1.3.2. Objetivo Específicos	24
CAPÍTULO II	
REVISIÓN DE LA LITERATURA	
2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	25
2.1.1. A nivel internacional	25
2.1.2. A nivel nacional.....	28



2.2. MARCO TEÓRICO.....	34
2.2.1. Modelo de crecimiento endógeno.....	34
2.2.2. Modelo de crecimiento endógeno de Barro.....	35
2.2.3. Mecanismo de impulso – propagación.....	38
2.2.4. Vínculos entre Infraestructura vial y crecimiento económico.....	41
2.2.5. Modelo de Solow ampliado.....	43
2.2.6. Sector informal y crecimiento económico.....	46
2.3. MARCO CONCEPTUAL.....	48
2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN.....	49
2.4.1. Hipótesis General.....	49
2.4.2. Hipótesis Específicos.....	50

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	51
3.1.1. Método y tipo de investigación.....	51
3.1.2. Fuente de información.....	52
3.1.3. Población y muestra.....	52
3.1.4. Análisis y procesamiento de datos.....	52
3.1.5. Variables.....	52
3.2. METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA.....	55
3.3.1. Elección del modelo.....	63
3.3.2. Definición del modelo econométrico.....	65
3.3.3. Pruebas de diagnóstico del modelo de efectos fijo.....	66



CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO	68
4.1.1. Evolución del crecimiento económico de la Macrorregión sur del Perú ..	68
4.1.2. Evolución de la infraestructura vial nacional pavimentada para la Macrorregión sur del Perú.....	70
4.1.3. Ejecución de gasto público asociado a infraestructura vial departamental en la Macrorregión sur del Perú.....	72
4.1.4. Ejecución de gasto público asociado a infraestructura vial vecinal en la Macrorregión sur del Perú.....	74
4.1.5. Informalidad laboral en la Macrorregión sur del Perú	77
4.1.6. Acceso a educación superior en la Macrorregión sur del Perú	79
4.2. ANÁLISIS ECONOMETRICO DEL ESTUDIO	81
4.2.1. Regresión final del modelo de efectos fijos	87
4.2.2. Efecto del gasto público en vías departamentales en el crecimiento económico.	89
4.2.3. Efecto del gasto público en vías vecinales sobre el crecimiento económico.	89
4.2.4. Incidencia del acceso a educación superior en el crecimiento económico.	90
4.2.5. Incidencia del empleo informal sobre el crecimiento económico.....	91
4.2.6. Análisis comparativo de regresiones individuales	92
4.3. DISCUSIÓN	93
V. CONCLUSIONES	98
VI. RECOMENDACIONES	99



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXOS.....	107

Área: Ciencias Económico Empresariales

Línea: Políticas publicas

Fecha de sustentación: 27/12/2023



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Determinantes del crecimiento endógeno	35
Figura 2 Mecanismo de impulso propagación de la infraestructura sobre el crecimiento económico	41
Figura 3 Crecimiento económico e infraestructura vial: un marco analítico.....	43
Figura 4 Producto Bruto interno de la Macrorregión Sur en el año 2010 y 2022.	68
Figura 5 Longitud de la red vial nacional pavimentada de la Macrorregión sur del Perú en el año 2010 y 2022.	71
Figura 6 Gasto público ejecutado en infraestructura vial en la red departamental de la Macrorregión Sur del Perú en el año 2010 y 2022.	73
Figura 7 Gasto público ejecutado en infraestructura vial en la red vecinal de la Macrorregión Sur del Perú en el año 2010 y 2022.	75
Figura 8 Tasa de informalidad laboral de la Macrorregión Sur del Perú en el año 2010 y 2022.....	77
Figura 9 Acceso a educación superior en la Macrorregión Sur del Perú en el año 2010 y 2022.....	79
Figura 10 Evolución del PBI del Perú entre los años 2010 al 2022 (en miles de soles)	110
Figura 11 Evolución de la longitud de la red vial nacional pavimentada de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en kilómetros)	110
Figura 12 Evolución del gasto público en infraestructura vial en la red departamental de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en soles)	111



Figura 13	Evolución del gasto público en infraestructura vial en la red vecinal de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en soles)	111
Figura 14	Evolución de la informalidad laboral de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en soles).....	112
Figura 15	Evolución del nivel educativo de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en soles).....	112



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 Operacionalización de variables	54
Tabla 2 Modelo de datos de panel con efectos fijos	82
Tabla 3 Modelo corregido final.....	88
Tabla 4 Resultado del modelo de regresiones individuales	92
Tabla 5 Modelo econométrico agrupado.....	113
Tabla 6 Modelo de datos de panel con efectos aleatorios.....	113
Tabla 7 Modelo de datos de panel con efectos fijos	114
Tabla 8 Prueba inclusión de efectos fijos.....	114
Tabla 9 La prueba de multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan para efectos aleatorios.....	115
Tabla 10 Prueba de Hausman.....	115
Tabla 11 Prueba de efectos temporales.....	115
Tabla 12 Prueba de correlación serial	116
Tabla 13 Prueba de correlación contemporánea	116
Tabla 14 Prueba de heterocedasticidad.....	117
Tabla 15 Modelo final.....	117
Tabla 16 Regresión individual para la región Arequipa.....	118
Tabla 17 Regresión individual para la región Tacna.....	118



ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
ANEXO 1. Base de datos del estudio.....	107
ANEXO 2. Evolución de principales variables del estudio	110
ANEXO 3. Modelo econométrico agrupado y de efectos aleatorios	113
ANEXO 4. Resultados para el test de elección del modelo.	114
ANEXO 5. Resultados de las pruebas de diagnostico.....	116
ANEXO 6. Regresiones individuales	118
ANEXO 7. Matriz de consistencia	119



ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

CGRP:	Contraloría General de la República del Perú.
ED:	Tasa de asistencia a educación superior.
EA:	Modelo de efectos aleatorios.
EF:	Modelo de efectos fijos.
EM:	Tasa de empleo informal.
INEI:	Instituto Nacional de Estadística e Informática.
INF1:	Longitud de la red vial del sistema nacional de carretera.
INF2:	Presupuesto público ejecutado en vías departamentales.
INF3:	Presupuesto público ejecutado en vías vecinales.
MEF:	Ministerio de Economía y Finanzas.
MTPE:	Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo.
OCDE:	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico.
ODS:	Objetivo de Desarrollo Sostenible.
PBI:	Producto Bruto Interno.



RESUMEN

La investigación tiene como objetivo determinar la incidencia de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 – 2022, cuya metodología aplicada se fundamenta en un enfoque cuantitativo, con un diseño de investigación no experimental - longitudinal, de tipo causal. Conforme a la metodología econométrica aplicada, los resultados derivados de los test estadísticos respaldan la selección del modelo de datos de panel con efectos fijos como la elección más apropiada. Concretamente el análisis de regresión de Prais-Winsten revela relaciones cuantitativas significativas entre las variables independientes y el Producto Bruto Interno en las regiones de la Macrorregión Sur del Perú. Se destaca que, un incremento del 1% en la longitud de la red vial nacional pavimentada se asocia con un aumento de 0.9484% en el Producto Bruto Interno de las regiones. Análogamente se evidencia que un aumento del 1% en el gasto público en vías departamentales y vecinales conlleva a un incremento del 0.1178% y 0.1885% en el Producto Bruto Interno respectivamente. En cuanto a las variables de control del estudio, se verifica que un aumento de 1 punto porcentual en el nivel educativo se asocia con un incremento del 0.0125% en el Producto y finalmente se valida que la informalidad laboral tiene un impacto adverso en el crecimiento económico, concretamente, un incremento de 1 punto porcentual en la tasa de empleo informal se asocia con una reducción del 0.0414% en el Producto Bruto Interno.

Palabras Clave: Crecimiento económico, Infraestructura vial, Gasto público, Modelo de efectos fijos.



ABSTRACT

The research aims to determine the impact of the road infrastructure on the economic growth of the regions comprising the Southern Macrorregión of Peru from 2010 to 2022. The applied methodology is grounded in a quantitative approach, utilizing a non-experimental longitudinal research design of a causal nature. According to the applied econometric methodology, the results derived from statistical tests support the selection of the panel data model with fixed effects as the most suitable choice. Specifically, the Prais-Winsten regression analysis reveals significant quantitative relationships between the independent variables and the Gross Domestic Product in the regions of the Southern Macrorregión of Peru. It is highlighted that a 1% increase in the length of the national paved road network is associated with a 0.9484% increase in the Gross Domestic Product of the regions. Similarly, it is evidenced that a 1% increase in public expenditure on departmental and neighborhood roads leads to a 0.1178% and 0.1885% increase in the Gross Domestic Product, respectively. Regarding the study's control variables, it is verified that a 1 percentage point increase in the educational level is associated with a 0.0125% increase in the Gross Domestic Product. Finally, it is validated that labor informality has an adverse impact on economic growth; specifically, a 1 percentage point increase in the informal employment rate is associated with a 0.0414% reduction in the Gross Domestic Product.

Keywords: Economic growth, Road infrastructure, Public expenditure, Fixed effects model.



CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El crecimiento económico se define como el aumento sostenido de la producción de bienes y servicios de una economía durante un periodo, además, es una herramienta esencial para evaluar la salud económica de una nación. Refleja no solo la capacidad productiva, sino también el bienestar de su población. Por lo tanto, su medición y estudio son vitales, ya que tienen un impacto directo en las políticas gubernamentales, en las decisiones de inversión y, en definitiva, en la calidad de vida de los ciudadanos (Ranis y Stewart, 2002).

Según datos del Banco Mundial, en 2022 el Perú ocupó el puesto 14 de 17 países en términos de crecimiento económico en la región, con un crecimiento del PBI del 2.68%. Panamá lideró la región con un impresionante 10.81%, seguido de Colombia con un 7.5%. Además, el INEI señala que, en los últimos años, la Macrorregión sur ha experimentado un crecimiento económico menor en comparación con otras Macrorregiones. En el año 2018, la Macrorregión sur creció solo un 1.16%, en contraste con el 6%, 4.99% y 4.44% de las Macrorregiones oriente, norte y centro, respectivamente. Esta tendencia continuó en 2019; sin embargo, en 2020, año marcado por la pandemia, todas las regiones sufrieron caídas en su crecimiento, siendo la Macrorregión sur una de las más afectadas con una disminución del 11.14%, superada solo por la Macrorregión centro. En el año de recuperación 2021, la Macrorregión sur nuevamente se ubicó en la parte inferior del ranking, con un crecimiento del 8.87%. Estos datos subrayan la importancia de analizar las posibles causas detrás de este desempeño económico.

Dentro de los múltiples factores que inciden en el crecimiento económico, la infraestructura vial, en especial las carreteras, desempeña un papel crucial. Estas



infraestructuras no solo facilitan el transporte de bienes y personas, sino que también son esenciales para la conectividad y la integración territorial. Una red vial adecuada puede potenciar el intercambio comercial, mejorar el acceso a servicios esenciales y promover el turismo, entre otros beneficios (Berg et al., 2015). Sin embargo, en el Perú se observan notables desigualdades en la infraestructura vial. A pesar del incremento en el presupuesto del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que ha contribuido a la construcción y mejora de la red vial en sus tres tipos, aún persisten brechas significativas, por ejemplo, mientras que el eje longitudinal de la costa está completamente pavimentado, el eje longitudinal de la sierra y el eje longitudinal de la selva tienen tramos pendientes de pavimentación; además, la red vial subnacional muestra que solo una fracción de la red vial departamental y vecinal están pavimentadas. Entre los problemas que han contribuido a esta situación se encuentra el retraso en la entrega de terrenos y la liberación de restricciones por parte del Estado (MEF, 2022).

Mencionado lo anterior y a pesar de los avances en la infraestructura vial del Perú, persisten significativas brechas que podrían estar influenciando el desempeño económico de ciertas regiones, en particular de la Macrorregión sur, por lo que se plantea: determinar la incidencia de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022. En esa línea, la investigación tiene como finalidad brindar un diagnóstico claro y fundamentado sobre la influencia de la infraestructura vial en la economía de la Macrorregión sur; con ello, se espera proporcionar insumos valiosos para la toma de decisiones en políticas públicas relacionadas con inversiones en infraestructura y estrategias de desarrollo regional.

La presente investigación se estructura en capítulos, con el objetivo de abordar de manera integral la relación entre la infraestructura vial y el crecimiento económico en la macro región sur del Perú.



El Capítulo I sirve como punto de partida de la investigación y aborda el planteamiento del problema, la formulación precisa de las cuestiones a investigar y la justificación de por qué es relevante abordar este tema. Además, se establecen claramente las hipótesis que dirigirán el estudio y se consignan los objetivos. En el Capítulo II, se establece una base teórica y conceptual. Aquí, se exploran las principales teorías y definiciones que están intrínsecamente relacionadas con el crecimiento económico y la infraestructura vial. Además, se revisa la literatura existente que sirven como fundamentos para el estudio actual. El Capítulo III se centra en la metodología adoptada para la investigación. En este segmento, se discute el enfoque metodológico seleccionado y se detalla el procedimiento utilizado para la recolección y análisis de datos. El Capítulo IV es el núcleo del trabajo, donde se presentan y discuten los hallazgos obtenidos. En esta sección, se ofrece un análisis descriptivo de las variables seleccionadas y se presentan los resultados del análisis econométrico. Esta parte culmina con una discusión interpretativa de los hallazgos, contrastándolos con la literatura previamente revisada.

Finalmente, se presentan las conclusiones más importantes derivadas de la investigación. Se sintetizan los principales hallazgos y se reflexiona sobre sus implicancias y en base a estos resultados, se ofrecen recomendaciones.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En los últimos años y en la actualidad, el desarrollo de la infraestructura ha sido uno de los ejes con mayor relevancia en el diseño y la formulación de políticas públicas. Dentro de este marco, un interesante estudio de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE, 2016) demuestra que el desarrollo de infraestructura vial en términos de inversión, creación, expansión y mantenimiento crea escenarios positivos para estimular el crecimiento económico, fomentar la productividad y elevar la calidad



de vida de la población; al garantizar la integración territorial, al reducir las desigualdades regionales y al permitir la accesibilidad a servicios básicos de educación, salud y empleo de calidad.

Sin embargo, la realidad ha demostrado que existe un limitado desarrollo de infraestructura vial en términos de inversión, creación, expansión y mantenimiento especialmente en aquellos países en vías de desarrollo. Esta problemática se refleja en los informes de monitoreo de la OCDE al 2021; donde América Latina se sitúa entre las regiones con menor inversión en infraestructura vial, destinando apenas el 2% del PBI al desarrollo de infraestructura vial, en contraste con países desarrollados que destinan más del 4% de su PBI. (La República, 2023).

En el caso de Perú, existe una brecha significativa en términos de infraestructura vial que supera los 58 mil millones de dólares en inversión y según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se estima que se necesitan 31,850 millones de dólares para cerrar dicha brecha al 2025. Es así, que existen problemáticas en el subsector vial, por ejemplo, las mejoras en la red vial nacional han sido insuficientes y realizando un comparativo entre ejes longitudinales se verifica que el eje longitudinal de la costa se encuentra pavimentada a un 100%, sin embargo, se presenta una situación contraria en el eje longitudinal de la sierra y la selva que tienen pendiente de pavimentar un 3.2% y 39.2% respectivamente. Contrario a la red vial nacional las condiciones de transitabilidad aún son más preocupantes ya que tan solo el 13.2% de la red vial departamental se encuentra pavimentada, mientras que la red vial vecinal solo alcanza el 1.7% (MEF, 2022). Este hecho asociado a las serias deficiencias en relación a la ejecución e inversión en infraestructura vial por parte del sector Transportes y Comunicaciones que presenta 548 obras paralizadas, con un costo comprometido de inversión de más de S/. 9, 318 millones lo que representa un 34.5% del total nacional pone en evidencia el limitado



desarrollo de la infraestructura vial y por ende el crecimiento económico del país (Contraloría General de la República del Perú, 2023).

Concretamente la Macrorregión Sur del Perú, enfrenta problemas de infraestructura vial, como proyectos detenidos y brechas significativas en su red de carreteras que generan limitaciones para el crecimiento económico de esta región, estas limitaciones se traducen en economías regionales poco productivas y competitivas, con acceso limitado a servicios básicos, oportunidades de empleo, educación y otros que afectan los estándares de vida de la población. Este escenario se evidencia en los datos proporcionados por el INEI, donde la Macrorregión sur del Perú ha experimentado un crecimiento inferior en comparación con otras Macrorregiones, experimentando una caída económica del 11.14% al 2021. Este contexto asociado al mapeo de obras paralizadas reportadas por la Contraloría General de la República del Perú (2023) referente a infraestructura vial, se verifica que esta región lidera el ranking, con Cusco que tiene paralizado el proyecto especial de infraestructura de transporte que une el corredor Cusco-Sicuani-Espinar-Arequipa, con una inversión comprometida de S/.623,963,635. Así también la paralización del proyecto especial Madre de Dios valorizada en más de S/. 12,490,186, sin dejar de lado la reconstrucción de más 400 puentes tanto en la red vial nacional como la subnacional que afectan los departamentos de Puno, Moquegua y Apurímac. Asimismo, según el MEF, se estima que alrededor del 70% de la red vial departamental en la Macrorregión sur aún requiere pavimentación y que el 84.3% de la red vial en esta región presenta niveles de servicio inadecuados. Este preocupante escenario negativo dentro de esta región, representa un caso interesante de estudio, ya que es una de las regiones con un nivel de inversión y ejecución más baja en cuanto a infraestructura vial.



Por otro lado, una red vial en condiciones óptimas coadyuva a la formación de capital humano al mejorar el acceso a centros educativos, lo que a su vez promueve el crecimiento económico (Gómez y Pérez, 2023). Sin embargo, el analfabetismo, en promedio para la Macrorregión sur es del 6%, superando al promedio nacional (5.2%). Y específicamente respecto a la educación superior, según el INEI al 2021, solo el 16.1% obtuvo educación universitaria, cabe mencionar que las regiones con peor desempeño fueron Puno, con un 10.8%, y Apurímac, con un 11.4%.

Paralelamente, una infraestructura vial eficiente facilita el acceso a los centros de actividad económica, conectando a los trabajadores con empleos formales y reduciendo la dependencia del empleo informal (Guida, 2022; Zarate, 2019). No obstante, la Macrorregión sur del Perú muestra una alta tasa de informalidad laboral, alcanzando el 83.1%, lo cual es superior al promedio nacional (76.8%). Bajo ese contexto la informalidad laboral impacta negativamente en el crecimiento económico al limitar la productividad laboral, reducir los ingresos fiscales y generar desigualdades (Banco Mundial, 2021).

En ese sentido, los factores que motivan la investigación se fundamentan en el Objetivo de Desarrollo Sostenible N°09, específicamente en la meta 9.1 que promueve el despliegue de infraestructuras regionales (viales) para sostener el desarrollo económico y social. Son múltiples los impactos que genera la incorporación de la infraestructura vial en las políticas públicas, ya que según estimaciones del MEF (2023), la inversión pública en infraestructura genera un efecto positivo en el PBI, ya que cada unidad adicional de gasto público en infraestructura aumenta el PBI en alrededor de 0.5 soles en el corto plazo y hasta 1.7 soles en el largo plazo. Así mismo la incorporación de las covariables de educación y empleo informal en la investigación se lleva a cabo con el propósito de mejorar la precisión y robustez de los resultados, su consideración resulta crucial debido



a que ambos fenómenos representan dos de los desafíos que afectan de manera significativa la Macrorregión sur. Esta evidencia significativa, acompañado a la limitada disponibilidad de estudios que aborden el efecto de la infraestructura vial sobre el sobre el crecimiento económico específicamente para la Macrorregión sur del Perú, resulta suficiente para llevar a cabo la investigación. Según lo expuesto se plantea las siguientes interrogantes:

1.1.1. Problema General

- ¿Cuál es la incidencia de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010-2022?

1.1.2. Problema Específico

- ¿Cuál es el efecto del gasto público en vías departamentales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010-2022?
- ¿Cuál es el efecto del gasto público en vías vecinales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022?
- ¿Cómo incide el acceso a educación superior en el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022?
- ¿Cómo incide el empleo informal sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022?



1.2. JUSTIFICACIÓN

El destrabe de infraestructura vial permite impulsar el crecimiento económico al mejorar la competitividad, cerrar brechas en el acceso a servicios públicos y elevar la calidad de vida de la población (Perrotti y Sánchez, 2011). Asimismo, Rozas (2010) enfatiza que; “una mayor disponibilidad y calidad de los servicios de infraestructura vial, conlleva a una mayor productividad de los factores, reduce los costos de producción e inversión y por ende aumenta el crecimiento potencial del producto”. La presente investigación posee algunas consecuencias teóricas significativas para la economía regional; dado que se enriquece la comprensión teórica entre la infraestructura vial y el crecimiento económico, al cuantificar y analizar esta relación en un contexto geográfico y temporal específico dentro de la Macrorregión sur del Perú.

Asimismo, la investigación reviste relevancia social, en el marco de las iniciativas que contribuyan a determinar el efecto de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico dentro de la Macrorregión Sur del Perú. Ya que, a pesar de la importancia estratégica y las particularidades socioeconómicas de esta región, existe un vacío empírico que permita comprender en profundidad las implicancias de la infraestructura vial en dicha región, dado que se destaca la necesidad de enfocar la inversión en infraestructura vial en regiones que tradicionalmente han recibido menos atención. Por lo tanto, este estudio se justifica como un aporte significativo al campo de investigación, al proveer evidencia empírica y sustento metodológico sobre la importancia de la infraestructura vial en el crecimiento económico dentro de la Macrorregión Sur del Perú.

En la misma línea, la investigación es conveniente al proporcionar a los tomadores de decisiones, tanto a nivel estatal como regional una base sólida para la toma de decisiones informadas en la implementación de políticas efectivas en materia de



asignación de recursos en infraestructura vial y crecimiento económico. Mediante un análisis detallado de variables clave como el PBI, la red vial nacional, el gasto en infraestructura vial y otras variables relevantes como educación y empleo informal, esta investigación contribuirá a generar un conocimiento sólido y basado en evidencia sobre la importancia de la infraestructura vial en el crecimiento económico de la Macrorregión sur.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Determinar la incidencia de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.

1.3.2. Objetivo Específicos

- Evaluar el efecto del gasto público en vías departamentales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.
- Evaluar el efecto del gasto público en vías vecinales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.
- Determinar la incidencia del acceso a educación superior en el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.
- Determinar la incidencia del empleo informal sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.



CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A nivel internacional

Ng et al. (2019) emprendieron un estudio con el objetivo de entender la interacción entre el desarrollo de la infraestructura vial y su influencia en el crecimiento económico. Adoptando una metodología cuantitativa, con un diseño no experimental-longitudinal y alcance explicativo, llevaron a cabo un análisis utilizando un modelo econométrico de datos de panel con efectos fijos. Para este propósito, hicieron uso de datos transversales de series temporales de 60 países durante tres décadas, abarcando desde 1980 hasta 2010; estos datos se obtuvieron de fuentes confiables, incluyendo el Indicador de Desarrollo Mundial (WDI) y las Estadísticas de Educación (ED) del Banco Mundial, así como la Tabla Penn World. Las conclusiones del estudio resaltaron la relevancia de la expansión en la longitud de carreteras por cada mil habitantes en el crecimiento económico; además, señalaron que el desarrollo vial puede impulsar el crecimiento de las exportaciones, proporcionando un impulso adicional a la economía. Significativamente, el nivel de educación también fue identificado como un factor socioeconómico crucial, contribuyendo positivamente al crecimiento económico, lo que implica que la educación es una variable esencial que debe ser considerada al diseñar políticas para el crecimiento sostenible.

Paguay (2019) llevó a cabo una investigación con el propósito de interpretar la relación entre el gasto público destinado a infraestructura vial y el crecimiento económico en Ecuador entre 2000-2017. La metodología que adoptó fue de enfoque cuantitativo,



diseño no experimental-evolutivo y alcance causal. Para el análisis, empleó el modelo econométrico de la función de producción Cobb-Douglas. En sus conclusiones, destaca la importancia de la inversión pública en infraestructura vial como motor de crecimiento económico. Se determinó que un aumento significativo en la inversión pública en infraestructura vial estuvo vinculado a un crecimiento positivo en el PBI, en términos cuantitativos, un incremento del 1 % en el gasto público en infraestructura vial elevaría el PBI per cápita en 0.2 puntos porcentuales. Este hallazgo sugiere que la inversión en infraestructura vial es un componente clave para entender las variaciones en el crecimiento económico del Ecuador en el periodo estudiado; además, se subrayó la relevancia de la infraestructura vial en la conexión de áreas remotas, promoviendo el intercambio económico, atrayendo inversiones y contribuyendo significativamente a la reducción de la pobreza y al bienestar general de la población.

Análogamente, Zhang y Cheng (2023) analizaron el incremento en la inversión en infraestructura de transporte del Reino Unido y su influencia en el crecimiento económico. Valiéndose del Modelo de corrección de errores vectoriales (VECM) para explorar las dinámicas a corto y largo plazo entre el desarrollo de la infraestructura de transporte y el crecimiento económico en el lapso de 1970 a 2017. Concluyen que la influencia de la infraestructura de transporte en el crecimiento económico del Reino Unido varía en el corto y largo plazo. A largo plazo, se identificó un impacto positivo y significativo de la infraestructura de transporte en el desarrollo económico; sin embargo, en el corto plazo, se encontró que la construcción de esta infraestructura podría tener un efecto adverso en el crecimiento económico británico. A raíz de estos hallazgos, Zhang y Chen sugirieron algunas estrategias para el Reino Unido: primero, la necesidad de mejorar la conectividad de su infraestructura de transporte; segundo, la implementación de políticas que puedan contrarrestar los posibles efectos negativos a corto plazo mientras



se buscan beneficios a largo plazo; y tercero, promover un desarrollo equilibrado de la infraestructura de transporte que se adapte a las particularidades regionales y geográficas del país.

Lemus et al. (2015) analizan el impacto de la educación universitaria en el crecimiento económico de los 24 departamentos de Colombia. A través de una metodología cuantitativa, diseño no experimental-longitudinal y alcance explicativo; profundizaron en la relación entre el crecimiento económico y la educación como herramienta para la formación de capital humano, particularmente en el contexto de las disparidades regionales del país. Para su análisis, implementaron un modelo econométrico de datos panel con efectos fijos, basándose en datos anuales de 24 departamentos colombianos entre 2002 y 2009. Los hallazgos de su investigación resaltan la importancia de la educación y el proceso de innovación a través de la investigación como factores clave que explican el crecimiento económico en los departamentos; específicamente, identificaron que tanto la cobertura de educación superior como el número de investigadores por departamento eran variables cruciales. Un aumento del 1% en la cobertura educativa podría correlacionarse con un incremento del 0.67% en el crecimiento económico, mientras que un incremento similar en el número de investigadores podría traducirse en un aumento del 0.12% en el Producto Interno Bruto. Con estos resultados, Lemus y sus colaboradores subrayaron la relevancia de la formación académica superior y la investigación en el impulso al desarrollo económico de Colombia.

