

UNIVERSIDAD RICARDO PALMA
FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y EMPRESARIALES
ESCUELA PROFESIONAL DE ECONOMÍA



TESIS

**IMPACTO DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL EN EL CRECIMIENTO ECONÓMICO
DEL PERÚ A NIVEL REGIONAL, DURANTE EL PERIODO 2010 – 2018**

PRESENTADO POR EL BACHILLER

CHRISTIAN ALFREDO RUIZ MAYURÍ

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE

ECONOMISTA

LIMA, PERÚ

2021

DEDICATORIA

A mis papás por su amor incondicional, gracias por creer en mí.

A Wilder, por ser mi admiración y ejemplo.

A Danna, por acompañarme en los desvelos sin ladrar.

A Vicky, este trabajo debió ser contigo, un beso al cielo, ¡campeona!

ÍNDICE

CAPÍTULO I	1
1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO.....	1
1.1 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	1
1.1.1 <i>Pregunta General</i>	6
1.1.2 <i>Preguntas Específicas</i>	6
1.2 OBJETIVO, GENERAL Y ESPECÍFICOS.....	7
1.2.1 <i>Objetivo general</i>	7
1.2.2 <i>Objetivos específicos</i>	7
1.3 JUSTIFICACIÓN O IMPORTANCIA DEL ESTUDIO.....	8
1.4 ALCANCE Y LIMITACIONES.....	11
1.4.1 <i>Alcance</i>	11
1.4.2 <i>Limitaciones</i>	13
CAPÍTULO II.....	15
2. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL	15
2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
2.2 BASES TEÓRICO – CIENTÍFICAS.....	23
2.2.1 <i>Infraestructura de Transporte</i>	23
2.2.2 <i>Inversión en infraestructura de Transporte</i>	23
2.2.3 <i>Inversión en infraestructura y economías de red</i>	24
2.2.4 <i>Crecimiento Económico</i>	24
2.2.5 <i>Infraestructura y Crecimiento Económico</i>	25

2.3	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.....	27
CAPÍTULO III		30
3. HIPÓTESIS Y VARIABLES.....		30
3.1	HIPÓTESIS Y/O SUPUESTOS BÁSICOS.....	30
3.1.1	<i>Hipótesis Generales</i>	30
3.1.2	<i>Hipótesis Específicas</i>	30
3.2	VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS.....	31
3.3	MATRIZ LÓGICA DE CONSISTENCIA.....	38
CAPÍTULO IV.....		41
4. MÉTODO.....		41
4.1	TIPO Y MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	41
4.2	DISEÑO ESPECÍFICO DE INVESTIGACIÓN.....	42
4.3	POBLACIÓN, MUESTRA O PARTICIPANTES.....	43
4.4	INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS.....	44
4.5	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE DATOS.....	44
4.6	PROCEDIMIENTO DE EJECUCIÓN DEL ESTUDIO.....	58
CAPÍTULO V.....		60
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		60
5.1	DATOS CUANTITATIVOS.....	63
5.2	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	82
5.3	DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	94

CAPÍTULO VI.....	101
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	101
6.1 CONCLUSIONES.....	101
6.2 RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS	106
APÉNDICE	111

LISTA DE TABLAS

TABLA N° 1: <i>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS INDICADORES DE LA VARIABLE CRECIMIENTO</i>	
<i>ECONÓMICO.</i>	33
TABLA N° 2: <i>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS INDICADORES DE LA VARIABLE</i>	
<i>INFRAESTRUCTURA VIAL.</i>	35
TABLA N° 3: <i>VARIABLES DEL ESTUDIO.</i>	37
TABLA N° 4: <i>MATRIZ DE CONSISTENCIA.</i>	40
TABLA N° 5: <i>VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LOS MODELOS PARA DATOS PANEL.</i>	48
TABLA N° 6: <i>ESTADÍSTICOS DE LAS VARIABLES DE LA INVESTIGACIÓN.</i>	74
TABLA N° 7: <i>PRUEBAS DE RAÍZ UNITARIA PARA PANEL DE DATOS</i>	86
TABLA N° 8: <i>ESTIMACIÓN DE ARELLANO – BOND BAJO EL MECANISMO ONE STEP</i>	87
TABLA N° 9: <i>TEST DE AUTOCORRELACIÓN SERIAL DE ARELLANO – BOND (ONE STEP).</i>	88
TABLA N° 10: <i>TEST DE SOBREIDENTIFICACIÓN DE SARGAN (ONE STEP).</i>	88
TABLA N° 11: <i>ESTIMACIÓN DE ARELLANO – BOND BAJO EL MECANISMO ONE STEP ROBUSTO</i> ...	89
TABLA N° 12: <i>TEST DE AUTOCORRELACIÓN SERIAL DE ARELLANO – BOND (ONE STEP ROBUSTO).</i>	
.....	90
TABLA N° 13: <i>ESTIMACIÓN DE ARELLANO – BOND BAJO EL MECANISMO TWO STEP</i>	91

TABLA N° 14: <i>TEST DE AUTOCORRELACIÓN SERIAL DE ARELLANO – BOND (TWO STEP)</i>	91
TABLA N° 15: <i>TEST DE SOBREIDENTIFICACIÓN DE SARGAN (TWO STEP)</i>	92
TABLA N° 16: <i>ESTIMACIÓN DE ARELLANO – BOND BAJO EL MECANISMO TWO STEP ROBUSTO</i> ...	93
TABLA N° 17: <i>TEST DE AUTOCORRELACIÓN SERIAL DE ARELLANO – BOND (TWO STEP ROBUSTO)</i>	93
TABLA N° 18: <i>RESUMEN DE LAS ESTIMACIONES DEL PANEL DINÁMICO ARELLANO – BOND</i>	95
TABLA N° 19: <i>IMPACTO A CORTO Y LARGO PLAZO DE LA ESTIMACIÓN DEL PANEL DINÁMICO ARELLANO – BOND BAJO EL MECANISMO TWO STEP ROBUSTO</i>	96

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1: <i>RED VIAL NACIONAL DEL PERÚ</i>	4
GRÁFICO N° 2: <i>ESQUEMA PARA EL ANÁLISIS MULTIVARIADO DE UN PANEL DE DATOS</i>	50
GRÁFICO N° 3: <i>DIAGRAMA DE CAJA PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL (DESAGREGADA)</i>	61
GRÁFICO N° 4: <i>DIAGRAMA DE CAJA PARA LA INFRAESTRUCTURA VIAL (AGREGADA)</i>	62
GRÁFICO N° 5: <i>EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TOTAL EN EL PERÚ, 2010 – 2018</i> <i>(EN KILÓMETROS CUADRADOS)</i>	63
GRÁFICO N° 6: <i>EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL TOTAL EN EL PERÚ, SEGÚN</i> <i>CONDICIÓN, 2010 – 2018 (EN KILÓMETROS CUADRADOS)</i>	64
GRÁFICO N° 7: <i>EVOLUCIÓN DEL PBI PER CÁPITA REAL DEL PERÚ, 2010 – 2018 (EN MILES DE</i> <i>SOLES)</i>	65
GRÁFICO N° 8: <i>EVOLUCIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL TOTAL EN EL PERÚ, 2010 – 2018</i> <i>(EN KILÓMETROS CUADRADOS)</i>	66
GRÁFICO N° 9: <i>EVOLUCIÓN DE LA RED VIAL NACIONAL EN EL PERÚ, SEGÚN CONDICIÓN, 2010 –</i> <i>2018 (EN KILÓMETROS CUADRADOS)</i>	67
GRÁFICO N° 10: <i>EVOLUCIÓN DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL TOTAL EN EL PERÚ 2010 – 2018,</i> <i>(EN KILÓMETROS CUADRADOS)</i>	68
GRÁFICO N° 11: <i>EVOLUCIÓN DE LA RED VIAL DEPARTAMENTAL EN EL PERÚ, SEGÚN CONDICIÓN,</i> <i>2010 – 2018, (EN KILÓMETROS CUADRADOS)</i>	69

GRÁFICO N° 12: <i>EVOLUCIÓN DE LA RED VIAL LOCAL TOTAL EN EL PERÚ, 2010 – 2018</i> <i>(EN KILÓMETROS CUADRADOS)</i>	70
GRÁFICO N° 13: <i>EVOLUCIÓN DE LA RED VIAL LOCAL EN EL PERÚ, SEGÚN CONDICIÓN, 2010 – 2018 (EN KILÓMETROS CUADRADOS)</i>	71
GRÁFICO N° 14: <i>EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL PAVIMENTADA EN EL PERÚ, SEGÚN NIVEL, 2010 – 2018 (EN PORCENTAJES)</i>	72
GRÁFICO N° 15: <i>EVOLUCIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA VIAL NO PAVIMENTADA EN EL PERÚ, SEGÚN NIVEL, 2010 – 2018 (EN PORCENTAJES)</i>	73
GRÁFICO N° 16: <i>PERÚ PBI PER CÁPITA REAL POR REGIÓN, 2010 Y 2018 (EN MILES DE SOLES)</i> 75	
GRÁFICO N° 17: <i>PERÚ RED VIAL NACIONAL PAVIMENTADA POR REGIÓN, 2010 Y 2018 (EN KILÓMETROS)</i>	76
GRÁFICO N° 18: <i>PERÚ RED VIAL NACIONAL NO PAVIMENTADA POR REGIÓN, 2010 Y 2018 (EN KILÓMETROS)</i>	77
GRÁFICO N° 19: <i>PERÚ RED VIAL DEPARTAMENTAL PAVIMENTADA POR REGIÓN, 2010 Y 2018 (EN KILÓMETROS)</i>	78
GRÁFICO N° 20: <i>PERÚ RED VIAL DEPARTAMENTAL NO PAVIMENTADA POR REGIÓN, 2010 Y 2018 (EN KILÓMETROS)</i>	79
GRÁFICO N° 21: <i>PERÚ RED VIAL LOCAL PAVIMENTADA POR REGIÓN, 2010 Y 2018 (EN KILÓMETROS)</i>	80

GRÁFICO N° 22: *PERÚ RED VIAL LOCAL NO PAVIMENTADA POR REGIÓN, 2010 Y*

2018 (EN KILÓMETROS)..... 81

CAPÍTULO I

1. PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1 Formulación del problema

En los últimos años la relación entre la inversión en infraestructura vial y el crecimiento económico ha sido objeto de diversos estudios, y es que al contar con más carreteras producto de una mayor inversión facilita el desplazamiento de la población lo que les permite el acceso a nuevos mercados y dinamiza las actividades económicas.

En ese sentido, para los habitantes de una zona rural dedicados a la agricultura o ganadería y que venden sus productos en la zona urbana, el poder acceder a una mejor o nueva carretera que haga más rápido el trasladar sus productos, no solo disminuye sus costos de transporte sino que pueden ofertar nuevos productos que no son tan perecibles, los que antes por el tiempo de traslado era imposible que lo pudiesen vender en la zona urbana. La infraestructura vial y la tecnología contribuyen a cerrar brechas en las zonas rurales, que tienen como principal actividad productiva a la agricultura que constituye un motor del desarrollo de la economía (Teullet, 2017 citado por Ríos).

La inversión en infraestructura vial a través de la construcción de carreteras, en los últimos años a nivel mundial ha generado efectos positivos en la producción, consumo y el acceso a los servicios básicos (producto de la reducción de los costos

transaccionales) lo que ha llevado a tener mejoras en la eficiencia productiva y eficiencias en el consumo, impulsando el crecimiento económico (Alanya y Huamani, 2014).

Por su parte, Barro (1990), teniendo como referencia el trabajo de Romer (1986), formula un modelo de crecimiento endógeno, en el que plantea que el gasto público en infraestructura (transporte, agua, energía eléctrica, etc) genera un impacto positivo sobre el crecimiento económico.

Según el informe *“Rethinking Infrastructure in Latin America and the Caribbean, Spending Better to Achieve More del”* elaborado por el Banco Mundial en 2017 señala que, si bien las inversiones en infraestructura realizadas en América Latina son altas, el rendimiento de estas es bajo además de que la densidad vial pavimentada es similar a la de África subsahariana. América Latina tiene 0.05 km lineales pavimentados por cada km² de superficie, valor muy bajo en comparación con los países europeos miembros de la OCDE, La India, China y los países de América del Norte miembros de la OCDE que tienen 2.1 km, 1.3 km, 0.7 km y 0.5 km pavimentados por cada km² de superficie respectivamente. Al respecto, Marianne Fay, economista jefe del Desarrollo Sustentable del Banco Mundial y coautora del informe señalado, indica que en América Latina *“el estado de las carreteras en un país puede afectar el crecimiento económico y social de un país”*.

La Infraestructura de transporte está compuesta por distintos modos: terrestre, ferroviario, aéreo, fluvial, acuático, multimodal, nacional e internacional, urbano y rural. El Perú se ve afectado por el insuficiente desarrollo de la infraestructura de transporte, que es la que contribuye a que las regiones y la población se integren y a su vez impulsa el desarrollo de las actividades productivas, debido a que facilita la movilización de la población, la compra venta de bienes y servicios y reduce costos, por lo que la competitividad del país aumenta (CEPLAN, 2011).

La infraestructura vial constituye la vía y todos sus soportes que conforman la estructura de las carreteras y caminos (MTC, 2006). La infraestructura vial del Perú está organizada en tres niveles:

- Red primaria o nacional
- Red secundaria o departamental
- Red terciaria o caminos vecinales (local)

La Red Vial Nacional (RVN) tiene 3 ejes longitudinales, la Panamericana y las longitudinales de la sierra y la selva, además de 20 ejes transversales.



Fuente: MTC

Gráfico N° 1: Red Vial Nacional del Perú

En la actualidad, la longitud de la infraestructura vial total es de 168, 473 kilómetros de extensión registrados, dentro de los cuales 27, 110 km (16.1%) son de la Red Vial

Nacional que están bajo la competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), 27,506 km (16.3%) son carreteras departamentales que están a cargo de los Gobierno Regionales y 113,858 km (67.6%) son caminos vecinales que están a cargo de los Gobiernos Locales.

Respecto a la condición en la que se encuentra la infraestructura vial, solo 26,916 km (16.0%) se encuentran pavimentados, mientras que 141,557 km (84.0%) se encuentran en condición de afirmadas o a nivel de trocha.

Si bien es cierto que en el Perú, la inversión en infraestructura vial ha ido incrementándose en la última década, existe una brecha de infraestructura vial. Según indica el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), se necesitan 31,850 millones de dólares para cerrar dicha brecha al 2025, a su vez esta cifra representa el 55% de la brecha del sector transporte el cual necesita 58 mil millones de dólares para cerrarla.

Por su parte, el porcentaje de la infraestructura vial pavimentada existente en el Perú (la cual en mayor parte pertenece a la red vial nacional) se ha incrementado en un 75,77% pasando de 15,313 km en 2010 a 26,916 km en 2018. En ese contexto, la economía peruana se ha posicionado como una de las de mejor desempeño en América Latina, debido a que ha tenido una tasa de crecimiento económico de 4.7% en promedio, durante el periodo comprendido entre 2010 y 2018 (BCRP, 2018). En ese sentido, se formulan las siguientes preguntas.

1.1.1 Pregunta General

¿De qué manera impacta la infraestructura vial sobre el crecimiento económico del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?