Andrango (2021) evalúa la influencia del empleo informal en el crecimiento económico de Ecuador. mediante un enfoque cuantitativo, diseño no experimental-longitudinal y un alcance explicativo; desarrolló un modelo basado en la regresión lineal múltiple, utilizando datos de 2003 a 2019 extraídos del Banco Mundial y el Servicio de Rentas Internas (SRI) de Ecuador. Los hallazgos de la investigación señalan que las



causas del empleo informal en el país son el resultado de políticas laborales ineficientes, una mala distribución de recursos, y un uso ineficiente de los servicios estatales. En cuanto a las consecuencias, el empleo informal no solo afecta negativamente a los trabajadores, al limitar sus ingresos y privarles de protección social, sino que también perjudica la economía del país al no registrar adecuadamente los ingresos, lo que conlleva un estancamiento en el crecimiento económico. Asimismo, mediante el modelo econométrico, se concluyó que el empleo informal tiene un impacto negativo en el crecimiento económico de Ecuador; específicamente, un aumento del 1% en el empleo informal se correlaciona con una reducción del 1.3% en el crecimiento económico, medido a través del PBI.

2.1.2. A nivel nacional

Alarcón (2021) analiza la relación a largo plazo entre el incremento en la longitud de carreteras y el crecimiento económico agregado en la economía peruana; para ello, se apoyó en la teoría de crecimiento endógeno utilizando una función de producción tipo Cobb-Douglas. Y a través de una metodología cuantitativa, de diseño no experimental-longitudinal y con un enfoque explicativo, el autor aplicó técnicas de cointegración de series de tiempo y modelos de corrección de error. El estudio incorporó variables como la longitud de carreteras pavimentadas, el PBI, el gasto público y las exportaciones, en términos per cápita y de población económicamente activa, abarcando un período desde 1950 hasta 2019. Las conclusiones derivadas de este análisis revelaron que la infraestructura de transporte, representada específicamente por la extensión en kilómetros de la Red Vial Nacional, ejerce un impacto positivo y de largo plazo sobre el crecimiento económico del Perú; sin embargo, este efecto no es persistente en el PBI. A nivel cuantitativo, se dedujo que un incremento del 1% en la longitud de carreteras se asocia con un aumento del 0.488% en el PBI per cápita. El estudio refuerza la importancia de la



infraestructura de transporte como un factor determinante en el crecimiento económico del país.

Camayo et al. (2022) determinan la influencia de los desembolsos en inversión pública en áreas como transporte, telecomunicaciones y energía, en el progreso económico regional del Perú durante el período 2001-2019. Mediante un enfoque cuantitativo, descriptivo y analítico con un diseño no experimental de carácter longitudinal y mediante la aplicación econométrica basada en paneles de datos balanceados con efectos fijos, que resultó ser adecuada para evaluar tanto a nivel nacional como regional. Sus hallazgos indicaron que la Inversión Pública en Transporte Terrestre es el factor más influyente en el Producto Bruto Interno (PBI) a nivel regional. Esta relación se debe a que las carreteras y vías de transporte desempeñan un papel esencial en el intercambio y, por ende, en el crecimiento económico de las regiones; aunque el establecimiento de nuevas rutas de transporte puede presentar desafíos para las economías locales, la generalidad de los resultados sugiere beneficios significativos. De hecho, un incremento del 10% en el gasto público en transporte terrestre se correlaciona con un aumento del 4.96% en el PBI nacional. En resumen, Alarcón sugiere que las inversiones en transporte son vitales para el desarrollo económico y la competitividad a nivel regional, pero advierte de posibles desafíos para las economías locales.

Palomino (2022) evalúa la relación entre el gasto público en infraestructura vial y el crecimiento económico en las regiones de Apurímac, Cusco y Cajamarca durante el período 2007-2019. Palomino se centró en un análisis longitudinal y causal de los datos recopilados en ese intervalo temporal; además, la investigación se basó en un modelo de datos de panel empleando mínimos cuadrados ordinarios con efectos fijos. La finalidad primordial era concebir un modelo que permitiera evaluar de forma adecuada la influencia del gasto público en infraestructura vial sobre el crecimiento económico en dichas



regiones. Los resultados del análisis revelaron que variables como el gasto público ejecutado, el stock de infraestructura vial, así como otros indicadores como el nivel educativo y el Índice de Competitividad Regional (INCORE), tienen un impacto positivo y significativo en el crecimiento económico de las regiones investigadas. Específicamente, se determinó que un aumento del 1% en la infraestructura vial podría llevar a un incremento económico del 0.492%. Asimismo, se encontró que un incremento del 1% en el gasto público en infraestructura vial podría generar un crecimiento económico del 0.533% en las regiones analizadas.

Por su parte, Ruiz (2021) analiza la relación entre la infraestructura vial y el crecimiento económico en las regiones peruanas durante el periodo 2010-2018, y empleando el modelo Panel Dinámico Arellano-Bond, el estudio arrojó hallazgos reveladores sobre la influencia directa de la red vial, tanto nacional como departamental y local, en el PBI per cápita del Perú; por ejemplo, un aumento del 1% en la longitud de las carreteras de la red vial nacional se asoció con un incremento del 0.10% en el PBI per cápita a corto plazo, y del 0.15% a largo plazo. Análogamente, la infraestructura vial pavimentada mostró un efecto directo y positivo en el PBI per cápita: un incremento de un punto porcentual en la proporción de vías pavimentadas respecto al total resulta en un aumento del 0.11% en el PBI per cápita a corto plazo y del 0.17% a largo plazo. Estos hallazgos refuerzan la perspectiva de varios estudios previos, subrayando la importancia fundamental de la infraestructura vial para el desarrollo económico regional.

Asimismo, Vicente (2023) determina la relación entre la infraestructura vial y el crecimiento económico de las regiones peruanas entre 2010 y 2021. El estudio posee una naturaleza no experimental con un diseño longitudinal de datos de panel y se realizó a través del modelo de panel dinámico Arellano-Bond. Los hallazgos de Vicente resaltan la influencia significativa de la infraestructura vial total, que abarca las longitudes



pavimentadas de redes viales nacionales, departamentales y locales, en el crecimiento económico regional durante el periodo examinado. Los resultados mostraron que un incremento del 1% en dicha infraestructura resulta en un aumento del 0.03% del PBI per cápita a corto plazo y del 0.07% a largo plazo. Del mismo modo, un incremento del 1% en el gasto público destinado a infraestructura vial impulsa el PBI per cápita en 0.08% a corto plazo y 0.11% a largo plazo. Adicionalmente, Vicente identificó que el crecimiento en distintas categorías de la red vial, ya sea nacional, departamental o local, también tiene impactos positivos y distintos en el PBI per cápita a corto y largo plazo; específicamente, un aumento del 1% en la longitud de la red vial nacional lleva a un incremento del PBI per cápita de 0.20% a corto plazo y 0.23% a largo plazo. En cuanto a la red vial departamental, un incremento similar resulta en un aumento del 0.02% a corto plazo y 0.04% a largo plazo. Por último, para la red vial local, se observó un aumento del 0.03% a corto plazo y 0.06% a largo plazo en el PBI per cápita.

Por otro lado, Collas y Palacios (2020) centraron su análisis en la influencia de la Inversión Pública en Infraestructura Vial sobre el desarrollo económico en la Macro Región Norte del Perú (Piura, Lambayeque, La Libertad, Tumbes y Cajamarca), durante el período 2007-2016. Basándose en la teoría neoclásica de crecimiento económico y el modelo de Barro, los autores emplearon una metodología econométrica, utilizando datos de panel para el decenio mencionado, con un diseño no experimental, longitudinal y correlacional. Sus conclusiones evidenciaron que la inversión en infraestructura vial es un determinante clave del crecimiento del PBI en la Macro Región Norte, con resultados estadísticamente significativos con un 95% de confianza. Observaron que, en la última década, la región ha mostrado signos positivos de crecimiento, particularmente en los departamentos costeros, impulsados en gran medida por la expansión de la infraestructura vial. En términos numéricos, se determinó que, por cada mil millones invertidos en



infraestructura vial, el PBI crece en un 1.10%, siendo la infraestructura vial responsable del 99% del crecimiento del PBI en la región durante el período estudiado. El estudio concluyó subrayando la necesidad de que los gobiernos impulsen la construcción de carreteras para conectar regiones y sentar las bases para el desarrollo económico y social del país.

Sánchez y Cornejo (2023) investigaron el vínculo entre la educación superior universitaria y el crecimiento económico en el contexto peruano, abarcando un período de 30 años desde 1990 hasta 2020. A través de un enfoque no experimental y longitudinal, y utilizando la deducción como método principal, desarrollaron un modelo econométrico de regresión múltiple (MCO), complementado con un análisis de vectores autorregresivos (VAR). La investigación sugiere que el crecimiento económico del Perú responde de manera positiva al aumento de las matrículas en educación superior universitaria. Concretamente, un incremento del 1% en las matrículas se relaciona con un alza del 1.42% en el crecimiento económico; sin embargo, el análisis también destaca que el crecimiento económico del país no se asienta exclusivamente en la educación superior. Según el análisis de impulso – respuesta, si bien esta última ejerce una influencia positiva, su impacto es limitado, especialmente frente a perturbaciones más poderosas, como crisis sanitarias, desafíos políticos y desastres naturales. De manera global, la educación superior universitaria desempeña un papel en la promoción del crecimiento económico, pero su capacidad para estabilizar la economía frente a choques más potentes es restringida.

En ese mismo sentido, Hilario y Valverde (2021) analizan la relación entre el capital humano y el crecimiento económico en el departamento de Huánuco durante el período 2012-2019. Utilizando un diseño no experimental y longitudinal y a través de un modelo econométrico de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) destacaron una relación



significativa entre el capital humano y el crecimiento económico; específicamente, un aumento del 1% en la tasa neta de matrícula en educación superior se asoció con un crecimiento del 0.45% en el PBI. Asimismo, un incremento en el gasto de educación superior, tanto no universitaria como universitaria, en cien millones, resultó en un aumento del PBI del 0.48% y 0.53%, respectivamente. Estos hallazgos enfatizan la importancia de invertir en capital humano, particularmente en educación superior, como un factor clave para impulsar el desarrollo económico en regiones específicas como Huánuco.

Villegas (2022) abordó en su investigación el impacto de la informalidad en las pequeñas y medianas empresas (pymes) sobre el crecimiento económico del Perú durante el período 2000-2020. Utilizando un enfoque cuantitativo y un diseño no experimental y longitudinal, Soledad empleó un modelo econométrico basado en series temporales y el modelo de vectores autorregresivos (VAR) para examinar la relación entre estas variables. Las conclusiones del estudio destacaron que, durante el período estudiado, se encontró que la informalidad en las pymes tiene una relación a largo plazo con el crecimiento económico, pero dicha relación es negativa, lo que indica que el crecimiento económico no ha respondido positivamente a la informalidad; específicamente, la informalidad en las pymes del sector comercio demostró tener un impacto significativo y negativo en el crecimiento económico. Esta investigación refuerza la idea de que abordar la informalidad en las pymes es esencial para fomentar un crecimiento económico sostenible en el Perú.



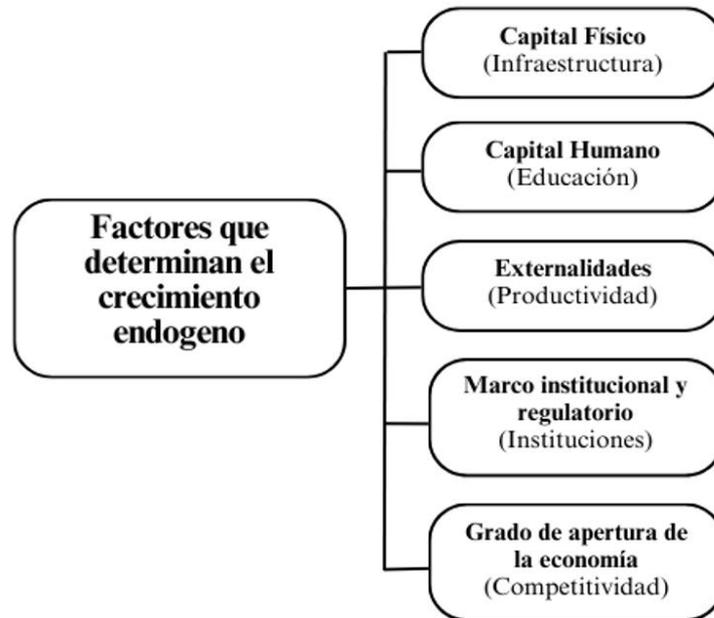
2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Modelo de crecimiento endógeno

El modelo de crecimiento endógeno surge en respuesta a los modelos neoclásicos que explican el crecimiento en base a factores externos, es decir los neoclásicos sostienen que el crecimiento se agota en algún momento del tiempo debido a la productividad marginal decreciente de los factores, además de que el crecimiento no se ve afectado por las decisiones de los agentes. Ante esto los modelos de crecimiento endógeno orientan su comprensión más allá y establecen que el crecimiento puede ser explicado por elementos endógenos las cuales están asociados a las decisiones de los agentes económicos, a los factores intrínsecos de un territorio y a las decisiones de política económica adoptadas, lo que hace que el crecimiento se sostenga y no se agote. Esta sostenibilidad se explica en que los agentes económicos toman decisiones de asignación de recursos e inversión en innovación, educación o el desarrollo de infraestructura pública. Esta teoría es alimentada por el modelo AK de Rebelo quien destaca implicaciones importantes, en primer lugar, sostiene que el crecimiento económico sostenido se puede lograr a través de un aumento constante en la inversión en capital, en segundo lugar, el modelo AK sugiere que las políticas que fomentan la acumulación de capital, tanto físico como humano, son fundamentales para impulsar el crecimiento económico a largo plazo. Bajo esta premisa según Jiménez (2011), el modelo de crecimiento endógeno se sostiene en 5 factores que explican la tasa de crecimiento:

Figura 1

Determinantes del crecimiento endógeno



Nota: Adaptado de Crecimiento económico enfoques y modelos, por Félix Jiménez, 2011.

2.2.2. Modelo de crecimiento endógeno de Barro

El modelo de Barro, un modelo de crecimiento endógeno, se enmarca en una economía que considera la importancia del gasto público. Esta teoría aborda cómo dicho gasto, cuando se maneja de manera eficiente, puede tener un impacto notable en la evolución económica de un país o región. En el eje del modelo se encuentra la función de producción. Según Sala-i-Martin (2000) el modelo de Barro utiliza una función de producción que se representa como:

$$Y = A * K^{\alpha} * G^{1-\alpha}$$

Donde:

Y: Producción total.

K: Capital.

A: Productividad total de los factores.



G: Gasto público.

α : Elasticidad del capital en la producción.

Este modelo evidencia cómo el gasto público se integra en la función de producción como un multiplicador, sugiriendo que un aumento eficiente en dicho gasto puede potenciar la producción global; sin embargo, el gasto público no es gratuito; su financiamiento proviene, en gran medida, de la recaudación fiscal. En este contexto, el modelo proporciona la ecuación del crecimiento del capital per cápita:

$$\dot{k} = s * (1 - t) * A * k^\alpha * g^{1-\alpha} - (n + \delta) * k$$

Esta ecuación es esencial en el modelo de Barro para comprender la dinámica del capital en una economía con gasto público productivo, en la expresión, \dot{k} denota la variación o tasa de cambio del capital per cápita respecto al tiempo, mostrando cómo evoluciona el capital per cápita en la economía. El término $s * (1 - t)$ refleja la proporción del ingreso total, después de impuestos, que se destina al ahorro; además, s representa la tasa de ahorro y t es la tasa impositiva. Esta interacción entre ahorro e impuestos destaca la idea de que la acumulación de capital en una economía no solo depende de cuánto ahorra, sino también de cuánto de ese ahorro queda después de las obligaciones fiscales. La representación k^α indica cómo el capital contribuye al proceso productivo, con α señalando la participación del capital en la producción; de manera similar, $g^{1-\alpha}$ refleja el impacto del gasto público productivo en la producción, siendo g el gasto público y $1 - \alpha$ su participación en el proceso productivo. Finalmente, la ecuación incorpora dos términos: n y δ ; el primero, la tasa de crecimiento de la población, indicando cómo la base laboral de la economía se expande con el tiempo; el segundo es la tasa de depreciación del capital, representando la proporción del capital que se desgasta o se vuelve obsoleto en cada período. Por lo tanto, la ecuación establece que la evolución del capital per cápita en una economía es una función de su capacidad para ahorrar e



invertir, ajustada por factores como impuestos, productividad, gasto público, crecimiento demográfico y depreciación del capital.

El enfoque del modelo de Barro subraya la interacción entre los beneficios potenciales del gasto público y sus posibles contrapartes negativas; desde una perspectiva macroeconómica, el gasto público, cuando se dirige de manera eficaz hacia inversiones productivas, puede actuar como un importante motor de crecimiento. Estas inversiones pueden incluir infraestructura, educación y salud, entre otros, que elevan la productividad y la eficiencia económica a largo plazo; sin embargo, financiar estos gastos a menudo requiere la recaudación de impuestos, que pueden distorsionar los incentivos para el ahorro, la inversión y la innovación en el sector privado. Por tanto, el desafío radica en equilibrar estos dos efectos: maximizar los beneficios del gasto público mientras se minimizan sus costos distorsionadores; es aquí donde la noción de equilibrio presupuestario en el modelo de Barro se vuelve central (Jiménez, 2011). Mantener un equilibrio entre los ingresos y gastos del gobierno asegura que los recursos se utilicen de manera eficiente y que el sector público no imponga una carga indebida sobre la economía:

$$\frac{g}{k^\alpha} = (tA)^{\frac{1}{\alpha}}$$

La ecuación refleja la idea de equilibrio presupuestario donde se sugiere que, para un nivel dado de productividad y tasa impositiva, hay una relación óptima entre el gasto público y el stock de capital que maximiza el crecimiento económico.

En ese sentido, la estructura del gasto público es esencial en la modelización de Barro; en particular, se subraya que no todo gasto público tiene el mismo impacto en la economía. Si bien ciertos tipos de gasto pueden tener un impacto directamente positivo



en el crecimiento, otros pueden no ser tan productivos o incluso contraproducentes (Marroquín y Ríos, 2012).

En el caso del gasto productivo se refiere al gasto que incrementa directamente la capacidad productiva de la economía, como la inversión en infraestructuras esenciales (carreteras, puentes, redes eléctricas) y la educación. Estos tipos de gastos tienen la capacidad de elevar el potencial de crecimiento de la economía al mejorar la productividad y eficiencia de los otros factores productivos.

A partir de este análisis del modelo de Barro, se infiere que el gasto público no es un componente pasivo en la dinámica del crecimiento económico; su calidad y estructura son determinantes cruciales en la trayectoria de desarrollo de una economía. Es imperativo subrayar que, dentro del espectro del gasto público, la inversión dirigida a infraestructuras esenciales y a la educación emerge como una palanca primordial que potencia la productividad y el rendimiento de otros factores productivos. En síntesis, la incorporación adecuada y estratégica del stock y el gasto en infraestructura y educación no solo contribuye al crecimiento económico, sino que puede ser el catalizador que propulse a una economía hacia trayectorias de desarrollo más robustas y sostenibles.

2.2.3. Mecanismo de impulso – propagación

El Mecanismo de Impulso-Propagación articulado por Rozas y Sánchez (2004) es una teoría que enfatiza la importancia de la infraestructura en el proceso de crecimiento económico; en lugar de simplemente considerar la infraestructura como un medio para un fin, es decir, como una herramienta que facilita la producción y la entrega, Rozas propone que debe ser entendida como un catalizador que inicia y alimenta una serie de eventos económicos en cascada. Cada uno de estos eventos, a su vez, potencia al



siguiente, creando una dinámica que puede ser descrita como una reacción en cadena económica.

La idea central detrás de este mecanismo es que la inversión en infraestructura no sólo tiene un impacto inmediato en la actividad económica, sino que también desencadena una serie de efectos secundarios y terciarios. Estos efectos pueden manifestarse en términos de mayor eficiencia, acceso a nuevos mercados, fomento de la innovación y, en última instancia, una mejora en el bienestar general de la sociedad. Sin embargo, es fundamental comprender que la materialización de estos beneficios depende en gran medida de la calidad y relevancia de la infraestructura en cuestión; una infraestructura mal planificada o mal ejecutada puede no sólo fallar en desencadenar los efectos deseados, sino que también puede tener un impacto negativo.

Acorde a Rozas, las inversiones en infraestructura no solo se traducen en la edificación de estructuras físicas, sino que desencadenan una serie de efectos multiplicadores y de propagación en la economía que se ramifican en distintos ámbitos y niveles. Inicialmente, las inversiones en infraestructura desatan dos efectos preponderantes: el efecto multiplicador de la inversión y los efectos sobre los servicios de accesibilidad a la red. El primero se refiere al impacto inmediato y directo que tiene la inversión en infraestructura en la generación de empleo, demanda de materiales y, en general, en el impulso de la actividad económica; el segundo, por su parte, se relaciona con cómo la mejora en infraestructura potencia la calidad y cantidad de los servicios disponibles para la población y la economía.

Esta mejora en la calidad y cantidad de servicios genera una cascada de beneficios; en primer lugar, se observan ganancias significativas en el bienestar de la población, al contar con mejores servicios e infraestructuras. Simultáneamente, surgen externalidades,

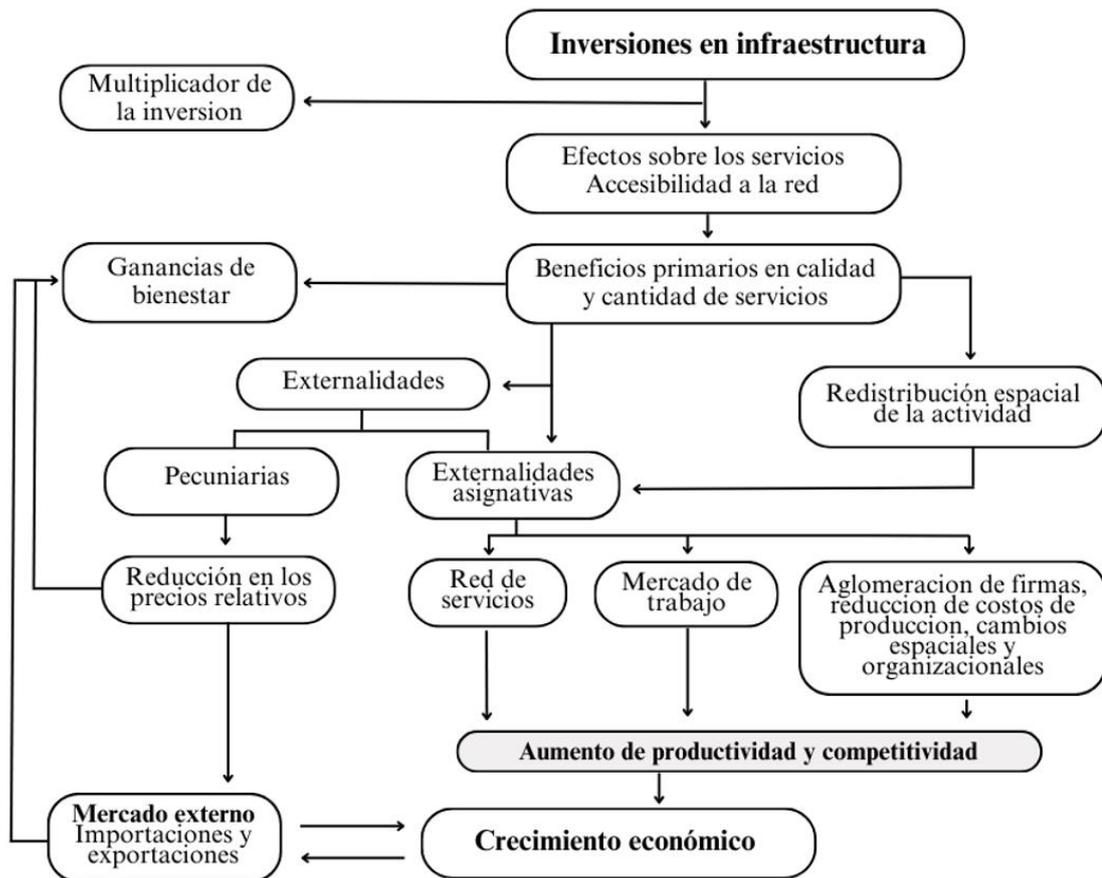


que pueden ser tanto pecuniarias como asignativas. Las externalidades pecuniarias conducen a una reducción de los precios relativos, potenciando el mercado externo y, en consecuencia, el crecimiento económico. Las externalidades asignativas, por otro lado, generan una mejora en la red de servicios, optimizan el mercado laboral y propician la aglomeración de firmas; estas condiciones se traducen en una reducción de los costos de producción y desencadenan cambios espaciales y organizacionales en el tejido económico. Este entorno favorable resulta en un aumento palpable en la competitividad y productividad de las empresas y sectores económicos. Este incremento en la productividad y competitividad, a su vez, acelera el ritmo del crecimiento económico; además, es esencial notar que este crecimiento económico retroalimenta las ganancias en bienestar de la población, creando un ciclo virtuoso de crecimiento y desarrollo.

Acorde a lo planteado anteriormente la teoría ilustra con claridad cómo las inversiones en infraestructura, sean estas de tipo vial, de telecomunicaciones, de energía o de servicios públicos, más allá de su impacto inmediato, desencadenan una serie de efectos en cadena que potencian el crecimiento económico. Por otra parte, el énfasis de este mecanismo resalta que, la escasez en la provisión de infraestructura y servicios afecta negativamente la expansión de los demás sectores de la economía y por tanto la implementación eficaz de políticas públicas regionales. Lo anterior se resume en la siguiente figura.

Figura 2

Mecanismo de impulso propagación de la infraestructura sobre el crecimiento económico



Nota: Tomado de Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual, Rozas y Sánchez, 2004.

2.2.4. Vínculos entre Infraestructura vial y crecimiento económico

Evidencia internacional, demuestra que; existe un sólido vínculo entre la disponibilidad de infraestructura específica, como carreteras pavimentadas, ferrocarriles, telecomunicaciones, capacidad de generación eléctrica, y el Producto Interno Bruto per cápita en países en desarrollo. Paralelamente se ha encontrado evidencia empírica por Fay (2001), que respalda que las economías en desarrollo donde existe una reducida dotación de infraestructura vial en comparación a economías avanzadas, el efecto de la



infraestructura vial sobre el crecimiento ha sido más alta y positiva. En consecuencia, las inversiones en infraestructura vial en países en desarrollo se revelan como un componente esencial para fomentar un crecimiento económico sostenible, al potenciar la capacidad productiva y mejorar la eficiencia económica.

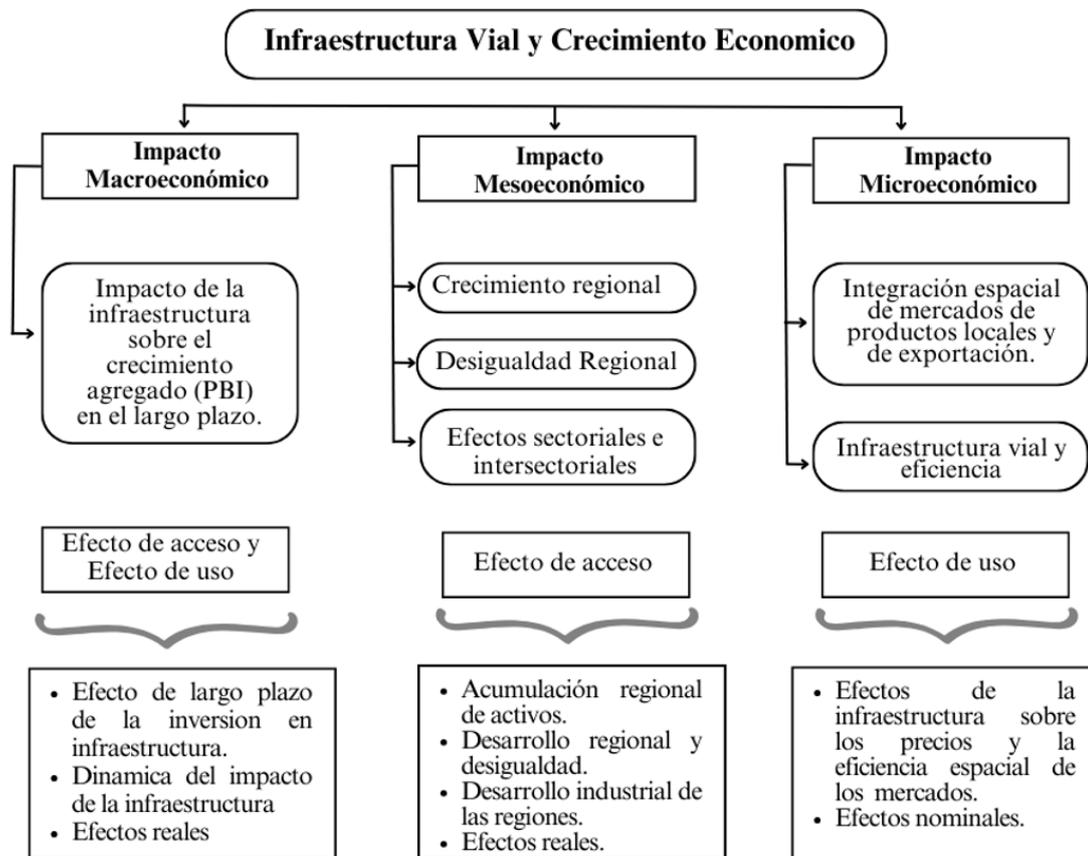
En concordancia con lo expuesto, el impacto de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico puede ser observado a través de impactos en múltiples niveles, el primer impacto es a nivel macroeconómico; donde el efecto de la infraestructura vial se mide en términos agregados como el PBI o alguna otra medida de actividad económica, este impacto estimula a que el crecimiento se sostenga en el largo plazo y por ende genere efectos reales en la economía, es decir la economía crece más allá de las cifras nominales, el segundo impacto es a nivel mesoeconómico, aquí el efecto de infraestructura vial se vincula al cierre de desigualdades regionales y desarrollo a nivel sectorial de las mismas, de modo que se generan efectos reales a nivel regional. Finalmente, el tercer impacto es a nivel microeconómico; en este último el efecto se mide sobre el desempeño y la integración espacial de mercados. Bajo el tipo de efecto en los tres niveles la infraestructura vial genera efectos de uso y efectos de acceso los cuales contribuyen en el aumento de la capacidad productiva de una economía (Albala y Mamatzakis, 2001; Fujita y Krugman, 2004). Bajo ese esquema Vásquez (2003) identifica dos vías a través de las cuales se establecen vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura vial:

- **Canal 01:** El desarrollo y crecimiento de la infraestructura vial amplía la capacidad productiva de una economía.
- **Canal 02:** La expansión de la infraestructura vial provoca alteraciones positivas en los precios relativos, es decir promueve mercados eficientes.

Lo anterior se resume:

Figura 3

Crecimiento económico e infraestructura vial: un marco analítico.



Nota: Adaptado de Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú, por Vásquez y Bendezú, 2008.

2.2.5. Modelo de Solow ampliado.

Según Terrones y Calderón (1993) el capital humano ha surgido como un elemento esencial en la comprensión del crecimiento económico y el desarrollo sustentable de las naciones. Durante la década de 1960, se identificó una porción del crecimiento que no podía ser atribuida a los tradicionales factores de producción; esta observación llevó a investigar otros elementos que podrían estar contribuyendo al crecimiento, y el capital humano, en particular la educación, se destacó como uno de los impulsores fundamentales.



La educación, un componente central del capital humano, ha sido reconocida como un factor clave en la promoción de la productividad y el crecimiento económico; se argumenta que un aumento en el nivel educativo de la población resulta en una mejora tangible en la calidad de la fuerza laboral, lo que contribuye de manera notable al crecimiento económico. La educación mejora la capacidad productiva y creativa del individuo, promoviendo la adaptación a cambios productivos y tecnológicos, la generación de innovaciones y la creación de un ambiente adecuado para el óptimo desarrollo de las futuras generaciones. Además, un nivel educativo más alto puede influir en decisiones demográficas, como la tasa de fertilidad, y generar externalidades positivas, como un incremento en la productividad cuando el nivel educativo medio de la sociedad es elevado.

Terrones y Calderón consideran el modelo de Solow, adaptado para tomar en cuenta al capital humano, proporcionando una estructura que permite analizar las interacciones entre la educación, el capital humano y el crecimiento económico. En este marco, se propone que aquellos países con mayores niveles de educación y, por lo tanto, con mayores reservas de capital humano, tienden a experimentar tasas de crecimiento económico más elevadas.

Dentro de este modelo, la producción de la economía (Y) es una función de varios factores, entre ellos la fuerza laboral (L), la inversión (I), la producción inicial (Y_0), el capital humano (H) y otros factores específicos de cada país o región (B_i). La relación entre estas variables se puede expresar matemáticamente como:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 * L + \beta_2 * I + \beta_3 * Y_0 + \beta_4 * H + \beta_5 * B_i + \varepsilon$$

El modelo propuesto, en el cual la producción de un país es influenciada por diferentes factores, incluido el capital humano, sirve para comprender cómo estas



variables interactúan. La variable que representa el capital humano es de especial interés. Dada la complejidad de medir directamente el capital humano, se utiliza diversos indicadores, tales como la calidad del servicio del sistema educativo, la tasa de matrícula en educación primaria, intermedia y superior, entre otros como una aproximación representativa.

A partir del análisis anterior, queda claro que la educación es un componente vital en el proceso de crecimiento económico de un país o región. Mediante el coeficiente β_4 en el modelo propuesto, se cuantifica la contribución directa del capital humano, particularmente la educación, al desarrollo económico. Este coeficiente no es meramente un valor numérico; es una representación de la influencia significativa de la educación en la dinámica económica. Por ende, la educación no debe ser subestimada en la planificación económica, sino que debe ser considerada como un factor esencial en las estrategias de crecimiento de una región.

Complementado lo anterior, acorde a Mankiw et al. (1992) la relevancia del capital humano en el proceso de crecimiento económico ha sido enfatizada por los economistas desde hace tiempo; por lo que no considerar el capital humano puede conducir a conclusiones erróneas. Asimismo, mediante una investigación sobre el crecimiento económico a los países de la OCDE, a los países con crecimiento intermedio, y a los países no petroleros se concluyó que incorporar el capital humano en el modelo de Solow potencia su eficacia. Al considerar el capital humano, se resuelven ciertas inconsistencias que aparecen al contrastar el modelo de Solow tradicional con la realidad. A pesar de que usaron una medida indirecta y no totalmente precisa para el capital humano, es posible explicar y reducir una considerable cantidad de la variabilidad no explicada en el modelo aplicado a la realidad.



Por otro lado, Barro (1991) menciona que el capital humano desempeña un papel crucial en el crecimiento económico de los países. A lo largo del estudio, en un análisis de 98 países durante el período 1960-1985, identificó que la tasa de crecimiento del PBI mostró una relación positiva con el capital humano inicial. Esta relación se midió utilizando las tasas de matrícula de como proxy para el capital humano. En este sentido, los países con altas tasas de matrícula tienden a registrar un crecimiento económico más acelerado. El estudio también resaltó la importancia de considerar diferentes variables educativas, tales como la tasa de alfabetización, las tasas de matrícula en escuelas primarias, secundarias, entre otros similares, las cuales se presentaron como indicadores clave.

Asimismo, Barro resalta que, *ceteris paribus*, el crecimiento económico podría verse influenciado negativamente si el nivel inicial de PBI de un país es bajo; sin embargo, una inversión significativa en educación y capital humano podría contrarrestar este efecto adverso. En otras palabras, la inversión en educación y el desarrollo de capital humano son cruciales para impulsar el crecimiento económico, especialmente en países con bajos niveles iniciales de PBI.

2.2.6. Sector informal y crecimiento económico

Acorde a Loayza (1996) la prevalencia del sector informal en muchas economías, en particular en países en desarrollo, representa una complejidad que influye de manera significativa en el crecimiento económico. La emergencia de este sector se encuentra arraigada en la imposición de regulaciones y cargas tributarias por parte de gobiernos que, en muchas ocasiones, carecen de la capacidad de aplicarlas efectivamente. Estas barreras, percibidas como desincentivos, empujan a un vasto número de actores económicos a operar al margen de la legalidad.

Sin embargo, esta dinámica tiene repercusiones más allá de la simple evasión de reglamentos. Un crecimiento pronunciado del sector informal puede tener un efecto adverso en el crecimiento económico, dado que limita los ingresos fiscales y, por ende, la inversión en servicios públicos esenciales. Este desfinanciamiento estatal repercute en toda la población, ya que disminuye la capacidad del gobierno para invertir en áreas vitales como infraestructura, salud y educación. Además, es importante destacar que la falta de integración plena de las actividades informales en el sistema puede llevar a una subutilización o ineficiente aprovechamiento de los recursos y servicios públicos disponibles.

En ese sentido Loayza plantea, un modelo de crecimiento económico que implica la inclusión del sector informal. La economía está compuesta por agentes con niveles variados de capital, abarcando tanto el capital físico como el humano. Estos agentes producen bienes utilizando una tecnología que muestra retornos constantes al capital. Esencialmente, la producción de un agente, Y_i , se describe como:

$$Y_i = A * \left(\frac{G}{Y}\right)^\alpha * k_i$$

Donde G es el flujo de servicios públicos, Y es la producción total, y α es una medida de la productividad de los servicios públicos en relación con los servicios privados. Los agentes pueden operar en sectores formales o informales; mientras que los agentes formales pagan impuestos, los informales enfrentan penalizaciones. Sus ingresos netos, después de impuestos o penalizaciones, se definen como:

$$y_i^F = (1 - \tau) * A * \left(\frac{G}{Y}\right)^\alpha * k_i \quad \text{y}$$

$$y_i^I = (1 - \pi) * A * \left(\frac{\delta * G}{Y}\right)^\alpha * k_i$$



Donde, τ es la tasa impositiva, π es la tasa efectiva de penalización, y δ es la fracción de servicios públicos accesibles para agentes informales. Ahora, se considera cómo se financian estos servicios públicos; estos se derivan de los impuestos de la producción formal:

$$G = \eta(q, \lambda)(\tau Y^F)$$

El sector informal afecta negativamente esta financiación en dos formas. En primer lugar, al aumentar la producción informal a producción formal disminuye, reduciendo así los ingresos fiscales y, por ende, la provisión de servicios públicos. En segundo lugar, los agentes informales, aunque congestionan los servicios públicos, no contribuyen a su financiación. Dado que la producción de un agente depende de la disponibilidad de servicios públicos en relación con la producción total, un aumento en el sector informal disminuye los servicios públicos disponibles lo que a su vez reduce la producción y, por lo tanto, el crecimiento económico.

En resumen, el modelo de Loayza sugiere que un aumento en el sector informal tiene un impacto negativo en el crecimiento económico al reducir la disponibilidad de servicios públicos (en relación con la producción total), lo que afecta la productividad del capital y, finalmente, la producción total en la economía.

2.3. MARCO CONCEPTUAL

Crecimiento económico, es la acumulación sostenida de capital humano, capital físico y tecnología que conducen a un aumento en la producción de bienes y servicios.

Romer (1986)



Infraestructura vial, es el conjunto de elementos físicos, como carreteras, puentes y autopistas, que facilitan la integración e intercambio de bienes y servicios dentro de un país o región. Graham et al. (2003)

Ejecución del gasto público, proceso mediante el cual se atienden obligaciones de gasto y presupuesto con el objeto de financiar y ejecutar la prestación de bienes y servicios públicos en la cantidad, calidad y oportunidad previstos, conforme a los créditos presupuestarios autorizados (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018).

Nivel de educación alcanzados, indicador que cuantifica el conocimiento y aprendizaje logrado por la población de 15 y más años de edad, que accede a una educación formal, en las distintas etapas educativas del sistema. Los niveles educativos son: inicial, primaria, secundaria y superior (universitaria y no universitaria) (INEI, 2014).

Empleo informal, es el total de empleos que cumplen las siguientes condiciones, según la categoría de ocupación del trabajador: i) los patronos por cuenta propia ii) los asalariados sin seguridad social financiada por su empleador ii) los trabajadores familiares no remunerados (INEI, 2014).

Políticas Públicas, son acciones concretas en la administración de cuestiones de interés público que se derivan de una agenda o plan específico (Winchester, 2011).

2.4. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

2.4.1. Hipótesis General

- El stock de infraestructura vial de la red vial nacional incide sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 – 2022.



2.4.2. Hipótesis Específicos

- El presupuesto público ejecutado en vías departamentales tiene efectos positivos sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.
- El presupuesto público ejecutado en vías vecinales tiene efectos positivos sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.
- El acceso a educación superior incide de forma positiva en el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.
- El empleo informal incide de forma negativa en el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.



CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1.1. Método y tipo de investigación

Según Mendoza (2014), el método de investigación es el hipotético-deductivo, ya que las hipótesis planteadas se derivan de un modelo teórico corroborado y una base de datos relevante, lo que permite predecir y explicar de manera objetiva la relación existente entre infraestructura vial y crecimiento económico, garantizando así la teoría con la medición, asimismo según Cortés y Iglesias (2004) es de enfoque cuantitativo, dado que se determina el efecto de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones de la Macrorregión Sur del Perú, con base a mediciones numéricas, análisis estadístico y/o econométrico; esto con el fin de comprobar las hipótesis formuladas previamente y obtener resultados medibles y verificables.

De acuerdo con Hernández et al. (2014) el diseño de este estudio se enmarca dentro de la investigación no experimental – longitudinal. El estudio es no experimental porque se fundamenta en hechos ocurridos y no es posible manipular las variables; así mismo, la investigación es longitudinal porque los datos se recogen en diferentes momentos a lo largo del tiempo, es decir para los periodos comprendidos del 2010 al 2022. También es de tipo explicativo y causal; explicativo por que explica teóricamente y econométricamente las relaciones causales entre la variable independiente infraestructura vial y la variable dependiente de crecimiento económico.



3.1.2. Fuente de información

En el marco de este estudio, se han utilizado fuentes secundarias archivadas en la base de datos de las siguientes instituciones públicas del Perú: el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), el Ministerio de Trabajo y Promoción del Empleo (MTPE) y el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Estas fuentes han permitido recopilar información actualizada desde el año 2010 hasta el 2022, relacionada con indicadores económicos, datos demográficos, empleo y características de la infraestructura vial en la Macrorregión sur del Perú.

3.1.3. Población y muestra

En esta investigación, la población se compone por las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú (Arequipa, Apurímac, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna), abarcando un periodo de estudio del 2010 al 2022.

3.1.4. Análisis y procesamiento de datos

En el presente estudio, se ha empleado la técnica de análisis de datos que implica el uso de técnicas estadísticas y un modelo econométrico para analizar e interpretar los datos y resultados obtenidos. Para llevar a cabo este proceso, se ha utilizado el software Stata 15.

3.1.5. Variables

Con el propósito de determinar con precisión la incidencia de la infraestructura vial en el crecimiento económico de las regiones que componen la Macrorregión sur del Perú, se considera al Producto Bruto Interno como la unidad de análisis para la variable dependiente. Asimismo, la variable independiente se compone por aquellas variables



inherentes a la infraestructura vial y para asegurar la robustez y consistencia de los resultados, se incorporan como covariables las variables de acceso a la educación superior y la incidencia del empleo informal. La inclusión de estas covariables se incorpora no solo como factores relevantes para el crecimiento económico, sino también como instrumentos para atenuar posibles problemas de endogeneidad observada en el modelo econométrico. Bajo ese esquema estas covariables permiten abordar las complejidades del entorno económico y social dentro de la Macrorregión sur del Perú; respecto a la educación superior, se considera para reflejar el capital humano de cada región, tal como lo destaca la investigación de Palacios (2017) o el estudio de Ng et al. (2019). En cuanto a la informalidad, esta se introduce para señalar aspectos de la economía no regulada y la calidad del empleo, que según el International Monetary Fund (2020), pueden influir negativamente en el crecimiento económico y correlacionarse con la infraestructura vial y otras variables del modelo.

Mencionado lo anterior, estos datos subrayan la importancia de incluir la educación superior y la informalidad laboral en el análisis, no solo para enriquecer el entendimiento del crecimiento económico desde diversas perspectivas, sino también para garantizar la precisión y robustez del modelo econométrico ante posibles sesgos endógenos, de esta manera se garantiza la solidez de las conclusiones alcanzadas en esta investigación.

Tabla 1

Operacionalización de variables

Variables	Descripción	Tipo de variable	Dimensión	Indicador	Fuente de datos
Variable dependiente					
PBI	Crecimiento económico	Dependiente, cuantitativa	Producto Bruto interno Regional	Producto Bruto Interno Regional anual a precios constantes del 2007 (miles de soles).	INEI
Variables independientes					
INF1	Infraestructura de la red vial del sistema nacional de carreteras	Independiente, cuantitativa	Gasto público presupuestado y ejecutado	Longitud de red vial del sistema nacional de carretera pavimentada por región (Km)	MTC
INF2	Gasto público asociado a la infraestructura de la red vial departamental	Independiente, cuantitativa	Gasto público presupuestado y ejecutado	Presupuesto público ejecutado en supervisión, construcción, rehabilitación y otras acciones inherentes a la red vial departamental (nuevos soles)	MTC
INF3	Gasto público asociado a la infraestructura de la red vial vecinal	Independiente, cuantitativa	Gasto público presupuestado y ejecutado	Presupuesto público ejecutado en supervisión, construcción, rehabilitación y otras acciones inherentes a la red vial vecinal (nuevos soles)	MTC
ED	Capital Humano	Independiente, cuantitativa	Educación	Tasa de asistencia de la población de 17 a 24 años de edad a educación superior (porcentaje).	INEI
EM	Empleo informal	Independiente, cuantitativa	Informalidad	Tasa de empleo informal (porcentaje)	MTPE

Nota: Variables del estudio, elaboración propia.



3.2. METODOLOGÍA ECONOMÉTRICA

Para alcanzar los objetivos de la investigación, se emplea un modelo de datos de panel. La elección de este modelo se justifica por su utilidad al analizar el impacto de variables que varían a través del tiempo (dimensión temporal) y entre individuos (dimensión transversal) y por su capacidad inherente para incorporar y controlar la heterogeneidad individual que frecuentemente es inobservable; tal heterogeneidad puede estar vinculada a características intrínsecas de las unidades de estudio (regiones), un factor que puede ejercer un impacto significativo en las variables de interés. Además, la densidad y amplitud de datos ofrecidos por los modelos de panel, al considerar múltiples observaciones a lo largo del tiempo y entre distintas entidades, enriquecen sustancialmente el análisis y elevaron la precisión de las estimaciones, proporcionando, de este modo, una sólida fundamentación para nuestras conclusiones en este contexto de la investigación (Hsiao, 2007).

En esa línea, la presente investigación se enfoca en analizar las regiones que constituyen la Macrorregión Sur del Perú, más específicamente las siete regiones que la componen: Apurímac, Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna. Estas regiones son observadas a través de un periodo continuo que se extiende desde el año 2010 hasta el 2022, lo que resulta en un marco temporal de 13 años; debido a ello, la elección de un modelo de datos de panel para este estudio es pertinente. Principalmente, este enfoque permite capturar y controlar la heterogeneidad no observada entre las regiones; en este caso, dicha heterogeneidad puede surgir debido a una serie de factores intrínsecos a cada región.

Uno de esos factores es la influencia de las decisiones políticas debido que, a lo largo del tiempo, cada región ha estado sujeta a diferentes políticas gubernamentales,



decisiones administrativas y estrategias de inversión que ejercer un impacto sustancial en las variables de estudio. Es decir, que las decisiones en materia de políticas públicas no son uniformes entre las regiones; por ejemplo, algunas regiones pueden haber sido beneficiadas con proyectos de inversión de gran envergadura debido a su importancia estratégica, mientras que están enfrentado retos asociados a la geografía o a la distribución poblacional, lo que podría haber influenciado en la asignación y priorización de recursos. Además, los cambios en la administración política regional, con diferentes visiones y agendas, han llevado a variaciones en la ejecución y continuidad de proyectos de infraestructura vial. Estas variaciones, influenciadas por las decisiones políticas, generan diferencias en la evolución y estado de la infraestructura vial entre regiones, lo que eventualmente se refleja en su crecimiento económico

Más allá de la esfera política, las características culturales y socioeconómicas también constituyen un elemento diferenciador entre las regiones. Asimismo, las variaciones en tradiciones, valores y estructuras socioeconómicas pueden ser determinantes en la respuesta de cada región a distintos estímulos o políticas implementadas; además, no se puede obviar el papel que desempeñan la geografía y la dotación de recursos naturales de cada región. Estos factores geográficos y ambientales pueden ser cruciales en el desarrollo económico y en la disposición y calidad de la infraestructura vial. Por último, es esencial considerar las dinámicas de mercado local; las diferencias en las condiciones de oferta y demanda, en el comportamiento de los consumidores y en las estructuras de mercado pueden influir significativamente en el crecimiento económico y en otros indicadores clave de desarrollo.

Dada las particularidades del modelo de datos de panel, este se implementó en la investigación a través de diferentes enfoques para la elección del mejor modelo, partiendo desde el modelo de datos agrupados (Pooled OLS), el modelo de efectos fijos y el modelo



de efectos aleatorios. La elección entre estos enfoques depende en gran medida de las características y supuestos subyacentes del conjunto de datos en cuestión, de las hipótesis específicas que guían la investigación y las pruebas de elección del modelo.

Por otro lado, en relación a las pruebas de hipótesis y métodos de contrastación. De acuerdo con (Wooldridge, 2010), las pruebas de hipótesis en una regresión con múltiples variables explicativas pueden realizarse de dos maneras: un análisis individual y un análisis conjunto de las variables. En el análisis individual se utiliza la prueba *t* de *Student*, mientras que en el análisis conjunto se emplea la prueba *F* de Fisher como estadístico de contraste. Por su parte, Gujarati y Porter (2010) respalda esta distinción, mencionando la existencia tanto de pruebas de hipótesis sobre un único coeficiente en una regresión de múltiples variables como de pruebas de significancia global, y añade que existen otros tipos de pruebas, tales como pruebas de hipótesis de igualdad entre coeficientes, pruebas de restricción sobre los coeficientes, etc. Esta perspectiva es apoyada también por Williams (2022) de la Universidad de Notre Dame, Uriel (2013) de la Universidad de Valencia, Carnero (2014) de la Universidad de Alicante y Ping (2022) de la Universidad de Hong Kong, quienes plantean el uso de hipótesis individuales y grupales en modelos econométricos con múltiples variables. Además, los apuntes de la Virginia Commonwealth University (s.f.) explican la aplicación de las hipótesis y su interpretación.

En ese contexto, para validar los parámetros de manera individual se ha empleado la prueba *t* de Student. Este enfoque permite evaluar la significancia estadística y la relación cualitativa y cuantitativa entre cada variable exógena incluida en el modelo con variable dependiente. Esta metodología está justificada por las investigaciones de (Palomino, 2022; Ruiz, 2021; Vicente, 2023; Ng et al. 2019), que responden a sus objetivos e hipótesis mediante un único modelo econométrico. Además, investigaciones

relacionadas, como la de Freire et al. (2020) de la CEPAL, también plantean relaciones particulares de las variables mediante la prueba de significancia individual del coeficiente. Por otro lado, este estudio, también, realiza una prueba conjunta de las variables para examinar el ajuste del conjunto de variables explicativas sobre la variable dependiente (véase capítulo de resultados)

Modelo agrupado de datos de panel

El punto de partida en el análisis de datos de panel es el modelo agrupado, también conocido como *Pooled OLS*; en este enfoque, se ignoran las particularidades individuales de las entidades y se trata a todas ellas como si fueran una sola entidad homogénea (Albarrán, 2011). Matemáticamente, se representa como:

$$Y_{it} = X_{it} * \beta + \eta_i + \varepsilon_{it}$$

Donde:

Y_{it} : Representa la matriz de datos de la variable dependiente para la entidad i en el tiempo t

X_{it} : Matriz de datos de las variables independiente

β : Son los parámetros a estimar

η_i : Captura el efecto inobservable y constante en el tiempo de la entidad

ε_{it} : Es el término de perturbación o error estocástico.