1.1.2 Preguntas Específicas

- ¿De qué manera impacta la red vial nacional sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?
- ¿De qué manera impacta la red vial departamental sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?
- ¿De qué manera impacta la red vial local sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?
- ¿De qué manera impacta la infraestructura vial pavimentada sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?
- ¿Cuál es el efecto de persistencia del PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?

1.2 Objetivo, general y específicos

1.2.1 Objetivo general

Determinar el impacto de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

1.2.2 Objetivos específicos

- Determinar el impacto de la red vial nacional sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.
- Determinar el impacto de la red vial departamental sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.
- Determinar el impacto de la red vial local sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.
- Determinar el impacto de la infraestructura vial pavimentada sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.
- Determinar el efecto de persistencia del PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

1.3 Justificación o importancia del estudio

Desde el punto de vista metodológico, la presente investigación es innovadora ya que no existen antecedentes de estudios similares en el Perú acerca de la infraestructura vial y el crecimiento económico a un nivel regional realizando un análisis de estacionariedad, cointegración y causalidad de las variables para un panel de datos.

Si bien es cierto que, existen trabajos que abordan la problemática de esta investigación sobre la infraestructura vial y el crecimiento económico a un nivel regional en el Perú tales como: (i) Vásquez y Bendezú (2008), (ii) Urrunaga y Aparicio (2012) y (iii) Machado y Toma (2017); en estas investigaciones no presentan la evaluación de la estacionariedad de las variables empleadas en sus modelos estimados, si es que cointegran y si existe causalidad entre estas, ignorando que sus resultados sean producto de una regresión espuria.

Desde el punto de vista del sector privado, la presente investigación es importante porque al demostrarse que existe impacto positivo por parte de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico a un nivel regional en el Perú, puede servir como referencia para que las autoridades correspondientes, con la finalidad de disminuir la brecha en infraestructura vial, promuevan los proyectos de inversión en infraestructura vial bajo la modalidad de Asociaciones Público Privadas (APP), en la que los inversionistas privados pongan su capital para llevar acabo estos proyectos y obtengan beneficios por las concesiones que pueden llegar hasta 30 años. Es relevante señalar que hasta finales del 2018 operaban 16 concesiones viales, que comprenden

más de 6, 693 kilómetros de carreteras concesionadas, del total de las concesiones 6 son del tipo autosostenibles y 10 son cofinanciadas.

Asimismo, en cuanto a las autoridades correspondientes involucradas en la promoción de las inversiones de infraestructura de transporte, al demostrarse que existe un impacto positivo por parte de la infraestructura vial sobre el crecimiento de económico a un nivel regional en el Perú, estas autoridades dentro del marco de sus funciones, fomentarán y agilizarán las inversiones en infraestructura vial con la finalidad de impulsar el crecimiento económico en las regiones, es así que:

- Los gobiernos regionales y locales, teniendo como referencia los resultados de esta investigación, quienes son los titulares de los proyectos, identifiquen los problemas respecto a infraestructura vial dentro de sus jurisdicciones y que con el objetivo de cerrar la brecha de infraestructura y mejorar el bienestar de la población de la que son autoridades, planifiquen y formulen proyectos que puedan realizarse bajo la modalidad de Asociaciones Público Privadas.
- PROINVERSIÓN, teniendo como referencia los resultados de esta investigación, quien actúa como Organismo Promotor de la Inversión Privada (OPIP) de proyectos de alcance nacional, con el objetivo de que se ejecuten grandes inversiones de infraestructura vial para el beneficio de la población del país, se encarguen del diseño, promoción y licitación de dichos proyectos bajo la modalidad de Asociaciones Público Privadas.

- OSITRAN, teniendo como referencia los resultados de esta investigación, quien actúa como organismo supervisor de la inversión en infraestructura de transporte de uso público, dentro de su competencia agilice sus labores respecto a dar opiniones sobre los contratos de concesión de infraestructura vial, sus modificaciones y versión final de dichos contratos que a su vez supervise los proyectos durante su implementación, operación y mantenimiento regulando tarifas y acceso, con la finalidad de que la población sea beneficiada.
- El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), teniendo como referencia los resultados de esta investigación, quien está a cargo del sector transporte e identifica las falencias y brechas de infraestructura de transporte en el país, represente adecuadamente al Estado Peruano como concedente en las firmas de los contratos de concesión de los proyectos bajo la modalidad de Asociaciones Público Privadas.
- Provías Nacional, como parte del MTC, quien tiene como función la ejecución de proyectos de construcción, mejoramiento, rehabilitación y mantenimiento de la Red Vial Nacional, promueva los proyectos de infraestructura vial con el fin de mejorar el bienestar de los que hacen uso de la infraestructura vial, que a su vez contribuya a la integración económica y social del país.

- El Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), teniendo como referencia los resultados de esta investigación, dentro de su competencia agilice sus labores respecto a dar su opinión sobre el Informe de Evaluación, Proyecto de Contrato, la versión final de los contratos, en relación a la capacidad presupuestal, responsabilidad fiscal, garantías y asignación de riesgo de los contratos de concesión bajo la modalidad de Asociaciones Público Privadas. Asimismo, agilice la evaluación los montos que estén dispuestos a comprometer y el sustento de capacidad presupuestal para desarrollar los proyectos de iniciativas privadas cofinanciadas.
- La Contraloría General de la Republica, teniendo como referencia los resultados de esta investigación, dentro de su competencia agilice sus labores respecto a dar su opinión sobre la versión final del contrato y sus modificaciones (a través de adendas) de los contratos de concesión de infraestructura vial.

1.4 Alcance y limitaciones.

1.4.1 Alcance

La elección del periodo de análisis y el alcance espacial se hizo en base a la máxima información disponible que cumpla con las características de la investigación, debido a que mientras sea más grande el tamaño de la muestra los estimadores convergen a sus verdaderos valores poblacionales y existe una mayor precisión en la estimación,

adicionalmente en muestras grandes los estimadores adquieren propiedades asintóticas (Gujarati & Porter, 2009).

Asimismo, Vásquez y Bendezú (2008) en su investigación “Crecimiento económico regional e infraestructura vial en el Perú”, eligen el periodo de análisis en base a la máxima información disponible de sus indicadores a nivel departamental, por lo cual su periodo estuvo comprendido entre 1970 y 2000 pero en frecuencia quinquenal, es decir solo contaron con datos para los años 1970, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 y 2000.

A su vez, para la elección del alcance espacial tomo en cuenta 23 regiones debido a que la región de Ucayali fue creada a comienzos de la década de 1980 a partir de una partición de la región Loreto, por lo que fue considerado como la suma de ambos. Asimismo, no hizo la partición de la región Callao sino que lo considero como un todo en la región Lima.

Por lo descrito anteriormente y la disponibilidad de los datos la investigación tiene como alcance espacial a 24 regiones del Perú que vienen a ser:

- Amazonas
- Áncash
- Apurímac
- Arequipa
- Ayacucho
- Cajamarca

- Cusco
- Huancavelica
- Huánuco
- Ica
- Junín
- La Libertad
- Lambayeque
- Lima
- Loreto
- Madre de Dios
- Moquegua
- Pasco
- Piura
- Puno
- San Martín
- Tacna
- Tumbes
- Ucayali

Asimismo, la investigación tiene como alcance temporal, al periodo comprendido entre el año 2010 y el año 2018, cuya información de los datos tiene una frecuencia anual.

1.4.2 Limitaciones

Una de las principales limitaciones de la investigación, fue que existen escasos trabajos empíricos que empleen un análisis de estacionariedad, de cointegración y

causalidad para datos de panel, aplicado a un contexto de infraestructura vial y crecimiento económico a un nivel regional.

Otra de las limitaciones fue la disponibilidad de información de los datos respecto a la infraestructura vial, si bien es cierto los datos de este indicador están disponibles desde el año 1990, se encuentra a un nivel agregado por el total del país. Es a partir del año 2010 que la información se encuentra a un nivel desagregado por regiones, la cual es la que se necesita para esta investigación.

Por otro lado, la disponibilidad de información para poder medir el crecimiento económico, también fue una limitación de la presente investigación, debido a que el indicador ideal para medir el bienestar de la población que trae el crecimiento económico es el Índice de Desarrollo Humano (IDH) que integra valores monetarios y no monetarios como salud y educación. El principal problema con este indicador es que solo hay datos disponibles a nivel desagregado por regiones para los años 1993, 2000, 2007 y 2012, motivo por el cual se usa el PBI per cápita como indicador de bienestar, ya que sí existe información disponible a un nivel desagregado por regiones de este indicador.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEÓRICO – CONCEPTUAL

2.1 Antecedentes de la investigación

Autor y/o año del archivo	País	Frecuencia	Objetivo de investigación	Metodología	Variables	Principales resultados
Rivera & Toledo; 2004	Chile	Anual (1975 - 2000)	La investigación analiza el efecto que tiene la inversión pública en infraestructura sobre el crecimiento económico en Chile, comparando un modelo de crecimiento endógeno contra uno exógeno.	Integración	X: Inversión Pública en Infraestructura per cápita Y: Producto Bruto Interno per cápita	De los resultados obtenidos se concluye que un incremento del 10% en la inversión pública en infraestructura genera un aumento de 1.6% en el Producto Bruto Interno (expresadas en términos per cápita).

Vásquez & Bendezú (2008)	Perú	Quinquenal (1970 - 2000)	La investigación pretende evaluar los impactos que tienen el desarrollo de las infraestructuras, en especial la infraestructura vial sobre el crecimiento económico a nivel regional.	Panel Dinámico	<p>Y: PBI departamental</p> <p>X1: Carreteras asfaltadas y caminos pavimentados</p> <p>X2: Infraestructura de telecomunicaciones</p> <p>X3: Superficie agrícola</p> <p>X4: PEA educada</p> <p>X5: Capital regional</p>	<p>La infraestructura vial es un activo que promueve el crecimiento económico en las regiones del Perú.</p> <p>Si bien es cierto el efecto de la infraestructura vial (carreteras asfaltadas y caminos pavimentados) sobre el crecimiento económico es positivo, el efecto es menor en comparación de las estructuras eléctricas y de telecomunicaciones.</p>
Urrunaga & Aparicio (2012)	Perú	Anual (1980 - 2009)	La investigación pretende demostrar que la infraestructura de servicios públicos (transporte, telecomunicaciones y electricidad) tiene impacto sobre el producto y el crecimiento	Panel Dinámico	<p>Y: Valor Bruto de la Producción per cápita</p> <p>X1: Red vial asfaltada, pavimentada o ripiada sobre la superficie de la región</p>	De los resultados obtenidos se concluye que, las infraestructuras de servicios públicos (carreteras, telecomunicaciones y electricidad) generan un impacto positivo sobre el crecimiento económico.

			<p>económico a nivel regional en el Perú.</p> <p>A su vez, busca analizar diferencias significativas, si es que existen, en el aporte de las infraestructuras de servicios públicos sobre desarrollo productivo a nivel regional en el Perú.</p>		<p>X2: Número de líneas telefónicas en servicio (fijas y móviles) per cápita</p> <p>X3: Potencia eléctrica instalada per cápita</p>	<p>Asimismo, infiere que una región tendrá mayor crecimiento económico y un nivel de producto per cápita mayor si es que invierte de manera eficiente sus recursos en la mejora de su infraestructura de carreteras, telecomunicaciones y electricidad</p>
Cerda; 2012	Chile	Anual (1936 - 2009)	<p>La investigación pretende conseguir una aproximación de los impactos que han presentado las infraestructuras en el crecimiento económico chileno a partir de la segunda mitad del siglo XIX.</p>	Modelo de Corrección de Errores	<p>X: Inversión en infraestructuras productivas.</p> <p>Y: Producto Bruto Interno de Chile</p>	<p>De los resultados obtenidos se concluye que un aumento del 10% en la acumulación de los stocks de infraestructuras productivas totales, públicas y de transporte incrementa en promedio el Producto Bruto Interno en 2,40%.</p>

Huanchi; 2013	Perú	Anual (2001 - 2013)	La investigación analiza el impacto de la inversión pública en el crecimiento económico de las regiones del Perú.	Modelo de Datos Panel Dinámico (Arellano Bond)	X: Inversión Pública en Infraestructura per cápita Y: Valor Agregado Bruto per cápita Regional	De los resultados obtenidos, se concluye que la inversión pública en infraestructura tiene un impacto positivo en el crecimiento económico de las regiones del Perú.
Parimango; 2016	Perú	Anual (2005 - 2014)	Analiza el efecto que tiene la inversión infraestructura vial sobre el crecimiento económico de la región de La Libertad a través del PBI.	Regresión Lineal Simple	X: Inversión en infraestructura vial. Y: Producto Bruto Interno de la región La Libertad	De los resultados obtenidos se concluye que el efecto de las inversiones en infraestructura vial sobre el crecimiento económico de la región La Libertad en el periodo estudiado fue positivo. Demostrando que un aumento de un punto porcentual de la Red Vial Nacional incrementa en un 5.09% el PBI de la región La Libertad.

Zurita, Amboya, & Barba; 2016	Ecuador	Anual (2011 - 2014)	Analiza la el nivel de influencia de la infraestructura vial en las localidades agrícolas Sevilla Don Bosco y San Isidro.	Regresión Lineal Múltiple	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión en insumos agrícolas. • Kilómetros de vías asfaltadas • Ingresos por producción agrícola per cápita 	De los resultados obtenidos se concluye que la infraestructura vial de las localidades agrícolas estudiadas tuvo un efecto positivo en el crecimiento económico de las mismas. Por otro lado, al contrario de la literatura que se analizó en esta investigación se encontró que la infraestructura vial no tuvo un efecto determinante, debido a que la inversión privada fue fundamental para generar posibilidades de producción y lograr crecimiento económico.
--	---------	------------------------	---	---------------------------------	---	---

Durango; 2016	Colombia	2013 (longitudinal)	La investigación trata de mostrar la relación existente entre la inversión en infraestructura vial y el desarrollo económico de los municipios de Antioquia, mediante un enfoque espacial.	Modelo de Retardo Espacial (SAR)	X: Densidad Vial Y: Índice de desarrollo municipal	Los resultados obtenidos permiten concluir que, la inversión en infraestructura vial tiene efecto sobre el desarrollo económico de cada uno de los 125 municipios del departamento de Antioquia (efectos directos) así como de los municipios vecinos de otros departamentos (efectos espaciales).
Amairia & Amaira (2017)	Túnez	Anual (1980 - 2013)	La investigación pretende evaluar la relación y causalidad entre el crecimiento económico y la infraestructura de transporte, implementado un modelo de rezago distribuido autorregresivo (ARDL).	ARDL	Y: Producto Bruto Interno X1: Longitud de la red de carreteras y el ferrocarril X2: Formación bruta de capital interno X3: Mercancía transportada por carretera y por ferrocarril	De los resultados obtenidos se concluye que, la infraestructura de transporte esta cointegrada con el crecimiento económico, lo que lleva a que exista una relación a largo plazo entre las variables. Se encontró que la infraestructura de transporte y la inversión en

					X4: Pasajeros de carretera y ferrocarril	infraestructura de transporte en Túnez contribuyen positivamente sobre el crecimiento económico, lo que demuestra que cada impacto de las variables es fuerte y estadísticamente significativo.
Machado & Toma 2017	Perú	Anual (2004 - 2014)	Analiza el aporte de la inversión pública en infraestructura de transportes y comunicaciones sobre el crecimiento económico de las regiones del Perú	Datos Panel con efectos fijos. Regresión Espacial	X: Inversión pública en el sector transporte y comunicaciones. Y: Valor Agregado Bruto Regional	De los resultados obtenidos se concluye que un incremento de 1% en el número de kilómetros de carreteras asfaltadas y caminos pavimentados o en el número de líneas telefónicas en servicio contribuye al incremento de la tasa de crecimiento del PBI regional en una cuantía menor a 0,06%. Asimismo, la inversión pública en transporte (comunicaciones) que se realiza dentro de una región también

Rojas & Ramírez; 2018	Colombia	Anual (1993 - 2014)	Analiza la evolución y la relación que existe entre la inversión en infraestructura vial y el crecimiento económico de Colombia comparándolo con otros países de Latinoamérica.	Regresión Lineal Simple	X: Inversión acumulada en transporte con participación de capital privado. Y: Producto Bruto Interno de Colombia	contribuye al incremento del PBI de otras regiones. De los resultados obtenidos se concluye que, existe una relación positiva entre las variables estudiadas, por lo que el aumento en la inversión privada en transporte tiene una relación directa positiva sobre el incremento en el PBI de Colombia.
Palacios; 2018	Perú	Anual (2000 - 2016)	Analiza el efecto de la inversión pública en infraestructura vial sobre en el crecimiento del PBI en el Perú.	Regresión Lineal Múltiple	<ul style="list-style-type: none"> • Inversión pública en transportes. • Gasto público. • Población con educación superior. • Población adecuadamente empleada • Variación del PBI. 	Estadísticamente se ha podido probar que la inversión pública en infraestructura vial ha contribuido positiva y significativamente sobre el crecimiento de la economía peruana.