Aunque este modelo es intuitivo y sencillo de estimar mediante mínimos cuadrados ordinarios (MCO), presenta un problema fundamental en presencia de heterogeneidad no observada. Si el efecto individual η_i está correlacionado con alguna de las variables explicativas en X_{it} esto inducirá una endogeneidad, y los estimadores de MCO serán sesgados e inconsistentes; dicho de otra manera, si hay factores inobservables

que afectan a la variable dependiente y, al mismo tiempo, están relacionados con las variables independientes, las estimaciones no serán válidas.

En el contexto de la investigación, si hay características específicas no observables e invariantes en el tiempo en las regiones de la Macrorregión Sur del Perú que afectan tanto al PBI (variable dependiente) como a las variables independientes (como la longitud de la red vial o el gasto público en vías), y estas características no se incluyen en el modelo, se introduce un sesgo. La solución a este problema es considerar un modelo que pueda controlar o eliminar esta heterogeneidad no observada, y es aquí donde entran en juego los modelos de efectos fijos y efectos aleatorios.

Modelo de efectos aleatorios

Para el segundo enfoque, se considera la aplicabilidad del modelo de efectos aleatorios. Según Hauser (2021) este modelo asume que las variables explicativas son exógenas respecto al efecto no observable invariante en el tiempo. Esta exogeneidad implica que en el modelo de efectos aleatorios hay exogeneidad y no hay correlación entre η_i y ε_{it} .

Matemáticamente, el modelo de efectos aleatorios se puede escribir de la siguiente forma:

$$Y_{it} = X_{it} * \beta + w_{it}$$

Donde:

$$w_{it} = \eta_i + \varepsilon_{it}$$

El término η_i que representa la heterogeneidad no observada, se fusiona con el término de error, convirtiéndose en una componente esencial del mismo. Así, la perturbación se descompone en dos componentes distintos: η_i y ε_{it} que se denomina

componente de error de corte transversal o error específico del individuo, y ε_{it} que recibe el nombre de término idiosincrático debido a su variabilidad tanto en el corte transversal como en el tiempo.

La exogeneidad es una característica distintiva del modelo de efectos aleatorios, lo que implica que $E(w_{it}) = 0$ y $Var(w_{it}) = \sigma_{\eta}^2 + \sigma_{\varepsilon}^2$. Es relevante destacar que si $\sigma_{\eta}^2 = 0$ el modelo podría estimarse mediante MCO agrupado, siendo tanto consistente como eficiente; no obstante, si se verifica que $\sigma_{\eta}^2 \neq 0$, se debe considerar la estructura específica de datos de panel con efectos aleatorios para una estimación adecuada.

Asimismo, a pesar de que el componente w_{it} es homocedástico, presenta autocorrelación; si esta estructura de correlación es ignorada y se procede a una estimación mediante MCO, los estimadores resultantes, aunque consistentes, serán ineficientes. Dada esta situación, el método de estimación recomendado es el de Mínimos Cuadrados Generalizados (MCG), que toma en cuenta la correlación entre observaciones pertenecientes al mismo individuo y garantiza estimadores eficientes.

En el contexto de la investigación se consideró la aplicabilidad del modelo de efectos aleatorios; sin embargo, dicho modelo puede presentar desafíos que limitan su idoneidad. En primer lugar, el modelo asume que las diferencias no observadas entre las regiones, como las decisiones políticas y características intrínsecas, no están correlacionadas con las variables explicativas; esta suposición puede no ser válida, dada la probable correlación entre decisiones políticas regionales sobre infraestructura vial, el gasto en infraestructura, el nivel educativo y el empleo. No obstante, para determinar qué modelo es el más apropiado para la investigación, se empleó el test de Hausman, que compara el modelo de EF y el modelo de EA y ayuda a decidir cuál es el más adecuado basado en la consistencia de las estimaciones.

Modelo de efectos fijos

Para el tercer enfoque, se considera la aplicabilidad del modelo de efectos fijos, el cual es una respuesta directa a las limitaciones del modelo agrupado y del modelo de efectos aleatorios especialmente cuando se enfrenta al problema de la heterogeneidad no observada entre las entidades. La esencia del enfoque de efectos fijos es controlar las características no observadas que son constantes en el tiempo para cada entidad (Wooldridge, 2010). A partir del modelo inicial, al promediar la ecuación a lo largo del tiempo para cada entidad, se llega al modelo entre grupos, que se representa matemáticamente de la siguiente manera:

$$\bar{Y}_i = \bar{X}_i * \beta + \eta_i + \bar{\varepsilon}_i$$

Aquí η_i encapsula la heterogeneidad no observada que es constante en el tiempo para la entidad i . El paso siguiente consiste en eliminar esta heterogeneidad no observada. Al restar la ecuación entre grupos de la ecuación original para cada periodo temporal, se obtiene:

$$Y_{it} - \bar{Y}_i = (X_{it} - \bar{X}_i) * \beta + (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i)$$

Esta transformación, donde se centran las variables en sus medias específicas para cada entidad, da origen al modelo de efectos fijos:

$$\tilde{Y}_{it} = \tilde{X}_{it} * \beta + \tilde{\varepsilon}_{it}$$

La relevancia de esta transformación radica en la eliminación del término η_i asegurando la exogeneidad en el modelo y permitiendo una estimación libre de sesgos

por heterogeneidad no observada. Con esta estructura, los parámetros son susceptibles de ser estimados mediante mínimos cuadrados ordinarios:

$$\hat{\beta}_{ef} = (\tilde{X}' * \tilde{X})^{-1} * (\tilde{X}' * \tilde{Y})$$

Este estimador, $\hat{\beta}_{ef}$ posee propiedades notables: es insesgado y, en contextos de grandes muestras, demuestra consistencia; adicionalmente, su distribución tiene una convergencia asintótica hacia una distribución normal. Sin embargo, es esencial reconocer una limitación: la eficiencia reducida de estos estimadores debido a varianzas más amplias; al centrar las variables en sus medias, se reduce la variabilidad, lo que puede llevar a errores estándar más elevados en las estimaciones de $\hat{\beta}_{ef}$.

En el contexto de la investigación el modelo de efectos fijos puede presentar claras ventajas frente a otros enfoques. Frente al modelo agrupado, el modelo de efectos fijos tiene la capacidad intrínseca de considerar y controlar las heterogeneidades no observadas entre las distintas regiones; mientras que el modelo agrupado omite estas diferencias intrarregionales y puede proporcionar estimaciones sesgadas, el modelo de efectos fijos las considera, ofreciendo un análisis más preciso y adaptado a la realidad regional. Por otro lado, en comparación con el modelo de efectos aleatorios, este al asumir que la heterogeneidad no observada no está correlacionada con las variables explicativas, podría llevar a estimaciones sesgadas si tal supuesto no se cumple. Dada la complejidad y la diversidad de factores en juego en la infraestructura vial y el crecimiento económico en la Macrorregión sur, es probable que las heterogeneidades entre regiones estén, de hecho, relacionadas con las variables de explicativas de interés.



3.3.1. Elección del modelo

La prueba de multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan

En la investigación, el test de Breusch y Pagan resultó útil para determinar la decisión de utilizar un modelo agrupado o un modelo de efectos aleatorios, proporcionando evidencia estadística para guiar dicha elección.

Concretamente el test de Breusch y Pagan examina si la varianza asociada con los efectos aleatorios es estadísticamente distinta de cero. Si la varianza entre unidades de panel es cero, esto implicaría que un modelo de mínimos cuadrados ordinarios agrupados podría ser más apropiado; en caso contrario, se justificaría el uso de un modelo de efectos aleatorios. La prueba utiliza un estadístico Lagrangiano multiplicador que sigue una distribución chi-cuadrado, asimismo, la hipótesis nula específica del test es que la varianza entre las unidades de panel es igual a cero. De ser rechazada la hipótesis nula, se infiere que existe una varianza significativa entre las unidades de panel, lo que respalda el uso de un modelo de efectos aleatorios (Torres, 2007).

La hipótesis nula del test de Breusch y Pagan es que la varianza entre las unidades de panel es cero, es decir, que no hay efectos aleatorios:

$$H_0: \sigma_u^2 = 0$$

La hipótesis alternativa es que la varianza entre las unidades de panel es diferente de cero:

$$H_0: \sigma_u^2 > 0$$

Test de Hausman

Como segundo test para la elección del mejor modelo en la investigación, se aplica el Test de Hausman el cual permitirá determinar qué modelo es más adecuado entre el modelo de efectos fijos y el modelo de efectos aleatorios en análisis de datos de panel; ambos modelos tienen sus pros y contras: el modelo de efectos fijos proporciona estimadores consistentes pero no eficientes, mientras que el modelo de efectos aleatorios proporciona estimadores eficientes pero potencialmente inconsistentes; el Test de Hausman se centra en la consistencia de los estimadores para decidir entre los dos (Granados, 2005).

La hipótesis nula refiere a que los coeficientes estimados en ambos modelos no son sistemáticamente diferentes; en otras palabras, los estimadores de efectos aleatorios son tanto consistentes como eficientes, haciendo que el modelo EA sea el preferido. La hipótesis alternativa menciona que las diferencias entre los coeficientes estimados en ambos modelos son sistemáticas; esto significa que el estimador de efectos aleatorios es inconsistente y, por lo tanto, se debería preferir el modelo de efectos fijos.

La estadística de prueba del Test de Hausman se calcula utilizando la fórmula:

$$X^2 = (b - B)'[(V_b - V_B)^{-1}](b - B)$$

Dónde: b son los coeficientes estimados del modelo EF y B son los coeficientes estimados del modelo EA y V_b y V_B son las matrices de varianza-covarianza de los coeficientes estimados en los modelos EF y EA, respectivamente. Si se rechaza la hipótesis nula la implicación es que las diferencias entre los coeficientes estimados de los modelos EF y EA son sistemáticas; en este caso, el estimador de efectos aleatorios es inconsistente, lo que hace que el modelo de efectos fijos sea el enfoque más apropiado para el análisis.



Prueba F de efectos temporales e individuales

El tercer test para la elección del mejor modelo, será el test de efectos temporales, el cual nos permite determinar si un conjunto de variables tiene un efecto significativo en la variable dependiente. La hipótesis nula es que todas las restricciones lineales en los parámetros son ciertas; en el caso de los efectos fijos de año o individuo, la hipótesis nula afirma que la inclusión de estas variables en el modelo no mejora la capacidad del modelo para explicar la variabilidad en la variable dependiente, matemáticamente, esto se traduce en que los coeficientes de estas variables son todos igual a cero. La hipótesis alternativa es que al menos una de las restricciones lineales en los parámetros no es cierta. Para los efectos fijos de año o individual, la hipótesis alternativa sería que al menos uno de estos términos tiene un coeficiente diferente de cero, implicando que tiene un efecto significativo en la variable dependiente (Torres, 2007).

Si se rechaza la hipótesis nula significa que al menos uno de los años o regiones tiene un efecto significativo en la variable dependiente; por lo tanto, sería prudente mantener esas variables en el modelo para obtener estimaciones más precisas.

3.3.2. Definición del modelo econométrico

Dada la evaluación de los demás enfoques en datos panel, el modelo de efectos fijos es el enfoque que se adapta de manera óptima a las características de nuestros datos, permitiéndonos capturar tanto la variabilidad temporal (2010-2022) como la variabilidad individual (regiones), lo que resulta esencial para analizar de manera consistente la incidencia de las variables de infraestructura vial y las covariables de educación y empleo informal sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú.



$$PBI_{it} = \beta_0 + \beta_1 * INF1_{it} + \beta_2 * INF2_{it} + \beta_3 * INF3_{it} + \beta_4 * EM_{it} + \beta_5 * ED_{it} + \varepsilon_{it}$$

Donde:

PBI: Producto Bruto Interno (miles de soles)

INF1: Longitud de la red vial del sistema nacional de carretera (km)

INF2: Presupuesto público ejecutado en vías departamentales (soles)

INF3: Presupuesto público ejecutado en vías vecinales (soles)

EM: Tasa de empleo informal (%)

ED: Tasa de asistencia a la educación superior (%)

3.3.3. Pruebas de diagnóstico del modelo de efectos fijo

Prueba de autocorrelación

Para validar el modelo de efectos fijos definido se procede con el test de Wooldridge el cual permitirá detectar la presencia de autocorrelación de primer orden en un modelo de regresión que utiliza datos de panel. La hipótesis nula menciona que no existe autocorrelación de primer orden en el conjunto de datos de panel; por su parte, la hipótesis alternativa señala la presencia de autocorrelación en el modelo. Si se rechaza la hipótesis nula implica la presencia de correlación serial y por ende el modelo requiere de modificaciones con el fin de corregirlo debido a que la presencia de autocorrelación puede sesgar los estimadores y disminuir la eficiencia de los modelos (Drukker, 2003).

Prueba de correlación contemporánea

Asimismo, se procede con el test de Breusch-Pagan Lagrange Multiplier (LM) para la independencia transversal, el cual permitirá examinar la presencia de correlación contemporánea en los residuales de un modelo de datos de panel; esta correlación se



refiere a la relación de los errores de al menos dos o más unidades en el mismo período de tiempo. La hipótesis nula señala que existe independencia transversal, es decir, los errores entre las unidades son independientes entre sí, mientras que la hipótesis alternativa indica que la presencia de correlación contemporánea. Si se rechaza la hipótesis nula, esto implica que hay correlación contemporánea en los residuales del modelo; por lo tanto, las estimaciones de los parámetros no son eficientes (Torres, 2007).

Prueba de heterocedasticidad

Paralelamente se estima el test de Wald modificado el cual nos permite evaluar si la varianza de los errores en un modelo de regresión de efectos fijos varía significativamente entre los distintos grupos (unidades de corte transversal) en un conjunto de datos de panel. Este test es útil para determinar si la suposición de homocedasticidad (varianza constante de los errores) se mantiene en los datos, lo cual es crucial para la eficiencia y la validez de las estimaciones de los parámetros en el modelo, formalmente $\sigma_i^2 = \sigma^2$. La hipótesis nula indica que la varianza de los errores es constante en todos los grupos, mientras, que la hipótesis alternativa la varianza de los errores no es constante entre los grupos, formalmente $\sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$. Si se rechaza la hipótesis nula, esto significa que la suposición de homocedasticidad en los datos no se sostiene, esto puede afectar la eficiencia de los estimadores y hacer que las inferencias basadas en el modelo sean inválidas; específicamente, los errores estándar de los estimadores estarán sesgados, lo que a su vez afecta las pruebas de hipótesis y los intervalos de confianza (Torres, 2007).

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

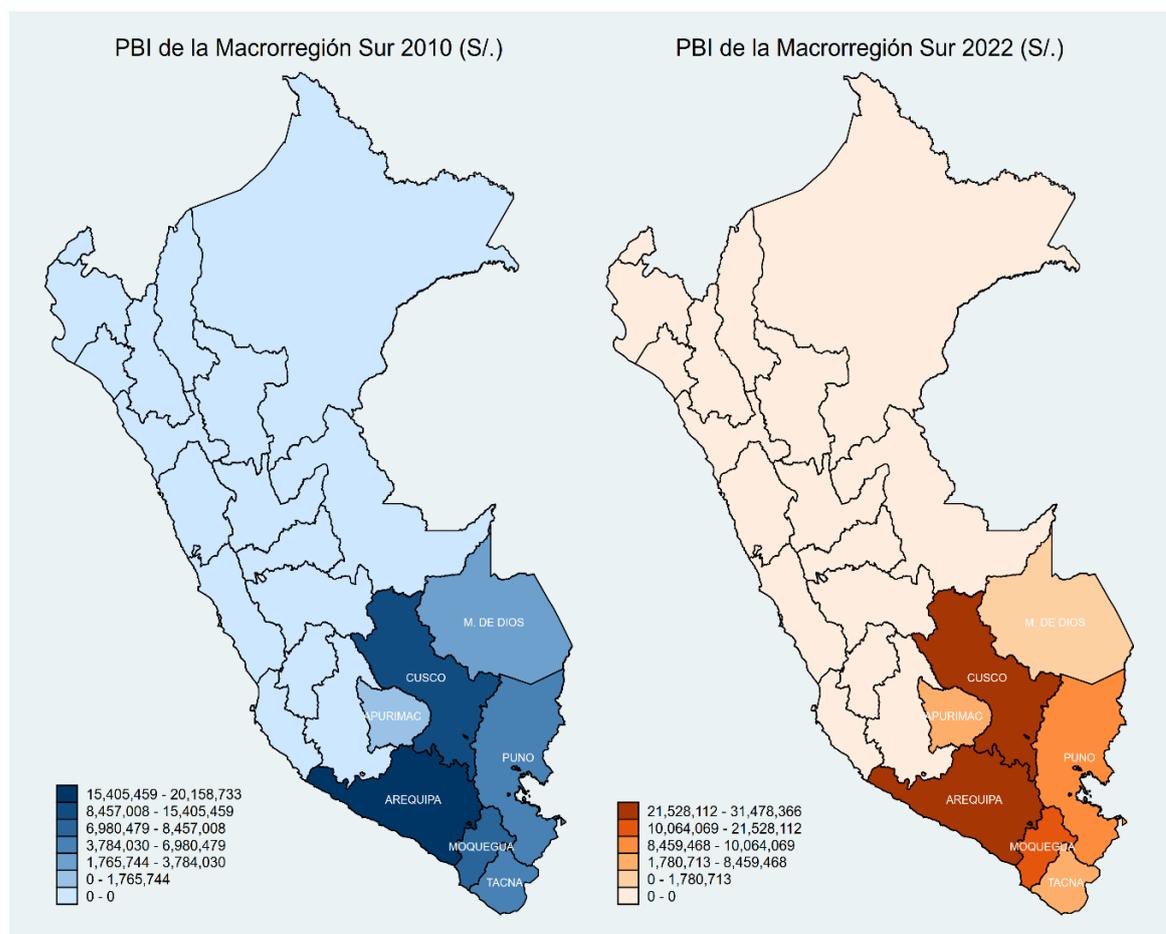
4.1. ANÁLISIS DESCRIPTIVO DE LAS VARIABLES DEL ESTUDIO

4.1.1. Evolución del crecimiento económico de la Macrorregión sur del Perú

En este apartado, se analiza la evolución del Producto Bruto Interno para la Macrorregión sur, realizando un comparativo para los años 2010 y 2022, esto brinda una visión integral de su incidencia en el crecimiento económico.

Figura 4

Producto Bruto interno de la Macrorregión Sur en el año 2010 y 2022.



Nota: Evolución del crecimiento económico Macrorregión Sur /Elaboración propia en base a Stata 16.



En la figura 4 se detalla el análisis del Producto Bruto Interno (PBI) en la Macrorregión sur del Perú durante el periodo de 2010 a 2022. Inicialmente, se resalta que las regiones de Arequipa y Cusco son las que mayormente contribuyen al PBI general del Perú; por ejemplo, en el año 2010, Arequipa contribuyó con un 33.41% y Cusco con un 25.53% al PBI de la Macrorregión, mientras que para el año 2022, Arequipa aportó un 35.08% y Cusco un 23.99%. En contraste, en 2010, Apurímac fue la región con el menor aporte, representando el 2.93% del PBI, pero en 2022, Madre de Dios se convirtió en la región con la contribución más baja, aportando solo el 1.98% al PBI de la Macrorregión.

En cuanto a la tendencia general, se observa una evolución positiva en todas las regiones, excepto Madre de Dios que muestra una tendencia negativa. La región de Apurímac lidera el crecimiento en el periodo con una variación porcentual de 247.39%, lo que representa un cambio en el PBI de 1,765,744 miles soles en 2010 a 6,133,984 miles soles en 2022. Le siguen las regiones de Tacna, Arequipa y Puno con crecimientos porcentuales de 58.45%, 56.15% y 44.17% respectivamente. Cusco y Moquegua también experimentan crecimientos de 39.74% y 21.55% respectivamente, mientras que Madre de Dios registra una reducción del 20.12% en el periodo con un cambio de 2,229,180 miles de soles en el 2010 a 1,780,713 miles de soles en el 2022. Asimismo, al analizar las variaciones porcentuales anuales, se destacan ciertos años y regiones por sus notables incrementos; por ejemplo, en 2016, Apurímac registró un impresionante crecimiento del 141.15%, y en el mismo año, Arequipa también mostró un crecimiento significativo del 25.92%. Cusco tuvo un notable incremento del 16.92% en 2013, mientras que Tacna sobresalió en 2019 con un crecimiento del 22.87%.

Durante el año 2020, todas las regiones experimentaron una disminución en su aporte al PBI, probablemente debido a los impactos económicos de la pandemia de COVID-19. La región de Madre de Dios fue la más afectada, con una disminución del



24.18% en su aporte al PBI; le siguieron Cusco y Arequipa, que registraron caídas del 12.18% y 15.64% respectivamente. Puno también experimentó una disminución significativa del 11.08%; en el lado menos afectado, Moquegua y Tacna registraron las menores caídas con variaciones del 2.00% y 2.68% respectivamente, mientras que Apurímac registró una caída del 10.22%. En 2021, la mayoría de las regiones mostraron signos de recuperación. Arequipa lideró la recuperación con un crecimiento del 13.21 %, seguida de Puno con un 11.55 %; Madre de Dios también mostró una recuperación sólida con un crecimiento del 9.12 %. Apurímac y Tacna tuvieron los crecimientos más inferiores del 2.42% y 4.50% respectivamente. Moquegua y Cusco también se recuperaron, registrando crecimientos del 7.12% y 6.56% respectivamente, aunque a un ritmo más lento comparado con otras regiones.

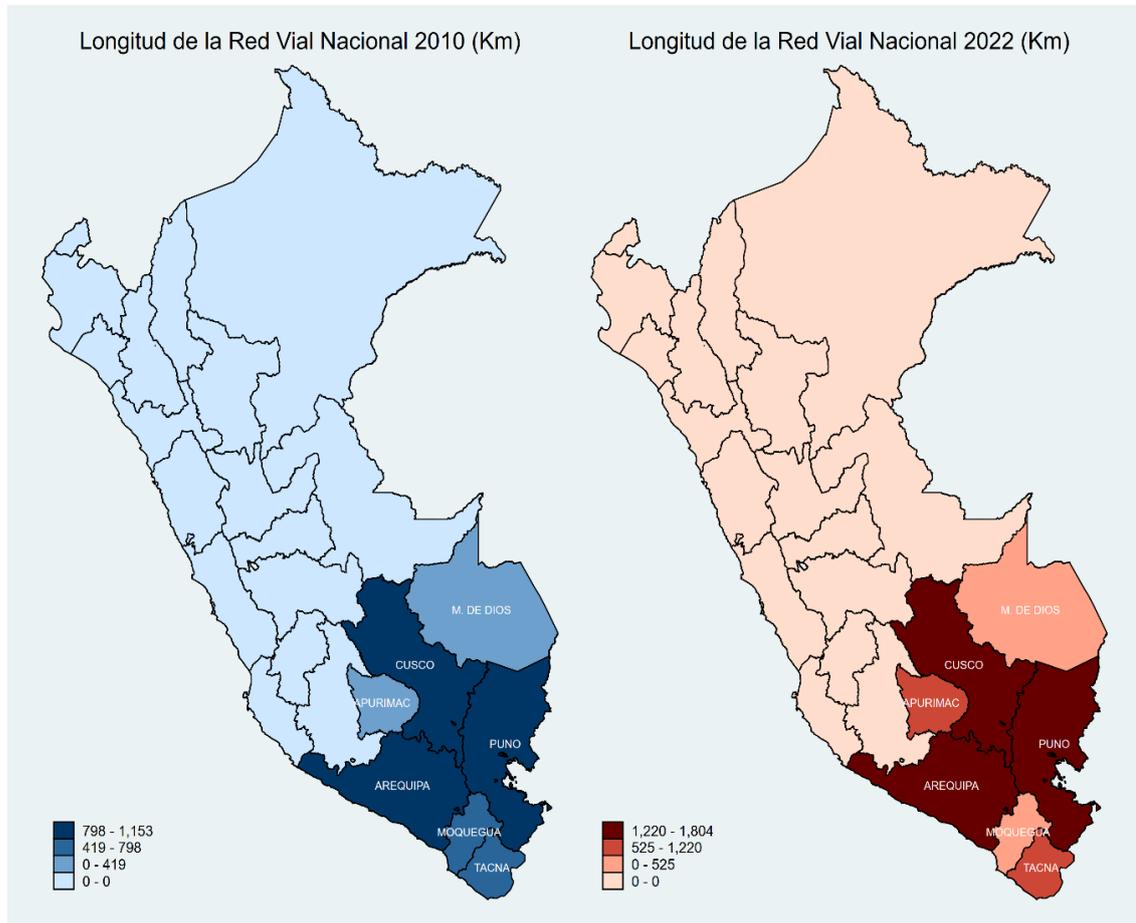
En 2022, las variaciones porcentuales indican un crecimiento en Arequipa del 4.96%, Cusco del 4.53%, Madre de Dios del 1.29%, Moquegua del 11.85%, y Puno del 3.49%. Sin embargo, Apurímac y Tacna experimentaron una disminución del 6.97% y 4.80% respectivamente. En términos de cifras exactas, Moquegua incrementó su PBI de 9,190,284 soles en 2021 a 10,279,119 soles en 2022, mientras que Apurímac redujo su PBI de 6,593,721 soles a 6,133,984 soles en el mismo periodo.

4.1.2. Evolución de la infraestructura vial nacional pavimentada para la Macrorregión sur del Perú.

Se analiza la longitud de la red vial nacional pavimentada de la Macrorregión sur del Perú en el año 2010 y 2022 (en kilómetros), el cual arroja luz sobre la evolución de la infraestructura vial en esta zona geográfica.

Figura 5

Longitud de la red vial nacional pavimentada de la Macrorregión sur del Perú en el año 2010 y 2022.



Nota: Red Vial nacional pavimentada Macrorregión Sur /Elaboración propia en base a Stata 16.

Según la figura 5, al 2010, la región de Puno ostentaba la mayor longitud de carreteras pavimentadas, representando el 25.23% del total de la Macrorregión sur, seguida por Arequipa con un 22.75%; en contraste, Apurímac presentaba la menor longitud pavimentada con un 6.30%. Para el año 2022, Puno mantuvo su liderazgo con un 25.12%, pero fue Cusco quien ocupó el segundo lugar con un 23.09%. Madre de Dios se situó en el extremo inferior con una pavimentación del 5.56%.

En relación a la tendencia observada entre 2010 y 2022 se observa una tendencia creciente de todas las regiones; Apurímac y Cusco exhibieron los incrementos



porcentuales más elevados, con un 264.29% y 107.82% respectivamente. Posteriormente, se situaron Puno con un crecimiento del 56.40%, Tacna con un 27.57%, Arequipa con un 17.26%, Moquegua con un 6.96%, y finalmente, Madre de Dios con una leve variación del 0.40%.

El desglose anual resalta ciertos eventos de interés; Apurímac experimentó un crecimiento del 33.04% y 29.23% en los años 2012 y 2013, respectivamente; en Cusco, el año 2012 mostró un incremento del 26.23%, mientras que Tacna en 2018 registró un aumento del 24.12%; por otro lado, se identificaron periodos de estabilidad, como en Madre de Dios entre 2014 y 2021, y en Moquegua entre 2015 y 2019, donde la longitud de la red vial pavimentada permaneció constante.

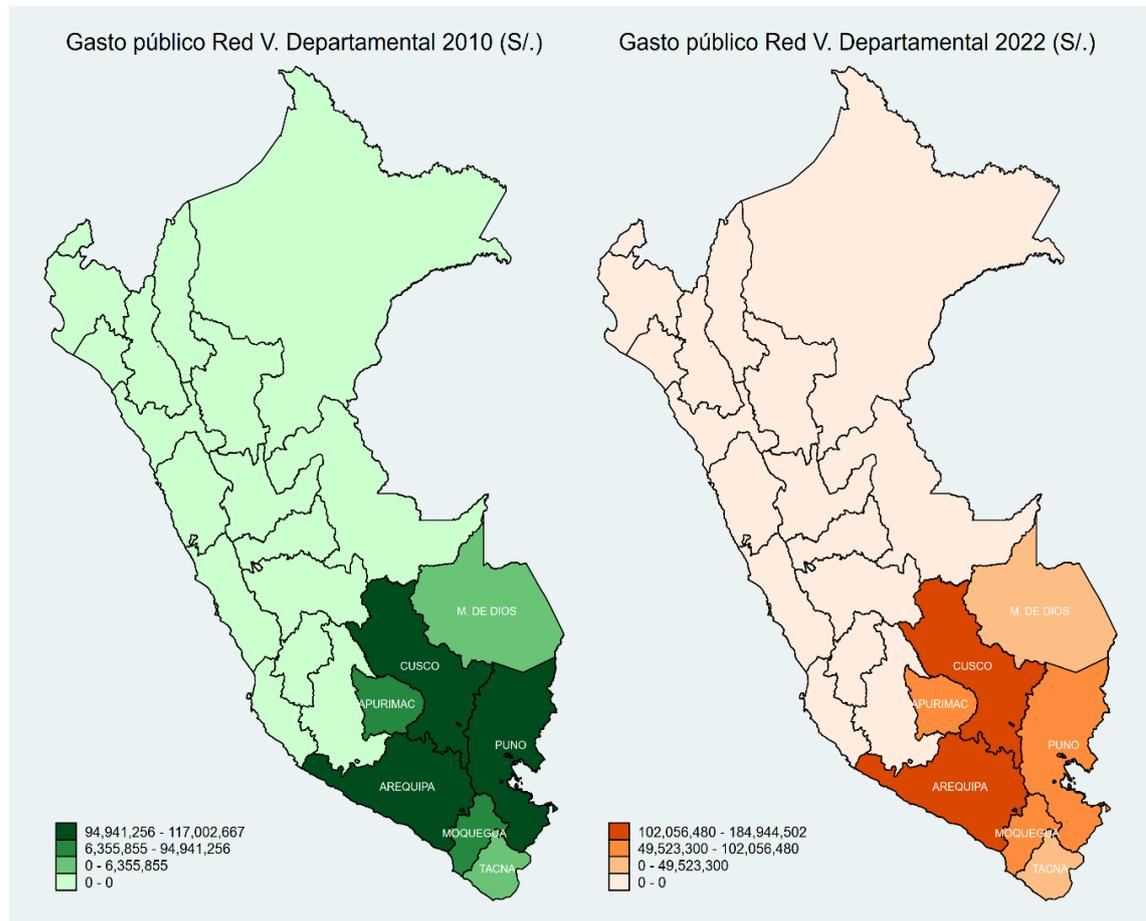
Para el año 2022, la mayoría de las regiones presentaron un crecimiento positivo en la longitud de su red vial pavimentada. Apurímac mostró un crecimiento del 3.48%, Arequipa del 0.41%, Cusco del 2.14%, y Madre de Dios del 0.04%; Moquegua y Tacna mantuvieron su longitud sin cambios; en contraposición, Puno experimentó una ligera disminución del 0.01%.

4.1.3. Ejecución de gasto público asociado a infraestructura vial departamental en la Macrorregión sur del Perú.

El análisis desglosa la inversión en el desarrollo de infraestructura vial departamental en las 7 regiones (Apurímac, Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, Puno y Tacna).

Figura 6

Gasto público ejecutado en infraestructura vial en la red departamental de la Macrorregión Sur del Perú en el año 2010 y 2022.



Nota: Presupuesto ejecutado en Vías Departamentales Macrorregión Sur / Elaboración propia en base a Stata 16.

La figura 6, arroja resultados donde al 2010, Cusco lideraba el gasto en infraestructura vial con un 33.30% del total asignado a la Macrorregión sur, seguido por Arequipa con un 30.75%, y Puno con un 27.02%. En el extremo opuesto, Madre de Dios y Tacna representaban el 0.57% y 1.12% respectivamente, siendo los departamentos con menor inversión. Avanzando hacia el año 2022, se observan cambios significativos en la distribución del gasto; aunque Cusco sigue encabezando la lista con un 31.34%, la proporción de gasto en Arequipa y Puno disminuyó a un 19.92% y 10.62% respectivamente. Por otro lado, Apurímac y Moquegua exhibieron aumentos sustanciales



en su participación, alcanzando un 13.79% y 17.29% respectivamente. Además, Tacna incrementó su participación a un 6.17%, mientras que Madre de Dios elevó su porción a un 0.87%, sin embargo, continúa siendo el departamento con menor gasto de gobierno.

En lo que respecta a la variación porcentual anual, se destacan varios años y regiones con crecimientos notables. Por ejemplo, en 2012, Apurímac exhibió un crecimiento del 499.05%, y en 2019, un crecimiento del 108.43%. En el año 2017, Arequipa tuvo un crecimiento del 273.54%, Madre de Dios en 2018 mostró un crecimiento del 308.97% y Moquegua también tuvo un incremento considerable en 2012 con un 244.24%. Tacna, por su parte, mostró crecimientos destacados en 2012, 2017 y 2020 con porcentajes de 1463.14%, 153.90% y 331.50% respectivamente.

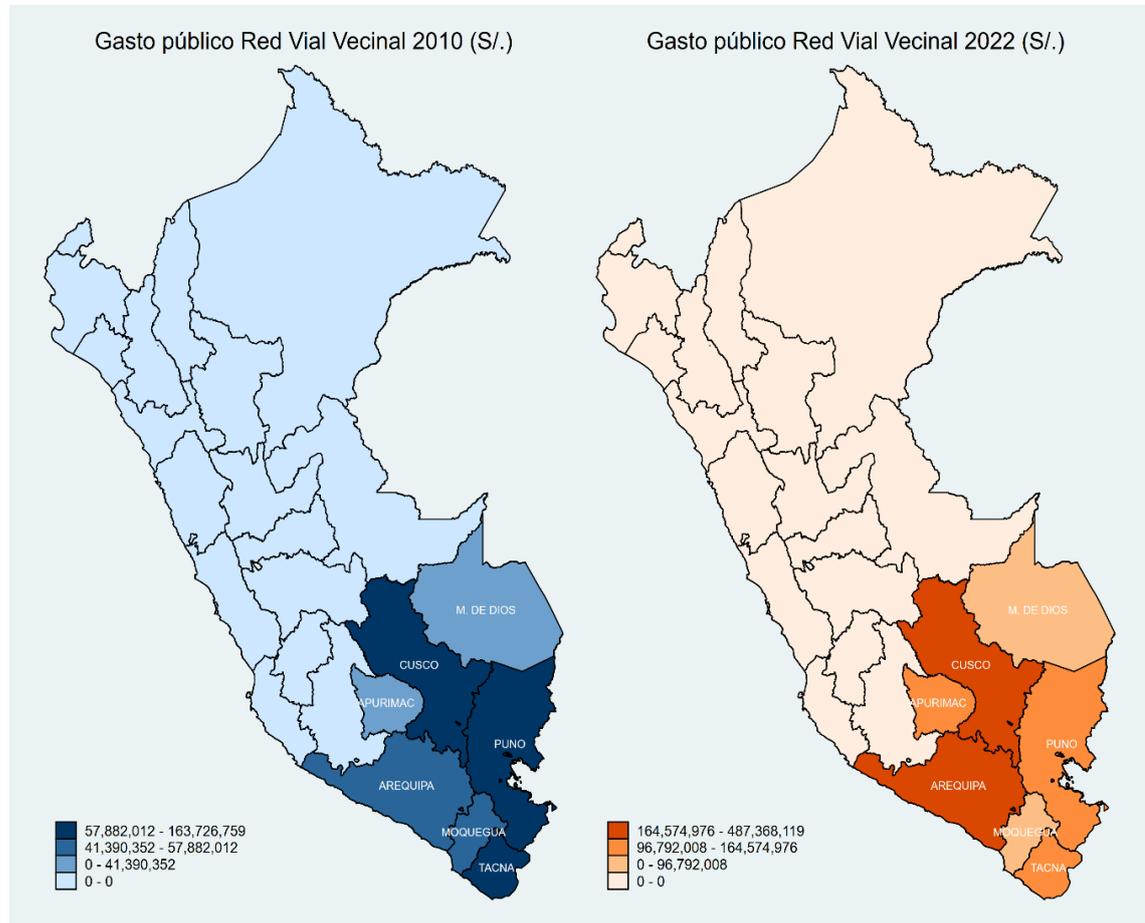
En el análisis del año 2022, la región que más creció en inversión vial departamental es Moquegua con un crecimiento del 161.70%, seguido de Puno con un 146.89%. En contraste, la región de Tacna es la que tuvo un crecimiento más bajo con solo un incremento del 2.55% con respecto al año anterior. Las regiones restantes tuvieron un incremento moderado: Apurímac con un 46.61%, Arequipa con un 90.04%, Cusco con un 43.25%, Madre de Dios con un 30.14%.

4.1.4. Ejecución de gasto público asociado a infraestructura vial vecinal en la Macrorregión sur del Perú.

El análisis aborda la ejecución de fondos públicos destinados al desarrollo de infraestructura vial asociada a la red vial vecinal para las regiones objeto de estudio, donde se analiza la ejecución del presupuesto público en un horizonte temporal del 2010 al 2022.

Figura 7

Gasto público ejecutado en infraestructura vial en la red vecinal de la Macrorregión Sur del Perú en el año 2010 y 2022.



Nota: Presupuesto ejecutado en Vías Vecinales Macrorregión Sur / Elaboración propia en base a Stata 16.

En la figura 7 se analiza el periodo 2010 a 2022, se observa una tendencia ascendente en el gasto público destinado a infraestructura vial en la Macrorregión sur del Perú. La inversión estatal en infraestructura vial vecinal se invierte en promedio más en la región del Cusco, seguido por las regiones de Arequipa y Puno; por ejemplo, la inversión en Cusco representó el 35.29% de la inversión total en el año 2010 y 36.01% en el 2022; por otro lado, la región que recibió menos inversión fue Madre de Dios, representando el 5.23% en el año 2010 y el 4.79% en el 2022.



En términos de crecimiento porcentual a lo largo del periodo, Apurímac lideró con una variación porcentual del 305.05%, incrementando su gasto de 40,631,127 soles en 2010 a 164,574,973 soles en 2022. En contraste, Tacna mostró el menor crecimiento porcentual de 26.03%, aunque su gasto se incrementó de 78,403,967 soles a 98,815,409 soles. Las otras regiones, Arequipa, Cusco, Madre de Dios, Moquegua, y Puno, mostraron variaciones porcentuales de 399.50%, 197.67%, 167.53%, 124.84%, y 174.02% respectivamente.

En el análisis porcentual anual, algunos puntos destacados son el incremento en Apurímac en los años 2013 y 2016 con variaciones del 71.47% y 96.89% respectivamente; en Arequipa y Madre de Dios en el año 2013 con incrementos del 296.52% y 402.20% respectivamente; en Moquegua en el año 2021 con un incremento del 132.95%; en Puno en el año 2020 con un incremento del 169.20%; y en Tacna en los años 2015 y 2021 con incrementos del 167.50% y 215.14% respectivamente. Estos años mostraron cambios significativos en el gasto en infraestructura vial en comparación con los años anteriores.

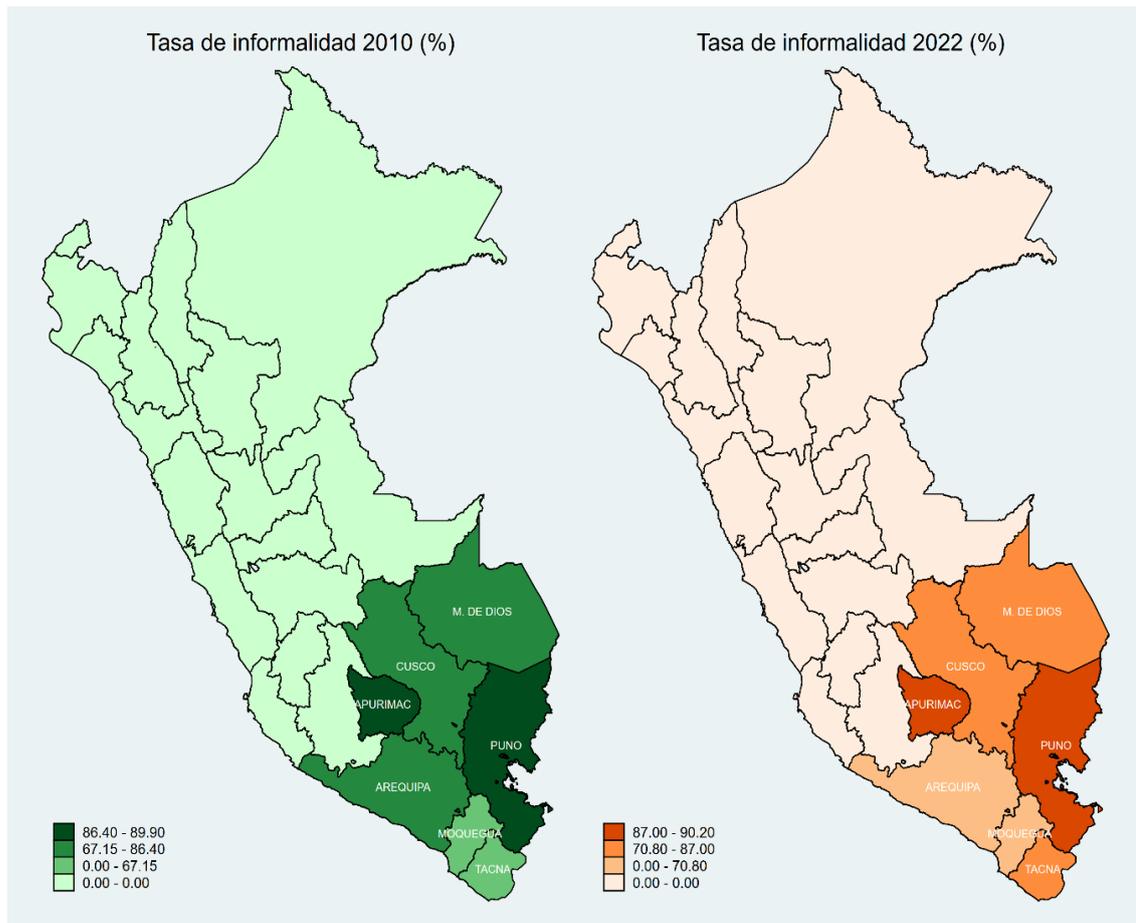
En el último año del periodo, 2022, las variaciones porcentuales muestran un crecimiento en todas las regiones, excepto Puno que experimentó una reducción de 25.02%. Tacna lideró con un incremento del 31.37%, seguida por Cusco con un incremento del 27.00%, Madre de Dios con un 12.40%, Moquegua con un 9.89%, Apurímac con un 4.19%, y Arequipa con un 0.34%. En términos de cifras exactas, Tacna incrementó su gasto de 75,219,178 soles en 2021 a 98,815,409 soles en 2022, mientras que Puno redujo su gasto de 211,547,431 soles a 158,609,115 soles en el mismo periodo.

4.1.5. Informalidad laboral en la Macrorregión sur del Perú

Las tendencias y diferencias entre las regiones respecto a la evolución de variable de informalidad laboral del 2010 al 2022 se detallan en la figura 8.

Figura 8

Tasa de informalidad laboral de la Macrorregión Sur del Perú en el año 2010 y 2022.



Nota: Evolución de informalidad laboral Macrorregión Sur / Elaboración propia en base a Stata 16.

En la figura 8 se analiza la tasa de informalidad laboral en la Macrorregión Sur del Perú en los años 2010 y 2022, se puede observar ciertas tendencias y diferencias entre las regiones. En el año 2010, Apurímac y Puno presentaban las tasas más altas de informalidad laboral, con un 89.90% y un 89.80% respectivamente, mientras que Moquegua y Tacna tenían las tasas más bajas, con un 63.40% y un 66.00%



respectivamente. Arequipa se situaba en una posición intermedia con un 68.30%. En 2022, las tendencias se mantuvieron relativamente constantes en términos de las regiones con las tasas de informalidad más altas y más bajas; Puno ahora tiene la tasa de informalidad laboral más alta con un 90.20%, seguido de cerca por Apurímac con un 87.60%, mientras que Tacna y Moquegua presentan un aumento en la informalidad laboral con tasas de 73.60% y 67.60% respectivamente.

En cuanto a la variación porcentual del periodo 2010-2022, se observa que la mayor parte de las regiones mantuvieron su tasa de informalidad laboral relativamente estable, con cambios porcentuales mínimos; sin embargo, hay algunas excepciones notables. Tacna experimentó un incremento del 11.52% en la tasa de informalidad, que es el mayor incremento entre todas las regiones; por otro lado, Moquegua también vio un aumento en la tasa de informalidad laboral, con un incremento del 6.62% durante el periodo analizado. En contraste, Apurímac mostró una disminución en la tasa de informalidad laboral de 2.56%. Los demás departamentos mostraron variaciones muy pequeñas en sus tasas de informalidad laboral durante este periodo; Arequipa y Cusco presentaron una leve disminución y aumento en la informalidad laboral con una variación del 0.44% y 0.69% respectivamente, Madre de Dios y Puno tuvieron variaciones mínimas de 0.25% y 0.45% respectivamente

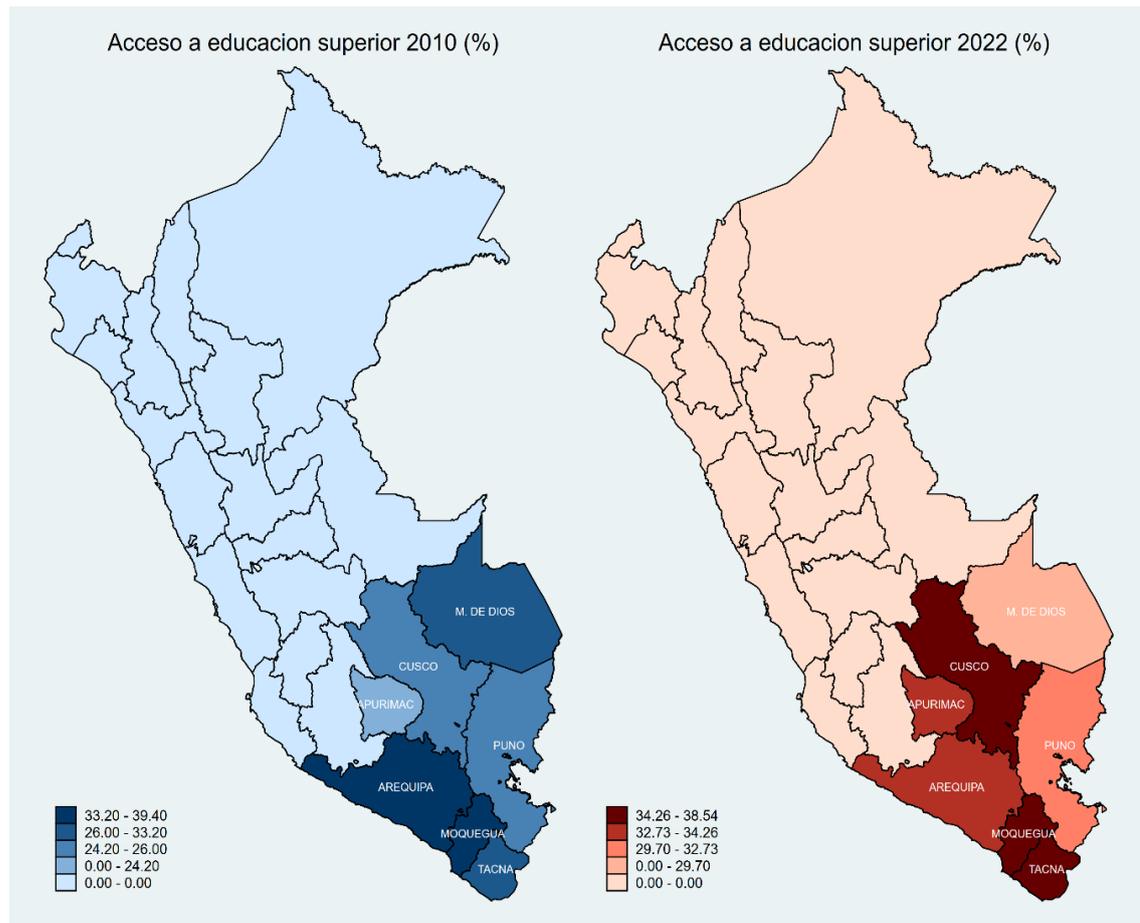
En 2022, la mayor reducción de la informalidad laboral se observó en Tacna (5.52%), seguido de Apurímac (3.31%) y Moquegua (3.57%). Arequipa y Madre de Dios tuvieron disminuciones más moderadas, con tasas de 1.59% y 1.37%, respectivamente. En cuanto a Cusco y Puno, las reducciones fueron mínimas, con tasas de 0.23% y 0.22%, respectivamente.

4.1.6. Acceso a educación superior en la Macrorregión sur del Perú

En la figura 9, se analizan las diferencias y patrones regionales en relación con la evolución de la variable de acceso a educación superior desde 2010 hasta 2022.

Figura 9

Acceso a educación superior en la Macrorregión Sur del Perú en el año 2010 y 2022.



Nota: Tasa de matrícula en educación superior Macrorregión Sur / Elaboración propia en base a Stata 16.

En la figura 9, se observa que, en el año 2010, el acceso a educación superior en la Macrorregión Sur del Perú mostraba porcentajes variados entre los departamentos. Arequipa y Moquegua se destacaban con un mayor acceso a la educación superior, con un 39.40% y 35.20% respectivamente, mientras que Apurímac, Cusco y Puno tenían un nivel educativo más bajo, con un 24.20%, 24.70% y 25% respectivamente. Para el año



2022, se observa una variación en estos porcentajes; Moquegua se posiciona como el departamento con un acceso a educación superior más alto, con un 38.54%, seguido de Tacna con un 37.28% y Cusco con un 34.26%; Apurímac mostró una notable mejora, alcanzando un 33.42%, mientras que Arequipa experimentó una disminución en su porcentaje, registrando un 32.73%. Puno y Madre de Dios mostraron un nivel educativo de 30.93% y 29.70% respectivamente. En términos de variación porcentual entre 2010 y 2022, Cusco y Apurímac lideran con un crecimiento del 38.71% y 38.09% respectivamente; le sigue Puno con un 18.95%, Tacna con un 12.29%, Moquegua con un 9.49% y Madre de Dios con un 4.58%; por otro lado, Arequipa es el único departamento que mostró una disminución en el acceso a educación superior con un 16.92%.

Con la llegada de la pandemia en 2020, los departamentos de la Macrorregión Sur del Perú experimentaron una notable disminución en el nivel educativo. Puno fue el más afectado con una disminución del 42.09%, seguido por Madre de Dios con una reducción del 26.61%, Cusco con una caída del 24.51%, Moquegua con una reducción del 24.13% y Tacna con una bajada del 20.40%. Arequipa y Apurímac experimentaron disminuciones menos severas de 12.46% y 22.22% respectivamente. En 2021, se observa una recuperación en varios departamentos, aunque no logró revertir completamente la disminución del año anterior.

En 2022, la mayoría de los departamentos experimentaron un crecimiento positivo, destacando Madre de Dios con un aumento notable del 35.62%. Moquegua y Tacna también mostraron un crecimiento positivo, con tasas del 12.37% y 9.65%, respectivamente. Puno y Arequipa registraron incrementos modestos del 6.28% y 1.97%. Sin embargo, Apurímac y Cusco experimentaron una leve disminución del 0.24% y 0.69%, lo que sugiere una estabilización en el nivel educativo en comparación con el año anterior.



4.2. ANÁLISIS ECONÓMÉRICO DEL ESTUDIO

Con el propósito de dar respuesta a los objetivos de la investigación se han estimado tres regresiones econométricas a fin de realizar una selección apropiada del modelo. Las estimaciones incluyen el modelo econométrico agrupado, de efectos aleatorios y el de efectos fijos, los cuales son evaluados o descartados según diversos test y pruebas de diagnóstico.

Estimación del modelo econométrico agrupado

El modelo econométrico agrupado, el cual no considera los efectos temporales e individuales en la regresión, posee un coeficiente de determinación R^2 es de 0.9053, por lo tanto, aproximadamente el 90.53% de la variabilidad en el logaritmo del PBI puede ser explicada por las variables incluidas en el modelo. Sin embargo, el modelo agrupado generalmente no es adecuado para datos de panel porque no logra controlar las heterogeneidades no observadas que podrían estar correlacionadas con las variables explicativas, lo cual es fundamental en un análisis de datos de panel (véase anexo 3, tabla 5).