2.2 Bases teórico – científicas

2.2.1 Infraestructura de Transporte

La infraestructura de transporte (carreteras, vías férreas, puertos marítimos y fluviales, y aeropuertos) es necesaria para que se lleve a cabo todas las actividades de transporte. Existen varios motivos que explican la importancia de la infraestructura en la industria de transporte, tales como los altos costos de inversión, efectos ambientales que generan la construcción en el entorno donde se ejecute, impacto sobre los consumidores del servicio de transporte (tiempo de viaje) así como el impacto que genera en la economía de un país (Ginés de Rus, Campos & Nombela, 2003).

2.2.2 Inversión en infraestructura de Transporte

En la mayoría de países, la mayor proporción de proyectos de inversión en infraestructura de transporte se ejecutan por parte del Estado, aunque existe una proporción que se ejecuta por iniciativa privada. En la actualidad estos proyectos se ejecutan mediante Asociaciones Públicos Privadas (APP) en la que el riesgo de la inversión es repartido de manera eficiente entre el sector público y privado.

Las inversiones en infraestructura de transporte generan beneficios en distintos niveles, es así que, una mejora en la infraestructura trae consigo disminución del tiempo de acceso, de espera y de viaje a través de las mejoras que se dan en las redes,

incrementos de velocidad de viaje, de frecuencia, y disminución de la congestión todo esto mejorando la calidad de servicio de transporte (Ginés de Rus, et al, 2003).

2.2.3 Inversión en infraestructura y economías de red

Otras de las características del transporte es que existen economías de red, en teoría economía se define como economías de red cuando la utilidad de un bien o servicio se ve afectada por la cantidad de demandantes del mismo bien o servicio o un sustituto directo. Es así que al invertir en infraestructuras de transporte, añadiendo una nueva conexión a una red (una nueva carretera) eleva el valor del resto de los activos, debido a que más usuarios podrán utilizar la nueva conexión para viajes más largos o los usuarios podrán elegir entre más alternativas de viaje (Ginés de Rus, et al, 2003).

2.2.4 Crecimiento Económico

El crecimiento económico se entiende como aquel cambio continuo de la producción agregada a través del tiempo (Blanchard, Amighini & Giavazzi, 2012).

El crecimiento económico es entendido como el aumento sostenido y continuo de la producción de una determinada economía. Comúnmente se mide como el aumento del Producto Bruto Interno (PBI) real para un período de tiempo (Larraín & Sachs, 2002).

El crecimiento económico se define como la capacidad que tiene una economía para producir más bienes y servicios. Se expresa como la expansión de los límites de producción de la economía, por lo que la economía puede producir más de todo los bienes, dicho de otra manera su frontera de posibilidades de producción (FPP) se traslada hacia afuera, se expande (Krugman & Wells, 2007).

El crecimiento económico es aquel aumento del producto e ingreso per cápita en el largo plazo, es el proceso por el cual una economía ya sea nacional o regional incrementa su riqueza (BID)

2.2.5 Infraestructura y Crecimiento Económico

El Estado al invertir en infraestructuras (transporte, agua, energía eléctrica entre otras) puede llevar a incrementar la productividad del sector privado. En ese sentido Barro (1990) en su primer modelo de crecimiento económico señaló que las infraestructuras dinamizan el desplazamiento de bienes, personas e información.

Es así que Barro en su *trabajo "Government Spending in a Simple Model of Economic Growth"* propone su modelo en el que se señala lo siguiente:

- i. Divide el capital total (rendimiento marginal constante, lo que permite un proceso de crecimiento endógeno) en capital privado (rendimiento marginal decreciente) y capital público.

- ii. Lo anterior lleva a que la producción (y) por trabajador (per cápita) es función de (φ) que tiene al capital privado per cápita (k) y capital público per cápita (k_G), siendo la ecuación:

$$y = k\varphi\left(\frac{k_G}{k}\right)^\alpha$$

- iii. Los rendimientos marginales son positivos y decrecientes $\varphi' > 0$ y $\varphi'' < 0$. Siendo φ una función del tipo Cobb – Douglas por lo que la ecuación anterior sería:

$$y = kA\left(\frac{k_G}{k}\right)^\alpha$$

$$y = kAk_G^\alpha k^{-\alpha}$$

$$y = kk^{-\alpha} Ak_G^\alpha$$

$$y = k^{1-\alpha} Ak_G^\alpha$$

$$y = Ak^{1-\alpha} k_G^\alpha$$

$$\text{con } 0 < \alpha < 1$$

- iv. El capital público aparece como un input de la producción privada, por lo que incrementos de capital público (inversión en infraestructura de transporte y otras) incrementará el producto.

2.3 Definición de términos básicos

De acuerdo a la MTC y términos de economía.

- a. *Afirmado*: Capa de material selecto procesado o semi procesado de acuerdo al diseño que se coloca sobre la sub rasante de una carretera.
- b. *Asfalto*: Material cementante, entre carmelita oscuro y negro, compuesto por bitúmenes que aparecen en la naturaleza o por procesamiento de petróleo.
- c. *Calzada*: Parte de la vía destinada a la circulación de vehículos.
- d. *Camino*: Vía rural destinada a la circulación de vehículos, peatones y animales.
- e. *Carretera*: Vía fuera de ámbito urbano, destinada a la circulación de vehículos.
- f. *Carril*: Parte de la calzada destinada al tránsito de una fila de vehículos.
- g. *Crecimiento Económico*: Variación porcentual (positiva) del Producto Bruto Interno (PBI) de una economía en un periodo determinado.
- h. *Infraestructura Vial*: Es todo el conjunto de elementos que facilitan el desplazamiento de vehículos de manera tranquila y segura desde un punto a otro.

- i. Inversión:* Monto que cuantifica desde la preinversión, obra, supervisión y mantenimiento.
- j. Pavimento:* Es la estructura construida sobre la subrasante, para los siguientes fines: (i) resistir y distribuir los esfuerzos generados por los vehículos, (ii) mejorar las condiciones de comodidad y seguridad para el tránsito.
- k. Producto Bruto Interno:* Indicador macroeconómico que expresa el valor de la producción de bienes y servicios finales de un país o región en un determinado periodo.
- l. Red Vial:* Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional (Nacional, Departamental y Vecinal).
- m. Sistema Nacional de Carreteras:* Comprende la infraestructura vial pública de carreteras a nivel nacional, agrupadas en Red Vial Nacional, Red Vial Departamental y Red Vial Vecinal.
- n. Sección Transversal:* Corte ideal de la carretera por plano vertical y normal a la proyección horizontal de eje, en un punto cualquiera del mismo.

- o. Subrasante:* Superficie de las explanaciones terminadas sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

- p. Trocha:* Camino por donde circulan vehículos automotores, construidos con un mínimo de movimiento de tierras, con una sección transversal que permite el paso de un solo vehículo.

CAPÍTULO III

3. HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Hipótesis y/o supuestos básicos

3.1.1 Hipótesis Generales

La infraestructura vial impacta significativamente y de manera positiva sobre el crecimiento económico del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

3.1.2 Hipótesis Específicas

- La red vial nacional impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.
- La red vial departamental impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.
- La red vial local impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.
- La infraestructura vial pavimentada impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

- Existe un efecto de persistencia significativo y positivo en el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

3.2 Variables o unidades de análisis

Las variables que abordan la presente investigación son el crecimiento económico y la infraestructura vial del Perú, de la literatura revisada y la disponibilidad de indicadores que sean de utilidad para la medición de estas variables se tiene que, para el crecimiento económico (que expresa aumento de bienestar de la población) los indicadores que pueden aproximar la medición de esta variable son el Índice de Desarrollo Humano (IDH), el Producto Bruto Interno (PBI) y el PBI per cápita; asimismo, para la infraestructura vial los indicadores que pueden aproximar la medición de esta variable son el stock de carretera, el parque automotor, el tráfico vehicular y la red vial.

A continuación se muestra la siguiente tabla con las ventajas y desventajas al usar los indicadores antes mencionados.

Variable 1: Crecimiento económico			
Indicador	Descripción	Ventajas	Desventajas
Índice de Desarrollo Humano	Indicador elaborado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) que mide el progreso del país en tres dimensiones salud, educación e Ingresos.	<ul style="list-style-type: none"> • Emplea indicadores monetarios y no monetarios. • Indicador ideal para medir el bienestar de la población. 	<ul style="list-style-type: none"> • Es calculado exclusivamente por el PNUD y presentado en informes publicados por el mismo. • Los datos a nivel regional solo se encuentran disponible para los años 1993, 2000, 2007 y 2012.
PBI	Valor de la producción de bienes y servicios para un determinado país y año.	<ul style="list-style-type: none"> • Dentro de las políticas económicas de los países, para medir el bienestar de sus economías toman como referencia el incremento de este indicador. • Disponibilidad de datos a nivel agregado y desagregado por regiones. • Se puede medir en términos nominales y reales. 	<ul style="list-style-type: none"> • No mide el bienestar de la población, el que un país tenga un valor mayor de PBI que otro, no implica que los habitantes estén mejor.

PBI per cápita	Es el valor del PBI entre la población total del país.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador usado en los modelos de crecimiento, como el de Solow (1956), Romer (1988) y Barro (1990). • Mide el bienestar de la población. • Se puede medir en términos nominales y reales. • Disponibilidad de datos a nivel agregado y desagregado por regiones.
----------------	--	--

Elaboración Propia.

Tabla N° 1: Ventajas y desventajas de los indicadores de la variable crecimiento económico.

Variable 2: Infraestructura vial			
Indicador	Descripción	Ventajas	Desventajas
Gasto público en infraestructura		<ul style="list-style-type: none"> • Al ser explícitamente unidades monetarias, se puede deflactar. 	<ul style="list-style-type: none"> • Problemas de corrupción, ya que todo el gastado no está destinado a la mejora de infraestructura, ya que parte se destina a pago de comisiones y otros favores. • El gasto en un proyecto puede tener alcancé a más de una región, por lo que no se puede saber qué proporción de dicho gasto le pertenece a las regiones beneficiadas. • No disponibilidad de los datos a nivel desagregado y para varios años.

Stock carretera	de Valor monetario de la carretera en un determinado año.		<ul style="list-style-type: none"> • El valor de un indicador monetario está sujeto al efecto de precios. Se puede dar la situación en la que el valor de la carretera se incrementa por la inflación. • El efecto precios se puede solucionar, deflactando la serie mediante un IPC, pero no existe un IPC específico para este bien. • Si se usase un IPC que agrupe este bien junto a otros, se generaría un sesgo y distorsionaría el análisis de las variables estudiadas.
Parque automotor	Número de vehículos registrados en un determinado lugar y momento.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador en términos reales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Existen vehículos que vienen a registrarse a la capital y luego se van a provincia o viceversa. • Hay disponibilidad de los datos a nivel desagregado y para varios años, pero son datos estimados y están en constante ajuste. • El que haya un mayor número de vehículos no implica una mayor infraestructura vial.

Tráfico vehicular	Flujo de vehículos que pasan por una carretera.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador en términos reales. 	<ul style="list-style-type: none"> • Solo se tendría información estadística de las carreteras concesionadas en las que se cobran peaje. • De la información obtenida de los peajes existiría el problema de la doble contabilización, ya que un mismo vehículo puede pasar más de un peaje para cumplir su recorrido. • No disponibilidad de los datos a nivel desagregado y para varios años. • El que haya un mayor flujos de vehículos sobre una carretera no implica una mayor infraestructura vial.
Red vial.	Longitud de carretas existentes en una región para un determinado año.	<ul style="list-style-type: none"> • Indicador en términos reales ya que es una estructura física. • El que haya una mayor longitud de carreteras facilita el desplazamiento de vehículos de un punto a otro, lo que implica que hay una mejora en la infraestructura vial. • Datos disponibles para varios años y desagregado en nacional, regional y local, pavimentado y no pavimentado y por regiones. 	

Elaboración Propia.

Tabla N° 2: *Ventajas y desventajas de los indicadores de la variable infraestructura vial.*

De las tablas anteriores, se puede observar que el indicador elegido para medir el crecimiento económico es el PBI per cápita, cabe recalcar que el indicador ideal hubiese sido el IDH, ya que existe una relación bidireccional con el crecimiento económico (Ranis & Stewart, 2002) pero no hay datos disponibles a nivel desagregado por regiones para el periodo de análisis.

Por otro lado, el indicador elegido para medir la infraestructura vial es la red vial, ya que es un indicador en unidades que este se encuentra en un nivel desagregado por regiones, tal como se requiere en esta investigación, asimismo, en línea con la investigación de Vásquez y Bendezú (2008) optan para medir la infraestructura regional por unidades físicas (carreteras y caminos) en vez de unidades monetarias.

La información correspondiente al Producto Bruto Interno per cápita se obtuvo de la página web oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática dentro de las series estadísticas de economía, los datos del PBI per cápita se encuentran en valores a precios constantes de 2007 y en miles de soles, están disponibles por años (del 2010 al 2018) y por regiones (24 regiones del Perú).

La información correspondiente a infraestructura vial se obtuvo de la página web oficial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones dentro de las estadísticas de Infraestructura, los datos de la red vial se encuentran en kilómetros y de manera desagregada en Red Vial Nacional, Red Vial Departamental y Red Vial Local (kilómetros pavimentados y no pavimentados), están disponibles en frecuencia anual (del 2010 al 2018) y por regiones (24 regiones del Perú).

Variable	Dimensión	Indicador	Cálculo	Unidad de medida
Crecimiento económico	Producto Bruto Interno	Productor Bruto Interno per cápita regional	$PBI\ pc_t = \frac{PBI_t\ regional}{Población_t\ regional}$	Miles de soles
Infraestructura vial	Carreteras	Extensión de la red vial nacional	Longitud por región	Kilómetros lineales
		Extensión de la red vial departamental	Longitud por región	Kilómetros lineales
		Extensión de la red vial local	Longitud por región	Kilómetros lineales
		Extensión de la red vial pavimentada	Proporción de la Infraestructura vial pavimentada respecto de la infraestructura vial total	Porcentaje (%)

Elaboración Propia.