Estimación del Modelo de datos de panel con efectos aleatorios

El modelo de datos de panel con efectos aleatorios controla la heterogeneidad no observada entre las unidades (regiones) mediante la consideración de un componente de error aleatorio específico para cada unidad; asimismo, se emplea la técnica de GLS para corregir el efecto del factor aleatorio considerado en el modelo. El modelo muestra diversos coeficientes de determinación: el valor del R^2_{within} es de 0.6014, lo que indica que el modelo explica aproximadamente el 60.14% de la variación dentro de cada grupo (es decir, cada región); el valor de $R^2_{between}$ posee un valor de 0.9507, entonces el modelo explica una alta proporción, aproximadamente el 95.07%, de la variabilidad entre los

diferentes grupos; y el $R^2_{overall}$ tiene un valor de 0.8920, lo que implica que el modelo explica cerca del 89.20% de la variabilidad total en los datos. Asimismo, las variables explicativas del modelo tienen un valor-p muy bajo, indicando la significativa estadística. Además, el valor del estadístico Wald es 268.23 con un valor-p prácticamente igual a cero, lo que evidencia que las variables del modelo son conjuntamente significativas en la explicación del crecimiento económico (véase anexo 3, tabla 6)

Sin embargo, el modelo de efectos aleatorios GLS muestra algunas limitaciones en términos de la capacidad para explicar y controlar los efectos individuales no observados. Además, los supuestos restrictivos sobre la distribución de los efectos aleatorios, como la normalidad y la independencia de los errores, que pueden no ser realistas en muchas situaciones.

Estimación del Modelo de datos de panel con efectos fijos

Tabla 2

Modelo de datos de panel con efectos fijos

LNPBI	Coef.
LNINF1	0.8635***
LNINF2	0.0160
LNINF3	0.0511
EM	-0.0118
ED	0.0091*
_cons	9.6221
sigma_u	0.5008
sigma_e	0.1620
rho	0.9053
corr (u_i, Xb)	0.5188
R-squared:	
Within	0.6400
between	0.7754
overall	0.7466
F (5,79)	28.09
Prob > F	0.000

Legenda: * p<.1; ** p<.05; *** p<.01

En la tabla 2 se observa el modelo de datos de panel con efectos fijos, empleado para controlar la heterogeneidad intrínseca en el panel de datos compuesto por múltiples regiones. En este contexto, el coeficiente de correlación entre los efectos fijos no observados y los regresores es de 0.5188, lo que indica una correlación moderada y respalda la elección de modelo.

En cuanto a la capacidad explicativa del modelo, el coeficiente de determinación R^2_{within} de 0.6400, este valor sugiere que el 64% de la variabilidad de la variable dependiente LNPBI, dentro de cada región, está explicada por las variables independientes. El $R^2_{between}$ de 0.7754 sugiere que aproximadamente el 77.54% de la variabilidad entre los grupos es explicada por el modelo y el $R^2_{overall}$ de 0.7466 sugiere que el modelo explica aproximadamente el 74.66% de la variabilidad en la variable dependiente cuando no se consideran tanto las diferencias dentro como entre los grupos.

Sobre la significancia estadística de los regresores, es crucial señalar que la variable LNINF1 es altamente significativa con un valor-p inferior a 0.000 y la variable ED es significativa al 10%; sin embargo, las variables LNINF2, LNINF3 y EM no resultan ser significativas dado que la probabilidad asociada al estadístico t es mayor al 10%. A nivel global, el modelo resulta ser altamente significativo, con un valor F de 28.09 y una probabilidad asociada nula.

En el caso de la desviación estándar de los términos del error, σ_u representa la desviación estándar del término individual específico que es invariante en el tiempo, en este caso, el valor de $\sigma_u = 0.5008$ sugiere una considerable heterogeneidad entre las regiones que no se explica por las variables observables en el modelo. Por su parte, σ_e es la desviación estándar el error idiosincrático e informa sobre el nivel de varianza dentro de los grupos. El término rho es la correlación intraclase, el valor de $\rho = 0.90531559$,

por lo que el 90.53% de la varianza total de LNPB se debe a diferencias entre las regiones, en términos simples, esto implica que la mayoría de la variabilidad en LNPBI se debe a diferencias entre los grupos y no dentro de ellos.

Resultados de los test para la elección del modelo

A continuación, se procedió a efectuar pruebas específicas con el fin de determinar el modelo más apropiado para el análisis; estas pruebas incluirán la evaluación de la presencia de efectos fijos y aleatorios en el conjunto de datos. Los resultados guiaron la elección del modelo que mejor se adapte a las peculiaridades de la muestra, asegurando así una interpretación más precisa de los efectos estudiados.

En primer lugar, se aplicó el test de inclusión de efectos fijos que busca evaluar si los efectos individuales en el modelo son estadísticamente iguales entre sí. El valor F del test es 25.70 con un p-valor asociado de 0.00, esto implica que rechazamos la hipótesis nula de no significancia de los efectos fijos regionales; por ende, se concluye que el modelo de datos de panel con efectos fijos es el más adecuado, en este contexto, en comparación al modelo agrupado (véase anexo 4, tabla 8).

Asimismo, se realizó el test de Breusch y Pagan, cual es una prueba estadística Lagrangiana para evaluar la presencia de efectos aleatorios en un modelo de regresión de datos de panel. La hipótesis nula del test de Breusch y Pagan es que no hay efectos aleatorios. En los resultados del test, el valor chi-cuadrado es $X^2 = 20.35$ con un p-valor asociado de cero; dado que el p-valor es mucho menor que el nivel de significancia convencional de 5 %, se rechaza la hipótesis nula en favor de la hipótesis alternativa. Esto implica que la varianza entre las unidades de panel es significativamente diferente de cero, lo cual justifica el uso de un modelo de efectos aleatorios en lugar de un modelo de mínimos cuadrados ordinarios agrupados (véase anexo 4, tabla 9).



Las dos pruebas anteriores sugieren la aplicación de datos de panel con efectos fijos o aleatorios, en lugar del modelo agrupado; en este escenario, se tiene 2 tipos de modelos por elegir, por ende, se emplea la prueba de Hausman con el fin de decidir entre un modelo de efectos fijos y un modelo de efectos aleatorios. La hipótesis nula es que las diferencias entre los coeficientes estimados en los modelos FE y RE no son sistemáticas, en este caso, la estadística chi-cuadrado es 108.76 con un p-valor de 0.00, lo que implica que se rechaza la hipótesis nula a un nivel de significancia convencional del 5%. Este resultado sugiere que las diferencias entre los coeficientes estimados en los modelos FE y RE son sistemáticas, y, por lo tanto, el modelo de efectos fijos sería el más apropiado para su análisis (véase anexo 4, tabla 10).

Por último, Se llevó a cabo es una prueba F de efectos temporales, específicamente diseñada para evaluar si las variables de año tienen un efecto conjunto significativo en la variable dependiente del modelo. La hipótesis nula es que las variables de año no tienen un efecto significativo en el LNPNB. El estadístico de prueba F es igual a 1.03 con un p-valor asociado de 43.3 %. Dado que el p-valor es mayor que el nivel de significancia de 0.05, no se puede rechazar la hipótesis nula; esto significa que las variables de año no tienen un efecto significativo conjunto en la variable dependiente LNPNB (véase anexo 4, tabla 11).

Resultados de las pruebas de diagnostico

Con el propósito de identificar violaciones a los supuestos del modelo de regresión de efectos fijos se procede con las pruebas de diagnóstico, las cuales evalúan la presencia de correlación serial, correlación contemporánea y heterocedasticidad (véase anexo 4).

En primer lugar, se realizó la prueba de Wooldridge para detectar la presencia de autocorrelación de primer orden en un conjunto de datos de panel. La hipótesis nula es



que no hay autocorrelación en el modelo. Se observa que el valor de F es de 24.675 y su valor-p asociado al estadístico F es de 0.0025; dado que el valor p es muy bajo (0.0025, que está por debajo del nivel de significancia comúnmente aceptado de 0.05), rechazamos la hipótesis nula, esto significa que hay evidencia suficiente para concluir que hay autocorrelación en los datos de panel (véase anexo 5, tabla 12).

Posteriormente, se aplicó el test de independencia de Breusch – Pagan con el fin de determinar autocorrelación contemporánea en el modelo de datos de panel. La hipótesis nula señala que hay independencia transversal, es decir, no hay correlación contemporánea. Se observa que el valor del estadístico χ^2 es 62.778 con una probabilidad asociada del 0 %. Dado este resultado, se rechaza la hipótesis nula, lo que implica que hay un problema de correlación contemporánea en los datos y que se deben tomar medidas adicionales para manejar este problema en el análisis posterior (véase anexo 5, tabla 13).

Por último, se aplicó el test de modificado de Wald con el objetivo de detectar la heterocedasticidad, es decir, si la varianza de los errores en tu modelo de datos de panel es constante en todas las unidades de panel. La prueba tiene la hipótesis nula: en el modelo, la varianza de los errores es constante en todos los grupos. Se observa que el estadístico chi-cuadrado es 1049.66 y su probabilidad asociada es de 0 %, lo que es menor que al nivel de significancia convencional de 5 %; dado que el valor p es extremadamente pequeño, se rechaza la hipótesis nula; esto implica que la varianza de los errores no es constante en todos los grupos en tu modelo, por lo tanto, se deben tomar medidas para corregir la heterocedasticidad en el análisis (véase anexo 5, tabla 14).



4.2.1. Regresión final del modelo de efectos fijos

Tras realizar un análisis de diagnóstico del modelo inicial, se identificaron varias violaciones a los supuestos del modelo de regresión: presencia de correlación serial, correlación contemporánea y heterocedasticidad. Para remediar estos problemas y mejorar la calidad de las estimaciones, se propone la implementación de un modelo ajustado que incorpore correcciones específicas para estos problemas; de acuerdo con la literatura académica. Moreno et al. (2019) propone la aplicación de un modelo con errores estándar corregidos para datos de panel utilizando la regresión Prais-Winsten, lo cual ajusta los errores estándar para abordar estas especificidades y mejorar la eficiencia y validez de las estimaciones.

Al aplicar las correcciones al modelo, se produce una transformación en la manera en que se manejan las perturbaciones o errores; en primer lugar, al abordar la heterocedasticidad a nivel de panel, el modelo reconoce que no todos los paneles (o grupos) tienen la misma variabilidad en sus errores. Por otro lado, al corregir la correlación serial o entre grupos, el modelo ajusta sus estimaciones teniendo en cuenta que los errores de un período están influenciados por los errores; esto significa que el modelo ya no trata cada error como un evento aislado, sino como parte de una secuencia interconectada de eventos a lo largo del tiempo.

Este ajuste es especialmente importante en datos de series temporales, donde la correlación entre períodos consecutivos es común.

Tabla 3*Modelo corregido final*

Prais-Winsten regression, heteroskedastic panels corrected standard errors

LNPBI	Coef.
LNINF1	0.9484097 (0.000)**
LNINF2	0.1178374 (0.000)**
LNINF3	0.1885195 (0.000)**
EM	-0.0414044 (0.000)**
ED	0.0124635 (0.049)**
_cons	7.003402 (0.000)**

Number of obs	91
Number of groups	7
R-squared	0.9781
Wald chi2(5)	372.92
Prob > chi2	0.0000

Legenda: * p<0.1; ** p<0.05; *** p<0.01

En virtud al objetivo de la investigación, la tabla 3 muestra que el valor de R-cuadrado es 0.9781, lo que indica que aproximadamente el 97.81% de la variabilidad en la variable dependiente LNPBI está explicada por las variables independientes en el modelo como LNINF1, LNINF2, LNINF3, EM y ED. Esta variabilidad y predictibilidad sugiere un ajuste muy bueno del modelo a los datos. Además, el valor de Wald chi2(5) es 372.92 con un Prob > chi2 de 0.0000; esto indica que el modelo en su conjunto es estadísticamente significativo. Concretamente respecto al objetivo principal se verifica que la variable LNINF1 tiene un valor z de 8.99 y un valor $P > |z|$ de 0.000, lo que sugiere que la longitud de carreteras pavimentadas tiene un impacto significativo en la variable

LNPI. Esto significa que un incremento del 1% en la longitud de la red vial pavimentada se asocia con un aumento cercano al 0.9484% en el Producto Bruto Interno (PBI).

4.2.2. Efecto del gasto público en vías departamentales en el crecimiento económico.

En consonancia con los resultados del modelo final detallado en la tabla 3, se verifica que la variable LNINF2 es significativa debido a que la probabilidad relacionada al estadístico Z posee un valor de cero, el cual es menor con el nivel de significancia utilizado de 0.05, por ende, se rechaza la hipótesis nula de no relación entre la variable LNINF2 y el PBI. Este resultado sugiere que el gasto público ejecutado en vías departamentales tiene un efecto significativo y positivo sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú. Esto cuantitativamente se traduce en que un incremento del 1% en el gasto público en vías departamentales se correlaciona con un incremento del 0.1178% en el PBI de dichas regiones.

4.2.3. Efecto del gasto público en vías vecinales sobre el crecimiento económico.

Por otro lado, la tabla 3 revela resultados que certifican la significancia de la variable LNINF3 debido a que la probabilidad del estadístico asociado Z es menor al nivel de significancia empleado de 0.05, por lo cual se rechaza la hipótesis sobre el valor nulo del coeficiente de LNINF3. Este hallazgo implica una relación estadísticamente sólida entre el aumento en la inversión y ejecución presupuestaria en el ámbito de infraestructura vial vecinal y el crecimiento económico. Con mayor precisión, un incremento del 1% en la inversión en vías vecinales se asocia a un aumento del 0.1885% en el PBI de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú. Este descubrimiento subraya el impacto positivo y cuantitativamente significativo de la inversión en infraestructura vial



local en el crecimiento económico regional. Este resultado, al compararse con el efecto del gasto en vías departamentales, resalta que las vías vecinales tienen un impacto relativamente mayor en el crecimiento económico, aunque sigue siendo menos pronunciado que el de la infraestructura vial pavimentada; esto puede indicar que, aunque todas las formas de infraestructura vial aportan al crecimiento económico, las vías vecinales podrían estar desempeñando un papel más crucial en la conexión de áreas más remotas y facilitando el intercambio económico entre ellas, lo que resalta su relevancia dentro del contexto regional.

4.2.4. Incidencia del acceso a educación superior en el crecimiento económico.

Según se desprende del modelo final de efectos fijos, especificado en la tabla 3, la variable de acceso a educación superior (ED) tiene un impacto positivo moderado sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur, este impacto moderado se debe a que los retornos de la educación superior se reflejan en la economía en el mediano y largo plazo. La significancia a nivel estadístico acontece debido a que la probabilidad relacionada al estadístico de prueba Z posee un valor 0.049, menor al nivel de significancia utilizado de 0.05, por ende, se rechaza la hipótesis nula de no relación entre la variable ED y el crecimiento económico. Mas específicamente un aumento de 1 punto porcentual en el acceso a educación superior se asocia con un incremento del 0.0125% en el PBI de dichas regiones. Esta relación, aunque significativa, muestra un impacto cuantitativamente menor en el PBI en comparación con las variables de infraestructura vial; esto podría sugerir que, mientras la infraestructura vial ofrece beneficios inmediatos al conectar regiones y facilitar el comercio, el capital humano, reflejado en la educación superior, ofrece beneficios a largo plazo, a través de la innovación, la mejora en la productividad laboral y la generación de oportunidades



económicas más especializadas; por lo cual su naturaleza más gradual no resta valor a su importancia, ya que estas inversiones en capital humano sientan las bases para un crecimiento sostenible y diversificado en el futuro.

4.2.5. Incidencia del empleo informal sobre el crecimiento económico

Análogamente, el modelo final, detallado en la tabla 3, determina que la variable de empleo informal (EM) exhibe una significación estadística debido a que la probabilidad asociada al estadístico de prueba Z toma el valor de cero, menor en comparación al nivel de significancia empleado de 0.05, por ende, se rechaza la hipótesis nula sobre la no relación entre las variables EM y PBI. Sin embargo, su efecto sobre el crecimiento económico se caracteriza por una relación inversa. Precisamente, un aumento de 1 punto porcentual en la tasa de empleo informal se asocia con una contracción del 0.0414% en el Producto Bruto Interno (PBI) de las regiones objeto de análisis. Esta constatación revela que el incremento del empleo informal ejerce un impacto adverso sobre la evolución del PBI regional. La creciente tasa de empleo informal no solo sugiere que hay un segmento considerable de la población que no disfruta de las protecciones laborales y beneficios asociados con el empleo formal, sino que también indica que la economía en su conjunto puede estar perdiendo potencial de crecimiento. La naturaleza negativa de esta relación puede estar vinculada a factores como la evasión fiscal o la falta de acceso al crédito formal; además, puede interpretarse que la presencia de altas tasas de empleo informal puede reflejar barreras estructurales en la economía que impiden una transición más fluida hacia la formalidad, lo que, a su vez, limita el potencial de crecimiento de las regiones.

4.2.6. Análisis comparativo de regresiones individuales

Se realiza un análisis mediante regresiones individuales enfocado en las regiones de Arequipa y Tacna. Estas regresiones específicas buscan examinar de manera puntual la dinámica entre el crecimiento económico y las variables relacionadas con la infraestructura vial dentro de estas regiones seleccionadas. La elección de Arequipa y Tacna para este análisis se basa en sus contrastantes perfiles económicos dentro de la Macrorregión Sur: Arequipa, siendo la región de mayor crecimiento económico, y Tacna, una de las de menor crecimiento, representan escenarios distintivos para examinar la influencia de la infraestructura vial en el desarrollo económico regional. Este análisis se realiza para complementar los hallazgos del modelo principal y no busca ofrecer una representación exhaustiva de todas las regiones de la macrorregión sur del Perú (véase anexo 6)

Tabla 4

Resultado del modelo de regresiones individuales

Variables	Modelos	
	Arequipa	Tacna
LNINF1	1.104*** (-0.179)	1.530*** (-0.115)
LNINF2	0.089** (-0.03)	0.036** (-0.013)
LNINF3	0.065* (-0.029)	0.055* (-0.022)
Constant	6.491*** (-0.967)	4.651*** (-0.869)
Observations	13	13
Prob F-test	0.00	0.00
R-squared	0.999	0.993

Nota. Los errores estándar (). * p<0.05, ** p<0.01, *** p<0.001

El coeficiente de determinación de 99.9 % para Arequipa y 99.3 % para Tacna indica que los modelos explican casi completamente la variabilidad del crecimiento económico en estas regiones. Además, la prueba F en ambos casos muestra un valor de

p-valor de 0.00, sugiriendo que los modelos son estadísticamente significativos en su conjunto. En términos de significancia individual, todas las variables incluidas en los modelos de ambas regiones muestran una relación significativa con el crecimiento económico, como lo indica la probabilidad asociada al estadístico t, siendo menor al 5%. Esto subraya la relevancia de cada aspecto de la infraestructura vial en el desarrollo económico regional en Arequipa y Tacna.

Al comparar los coeficientes de las regresiones individuales para Arequipa y Tacna, se evidencia que la influencia de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico varía entre estas dos regiones. Para Tacna, la longitud de la red vial pavimentada (LNINF1) tiene un impacto más pronunciado en el crecimiento económico, con un coeficiente de 1.530, en contraste con Arequipa, cuyo coeficiente es de 1.104. Esto sugiere que, en Tacna, mejoras en la infraestructura vial pavimentada están más fuertemente asociadas con incrementos en el PBI.

En cuanto al gasto público en vías departamentales, el coeficiente es mayor en Arequipa (0.089) que en Tacna (0.036), lo que indica que la inversión en estas vías tiene un impacto relativamente mayor en Arequipa. Por otro lado, el gasto público en vías vecinales muestra un efecto más equilibrado entre las dos regiones, con coeficientes de 0.065 para Arequipa y 0.055 para Tacna, lo cual refleja una influencia similar de este tipo de inversión en el crecimiento económico de ambas regiones.

4.3. DISCUSIÓN

Respecto a la incidencia de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones que forman la Macrorregión sur del Perú durante el período 2010-2022. Los hallazgos indican que un incremento del 1% en la longitud de la red vial pavimentada se asocia con un aumento cercano al 0.9484% en el Producto Bruto Interno (PBI) de las



regiones, manteniendo constantes otras variables. Este resultado es coherente con investigaciones previas; por ejemplo, Ng et al. (2019) también subrayaron la importancia del crecimiento en la longitud de carreteras por cada mil habitantes en el crecimiento económico, a nivel global. Además, el estudio de Alarcón (2021) sobre la economía peruana reveló que la infraestructura de transporte, representada específicamente por la extensión en kilómetros de la Red Vial Nacional, ejerce un impacto positivo a largo plazo sobre el crecimiento económico del Perú; de manera cuantitativa, Alarcón identificó que un incremento del 1% en la longitud de carreteras se asocia con un aumento del 0.488% en el PBI per cápita. Similarmente, Ruiz (2021) encontró que un aumento del 1% en la longitud de las carreteras de la red vial nacional se asoció con un incremento del 0.10% en el PBI per cápita a corto plazo y del 0.15% a largo plazo en las regiones peruanas. Vicente (2023) también enfatizó la influencia significativa de la infraestructura vial total en el crecimiento económico regional del Perú entre 2010 y 2021; sus resultados específicos indicaron que un incremento del 1% en la red vial nacional resulta en un aumento del 0.2 % del PBI per cápita a corto plazo y del 0.23 % a largo plazo. Finalmente, el análisis de Palomino (2022) sobre las regiones de Apurímac, Cusco y Cajamarca corroboró la relación positiva entre la inversión pública en infraestructura vial y el crecimiento económico, indicando un incremento del crecimiento económico del 0.492% con un aumento del 1% en el stock de infraestructura vial pavimentada.

En cuanto al objetivo específico 1 Evaluar el efecto del gasto público en vías departamentales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022. Los resultados evidencian que un aumento del 1% en el gasto público en vías departamentales se correlaciona con un incremento del 0.1178% en el PBI. Este hallazgo es coherente con estudios anteriores realizados en diferentes contextos; por ejemplo, Paguay (2019), al analizar la relación



entre el gasto público en infraestructura vial y el crecimiento económico en Ecuador entre 2000-2017, encontró que un incremento del 1% en el gasto público en infraestructura vial aumentaría el PBI per cápita en 0.2 puntos porcentuales. Por su parte Zhang y Cheng (2023) al investigar el impacto de la inversión en infraestructura de transporte en el Reino Unido, también resaltaron la influencia positiva de la infraestructura de transporte en el desarrollo económico a largo plazo. Igualmente, Camayo et al. (2022), en su análisis sobre el Perú durante el período 2001-2019, determinaron que la inversión pública en transporte terrestre tenía un efecto significativo en el PBI a nivel regional. De manera específica, identificaron que un aumento del 10% en el gasto público en transporte terrestre se asociaba con un crecimiento del 4.96% en el PBI nacional. Por su parte, Palomino (2022) concluyó que un incremento del 1% en el gasto público en infraestructura vial podría generar un crecimiento económico del 0.533% en las regiones analizadas de Apurímac, Cusco y Cajamarca. Asimismo, Collas y Palacios (2020), al analizar la Macro Región Norte del Perú, destacaron que, por cada mil millones invertidos en infraestructura vial, el PBI crece en un 1.10%. Finalmente, Vicente (2023) refuerza la idea al determinar que un incremento del 1% en el gasto público destinado a infraestructura vial impulsaría el PBI per cápita en 0.08% a corto plazo y 0.11% a largo plazo en las regiones peruanas analizadas, además concluyó que un incremento del 1% en el gasto en la red vial departamental genera un incremento del PBI en 0.02% a corto plazo y 0.04% a largo plazo.

Asimismo, referente al objetivo específico 2 Evaluar el efecto del gasto público en vías vecinales en el crecimiento económico de las regiones que conforman la Macrorregión sur del Perú entre 2010 y 2022. Los resultados revelan una relación positiva entre ambas variables: específicamente, un incremento del 1% en el gasto público en vías vecinales se asocia con un aumento del 0.1885% en el PBI. Este hallazgo es respaldado



por Vicente y Salazar (2023) que analizó la relación entre la infraestructura vial y el crecimiento económico en las regiones peruanas entre 2010 y 2021; sus hallazgos mencionan que un aumento del 1% en el gasto público destinado a infraestructura vial promueve un crecimiento del 0.08% en el PBI per cápita a corto plazo y del 0.11% a largo plazo. En el caso de la inversión pública en vías locales, los resultados mostraron un incremento del 0.03% a corto plazo y del 0.06% a largo plazo en el PBI per cápita. Asimismo, este resultado es coherente con investigaciones de otros autores, como (Camayo et al. 2022; Collas y Palacios 2020; Paguay 2019; Palomino 2022; Zhang y Cheng, 2023), todos ellos concluyen que el gasto público en infraestructura vial influye de manera positiva en el crecimiento económico; aunque cada estudio aborda diferentes contextos y periodos, existe un consenso en la literatura sobre la importancia del gasto en infraestructura vial como motor de desarrollo económico.

Para el objetivo específico 3 de este estudio el cual es Determinar la incidencia del acceso a educación superior en el crecimiento económico de las regiones que conforman la Macrorregión sur del Perú, durante el periodo 2010-2022. Los resultados obtenidos muestran que un aumento de 1 punto porcentual en el acceso a educación superior se asocia con un incremento del 0.0125% en el PBI de dichas regiones. Esta relación positiva entre el nivel educativo y el crecimiento económico hallada en la Macrorregión sur del Perú es coherente con investigaciones previas en otros contextos; por ejemplo, Lemus et al. (2015) estudiaron el impacto de la educación universitaria en el crecimiento económico de los 24 departamentos de Colombia y encontraron que un aumento del 1% en la cobertura educativa está relacionado con un incremento del 0.67% en el crecimiento económico. Del mismo modo, Sánchez y Cornejo (2023) en su investigación sobre el Perú identificaron que un aumento del 1% en las matrículas universitarias se correlaciona con un alza del 1.42% en el crecimiento económico; aunque



este estudio también señala que la educación superior tiene un impacto limitado frente a otras perturbaciones más poderosas. Por otro lado, Hilario y Valverde (2021) en su estudio sobre el departamento de Huánuco determinaron que un incremento del 1% en la tasa neta de matrícula en educación superior se asoció con un crecimiento del 0.45% en el PBI.

Finalmente, el objetivo específico 4 del estudio es Determinar la incidencia del empleo informal en el crecimiento económico de las regiones que conforman la Macrorregión sur del Perú entre 2010 y 2022. Los resultados indican que la informalidad laboral tiene un efecto negativo sobre el crecimiento económico: concretamente, un incremento de 1 punto porcentual en la tasa de empleo informal se correlaciona con una disminución del 0.0414% en el PBI de las regiones analizadas. Esta relación negativa entre el empleo informal y el crecimiento económico en la Macrorregión sur del Perú concuerda con hallazgos previos en otros contextos; por ejemplo, Andrango (2021), en su investigación sobre Ecuador, determinó que el empleo informal es perjudicial para el crecimiento económico del país; a través de un modelo concluyó que un aumento del 1% en el empleo informal está asociado con una disminución del 1.3% en el crecimiento económico. Las razones de esta relación negativa se atribuyen a políticas laborales ineficientes, mala distribución de recursos y utilización inapropiada de los servicios estatales. Similarmente, Villegas (2022) en su estudio sobre el impacto de la informalidad en las pymes en Perú, encontró que la informalidad tiene un efecto negativo en el crecimiento económico del país; este estudio subraya la importancia de abordar la problemática de la informalidad laboral para garantizar un crecimiento económico sostenible.