Tabla N° 3: Variables del estudio.

3.3 Matriz lógica de consistencia

Pregunta General	Objetivo General	Hipótesis General	Variables	Dimensión	Indicador
¿De qué manera impacta la infraestructura vial sobre el crecimiento económico del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?	Determinar el impacto de la infraestructura vial sobre el crecimiento económico del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.	La infraestructura vial impacta significativamente y de manera positiva sobre el crecimiento económico del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.	Crecimiento económico (Variable dependiente)	Producto Bruto Interno	Producto Bruto Interno per cápita regional
Preguntas Específicas	Objetivos Específicos	Hipótesis Específicas			
¿De qué manera impacta la red vial nacional sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?	Determinar el impacto de la red vial nacional sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.	La red vial nacional impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.			Red vial nacional

<p>¿De qué manera impacta la red vial departamental sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?</p>	<p>Determinar el impacto de la red vial departamental sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.</p>	<p>La red vial departamental impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.</p>
<p>¿De qué manera impacta la red vial local sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?</p>	<p>Determinar el impacto de la red vial local sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.</p>	<p>La red vial local impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.</p>

Infraestructura vial
(Variable independiente)

Carreteras

<p>Red vial departamental</p>
<p>Red vial departamental</p>

<p>¿De qué manera impacta la infraestructura vial pavimentada sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?</p>	<p>Determinar el impacto de la infraestructura vial pavimentada sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.</p>	<p>La infraestructura vial pavimentada impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.</p>			<p>Red vial pavimentada</p>
<p>¿Cuál es el efecto de persistencia del PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018?</p>	<p>Determinar el impacto de persistencia del PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.</p>	<p>Existe un efecto de persistencia significativo y positivo en el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.</p>	<p>Variable rezagada</p>	<p>Producto Bruto Interno rezagado</p>	<p>Producto Bruto Interno per cápita del año anterior</p>

Elaboración Propia.

Tabla N° 4: *Matriz de consistencia.*

CAPÍTULO IV

4. MÉTODO

4.1 Tipo y método de investigación

La presente investigación es empírica, ya que se lleva a cabo una serie de procedimientos prácticos con las variables estudiadas y los medios de investigación que ayuden revelar las características y relaciones esenciales de las variables. Se usó el método hipotético – deductivo, ya que tiene como punto de partida el planteamiento de un problema con intentos de solución a través de hipótesis planteadas, deduciendo las consecuencias de las hipótesis a través de predicciones empíricas para finalmente contrastarlas y confirmarlas.

Esta investigación, se enmarca dentro del tipo de investigación mixta ya que es del tipo descriptiva y causal con un enfoque cuantitativo. Describe y explica la influencia entre las variables estudiadas de la investigación en una realidad concreta.

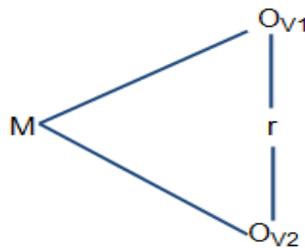
Según Tamayo y Tamayo M. (Pág. 35), en su libro *Proceso de Investigación Científica*, la investigación descriptiva “comprende la descripción, registro, análisis e interpretación de la naturaleza actual, y la composición o proceso de los fenómenos. El enfoque se hace sobre conclusiones dominantes o sobre grupo de personas, se conduce o funciona en presente”.

Según Hernández, Fernández y Baptista (2003, p.114) “La investigación causal es del tipo de estudios cuya finalidad es medir el efecto existente entre dos o más variables, dicho de

otra manera, si una variable explica a la otra. El propósito de este tipo de estudios es conocer el comportamiento de una variable conociendo el funcionamiento de otras variables relacionadas a ella”. Tal como sucede en esta investigación, entre la variable Infraestructura Vial (V1) y la variable Crecimiento Económico (V2).

4.2 Diseño específico de investigación

La investigación corresponde a un diseño no experimental longitudinal panel ya que no se manipulan las variables estudiadas, “los estudios que se realizan sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente para después analizarlos. (Hernández, Fernández y Baptista, 2014, p.152)



Dónde:

M: Muestra

O: Observación

V1: Infraestructura Vial

V2: Crecimiento económico

r: nivel de relación o impacto entre las variables

4.3 Población, muestra o participantes

Población:

- Producto Bruto Interno de las regiones del Perú
- Infraestructura vial de las regiones del Perú.

La selección de la muestra fue **no probabilística**, en la cual la elección de las unidades de análisis no depende de la probabilidad sino de las características de la investigación (Hernández et al., 2014, p. 189).

El método de muestreo fue Censal, ya que la muestra es toda la población, este tipo de método se utiliza cuando es necesario conocer los datos de todas las unidades de análisis (para este caso las regiones del Perú) o la obtención de datos es de fácil acceso (Hayes 1999 p.67).

Muestra:

- Producto Bruto Interno de 24 regiones del Perú desde el año 2010 al 2018.
- Infraestructura vial de 24 regiones del Perú desde el año 2010 al 2018.

4.4 Instrumentos de recogida de datos

Los datos que se emplearan en la investigación pertenecen a datos obtenidos de información secundaria, información que ya se encuentra existente. Se trabajará con el valor en miles de soles del Producto Bruto Interno per cápita de 24 regiones del Perú para los años del periodo comprendido entre 2010 y 2018, que se obtendrá del Instituto Nacional de Estadísticas e Informática (INEI). Asimismo, se trabajará con los kilómetros de la infraestructura vial de 24 regiones del Perú para los años del periodo comprendido entre 2010 y 2018, que se obtendrá del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC). Es importante aclarar que toda la información fue obtenida desde la página web oficial de cada una de las instituciones antes mencionadas.

4.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

De la literatura revisada y la disponibilidad de metodologías disponibles para estimar modelos que usan datos panel, se encuentran: Mínimos Cuadrados Ordinarios Agrupados (MCO pooled), Panel Data Efectos Fijos, Panel Data Efectos Aleatorios, Panel Dinámico (Arellano – Bond), Rezago Distribuido Autorregresivo (ARDL) y Modelo de Vector de Corrección de Errores para un panel de datos (VECM), siendo los dos últimos empleados cuando las variables estudiadas resultan ser no estacionarias.

A continuación se muestra la siguiente tabla con las ventajas y desventajas de emplear los modelos antes mencionados.

Modelos para datos panel		
Modelo	Ventajas	Desventajas
MCO pooled	<ul style="list-style-type: none"> • Al tener los datos completos para todas las unidades de análisis se trabajaría con un panel balanceado. • Los errores satisfacen los supuestos del modelo lineal general, por lo que la estimación por MCO produce los mejores estimadores lineales e insesgados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Asumir que no existe heterogeneidad entre las unidades de análisis, que para esta investigación son las regiones del Perú. • Tan solo se agrupan o apilan las observaciones y se estima una regresión, por MCO sin atender la naturaleza de corte transversal y de series de tiempo de los datos. • No considera los problemas de trabajar con series de tiempo. • No considera que los resultados obtenidos, sean producto de una regresión espuria.

<p>Panel Data Efectos Fijos</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Considera que existe un término constante diferente para cada unidad de análisis, y supone que los efectos individuales son independientes entre sí. • Considera que las variables explicativas afectan por igual a las unidades de corte transversal y que éstas se diferencian por características propias de cada una de ellas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Al tener un número grande de unidad de análisis (25 regiones) estimar un parámetro para cada una, reduce los grados de libertad. • No considera los problemas de trabajar con series de tiempo. • No considera que los resultados obtenidos, sean producto de una regresión espuria.
<p>Panel Data Efectos Aleatorios</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Considera que los efectos individuales no son independientes entre sí, sino que están distribuidos aleatoriamente alrededor de un valor dado. • Usa menos grados de libertad. 	<ul style="list-style-type: none"> • La estimación es inconsistente si el supuesto sobre la distribución de los efectos individuales es incorrecto. • No considera los problemas de trabajar con series de tiempo. • No considera que los resultados obtenidos, sean producto de una regresión espuria.

<p>Panel Dinámico Arellano – Bond</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Permite distinguir efectos de corto y largo plazo. • Permite tener un modelo de la dinámica de ajuste. • Considera la correlación serial. • Considera los problemas de trabajar con series de tiempo al realizar el análisis de presencia de raíz unitaria. • Considera problemas de endogeneidad. 	
<p>ARDL</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es posible estimar sin importar el grado de integración de las series. • Examina la relación a largo plazo entre las variables independientemente si son $I(0)$ o $I(1)$. • Es aplicable cuando el tamaño de la muestra es pequeño. 	

MVEC	<ul style="list-style-type: none"> • Considera los problemas de trabajar con series de tiempo. • Se evalúa la estacionariedad de las series. • Se evalúa si las series están cointegradas. • Se evalúa la causalidad entre las series. • Permite ver los efectos a corto y largo plazo. • Se controla el problema de la regresión espuria. 	
------	--	--

Elaboración Propia.

Tabla N° 5: *Ventajas y desventajas de los modelos para datos panel.*

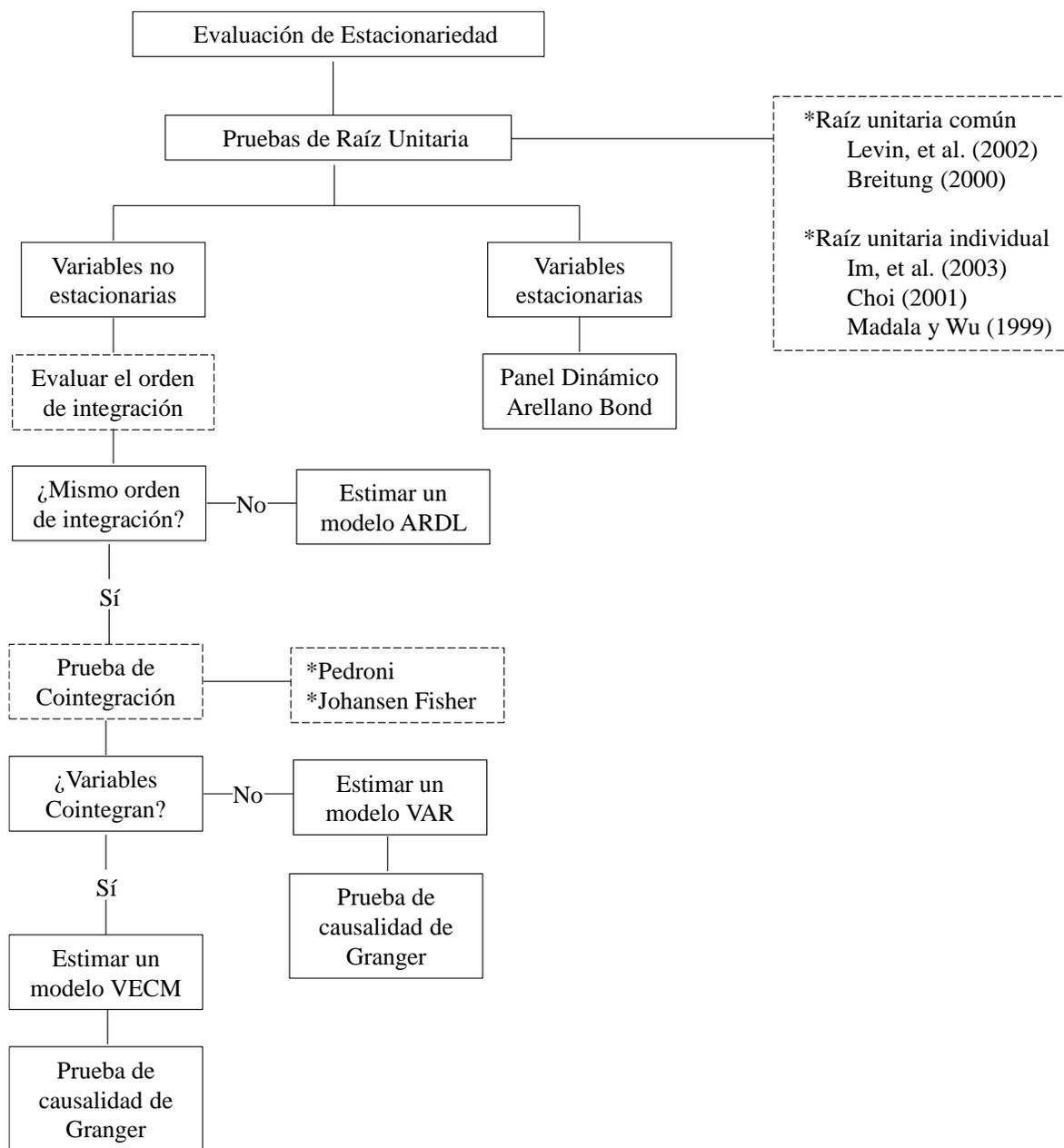
De la tabla anterior se aprecia que, el Modelo de Vector de Corrección de Errores es el modelo más adecuado para obtener los resultados de esta investigación, debido a que se dispone de datos para varios años, por lo que es importante controlar los problemas que resultan de trabajar con datos del tipo series de tiempo.

Por otro lado, si las variables resultasen ser estacionarias, producto de la evaluación para emplear alguno de los dos modelos señalados anteriormente, el modelo más adecuado sería el Panel Dinámico Arellano – Bond, debido a que permite obtener los efectos a largo plazo y considera problemas de endogeneidad, teniendo en cuenta que las variables PBI e

infraestructura vial dependen de otros factores que no se están considerando en la presente investigación. Para el análisis se procederá de la siguiente manera.

La información obtenida se procesará a través del análisis estadístico, para lo cual se emplearán tablas, cuadros y gráficos. Para determinar el impacto que genera la infraestructura vial sobre el Productor Bruto Interno regional así como la relación causal (unidireccional, bidireccional o independencia) entre ambas variables, se procederá primero a evaluar la estacionariedad de las series para lo cual se empleará pruebas de raíz unitaria; posteriormente si las series son no estacionarias se evalúa el orden de integración, al tener el mismo nivel de integración se realiza una prueba de cointegración y la estimación de un Modelo de Vector de Corrección de Errores¹ para finalmente evaluar la causalidad en el sentido de Granger. Por otro lado, de resultar estacionarias las series analizadas, se estimaría un Panel Dinámico Arellano – Bond. Todas estas pruebas y estimaciones se llevarán a cabo en un contexto de panel de datos, para obtener los resultados estadísticos se usará el programa EVIEWS 10 y STATA que facilitan las estimaciones, a continuación, de manera breve se explica el procedimiento que se llevara a cabo a través del siguiente diagrama.

¹ Si se presentase el caso en el que las series no tuviesen el mismo orden de integración, se estima un modelo de Rezago Distribuido Autorregresivo (ARDL).