V. CONCLUSIONES

- El presupuesto público ejecutado en supervisión, construcción, rehabilitación y otras acciones inherentes a la red vial departamental, influye positivamente en el crecimiento económico. En términos cuantitativos, un aumento del 1% en el gasto público en vías departamentales se traduce en un incremento del 0.1178% en el Producto Bruto Interno (PBI) de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú; sin embargo, es importante resaltar que, aunque este gasto contribuye al crecimiento, su impacto es menos pronunciado que el de la infraestructura vial pavimentada.
- El gasto público en vías vecinales, representado por el presupuesto público ejecutado en supervisión, construcción, rehabilitación y otras acciones inherentes a la red vial vecinal, influye positivamente sobre el crecimiento económico. Cuantitativamente un aumento del 1% en el gasto público en vías vecinales se traduce en un incremento del 0.1885% en el Producto Bruto Interno (PBI) de las regiones. Se resalta que el gasto público en vías vecinales tiene un efecto relativamente mayor en el crecimiento en contraste con las vías departamentales.
- La asistencia de la población de 17 a 24 años de edad a educación superior tiene una influencia positiva en el crecimiento económico. El coeficiente determinado de 0.0125 evidencia que un incremento de 1 punto porcentual en la tasa de asistencia a la educación superior se asocia con un incremento del 0.0125% en el Producto Bruto Interno (PBI) de las regiones.
- Finalmente, la informalidad laboral, tiene una repercusión negativa sobre el crecimiento económico. Concretamente un aumento de 1 punto porcentual en la tasa de empleo informal se asocia con una reducción del 0.0414% en el Producto Bruto Interno (PBI) de las regiones de la Macrorregión sur del Perú.



VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda al Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) y al Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), priorizar estrategias para el desarrollo de infraestructura vial en términos de inversión, creación, expansión y mantenimiento, optimizando la inversión del presupuesto público en vías departamentales para maximizar su impacto en el crecimiento económico, esto permitirá no solo reducir las brechas de infraestructura vial sino garantizar un desarrollo regional integral.
- Provias Descentralizado en colaboración con autoridades locales, deben priorizar y reforzar proyectos asociados a la red vial vecinal, estas vías son clave para conectar áreas remotas y promover el desarrollo regional y local. Además, se debe fomentar la participación comunitaria en la planificación y priorización de proyectos para atender mejor las necesidades locales.
- Se recomienda a los decisores de políticas públicas, así como al Ministerio de Educación, establecer iniciativas que fomenten el ingreso y permanencia de los jóvenes en la educación superior. A fin de coadyuvar el crecimiento económico a través de la formación de capital humano.
- Finalmente se ratifica poner mayor énfasis en el diseño y ejecución de estrategias que faciliten el acceso a los centros de actividad económica, conectando a los trabajadores con empleos formales y reduciendo la dependencia del empleo informal; estas estrategias pueden concretarse mediante una infraestructura vial eficiente.



VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alarcón Canchari, D. D. (2021). *Medición del efecto de la inversión en infraestructura de transporte vial sobre el crecimiento económico agregado en el Perú* [Tesis de maestría. Pontificia Universidad Católica del Perú]. repositorio institucional. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/21320>
- Albala-Bertrand, J. M., & Mamatzakis, E. C. (2001). The Impact of Public Infrastructure on the Productivity the Impact of Public infrastructure on the Productivity of the Chilean Economy (435).
- Albarrán Pérez, P. (2011). *TEMA 6. Modelos para Datos de Panel*. <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/15809/6/Tema6p.pdf>
- Andrango Guamán, N. M. (2021). *El efecto del empleo informal en el crecimiento económico del Ecuador* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica del Norte]. Repositorio institucional, <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/11798>
- Banco Mundial. (2021, mayo 11). *La informalidad generalizada puede retrasar la recuperación de la COVID19 en las economías en desarrollo*. <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2021/05/11/widespread-informality-likely-to-slow-recovery-from-covid-19-in-developing-economies>
- Barro, R. J. (1991). Economic Growth in a Cross Section of Countries. *The Quarterly Journal of Economics*, 106(2), 407–443. <http://www.jstor.org/about/terms.html>.
- Berg, C., Deichmann, U., & Selod, H. (2015, diciembre 8). *How roads support development*. World Bank Blog. <https://blogs.worldbank.org/developmenttalk/how-roads-support-development>
- Camayo Alva, A. R., Acero Sanga, E. J., Cairo Arellano, E. A., & Vargas Salazar, I. Y. (2022). Impacto del gasto de inversión pública en infraestructura en el crecimiento económico peruano: un análisis a nivel regional, 2001-2019. *Transdisciplinary Human Education*, 6(11), 1–21. <https://doi.org/10.55364/THE.VOL6.ISS11.157>
- Carnero, M. A. (2014). *Chapter 8: Analysis of Multiple Regression: Inference Statistics and Introduction to Econometrics*. <https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/42372/1/unit8.pdf>



- Collas Gonzales, A. D., & Palacios Cruz, R. D. (2020). *La inversión pública en infraestructura vial en el crecimiento económico de la macro región norte 2007 – 2016* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo]. Repositorio institucional. <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/4292>
- Contraloría General de la República del Perú. (2023). *Reporte de obras paralizadas en el territorio nacional a abril 2023*.
- Cortés Cortés, M. E., & Iglesias León, M. (2004). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación* (A. Polkey Gómez, Ed.; 1a ed.). Universidad Autónoma del Carmen. https://www.unacar.mx/contenido/gaceta/ediciones/metodologia_investigacion.pdf
- Drukker, D. M. (2003). Testing for serial correlation in linear panel-data models. *The Stata Journal*, 3(2), 168–177. <http://www.stata-press.com/data/r8/nlswork.dta>
- Fay, M. (2001). *Financing the Future: Infrastructure Needs in Latin America, 2000-05* (2545).
- Freire Seoane, M. J., López Bermúdez, B., & Zarzuelo, I. de la P. (2020). Efectos del transporte marítimo en contenedores sobre el crecimiento económico en los países de la costa oeste de América Latina CEPAL. *Revista de Cepal*, 130. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/45426-efectos-transporte-maritimo-contenedores-crecimiento-economico-paises-la-costa>
- Fujita, M., & Krugman, P. (2004). La nueva geografía económica: pasado, presente y futuro. *Investigaciones Regionales*, 4, 177–206. <https://www.redalyc.org/pdf/289/28900409.pdf>
- Gómez Díaz, L. R. del C., & Pérez Valenzuela, K. M. (2023). *Efecto de la infraestructura vial sobre la educación: un análisis de los mecanismos de transmisión y la evidencia empírica* [Tesis de Licenciatura, Universidad del Pacífico]. Repositorio institucional. <http://repositorio.up.edu.pe/handle/11354/3904>
- Graham, D. J., Couto, A., Adeney, W. E., & Glaister, S. (2003). Economies of scale and density in urban rail transport: effects on productivity. *Transportation Research*



- Part E: Logistics and Transportation Review*, 39(6), 443–458.
[https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(03\)00017-6](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(03)00017-6)
- Granados, R. M. (2005). Test de Hausman. *Documentos de Trabajo en Economía Aplicada*. <https://www.ugr.es/~montero/matematicas/hausman.pdf>
- Guida Johnson, N. (2022). *Informality and Development: The Role of Transportation Infrastructure in Reducing Self-Employment*. https://www.nguidajohnson.com/pdf/jmp_guidajohnson.pdf
- Gujarati, D. N., & Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5a ed.). McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A.
<https://fvela.files.wordpress.com/2012/10/econometria-damodar-n-gujarati-5ta-ed.pdf>
- Hauser, M. (2021). *Panel Data Models*. https://statmath.wu.ac.at/~hauser/LVs/FinEtricsQF/FEtrics_Chp5.pdf
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2014). *Metodología de la investigación* (6a ed.). McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES. <https://www.uca.ac.cr/wp-content/uploads/2017/10/Investigacion.pdf>
- Hilario Calderón, R. A., & Valverde Vega, S. (2021). *El capital humano y su relación con el crecimiento económico en el Departamento de Huánuco: periodo 2012 - 2019* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Hermilio Valdizán]. <http://repositorio.unheval.edu.pe/handle/20.500.13080/6562>
- Hsiao, C. (2007). Panel data analysis advantages and challenges. *Test*, 16(1), 1–22.
<https://doi.org/10.1007/S11749-007-0046-X/METRICS>
- INEI. (2014). *Glosario de Términos*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1267/glosario.pdf
- International Monetary Fund. (2020, diciembre 1). *What is the Informal Economy? F&D Finance and Development*.



<https://www.imf.org/en/Publications/fandd/issues/2020/12/what-is-the-informal-economy-basics>

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

<https://repositorio.pucp.edu.pe/index/handle/123456789/46611>

La República. (2023, junio 8). *América Latina, entre regiones que menos invierten en obras de infraestructura vial*.

<https://www.larepublica.co/globoeconomia/america-latina-entre-regiones-que-menos-invierten-en-obras-de-infraestructura-vial-3530274>

Lemus Vergara, A. Y., Casas Herrera, J. A., & Mauricio Gil León, J. M. (2015). Efectos de la educación superior en el crecimiento económico departamental en Colombia.

In Vestigium Ire, 9(1), 120–136.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7883758&info=resumen&idoma=ENG>

Loayza, N. V. (1996). The economics of the informal sector: a simple model and some empirical evidence from Latin America. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 45, 129–162. [https://doi.org/10.1016/S0167-2231\(96\)00021-8](https://doi.org/10.1016/S0167-2231(96)00021-8)

Mankiw, G., Romer, D., & Weil, D. N. (1992). A contribution to the empirics of economic growth. *Quarterly Journal of Economics*, 107, 407–437.

https://eml.berkeley.edu/~dromer/papers/MRW_QJE1992.pdf

Marroquín Arreola, J., & Ríos Bolívar, H. (2012). Gasto público, permanencia en el poder y crecimiento económico. *Estudios de Economía Aplicada*, 30(1), 1–22.

www.revista-eea.net

Mendoza Bellido, W. (2014). *Cómo investigan los economistas guía para elaborar y desarrollar un proyecto de investigación*. Fondo Editorial de la Pontificia

Universidad Católica del Perú.

<https://files.pucp.education/departamento/economia/lde-2014-05.pdf>

Ministerio de Economía y Finanzas. (2018). *Perú módulo administrativo área de implantación y capacitación-MEF mayo-junio 2018*.



- Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *Plan Nacional de Infraestructura Sostenible para la Competitividad 2022 - 2025*.
https://www.mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNISC_2022_2025_V2.pdf
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2023). *Exposición de motivos. Proyecto de ley de presupuesto del sector público para el año fiscal 2023*.
- Moreno Brieva, F., He, Y., & Merino, C. (2019). *A practical Handbook for panel data* (Kimberly Domínguez Rodríguez Madrid, Ed.).
<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.22226.40648>
- Ng, C. P., Law, T. H., Jakarni, F. M., & Kulanthayan, S. (2019). Road infrastructure development and economic growth. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 512(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/512/1/012045>
- Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico. (2016). *Hacia Infraestructuras Exitosas: Diez retos clave para la gobernanza y opciones de política*. <https://www.oecd.org/gov/budgeting/hacia-infraestructuras-exitosas.pdf>
- Paguay Cuvi, M. E. (2019). *Gasto público en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico un análisis para ecuador, periodo 2000- 2017* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Chimborazo]. Repositorio institucional. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5604>
- Palacios Tovar, C. A. (2017). *Efecto de la inversión pública en la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana entre los años 2000 y 2016* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Repositorio institucional. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/14570>
- Palomino Osorio, M. A. (2022). *Incidencia del gasto público en infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones Apurímac, Cuzco y Cajamarca (2007-2019)* [Tesis de Licenciatura, Universidad de Lima]. repositorio institucional. <https://repositorio.ulima.edu.pe/handle/20.500.12724/15790>
- Perrotti, D. E., & Sánchez, R. J. (2011). *La brecha de infraestructura en América Latina y el Caribe*.
https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/6357/1/S110095_es.pdf



- Ping, Y. (2022). *Ch04. Multiple Regression Analysis: Inference*.
https://pweb.fbe.hku.hk/~pingyu/2280/Ch04_MLR%20Inference.pdf
- Ranis, G., & Stewart, F. (2002). Crecimiento económico y desarrollo humano en América Latina. *Revista de Cepal*, 8–24.
https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/10848/078007024_es.pdf
- Romer, P. M. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *Source: The Journal of Political Economy*, 94(5), 1002–1037.
<http://www.dklevine.com/archive/refs42232.pdf>
- Rozas, P. (2010). América Latina: problemas y desafíos del financiamiento de la infraestructura. *Revista CEPAL 101*, 59–83.
<https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11406/101059083.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Rozas, P., & Sánchez, R. (2004). Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual. En *Cepal: Recursos naturales e infraestructura* (75, Número 75). CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/6441>
- Ruiz Mayurí, C. A. (2021). Impacto de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú a nivel regional, durante el periodo 2010 – 2018 [Tesis de licenciatura. Universidad Ricardo Palma]. En *Repositorio institucional*. repositorio institucional. <https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/4041>
- Sala-i-Martin, X. (2000). Apuntes de crecimiento económico. En *Apuntes de crecimiento económico* (2a ed.). Antoni Bosch Editor.
- Sanchez Espinoza, E. Y., & Cornejo Atoche, E. Y. (2023). *Crecimiento económico y su relación con la educación universitaria: evidencia empírica del caso peruano, 1990 – 2020* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Frontera]. Repositorio Institucional. <http://repositorio.unf.edu.pe/handle/UNF/268>
- Terrones, M. E., & Calderón, C. (1993). Educación, capital humano y crecimiento económico: El caso de América Latina. *ECONOMIA*, 16(31), 22–69.
<https://repositorio.minedu.gob.pe/handle/20.500.12799/3473>



- Torres Reyna, O. (2007). *Panel Data Analysis Fixed and Random Effects using Stata*.
<http://www.princeton.edu/~otorres/>
- Vásquez Cordano, A. L. (2003). *Una disertación sobre los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura de servicios públicos en el Perú* [Tesis de licenciatura, Pontificia Universidad Católica del Perú].
https://www.osinergmin.gob.pe/seccion/centro_documental/Institucional/Estudios_Economicos/Otros-Estudios/Tesis/Disertac-Vinculos-Crec-Econo-SP-Peru.pdf
- Vicente Vega, K. F., & Salazar Quea, L. R. (2023). *Incidencia de la infraestructura vial en el crecimiento económico de las regiones del Perú, 2010 - 2021* [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma]. Repositorio institucional.
<https://repositorio.urp.edu.pe/handle/20.500.14138/6696>
- Villegas Purca, S. F. (2022). *La informalidad de las pymes y su influencia en el crecimiento económico del Perú, 2000 - 2020* [Tesis de Licenciatura, Universidad César Vallejo]. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/112994>
- Virginia Commonwealth University. (s/f). *Multiple Regression in SPSS*. Recuperado el 28 de noviembre de 2023, de <https://ssor.vcu.edu/media/statistics/pdf/SPSS.MultiReg.PC.pdf>
- Williams, R. (2022). *Review of Multiple Regression*. <https://www3.nd.edu/~rwilliam/>
- Winchester, L. (2011). *La formulación e implementación de las políticas públicas en ALC*.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Introducción a la econometría. Un enfoque moderno* (Cengage Learning Editores, Ed.; 4a. edición).
- Zarate, R. (2019, diciembre 6). *Does transit infrastructure reduce informality in developing countries?* World Bank.
<https://blogs.worldbank.org/impacitevaluations/does-transit-infrastructure-reduce-informality-developing-countries-guest-post>
- Zhang, Y., & Cheng, L. (2023). The role of transport infrastructure in economic growth: Empirical evidence in the UK. *Transport Policy*, 133, 223–233.
<https://doi.org/10.1016/J.TRANPOL.2023.01.017>

ANEXOS

ANEXO 1. Base de datos del estudio

Año	Región	PBI2	INF1	INF2	INF3	EM	ED
2010	Apurímac	1,765,744	287.895	8,779,689	40,631,127	89.9	24.20
2011	Apurímac	1,869,417	335.219	7,809,283	30,675,360	89.2	29.60
2012	Apurímac	2,110,908	445.985	46,781,533	26,684,031	94.2	21.70
2013	Apurímac	2,342,674	576.367	23,183,072	45,754,370	88.8	28.80
2014	Apurímac	2,437,434	576.367	14,113,134	41,116,854	87.1	26.10
2015	Apurímac	2,630,345	680.217	9,530,273	47,039,254	88.3	31.20
2016	Apurímac	6,343,065	700.217	11,509,146	92,617,844	90.4	37.10
2017	Apurímac	7,718,535	700.217	11,595,417	81,534,438	86.7	29.70
2018	Apurímac	7,131,314	839.213	9,512,912	145,410,673	88.0	33.30
2019	Apurímac	7,170,478	930.756	19,827,413	123,050,418	85.4	32.40
2020	Apurímac	6,437,777	980.196	30,006,241	168,532,405	88.8	25.20
2021	Apurímac	6,593,721	1013.48	55,487,944	157,952,176	90.6	33.50
2022	Apurímac	6,133,984	1,048.8	81,348,977	164,574,973	87.6	33.42
2010	Arequipa	20,158,733	1040.067	108,054,190	56,916,628	68.3	39.40
2011	Arequipa	21,038,813	958.432	105,333,785	39,032,718	69.0	31.50
2012	Arequipa	22,033,542	958.43	60,194,046	56,142,918	67.0	33.00
2013	Arequipa	22,629,103	989.353	84,378,574	222,615,166	65.3	36.80
2014	Arequipa	22,773,308	989.803	28,064,017	261,227,049	67.5	38.70
2015	Arequipa	23,524,592	1180.859	47,142,786	111,442,106	67.2	34.80
2016	Arequipa	29,623,112	1221.273	52,111,713	96,648,051	67.4	35.20
2017	Arequipa	30,724,797	1199.575	194,656,322	105,693,327	65.4	37.30
2018	Arequipa	31,506,818	1215.575	268,587,113	158,888,611	65.3	35.00
2019	Arequipa	31,404,343	1215.575	140,195,572	108,441,121	66.2	34.50
2020	Arequipa	26,491,442	1215.575	87,440,118	203,144,036	65.9	30.20
2021	Arequipa	29,989,964	1214.53	61,862,245	283,328,640	69.1	32.10
2022	Arequipa	31,478,366	1,219.5	117,563,784	284,297,078	68.0	32.73
2010	Cusco	15,405,459	797.86	117,002,667	163,726,759	86.4	24.70
2011	Cusco	17,384,466	797.859	101,198,967	186,688,903	83.5	31.00
2012	Cusco	17,711,332	1007.12	136,306,519	290,484,482	82.2	30.40
2013	Cusco	20,708,699	1111.058	105,286,294	360,778,523	80.2	31.50
2014	Cusco	20,723,581	1187.696	103,717,039	332,451,022	81.6	27.00
2015	Cusco	21,071,852	1191.121	137,695,269	191,794,722	83.0	28.80
2016	Cusco	21,898,270	1440.736	102,541,353	222,872,949	82.3	32.50
2017	Cusco	21,576,717	1445.798	83,535,973	182,419,908	82.5	34.90
2018	Cusco	21,700,735	1622.59	112,312,441	275,445,064	81.6	33.00
2019	Cusco	22,006,880	1626.015	80,446,867	246,374,608	81.7	35.90
2020	Cusco	19,326,435	1623.454	79,779,564	360,014,921	89.6	27.10
2021	Cusco	20,594,957	1623.454	129,105,245	383,768,819	87.2	34.50
2022	Cusco	21,528,113	1,658.1	184,944,502	487,368,119	87.0	34.26



2010	Madre de Dios	2,229,180	397.845	1,987,922	24,249,967	79.1	28.40
2011	Madre de Dios	2,454,999	397.845	2,530,179	11,101,982	79.2	27.10
2012	Madre de Dios	1,950,139	397.85	11,396,254	4,573,616	74.7	24.10
2013	Madre de Dios	2,240,082	399.276	3,125,902	22,968,659	74.7	27.30
2014	Madre de Dios	1,923,155	399.276	6,047,113	20,411,300	75.7	27.00
2015	Madre de Dios	2,346,810	399.276	4,351,223	21,483,634	76.0	25.40
2016	Madre de Dios	2,663,699	399.276	2,985,722	20,322,481	78.2	31.70
2017	Madre de Dios	2,409,050	399.276	5,080,635	23,509,002	76.2	30.70
2018	Madre de Dios	2,255,653	399.276	20,778,328	28,373,599	76.2	35.10
2019	Madre de Dios	2,124,983	399.276	23,936,801	39,923,205	73.8	35.70
2020	Madre de Dios	1,611,133	399.276	7,583,444	50,831,044	81.7	26.20
2021	Madre de Dios	1,758,085	399.276	3,966,146	57,720,261	80.4	21.90
2022	Madre de Dios	1,780,713	399.4	5,161,548	64,876,354	79.3	29.70
2010	Moquegua	8,457,008	439.69	16,713,747	42,149,575	63.4	35.20
2011	Moquegua	7,785,269	440.753	11,034,702	29,682,345	67.5	35.70
2012	Moquegua	7,756,800	440.75	37,986,322	32,603,590	63.8	36.20
2013	Moquegua	8,598,669	475.754	58,398,581	24,756,476	66.2	33.50
2014	Moquegua	8,371,348	470.115	63,399,096	10,236,491	67.0	38.00
2015	Moquegua	8,693,747	469.245	25,854,607	19,601,501	64.9	35.10
2016	Moquegua	8,635,514	469.245	34,515,816	38,992,117	65.6	37.10
2017	Moquegua	8,696,704	469.245	40,130,744	26,946,047	68.8	39.80
2018	Moquegua	8,785,457	469.245	46,538,707	39,176,197	64.4	43.30
2019	Moquegua	8,416,846	469.245	22,186,030	23,805,730	65.4	43.10
2020	Moquegua	8,585,078	470.255	35,356,918	37,022,333	68.4	32.70
2021	Moquegua	9,190,284	470.285	38,997,363	86,242,617	70.1	34.30
2022	Moquegua	10,279,119	470.3	102,056,479	94,768,606	67.6	38.54
2010	Puno	6,980,479	1153.426	94,941,259	57,882,013	89.8	26.00
2011	Puno	7,384,505	1293.388	60,791,373	38,118,597	90.0	27.40
2012	Puno	7,734,458	1327.79	150,923,607	52,725,035	90.3	30.00
2013	Puno	8,294,320	1395.642	153,879,855	73,430,747	88.9	27.80
2014	Puno	8,487,313	1395.642	134,435,222	51,734,207	88.8	27.50
2015	Puno	8,519,702	1395.938	68,278,871	54,024,825	89.3	26.00
2016	Puno	9,075,999	1444.284	72,613,105	73,588,982	85.3	28.40
2017	Puno	9,434,737	1481.952	105,316,080	71,645,619	88.1	26.80
2018	Puno	9,666,999	1727.031	96,198,298	91,832,412	87.6	28.20
2019	Puno	9,803,780	1783.754	64,779,740	76,302,164	87.6	29.70
2020	Puno	8,717,266	1804.072	42,005,888	205,404,249	89.6	17.20
2021	Puno	9,724,375	1804.072	25,373,576	211,547,431	90.4	29.10
2022	Puno	10,064,069	1,803.9	62,644,686	158,609,115	90.2	30.93
2010	Tacna	5,338,879	454.716	3,932,021	78,403,967	66.0	33.20
2011	Tacna	5,466,509	454.68	2,157,083	64,279,555	71.1	31.60
2012	Tacna	5,526,840	454.68	33,718,129	15,937,392	68.8	26.00
2013	Tacna	5,781,849	459.047	44,738,136	24,852,098	69.1	33.30
2014	Tacna	6,094,038	470.931	51,675,541	35,263,267	71.1	30.80



2015	Tacna	6,598,403	470.86	22,886,339	94,328,152	71.7	31.60
2016	Tacna	6,506,248	470.86	8,206,606	73,696,331	73.9	36.70
2017	Tacna	6,584,715	470.86	20,836,752	44,303,552	73.2	35.10
2018	Tacna	7,110,940	584.418	4,150,423	18,307,237	74.2	39.30
2019	Tacna	8,737,472	584.116	7,091,400	26,894,575	72.8	40.20
2020	Tacna	8,503,244	580.089	30,599,613	23,868,559	70.2	32.00
2021	Tacna	8,885,861	580.059	35,496,023	75,219,178	77.9	34.00
2022	Tacna	8,459,468	580.1	36,401,913	98,815,409	73.6	37.2811

ANEXO 2. Evolución de principales variables del estudio

Figura 10

Evolución del PBI del Perú entre los años 2010 al 2022 (en miles de soles)

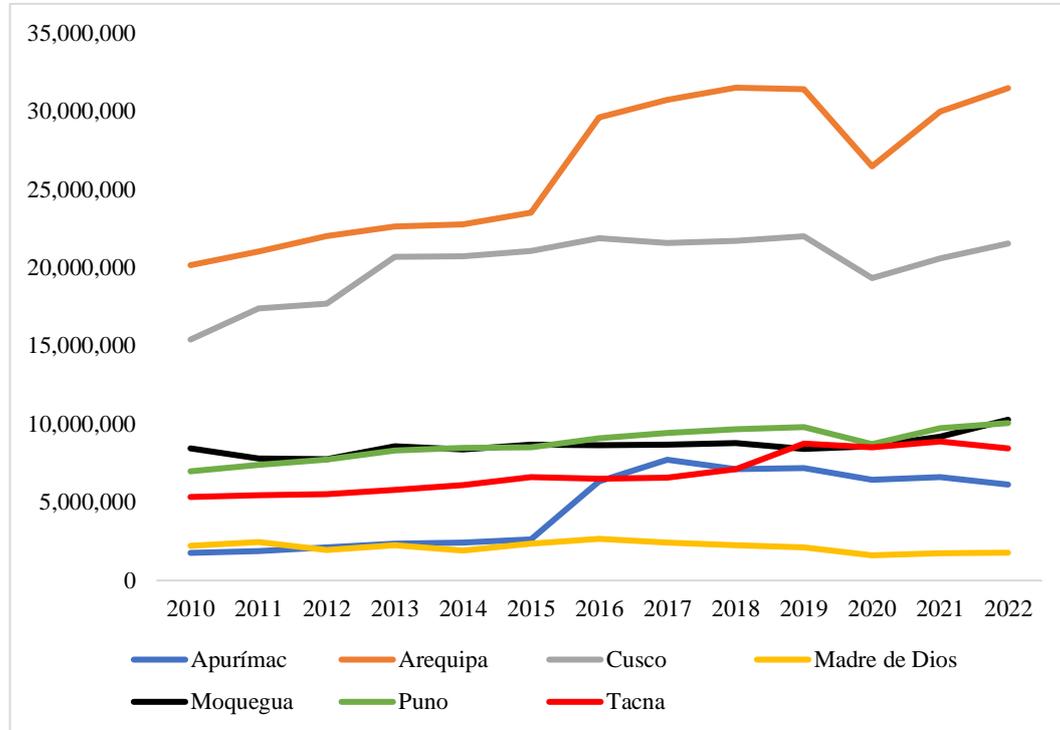


Figura 11

Evolución de la longitud de la red vial nacional pavimentada de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en kilómetros)

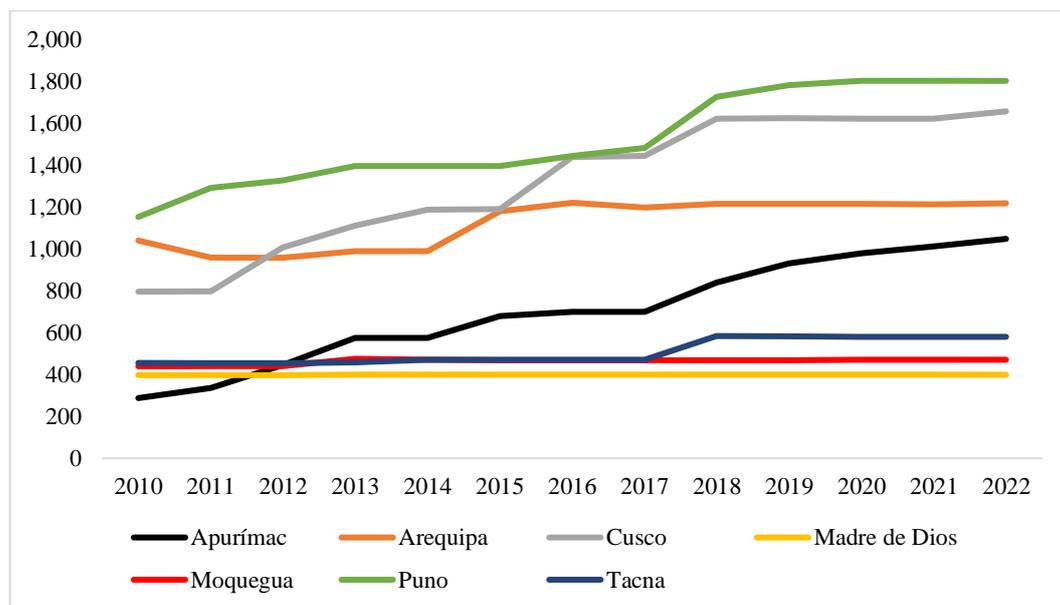


Figura 12

Evolución del gasto público en infraestructura vial en la red departamental de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en soles)

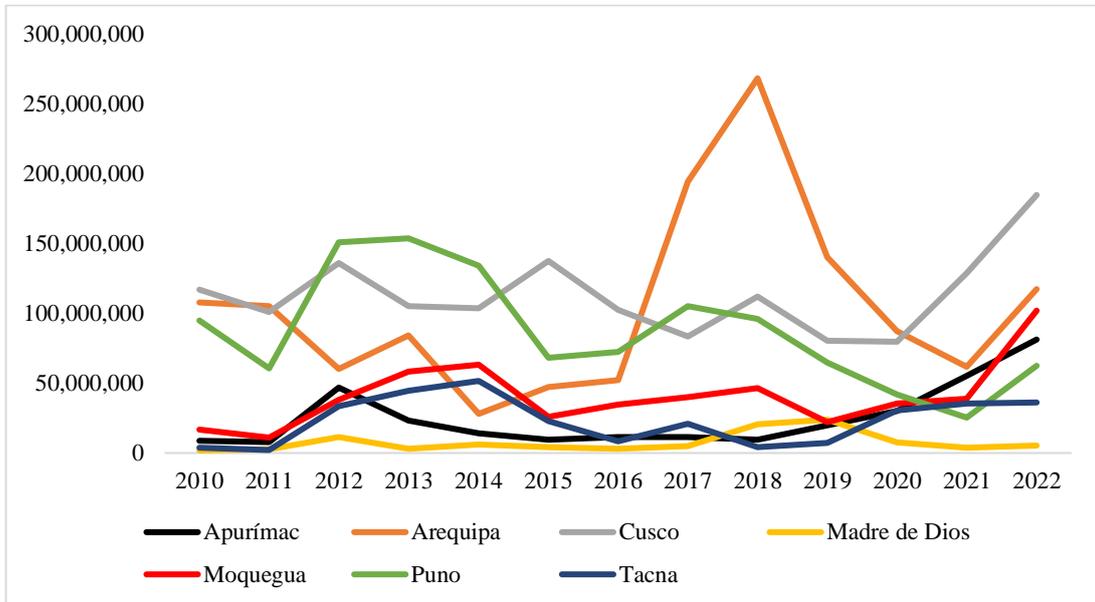


Figura 13

Evolución del gasto público en infraestructura vial en la red vecinal de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en soles)

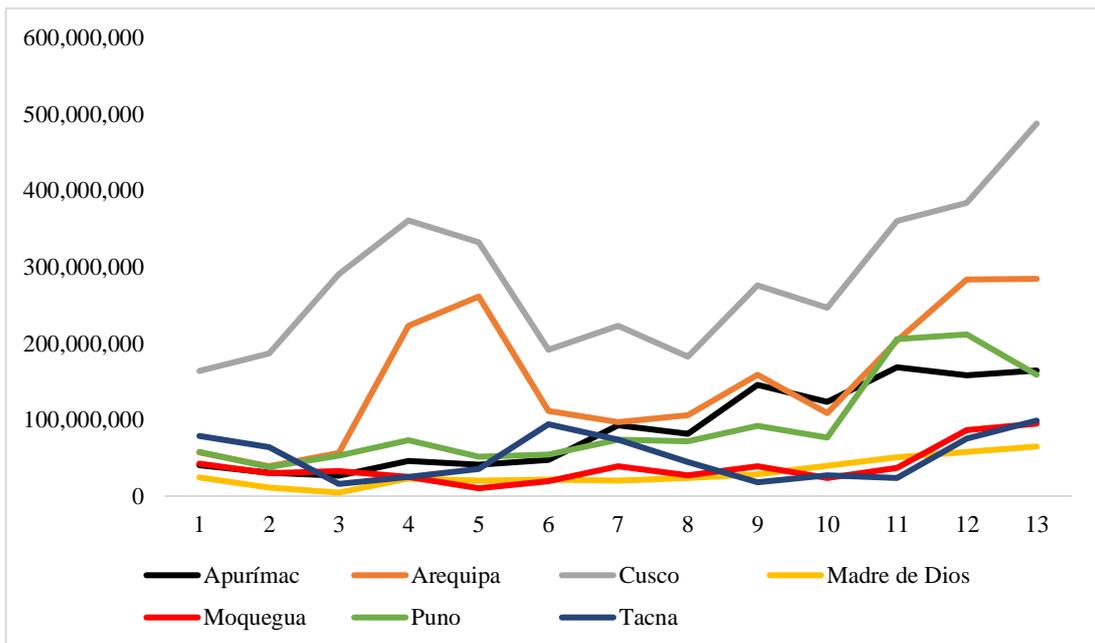


Figura 14

Evolución de la informalidad laboral de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en soles)

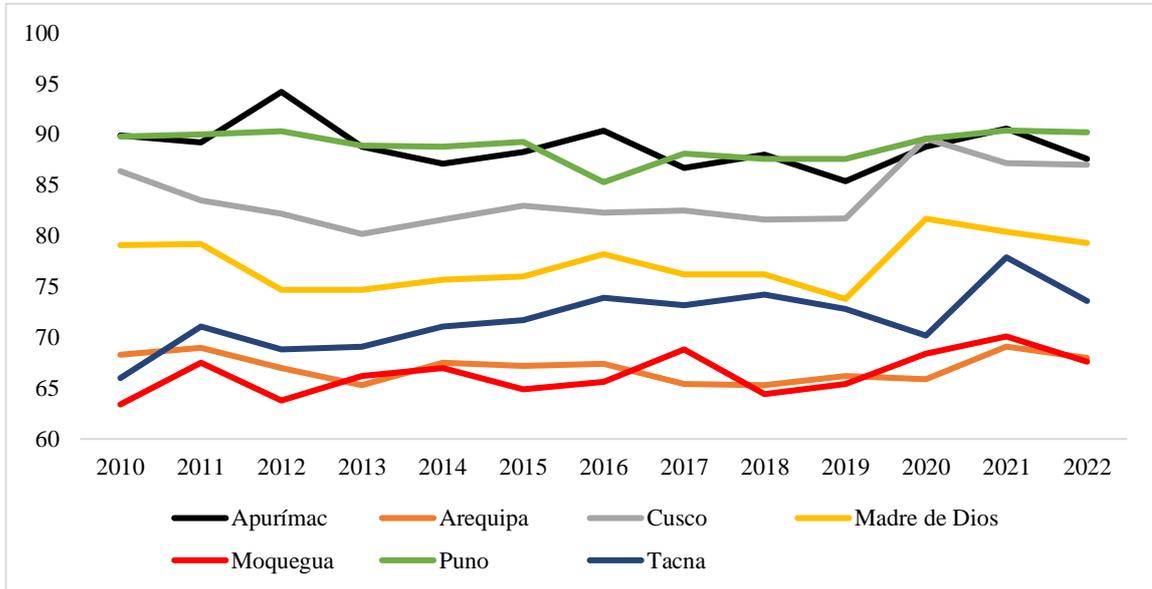
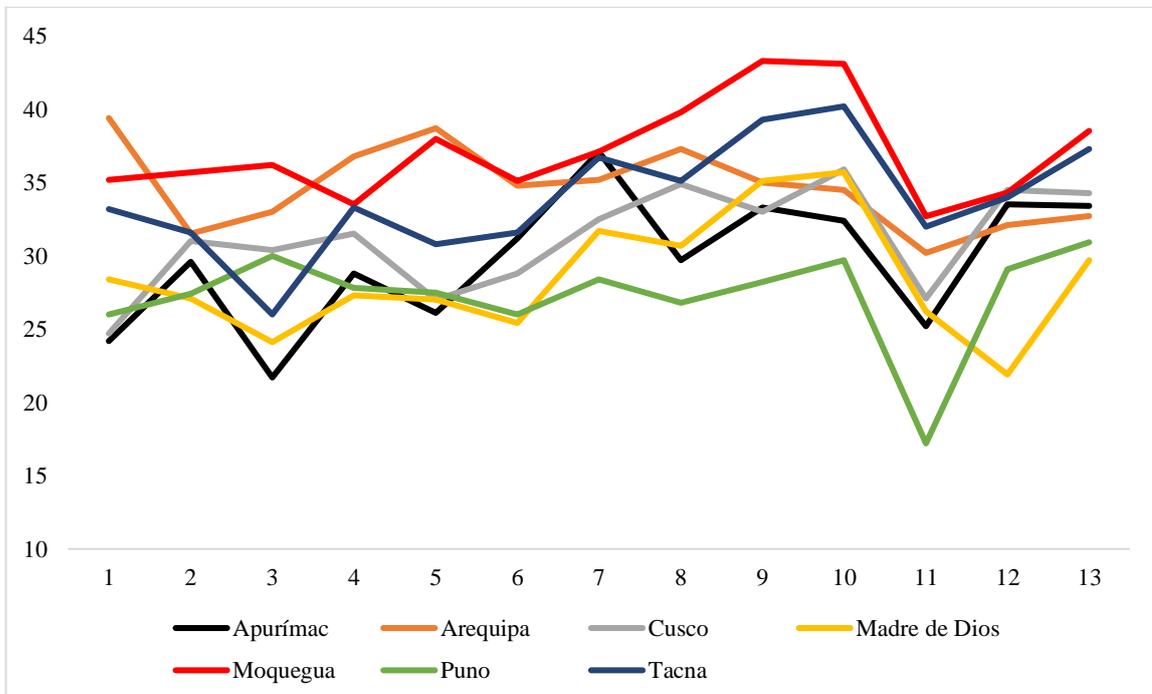


Figura 15

Evolución del nivel educativo de las regiones que componen la Macrorregión Sur del Perú en el periodo 2010 al 2022 (en soles)



ANEXO 3. Modelo econométrico agrupado, de efectos aleatorios y efectos fijos

Tabla 5

Modelo econométrico agrupado

Source	SS	Df	MS	Number of obs	=	91
Model	58.4809658	5	11.6961932	F (5, 85)	=	162.55
Residual	6.11612256	85	.071954383	Prob > F	=	0.0000
Total	64.5970884	90	.717745427	R-squared	=	0.9053
				Adj R-squared	=	0.8997
				Root MSE	=	.26824

LNPBI	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
LNINF1	.8616797	.1003664	8.59	0.000	.6621245 1.061235
LNINF2	.1609134	.0351678	4.58	0.000	.0909904 .2308364
LNINF3	.2337212	.0431946	5.41	0.000	.1478387 .3196036
EM	-.0431737	.004292	-10.06	0.000	-.0517074 -.0346401
ED	.0204677	.0074659	2.74	0.007	.0056236 .0353119
_cons	5.903925	.6668079	8.85	0.000	4.578132 7.229718

Nota: Elaboración propia.

Tabla 6

Modelo de datos de panel con efectos aleatorios

Random-effects GLS regression	Number of obs	=	91
Group variable: region	Number of groups	=	7
R-sq:	Obs per group:		
Within = 0.6014	min =		13
Between = 0.9507	avg =		13.0
Overall = 0.8920	max =		13
	Wald chi2(5)	=	268.23
corr (u _i , X) = 0 (assumed)	Prob > chi2	=	0.0000

LNPBI	Coef.	Std. Err.	Z	P> z	[95% Conf. Interval]
LNINF1	.9510221	.1060777	8.97	0.000	.7431136 1.158931
LNINF2	.0804369	.0312295	2.58	0.010	.0192282 .1416456
LNINF3	.1153905	.0404019	2.86	0.004	.0362043 .1945768
EM	-.0374132	.0058092	-6.44	0.000	-.0487991 -.0260273
ED	.0113134	.0064093	1.77	0.078	-.0012486 .0238754
_cons	8.684502	.8049888	10.79	0.000	7.106753 10.26225

sigma_u	.09996607		
sigma_e	.16195635		
rho	.27587983	(fraction of variance due to u _i)	

Tabla 7

Modelo de datos de panel con efectos fijos

Fixed-effects (within) regression	Number of obs	=	91
Group variable: region	Number of groups	=	7
R-sq:	Obs per group:		
Within = 0.6400	min =		13
between = 0.7754	avg =		13.0
overall = 0.7466	max =		13
corr (u_i, Xb) = 0.5188	F (5,79)	=	28.09
	Prob > F	=	0.0000

LNPBI	Coef.	Std. Err.	T	P> t	[95% Conf. Interval]	
LNINF1	.8635049	.1031274	8.37	0.000	.6582348	1.068775
LNINF2	.0159997	.0258539	0.62	0.538	-.0354613	.0674606
LNINF3	.0510509	.0329283	1.55	0.125	-.0144914	.1165931
EM	-.0118113	.007922	-1.49	0.140	-.0275796	.0039569
ED	.0090578	.0051829	1.75	0.084	-.0012585	.0193742
_cons	9.622094	.9483108	10.15	0.000	7.734529	11.50966
sigma_u	.50079357					
sigma_e	.16195635					
rho	.90531559 (fraction of variance due to u_i)					

Nota: Regresión del modelo de efectos fijos / Elaboración propia en base a Stata 16.

ANEXO 4. Resultados para el test de elección del modelo.

Tabla 8

Prueba inclusión de efectos fijos

(1)	1bn.region - 2. región = 0
(2)	2.region - 3. región = 0
(3)	3.region - 4. región = 0
(4)	4.region - 5. región = 0
(5)	5.region - 6. región = 0
(6)	6.region - 7. región = 0
	F (6, 79) = 25.70
	Prob > F = 0.0000

Tabla 9

La prueba de multiplicador de Lagrange de Breusch-Pagan para efectos aleatorios.

Breusch and Pagan Lagrangian multiplier test for random effects

$$\text{LNPBI [región, t]} = Xb + u [\text{región}] + e [\text{región, t}]$$

Estimated results:

	Var	sd = sqrt (Var)
LNPBI	.7177454	.8471986
E	.0262299	.1619564
U	.0099932	.0999661

Test: $\text{Var}(u) = 0$

chibar2 (01) = 20.35

Prob > chibar2 = 0.0000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 10

Prueba de Hausman

	----- Coefficients -----			
	(b) FE	(B) RE	(b-B) Difference	sqrt (diag (V_b - V_B)) S.E
LNINF1	0.8635049	0.9510221	-0.0875173	.
LNINF2	0.0159997	0.0804369	-0.0644372	.
LNINF3	0.0510509	0.1153905	-0.0643397	.
EM	-0.0118113	-0.0374132	0.0256019	0.0053861
ED	0.0090578	0.0113134	-0.0022555	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg

B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

chi2(5) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)

= 108.76

Prob>chi2 = 0.0000

Tabla 11

Prueba de efectos temporales

- | | |
|-----|-----------------|
| (1) | _Iyear_2011 = 0 |
| (2) | _Iyear_2012 = 0 |
| (3) | _Iyear_2013 = 0 |
| (4) | _Iyear_2014 = 0 |
| (5) | _Iyear_2015 = 0 |



(6)	_Iyear_2016 = 0
(7)	_Iyear_2017 = 0
(8)	_Iyear_2018 = 0
(9)	_Iyear_2019 = 0
(10)	_Iyear_2020 = 0
(11)	_Iyear_2021 = 0
(12)	_Iyear_2022 = 0
<hr/>	
	F (12, 67) = 1.03
	Prob > F = 0.4331

Nota: Elaboración propia.

ANEXO 5. Resultados de las pruebas de diagnostico

Tabla 12

Prueba de correlación serial

Linear regression	Number of obs	=	84
	F (5, 6)	=	152.81
	Prob > F	=	0.0000
	R-squared	=	0.1464
	Root MSE	=	0.12547
(Std. Err. adjusted for 7 clusters in region)			

LNPBI	Coef.	Robust Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]
LNINF1 D1.	.2730002	.0559374	4.88	0.003	.1361262 .4098741
LNINF2 D1.	.0128281	.0226319	0.57	0.591	-.0425501 .0682064
LNINF3 D1.	.0390661	.0258109	1.51	0.181	-.024091 .1022232
EM D1.	.0010399	.0035221	0.3	0.778	-.0075783 .0096581
ED D1.	.0085068	.0016876	5.04	0.002	.0043773 .0126362

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
H0: no first-order autocorrelation

$$F(1, 6) = 24.675$$

$$Prob > F = 0.0025$$

Nota: Elaboración propia.

Tabla 13

Prueba de correlación contemporánea

Correlation matrix of residuals:

	__e1	__e2	__e3	__e4	__e5	__e6	__e7
__e1	1.0000						
__e2	0.5860	1.0000					
__e3	-0.5092	-0.6819	1.0000				



__e4	0.0180	-0.2097	0.6932	1.0000			
__e5	-0.2497	-0.1867	-0.0736	-0.2532	1.0000		
__e6	-0.1327	-0.4574	0.6874	0.7491	-0.058	1.0000	
__e7	0.2982	0.5819	-0.8118	-0.5933	0.2314	-0.5604	1.0000

Breusch-Pagan LM test of independence: $\chi^2(21) = 62.778$, Pr = 0.0000

Nota: Elaboración propia.

Tabla 14

Prueba de heterocedasticidad

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
in fixed effect regression model

H0: $\sigma(i)^2 = \sigma^2$ for all i

$\chi^2(7) = 1049.66$
Prob> $\chi^2 = 0.0000$

Nota: Elaboración propia.

Tabla 15

Modelo final

Prais-Winsten regression, heteroskedastic panels corrected standard errors

Group variable: región		Number of obs	=	91	
Time variable: year		Number of groups	=	7	
Panels: heteroskedastic (balanced)		Obs per group:			
Autocorrelation: common AR (1)		Min	=	13	
		Avg	=	13.0	
		Max	=	13	
Estimated covariances	=	7	R-squared	=	0.9781
Estimated autocorrelations	=	1	Wald $\chi^2(5)$	=	372.92
Estimated coefficients	=	6	Prob > χ^2	=	0.0000

LNPBI	Coef.	Het- corrected Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
LNINF1	.9484097	.1054604	8.99	0.000	.741711 1.155108
LNINF2	.1178374	.033645	3.5	0.000	.0518945 .1837804
LNINF3	.1885195	.0421976	4.47	0.000	.1058136 .2712253
EM	-.0414044	.0047236	-8.77	0.000	-.0506625 -.0321462
ED	.0124635	.0063352	1.97	0.049	.0000468 .0248802
_cons	7.003402	.8266809	8.47	0.000	5.383137 8.623667
rho	.4259756				

ANEXO 6. Regresiones individuales

Tabla 16

Regresión individual para la región Arequipa

Prais-Winsten regression, heteroskedastic panels corrected standard errors

Group variable: region	Number of obs	=	13
Time variable: Year	Number of groups	=	1
Panels: heteroskedastic (balanced)	Obs per group:		
Autocorrelation: common AR(1)	min	=	13
	avg	=	13.0
	max	=	13
Estimated covariances	=	1.0000	R-squared = 0.9989
Estimated autocorrelations	=	1.0000	Wald chi2(5) = 123.29
Estimated coefficients	=	4.0000	Prob > chi2 = 0.0000

LNPBI	Coef.	Het-corrected Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
LNINF1	1.103859	.1793833	6.15	0.000	.7522745 1.455444
LNINF2	.0889022	.0303033	2.93	0.003	.0295088 .1482956
LNINF3	.0649744	.0289401	2.26	0.025	.0082529 .121696
_cons	6.490509	.96739	6.71	0.000	4.594459 8.386558
rho	-0.3545914				

Tabla 17

Regresión individual para la región Tacna

Prais-Winsten regression, heteroskedastic panels corrected standard errors

Group variable: region	Number of obs	=	13
Time variable: Year	Number of groups	=	1
Panels: heteroskedastic (balanced)	Obs per group:		
Autocorrelation: common AR(1)	min	=	13
	avg	=	13.0
	max	=	13
Estimated covariances	=	1.0000	R-squared = 0.9231
Estimated autocorrelations	=	0.0000	Wald chi2(5) = 156.15
Estimated coefficients	=	4.0000	Prob > chi2 = 0

LNPBI	Coef.	Het-corrected Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]
LNINF1	1.510989	.1267927	12.01	0.000	1.26444 1.757538
LNINF2	.0369136	.0136013	2.71	0.007	.0102556 .0635717
LNINF3	.0560987	.0226059	2.48	0.013	.011792 .1004054
_cons	4.724401	.946098	4.99	0.000	2.870083 6.578719

ANEXO 7. Matriz de consistencia

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Indicadores
Problema general: ¿Cuál es la incidencia de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022?	Objetivo general: Determinar la incidencia de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	Hipótesis general: El stock de infraestructura vial de la red vial nacional incide sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	Stock de Infraestructura vial existente. PBI Regional	- Longitud de red vial del sistema nacional de carretera pavimentada por región (kilómetros). - PBI Regional anual a precios constantes del 2007 (miles de soles)
Problema específico 1: ¿Cuál es el efecto del gasto público en vías departamentales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022?	Objetivo específico 1: Evaluar el efecto del gasto público en vías departamentales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	Hipótesis específica 1: El presupuesto público ejecutado en vías departamentales tiene efectos positivos sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	Presupuesto público ejecutado en vías departamentales	- Presupuesto público ejecutado en supervisión, construcción, rehabilitación y otras acciones inherentes a la red vial departamental
Problema específico 2: ¿Cuál es el efecto del gasto público en vías vecinales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022?	Objetivo específico 2: Evaluar el efecto del gasto público en vías vecinales sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	Hipótesis específica 2: El presupuesto público ejecutado en vías vecinales tiene efectos positivos sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	Presupuesto público ejecutado en vías vecinales	- Presupuesto público ejecutado en supervisión, construcción, rehabilitación y otras acciones inherentes a la red vial vecinal.



Problema específico 3:	Objetivo específico 3:	Hipótesis específica 3:		
¿Cómo incide el nivel educativo en el crecimiento económico de las regiones que integran la macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022?	Determinar la incidencia del nivel educativo en el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	El acceso a educación superior incide de forma positiva en el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	Acceso a educación superior	- Tasa de asistencia de la población de 17 a 24 años de edad a educación superior (porcentaje).
Problema específico 4:	Objetivo específico 4:	Hipótesis específica 4:		
¿Cómo incide el empleo informal sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022?	Determinar la incidencia del empleo informal sobre el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	El empleo informal incide de forma negativa en el crecimiento económico de las regiones que integran la Macrorregión sur del Perú, periodo 2010 - 2022.	Informalidad laboral	- Tasa de informalidad laboral (porcentaje).



DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo SANDRA FANNY LABRA Quispe
identificado con DNI 76312801 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado
INGENIERIA ECONOMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ INCIDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL SOBRE EL
CRECIMIENTO ECONOMICO DE LAS REGIONES QUE INTEGRAN LA
MACROREGION SUR DEL PERU, PERIODO 2010 - 2022 ”

Es un tema original.

Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 19 de Diciembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella



AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo SANDRA FANNY LABRA QUISPE,
identificado con DNI 76312801 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional, Programa de Segunda Especialidad, Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA ECONOMICA

informo que he elaborado el/la Tesis o Trabajo de Investigación denominada:

“ INCIDENCIA DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL SOBRE EL CRECIMIENTO
ECONOMICO DE LAS REGIONES QUE INTEGRAN LA MACROREGION
SUE DEL PERÚ , PERIODO 2010 - 2022 ”

para la obtención de Grado, Título Profesional o Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 19 de Diciembre del 2023

FIRMA (obligatoria)



Huella