*Nota: VAR: Vector Autorregresivo, VECM: Modelo de Vector de Corrección de Errores

Fuente: Chang (2018)

Gráfico N° 2: Esquema para el análisis multivariado de un panel de datos

Prueba de Raíz Unitaria

Las pruebas de raíz unitaria del panel son similares, pero no idénticas, a las pruebas de raíz unitaria realizadas en una sola serie. Considere un proceso AR (1) para los datos panel:

$$y_{it} = \rho_i y_{it-1} + X_{it} \delta_i + \mu_{it} \quad (4.5.1)$$

$$\text{donde} \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad t = 1, 2, 3, \dots, T$$

X_{it} representa el vector de variables exógenas incluyendo los efectos fijos o las tendencias individuales, ρ_i son los coeficientes autorregresivos y μ_{it} son las perturbaciones idénticamente distribuidas y mutuamente excluyentes. De los valores de ρ_i se concluye que:

- Si $|\rho_i| < 1$, entonces la serie y_{it} es débilmente estacionaria en tendencia.
- Si $\rho_i = 1$, entonces la serie y_{it} presenta raíz unitaria, por lo que es no estacionaria.

Prueba de raíz común

Indica que las pruebas se estiman asumiendo una estructura AR común para todas las series, por lo que ρ_i es común en todas las secciones transversales. Levin, Lin y Chu (2002) considera la especificación básica de ADF por lo que la ecuación 3.5.1 se transforma a:

$$\Delta y_{it} = \alpha y_{it-1} + \sum_{j=1}^{P_i} \beta_{ij} \Delta y_{it-j} + X'_{it} \delta + \mu_{it} \quad (4.5.2)$$

donde $\alpha = \rho - 1$ y P_i es el orden de rezagos

Las hipótesis estadísticas vienen dadas por:

$$H^0: \alpha = 0, \quad \text{presencia de raíz unitaria}$$

$$H^1: \alpha < 0, \quad \text{ausencia de raíz unitaria}$$

Prueba de raíz individual

Se usa para pruebas que permiten diferentes coeficientes AR en cada serie, por lo que ρ_i pueden variar entre secciones. Todas las pruebas se caracterizan por la combinación de pruebas de raíces unitarias individuales para obtener un resultado específico del panel. Maddala y Wu (1999) y Choi (2001) emplean pruebas de tipo Fisher para derivar pruebas que combinan los valores p de las pruebas de raíz unitaria individuales ADF y PP².

Definen π_i como el valor ρ de cualquier prueba de raíz unitaria individual para la sección transversal i , entonces bajo la hipótesis nula de raíz unitaria para todas las secciones transversales, sea el siguiente resultado asintótico:

$$-2 \sum_{i=1}^N \log(\pi_i) \rightarrow X_{2N}^2 \quad (4.5.3)$$

² ADF: Dickey – Fuller Aumentado y PP: Phillips Perron

Prueba de Cointegración

Engle y Granger (1987), dos series están cointegradas si existe una relación de equilibrio en el largo plazo. Para determinar la cointegración de dos series esta prueba se basa en un examen de los residuos de una regresión espuria realizada con las variables I (1). Si las variables están cointegradas, entonces los residuos deberían ser I (0). Por otro lado, si las variables no están cointegradas, los residuos serán I (1).

Pedroni (2004) propone varias pruebas de cointegración que permiten interceptaciones heterogéneas y coeficientes de tendencia en todas las secciones. Considera la siguiente regresión:

$$y_{it} = \alpha_i + \delta_i t + \beta_1 X_{1it} + \beta_2 X_{2it} + \beta_3 X_{3it} + \dots + \beta_M X_{Mit} + u_{it} \quad (4.5.4)$$

$$\text{donde} \quad i = 1, 2, 3, \dots, N \quad t = 1, 2, 3, \dots, T \quad m = 1, 2, 3, \dots, M$$

Se asume que y_{it} y x_{it} tienen orden de integración I (1), los parámetros α_i y δ_i son efectos individuales y de tendencia que pueden ser puestos a cero si se desea.

Bajo la hipótesis nula de no cointegración, los residuos u_{it} serán I (1). El enfoque general es obtener residuos de la ecuación (3.5.4) ejecutando la regresión auxiliar y luego probar si los residuos son I (1).

$$u_{it} = \rho u_{it-1} + e_{it} \quad (4.5.5)$$

Para cada sección transversal. Pedroni describe varios métodos de construcción de estadísticas para probar la hipótesis nula de no cointegración ($\rho_i = 1$). Hay dos hipótesis alternativas: la alternativa homogénea, ($\rho_i = \rho < 1$) para todas las i (que Pedroni denomina prueba de dentro de dimensión o prueba de panel), y la alternativa heterogénea, ($\rho_i < 1$) para todas las i (también conocida como prueba de estadística entre dimensión o grupo).

Prueba de Causalidad de Granger

Prueba de causalidad de Granger (1969), aunque en el análisis de una regresión muestra la dependencia que existe entre las variables estudiadas, esto no implica que exista causalidad. Es decir, el que haya una relación entre las variables no prueba que exista una dirección de influencia entre las variables, dicho de otra manera, no implica que la variable independiente cause a la variable dependiente o que se dé la situación en que la variable dependiente es la que cause a la variable independiente.

Para determinar el sentido de la causalidad (corto y largo plazo) es necesario estimar un VECM, el cual permite determinar la relación causal a largo plazo y de los resultados determinar la relación causal en el corto plazo (Engle & Granger, 1987) mediante la prueba de causalidad de Granger, para una mejor comprensión, se pone como ejemplo a las variables de esta investigación, infraestructura vial (IV) y crecimiento económico medido a través del PBI per cápita regional.

$$\begin{aligned} \Delta \ln PBI_{it} = & \alpha_{1i} + \sum_{k=1}^m \beta_{1ik} \Delta \ln PBI_{i,t-k} + \sum_{k=1}^m \gamma_{1ik} \Delta \ln IV_{i,t-k} + \theta_{1i} ECM_{it-1} \\ & + \mu_{1it} \end{aligned} \quad (4.5.6)$$

$$\begin{aligned} \Delta \ln IV_{it} = & \alpha_{2i} + \sum_{k=1}^m \beta_{2ik} \Delta \ln IV_{i,t-k} + \sum_{k=1}^m \gamma_{2ik} \Delta \ln PBI_{i,t-k} + \theta_{2i} ECM_{it-1} \\ & + \mu_{2it} \end{aligned} \quad (4.5.7)$$

Donde m es la cantidad de rezagos y $ECM_{i,t-1}$ es el término de corrección de errores.

En la ecuación 3.5.6 se analiza la hipótesis nula $H^0: \theta_{1i} = 0$, donde θ_{1i} mide la relación de causalidad de la IV hacia el PBI en el largo plazo; asimismo, en la ecuación 3.5.7 se analiza la hipótesis nula $H^0: \theta_{2i} = 0$, donde θ_{2i} mide la relación de causalidad del PBI hacia la IV en el largo plazo.

Panel Dinámico Arellano – Bond

Los modelos dinámicos para un panel de datos se han desarrollado con la finalidad de introducir en la estimación, las relaciones de causalidad que se generan en el interior del modelo, como una manera de tratar los problemas de endogeneidad.

La endogeneidad, se puede tratar a través de diferentes alternativas, siendo la más utilizada el emplear variables instrumentales expresadas como retardos de la variable endógena.

Arellano y Bond (1991) emplean como instrumentos las diferencias de los retardos de la variable endógena. Utilizan un estimador basado en el Método Generalizado de Momentos (GMM), que es propuesto para paneles con pocos periodos y muchos individuos. Específicamente el modelo a estimar es:

$$Y_{it} = \alpha Y_{it-1} + \beta X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (4.5.8)$$

$$\varepsilon_{it} = \mu_i + \vartheta_{it}$$

Donde:

Y_{it} Es la variable dependiente para el individuo i y el tiempo t

X_{it} Es el vector de variables independiente para el individuo i y el tiempo t

μ_i Componente del error de efectos individuales

ϑ_{it} Componente del error de shocks idiosincráticos

$\hat{\beta}$ Efecto de corto plazo

$\frac{\hat{\beta}}{1-\hat{\alpha}}$ Efecto de largo plazo

De la ecuación (4.5.8), no se puede suponer que Y_{it-1} no se encuentra correlacionado con μ_i , por lo que se estima el modelo en primeras diferencias.

$$\Delta Y_{it} = \alpha \Delta Y_{it-1} + \beta \Delta X_{it} + \Delta \vartheta_{it} \quad (4.5.9)$$

Donde ΔY_{it-1} se encuentra correlacionado con $\Delta \vartheta_{it}$ por lo que se debe emplear variables instrumentales. Como se mencionó, Arellano y Bond utilizan los retardos de la variable endógena como instrumentos.

Un instrumento válido para ΔY_{it-1} sería Y_{it-2} , porque se cumple que:

- Y_{it-2} está correlacionado con ΔY_{it-1} , debido a que $\Delta Y_{it-1} = Y_{it-1} - Y_{it-2}$
- Y_{it-2} no está correlacionado con $\Delta \vartheta_{it}$, debido a que $\Delta \vartheta_{it} = \vartheta_{it} - \vartheta_{it-1}$

De manera general un instrumento válido para ΔY_{it-1} son los valores retardados de Y_{it} de dos a más periodos.

$$E \left[\begin{pmatrix} Y_{it-2} \\ Y_{it-3} \\ \dots \end{pmatrix} \Delta \vartheta_{it} \right] = 0 \leftrightarrow E[Y_{is} \Delta \vartheta_{it}] = 0 \quad \forall s \leq (t-2) \quad (4.5.10)$$

La estimación se puede efectuar a través de dos mecanismos: One step y Two step. La literatura relacionada a paneles dinámicos de Arellano – Bond indica que los estimadores Two step son más eficientes.

- *One step*: Utiliza la matriz de pesos homocedástica para la estimación.
- *Two step*: Utiliza la matriz de pesos heterocedástica para la estimación

Para la adecuada validación del modelo estimado, se deben cumplir dos requisitos indispensables:

- i. No autocorrelación serial:* Para que la estimación sea consistente y se encuentre justificado el utilizar un modelo dinámico, que emplea los retardos en diferencias como instrumentos se requiere que no debe existir autocorrelación serial de segundo orden en las primeras diferencias de los errores.

Esto se puede probar mediante un test propuesto por los mismos Arellano y Bond cuya hipótesis nula es H_0 : No existe autocorrelación serial. La presencia de autocorrelación serial indicaría que el modelo presenta el problema de raíz unitaria.

- ii. Sobreidentificación:* En este tipo de modelos es conveniente que las ecuaciones se encuentren sobreidentificadas. Esto se puede probar mediante el test de Sargan de sobreidentificación cuya hipótesis nula es H_0 : Las ecuaciones están correctamente sobreidentificadas.

4.6 Procedimiento de ejecución del estudio

La investigación inició con la búsqueda de la información disponible en la web y en las páginas institucionales relacionadas (INEI y MTC) para poder seleccionar y definir el tema, con el tema ya definido se comenzó a avanzar con el primer capítulo mostrando la problemática actual que existe en relación a las variables del tema escogido, a su vez se

plantearon las preguntas general y específicas, los objetivos general y específicos, la importancia y las limitaciones de la investigación, con el primer capítulo desarrollado se procedió a desarrollar el marco teórico que abarca la descripción de los antecedentes, bases teóricas y la definición de términos básicos.

Posteriormente se formularon las hipótesis la general y las específicas, y se describió las variables que se usarán en la investigación, para luego armar la matriz lógica de consistencia, que sintetiza el cuerpo de la investigación.

En el siguiente capítulo se detalla la metodología que se aplicará en la investigación, tanto como el tipo, método y diseño de investigación, población y muestra, la recolección, procesamiento y análisis de datos. Con los datos ya procesados se obtendrán los resultados que serán analizados y explicados. Finalmente, se presentarán las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

CAPÍTULO V

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta sección se presenta los resultados, en la primera parte una descripción de la situación en la que se encuentran las variables estudiadas, infraestructura vial y PBI per cápita; y en la segunda parte, las pruebas y estimaciones correspondientes para el cumplimiento de los objetivos y contrastación de las hipótesis de la presente investigación.

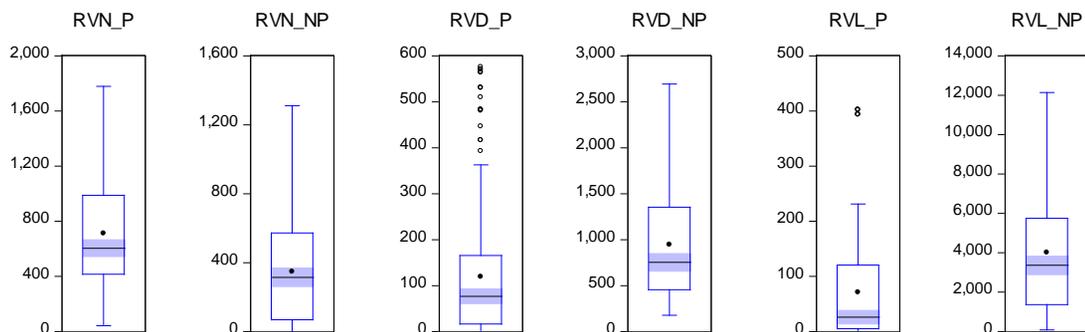
En relación a la descripción de las variables, se presenta los datos de infraestructura vial de manera desagregada para poder realizar un análisis descriptivo más amplio de la realidad situacional en la que se encuentra dicha variable. Por lo que el análisis se hace sobre los siguientes datos:

- Red vial nacional pavimentada
- Red vial nacional no pavimentada
- Red vial departamental pavimentada
- Red vial departamental no pavimentada
- Red vial local pavimentada
- Red vial local no pavimentada

Por otro lado, para la parte de las pruebas y estimaciones, se utiliza las variables de manera agregada (tomando logaritmos de los datos) como se señaló en la sección de “Hipótesis y variables”.

Es preciso señalar que, las estimaciones no se realizaron sobre la variable infraestructura vial de manera desagregada, debido a la presencia de valores atípicos, los cuales generaban problemas en las pruebas y estimaciones; y es que la variable infraestructura vial presenta variaciones debido a que se ve afectada por los desastres naturales como huaicos, deslizamientos, aludes, entre otros, los cuales se intensifican cuando se presenta el Fenómeno de El Niño. En 2017 quedaron 5,939 km de caminos rurales afectados y 2,398 km de caminos rurales destruidos; 10,251 km de carreteras afectadas y 4,030 km de carreteras destruidas (INDECI, 2018)³

Al respecto, se hizo un análisis de diagrama de caja (Box – Plot) a la variable infraestructura vial de manera desagregada y agregada, con la finalidad de identificar la presencia de valores atípicos.

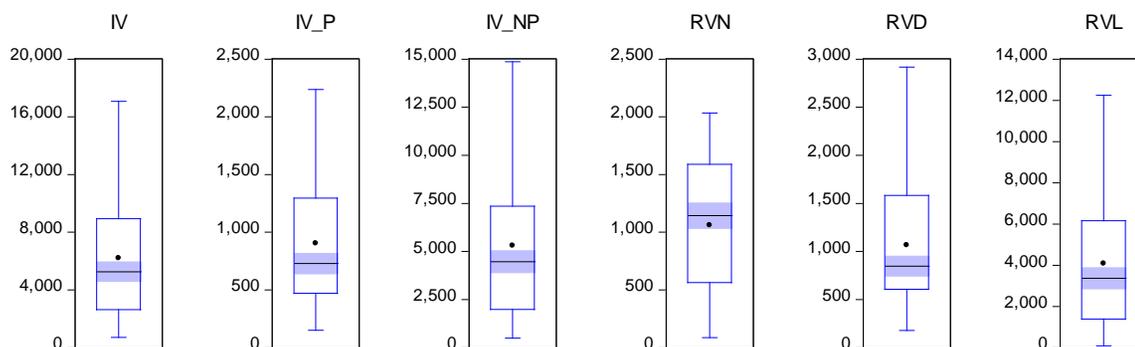


RVN_P = red vial nacional pavimentada, RVN_NP = red vial nacional no pavimentada, RVD_P = red vial departamental pavimentada, RVD_NP = red vial departamental no pavimentada, RVL_P = red vial local pavimentada, RVL_NP = red vial local no pavimentada.

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 3: *Diagrama de caja para la infraestructura vial (desagregada)*

³ Al respecto, ver cfr.: <https://www.indeci.gob.pe/compensad/2018/pdf/op3/2017/1/1.html>. Última consulta realizada el 18 de enero de 2020.



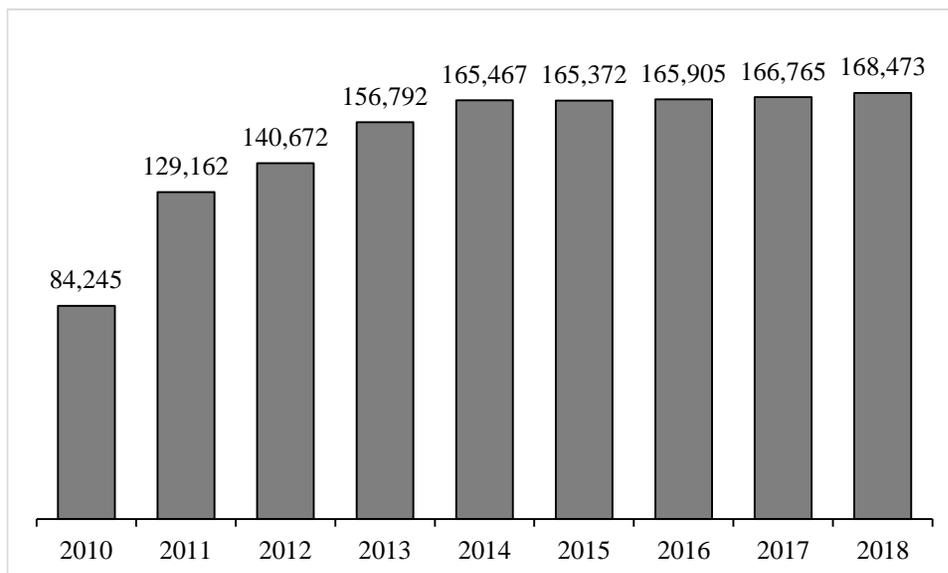
RVN = red vial nacional, RVD = red vial departamental, RVL = red vial local, IV_P = infraestructura vial pavimentada, IV_NP = infraestructura vial no pavimentada, IV = Infraestructura vial.

Fuente: Elaboración propia

Gráfico N° 4: *Diagrama de caja para la infraestructura vial (agregada)*

De los gráficos anteriores se observa que, la variable infraestructura vial de manera desagregada presenta valores atípicos, principalmente en la desagregación de red vial departamental pavimentada y red vial local pavimentada; mientras que, la variable infraestructura vial de manera agregada, no presenta valores atípicos.

5.1 Datos Cuantitativos



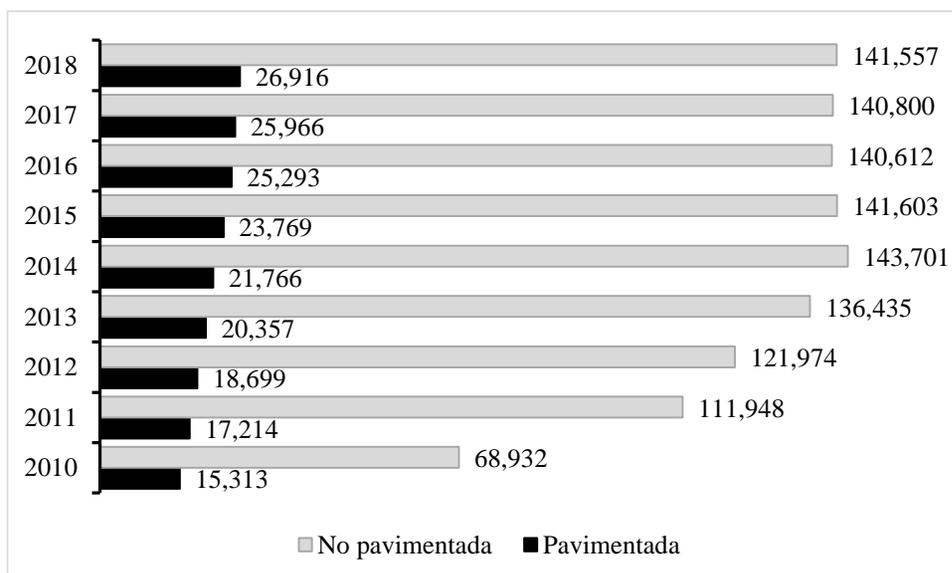
Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 5: *Evolución de la infraestructura vial total en el Perú, 2010 – 2018*

(en kilómetros cuadrados)

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 la longitud de la infraestructura vial total en el Perú se ha incrementado en 99.98% al pasar de 84,245 kilómetros en 2010 a 168,473 kilómetros en 2018, lo que equivale a una tasa de crecimiento promedio de 9.0% anual.



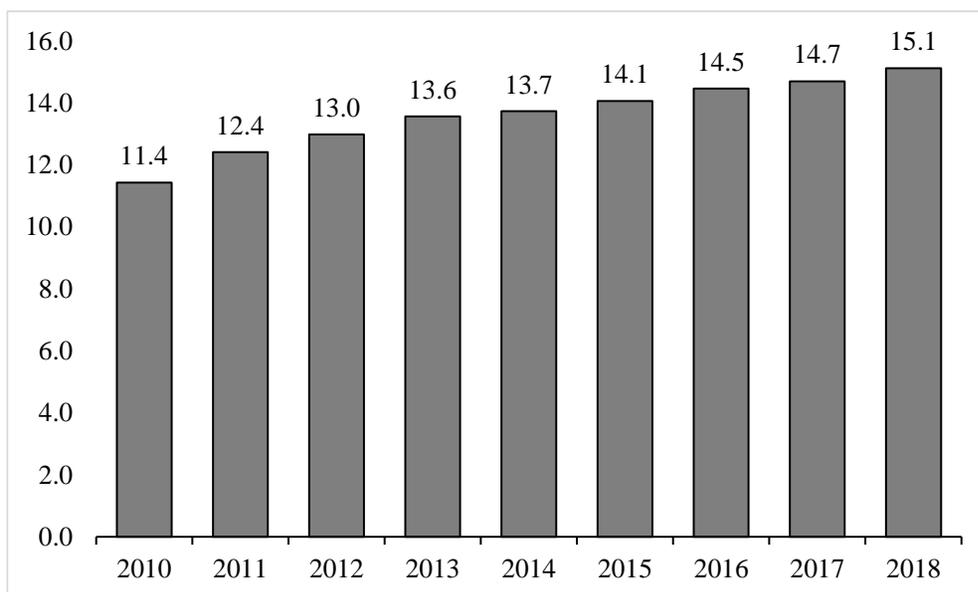
Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 6: *Evolución de la infraestructura vial total en el Perú, según condición, 2010 – 2018 (en kilómetros cuadrados)*

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 la longitud de la infraestructura vial pavimentada en el Perú se ha incrementado en 75.8% al pasar de 15,313 kilómetros en 2010 a 26,916 kilómetros en 2018, representando en promedio el 14.5% de la longitud total de la infraestructura vial en el Perú.

Asimismo, entre 2010 y 2018 la longitud de la infraestructura vial no pavimentada en el Perú se ha incrementado en 105.4% al pasar de 53,619 kilómetros en 2010 a 114,641 kilómetros en 2018, representando en promedio el 85.5% de la longitud total de la infraestructura vial en el Perú.

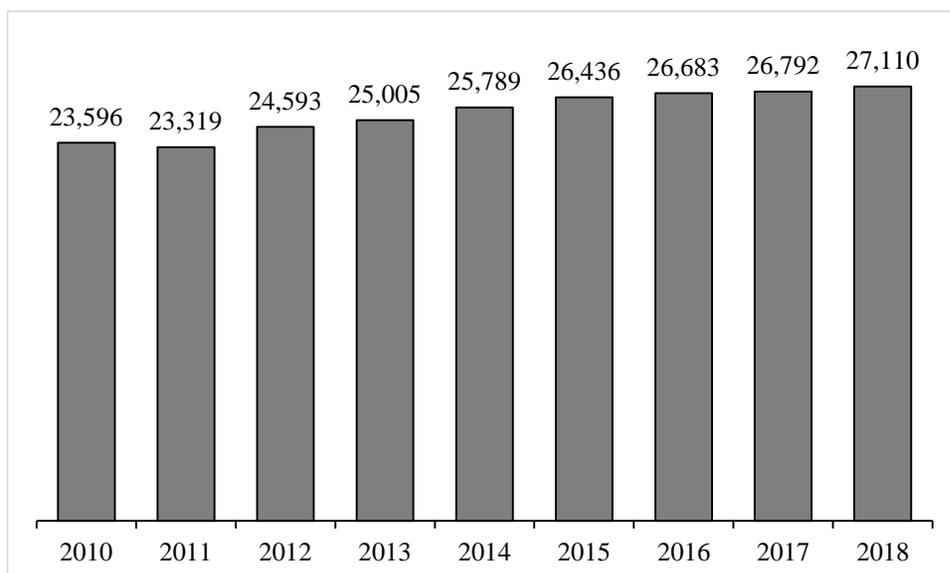


Fuente: INEI

Elaboración propia

Gráfico N° 7: *Evolución del PBI per cápita real del Perú, 2010 – 2018 (en miles de soles)*

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 el Producto Bruto Interno per cápita de los peruanos se ha incrementado en 32.35% al pasar de 11,4 miles de soles anuales en 2010 a 15,1 miles de soles anuales en 2018, lo que equivale a una tasa de crecimiento promedio de 3.6% anual.

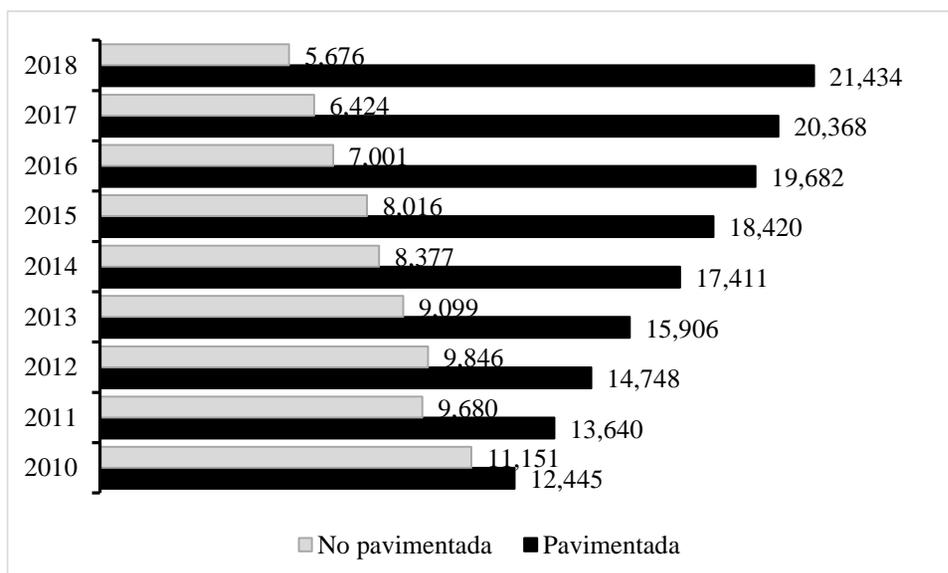


Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 8: *Evolución de la red vial nacional total en el Perú, 2010 – 2018 (en kilómetros cuadrados)*

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial nacional total en el Perú se ha incrementado en 226.48% al pasar de 34,875 kilómetros en 2010 a 113,858 kilómetros en 2018, lo que equivale a una tasa de crecimiento promedio de 15.9% anual.



Fuente: MTC

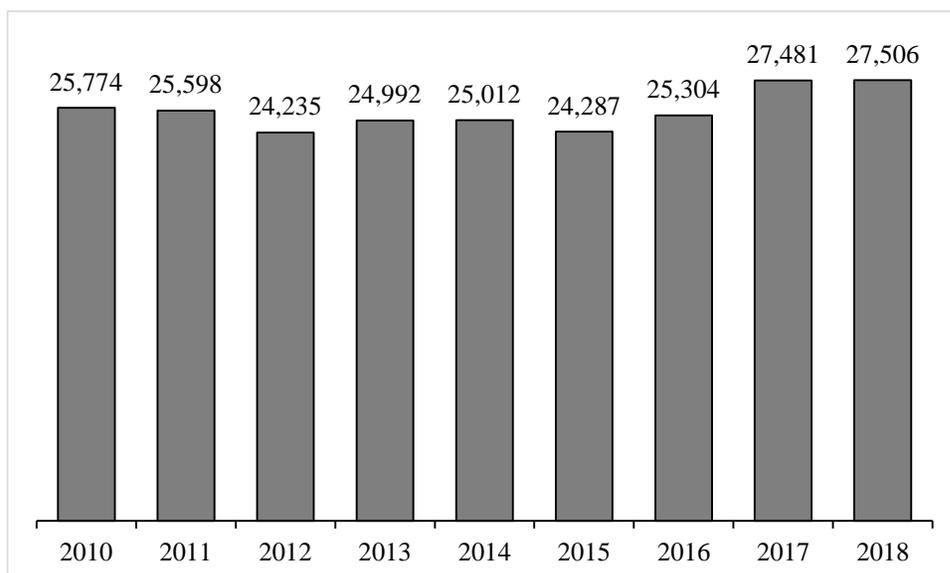
Elaboración propia

Gráfico N° 9: *Evolución de la red vial nacional en el Perú, según condición, 2010 – 2018*

(en kilómetros cuadrados)

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial nacional pavimentada en el Perú se ha incrementado en 72.2% al pasar de 12,445 kilómetros en 2010 a 21,434 kilómetros en 2018, representando en promedio el 67.2% de la longitud total de la red vial nacional en el Perú.

Mientras que, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial nacional no pavimentada en el Perú se ha reducido en 49.1% al pasar de 11,151 kilómetros en 2010 a 5,676 kilómetros en 2018, representando en promedio el 32.8% de la longitud total de la red vial nacional en el Perú.

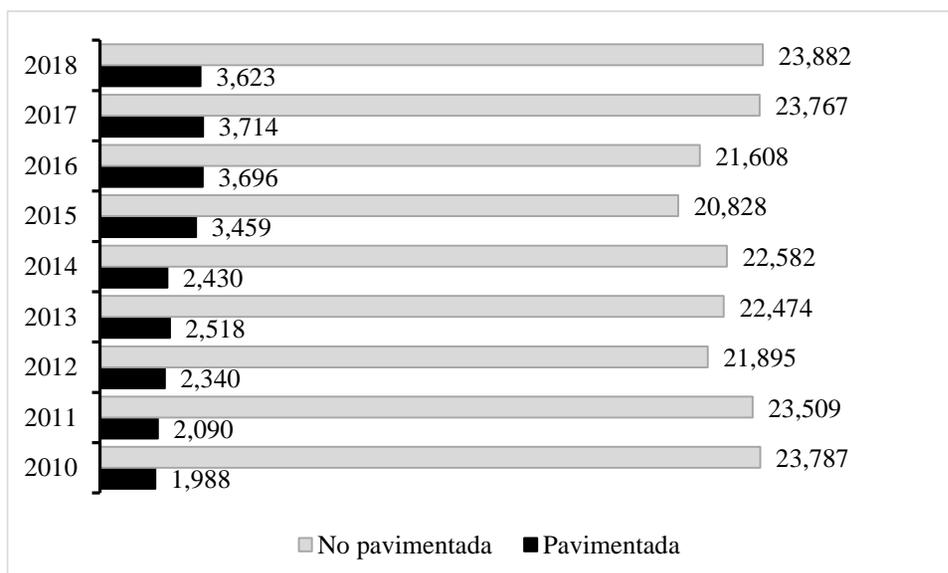


Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 10: *Evolución de la red vial departamental total en el Perú 2010 – 2018, (en kilómetros cuadrados)*

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial departamental total en el Perú se ha incrementado en 6.7% al pasar de 25,774 kilómetros en 2010 a 27,506 kilómetros en 2018, lo que equivale a una tasa de crecimiento promedio de 0.8% anual.



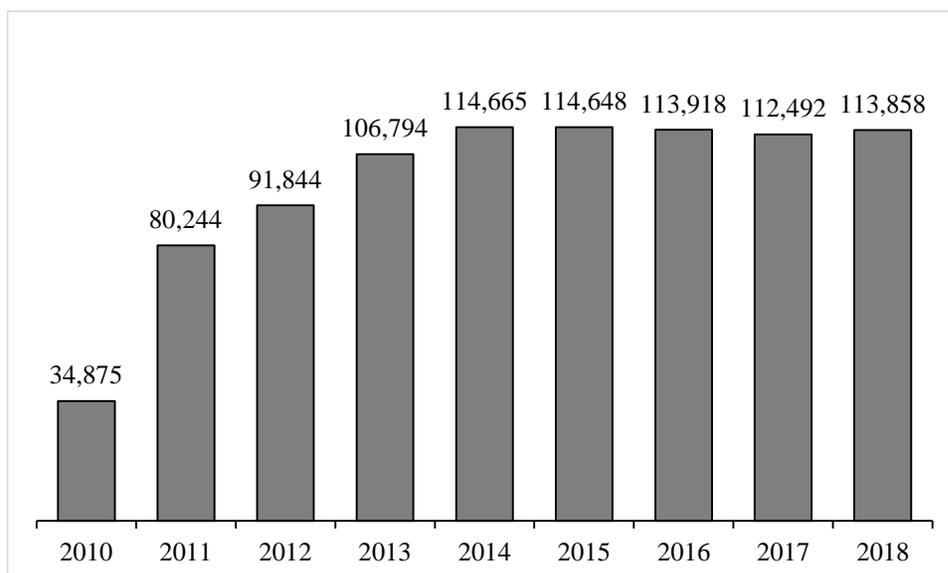
Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 11: *Evolución de la red vial departamental en el Perú, según condición, 2010 – 2018, (en kilómetros cuadrados)*

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial departamental pavimentada en el Perú se ha incrementado en 82.3% al pasar de 1,988 kilómetros en 2010 a 3,623 kilómetros en 2018, representando en promedio el 11.2% de la longitud total de la red vial departamental en el Perú.

Asimismo, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial departamental no pavimentada en el Perú se ha incrementado en 0.4% al pasar de 23,787 kilómetros en 2010 a 23,882 kilómetros en 2018, representando en promedio el 88.8% de la longitud total de la red vial departamental en el Perú.

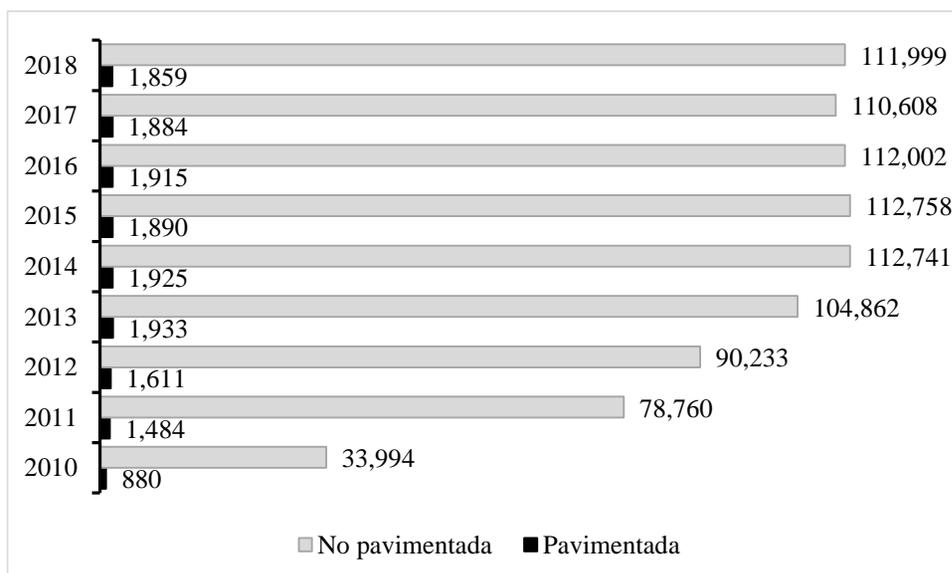


Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 12: *Evolución de la red vial local total en el Perú, 2010 – 2018 (en kilómetros cuadrados)*

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial local total en el Perú se ha incrementado en 226.48% al pasar de 34,875 kilómetros en 2010 a 113,858 kilómetros en 2018, lo que equivale a una tasa de crecimiento promedio de 15.9% anual.



Fuente: MTC

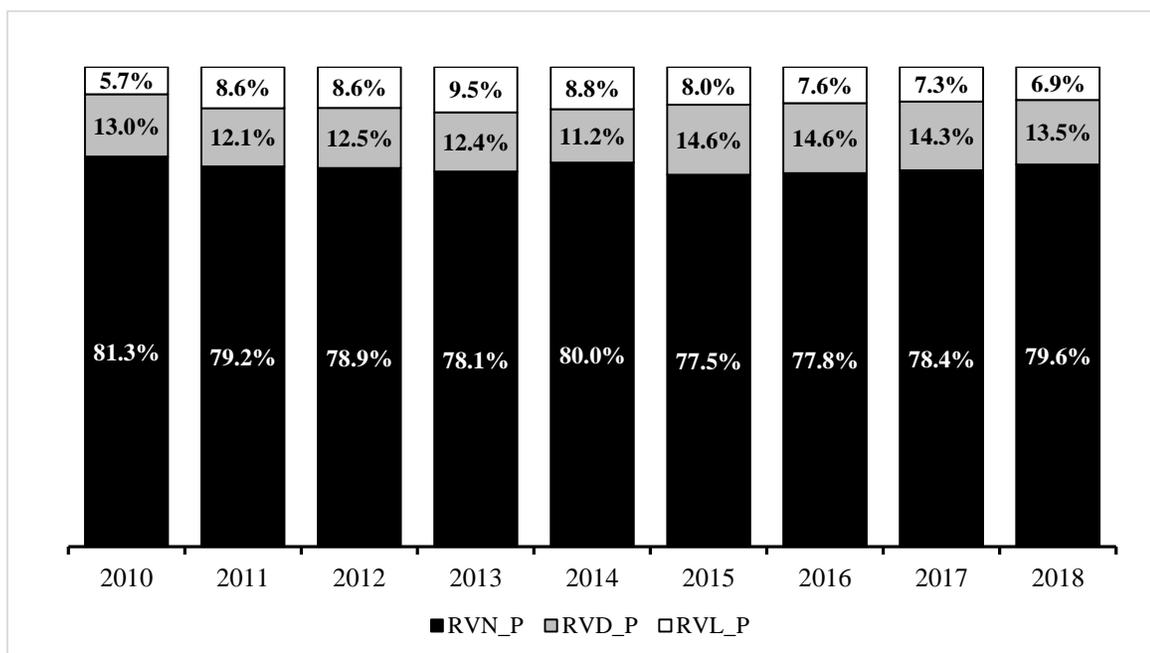
Elaboración propia

Gráfico N° 13: *Evolución de la red vial local en el Perú, según condición, 2010 – 2018*

(en kilómetros cuadrados)

Del gráfico anterior se observa que, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial local pavimentada en el Perú se ha incrementado en 111.1% al pasar de 880 kilómetros en 2010 a 1,859 kilómetros en 2018, representando en promedio el 1.7% de la longitud total de la red vial local en el Perú.

Asimismo, entre 2010 y 2018 la longitud de la red vial local no pavimentada en el Perú se ha incrementado en 229.5% al pasar de 33,994 kilómetros en 2010 a 111,999 kilómetros en 2018, representando en promedio el 98.3% de la longitud total de la red vial local en el Perú.

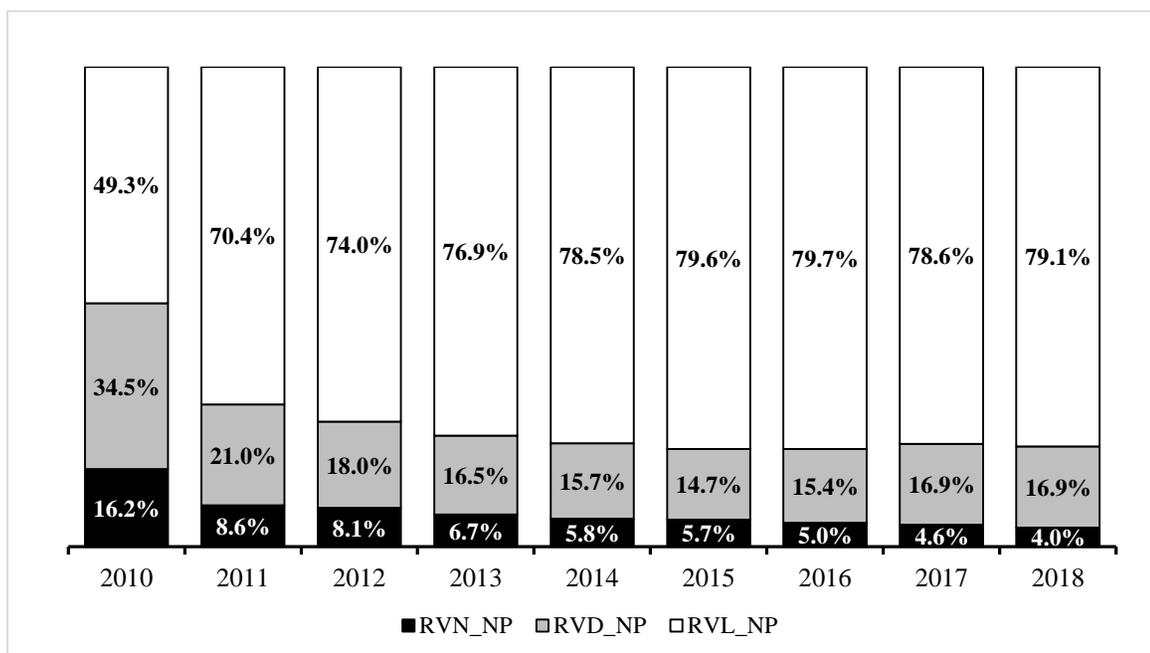


Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 14: *Evolución de la infraestructura vial pavimentada en el Perú, según nivel, 2010 – 2018 (en porcentajes)*

Del gráfico anterior se observa que, durante 2010 y 2018 la red vial nacional ha representado en promedio 79.0% del total de la infraestructura vial pavimentada en el Perú, siendo esta la que presenta una mayor participación. Por su parte, durante el periodo antes señalado, la red vial departamental ha representado en promedio 13.1% del total de la infraestructura vial pavimentada en el Perú. Por otro lado, durante 2010 y 2018 la red vial local ha representado en promedio 7.9% del total de la infraestructura vial pavimentada en el Perú, siendo esta la que presenta una menor participación.



Fuente: MTC

Elaboración propia

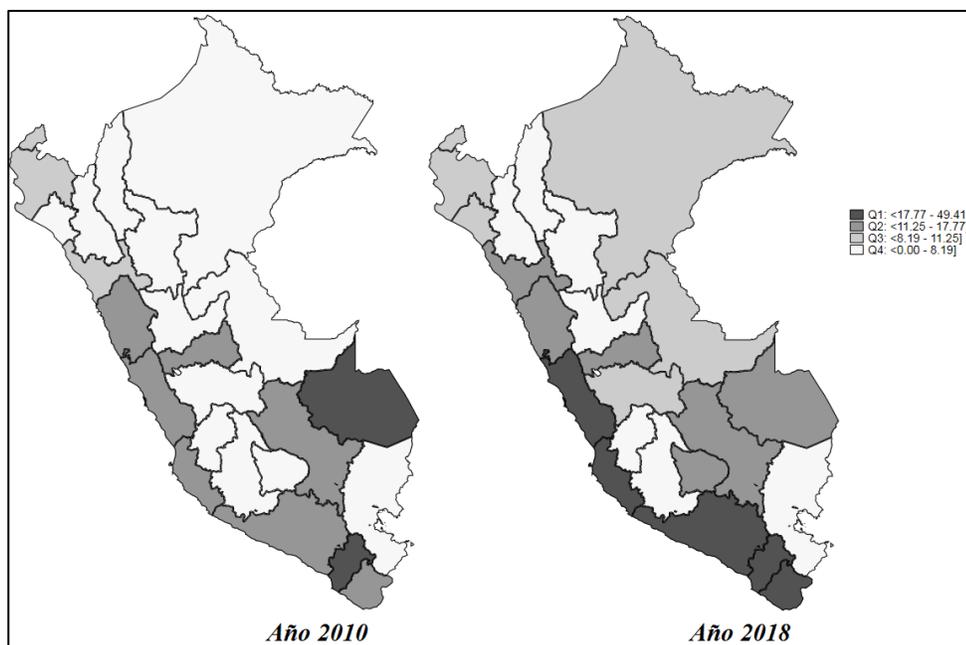
Gráfico N° 15: *Evolución de la infraestructura vial no pavimentada en el Perú, según nivel, 2010 – 2018 (en porcentajes)*

Del gráfico anterior se observa que, durante 2010 y 2018 la red vial nacional ha representado en promedio 7.2% del total de la infraestructura vial no pavimentada en el Perú, siendo esta la que presenta una menor participación. Por su parte, durante el periodo antes señalado, la red vial departamental ha representado en promedio 18.8% del total de la infraestructura vial no pavimentada en el Perú. Por otro lado, durante 2010 y 2018 la red vial local ha representado en promedio 74.0% del total de la infraestructura vial no pavimentada en el Perú, siendo esta la que presenta una mayor participación.

Estadísticos	PBI per cápita (miles de soles por habitante)	Infraestructura vial (kilómetros)	Infraestructura vial pavimentada (kilómetros)	Infraestructura vial no pavimentada (kilómetros)	Red vial nacional (kilómetros)	Red vial departamental (kilómetros)	Red vial local (kilómetros)
Promedio	12.69	6,216.86	904.08	5,312.78	1,061.68	1,065.64	4,089.53
Mediana	9.84	5,315.13	735.41	4,509.38	1,150.30	855.69	3,402.43
Máximo	49.41	17,087.98	2,238.23	14,868.37	2,034.07	2,919.55	12,252.71
Mínimo	3.95	712.64	151.65	495.53	87.88	178.77	88.18
Desviación estándar	8.74	4,100.24	558.22	3,666.77	582.05	650.37	3,146.86
Kurtosis	10.47	2.29	2.49	2.35	1.68	2.87	2.66
Observaciones	216	216	216	216	216	216	216

Fuente: Elaboración propia

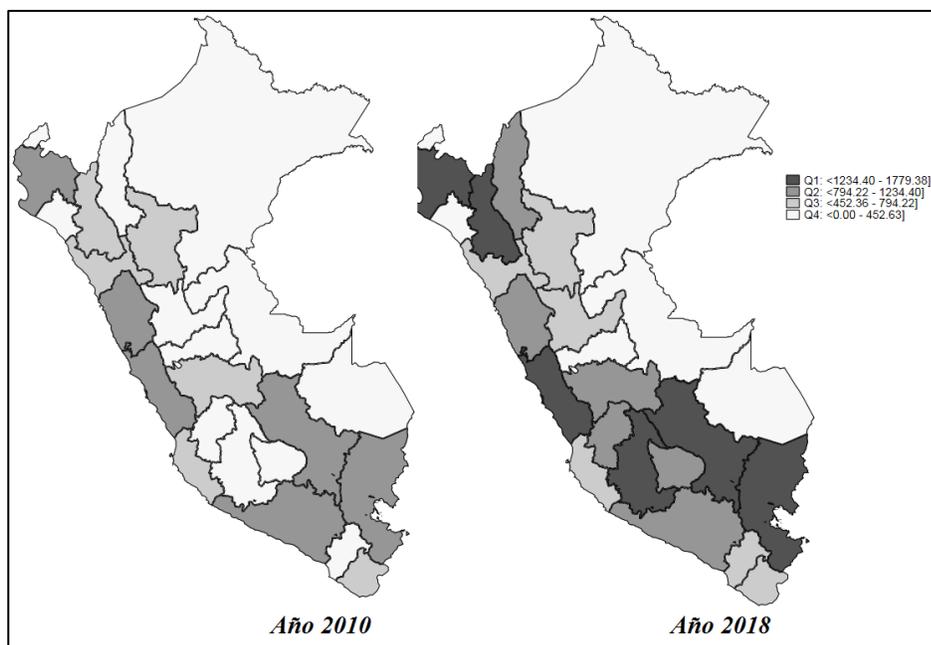
Tabla N° 6: *Estadísticos de las variables de la investigación.*



Fuente: INEI
Elaboración propia

Gráfico N° 16: Perú PBI per cápita real por región, 2010 y 2018 (en miles de soles)

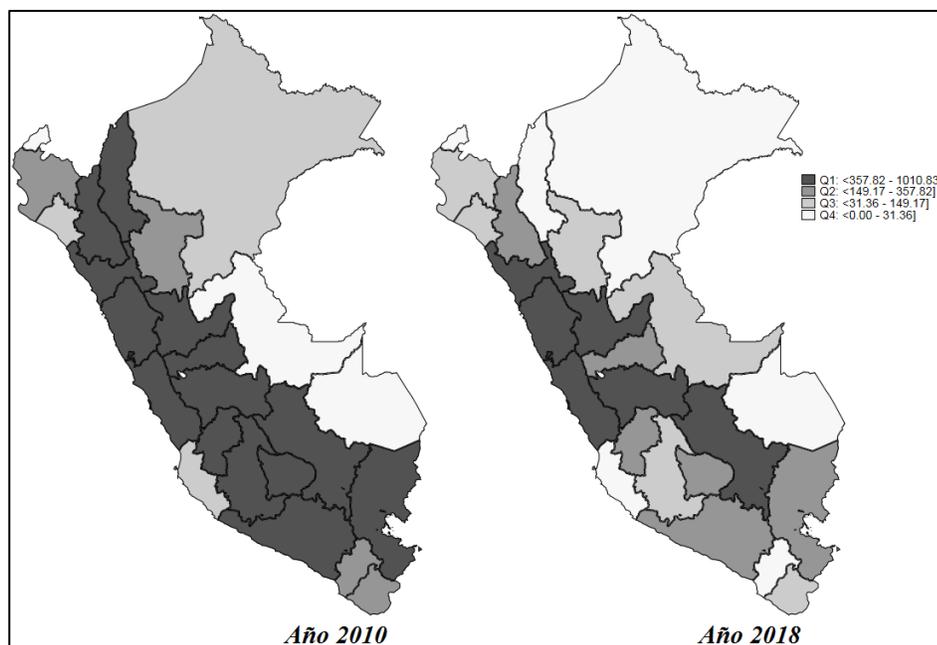
Del gráfico anterior se observa que, en 2010 regiones como Madre de Dios y Moquegua se ubicaron en el primer cuartil (Q1) como las regiones con mayor PBI per cápita del Perú; Áncash, Lima, Pasco, Ica, Arequipa, Cusco y Tacna se ubicaron en el segundo cuartil (Q2); Tumbes, Piura y La Libertad se ubicaron en el tercer cuartil (Q3) y Lambayeque, Loreto, Ucayali, Junín, Apurímac y el resto de regiones se ubicaron en el cuarto cuartil (Q4) como las regiones con menor PBI per cápita. Por su parte, en 2018 la mayoría de las regiones mostraron una mejor situación en relación al PBI per cápita, tal es el caso de Lima, Ica, Arequipa y Tacna que pasaron a pertenecer al primer cuartil; La libertad y Apurímac que pasaron a pertenecer al segundo cuartil; Lambayeque, Loreto, Ucayali y Junín que pasaron a pertenecer al segundo cuartil.



Fuente: MTC
Elaboración propia

Gráfico N° 17: Perú red vial nacional pavimentada por región, 2010 y 2018 (en kilómetros)

Del gráfico anterior se observa que, en 2010 regiones como Piura, Áncash, Lima, Cusco, Puno y Arequipa se ubicaron en el segundo cuartil (Q2); La Libertad, Cajamarca, San Martín, Junín, Ica y Tacna se ubicaron en el tercer cuartil (Q3); Lambayeque, Amazonas, Huánuco, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y el resto de regiones se ubicaron en el cuarto cuartil (Q4) como las regiones con menor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras pavimentadas pertenecientes a la red vial nacional. Por su parte, en 2018 la mayoría de las regiones mostraron una mejor situación, tal es el caso de Piura, Cajamarca, Lima, Ayacucho, Cusco y Puno que pasaron a pertenecer al primer cuartil; Amazonas, Junín, Huancavelica y Apurímac pasaron a pertenecer al segundo cuartil; Huánuco y Moquegua pasaron a pertenecer al tercer cuartil.

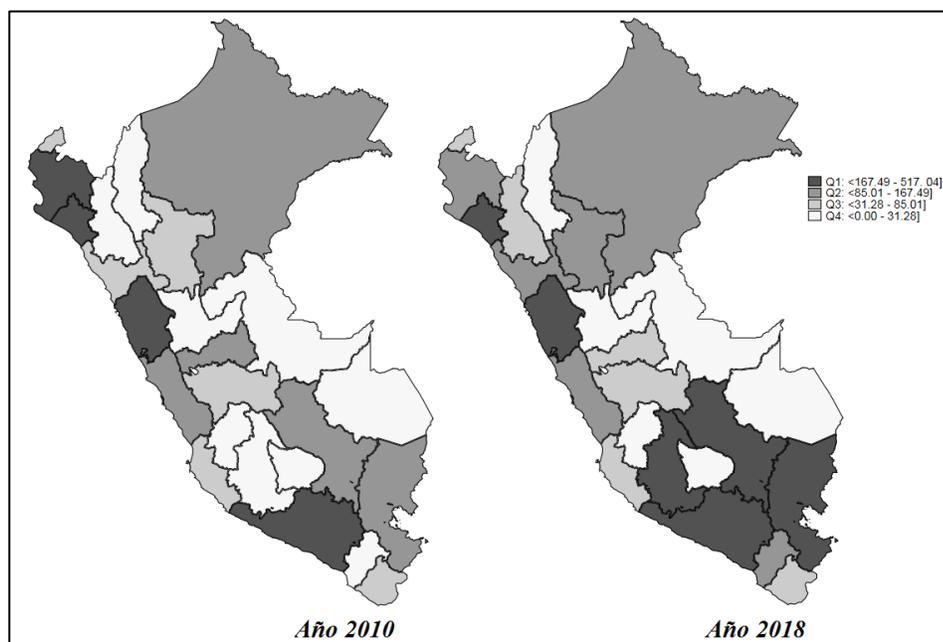


Fuente: MTC
Elaboración propia

Gráfico N° 18: Perú red vial nacional no pavimentada por región, 2010 y 2018 (en kilómetros)

Del gráfico anterior se observa que, en 2010 regiones como Cajamarca, Amazonas, La Libertad, Áncash, Huánuco, Pasco, Junín, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Puno y Moquegua se ubicaron en el primer cuartil (Q1) como las regiones con mayor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial nacional; Piura, San Martín, Moquegua y Tacna se ubicaron en el segundo cuartil (Q2); Lambayeque, Loreto e Ica se ubicaron en el tercer cuartil (Q3); Ucayali y Madre de Dios se ubicaron en el cuarto cuartil (Q4) como las regiones con menor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial nacional. Por su parte en 2018 regiones como Cajamarca, Amazonas, Pasco, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Arequipa

y Puno dejaron de ser las regiones con mayor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial nacional.



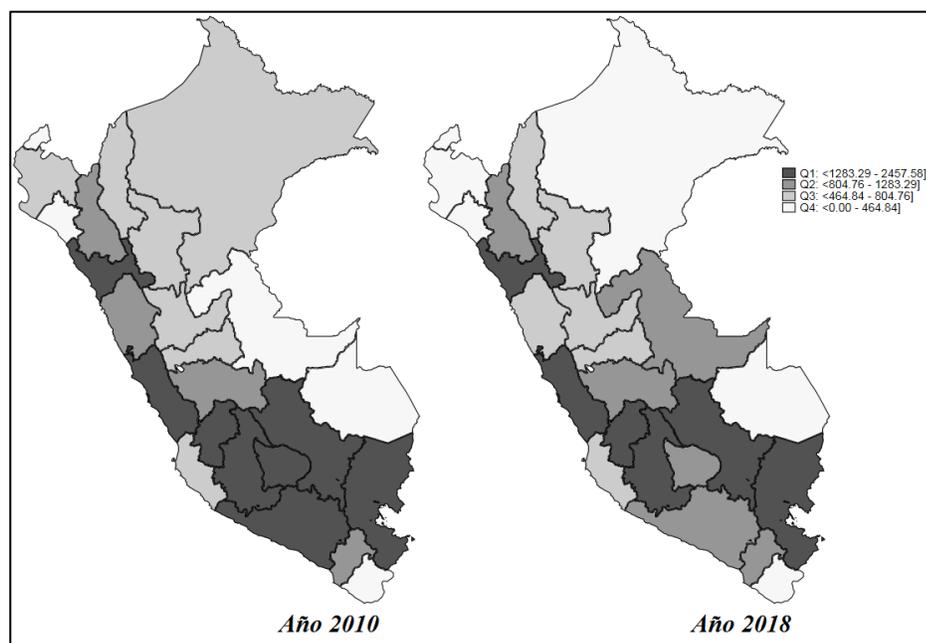
Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 19: Perú red vial departamental pavimentada por región, 2010 y 2018 (en kilómetros)

Del gráfico anterior se observa que, en 2010 regiones como Piura, Lambayeque, Áncash y Arequipa se ubicaron en el primer cuartil (Q1) como las regiones con mayor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras pavimentadas pertenecientes a la red vial departamental; Loreto, Lima, Pasco, Cusco y Moquegua se ubicaron en el segundo cuartil (Q2); Tumbes, La Libertad, San Martín, Junín, Ica y Tacna se ubicaron en el tercer cuartil (Q3); Cajamarca, Amazonas y resto de regiones se ubicaron en el cuarto cuartil (Q4) como las regiones con menor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras pavimentadas pertenecientes a la red vial departamental.

Por su parte, en 2018 la mayoría de las regiones mostraron una mejor situación, tal es el caso de Ayacucho, Cuzco y Puno que pasaron a pertenecer al primer cuartil; La Libertad, San Martín y Moquegua que pasaron a pertenecer al segundo cuartil y Cajamarca que pasó a pertenecer al tercer cuartil.



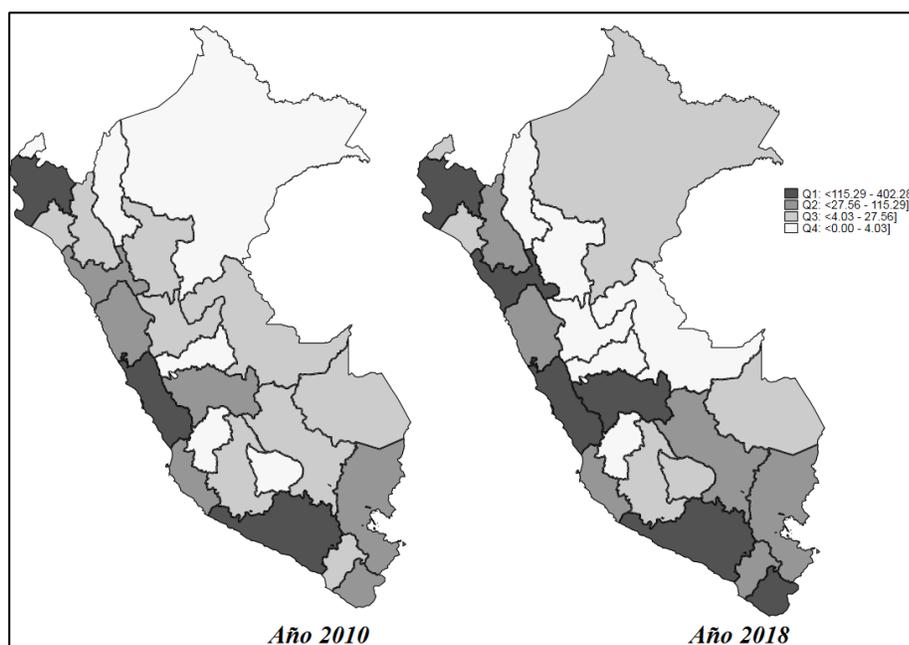
Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 20: *Perú red vial departamental no pavimentada por región, 2010 y 2018 (en kilómetros)*

Del gráfico anterior se observa que, en 2010 regiones como La Libertad, Lima, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Puno y Arequipa se ubicaron en el primer cuartil (Q1) como las regiones con mayor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial departamental; Cajamarca, Áncash, Junín y Moquegua se ubicaron en el segundo cuartil (Q2); Piura, Amazonas, San Martín, Loreto, Huánuco, Pasco, e Ica se ubicaron en el tercer cuartil (Q3); Tumbes, Lambayeque, Ucayali, Madre de Dios y Tacna se ubicaron en el cuarto

cuartil (Q4) como las regiones con menor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial departamental. Por su parte en 2018 regiones como Apurímac y Arequipa dejaron de ser las regiones con mayor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial Departamental.



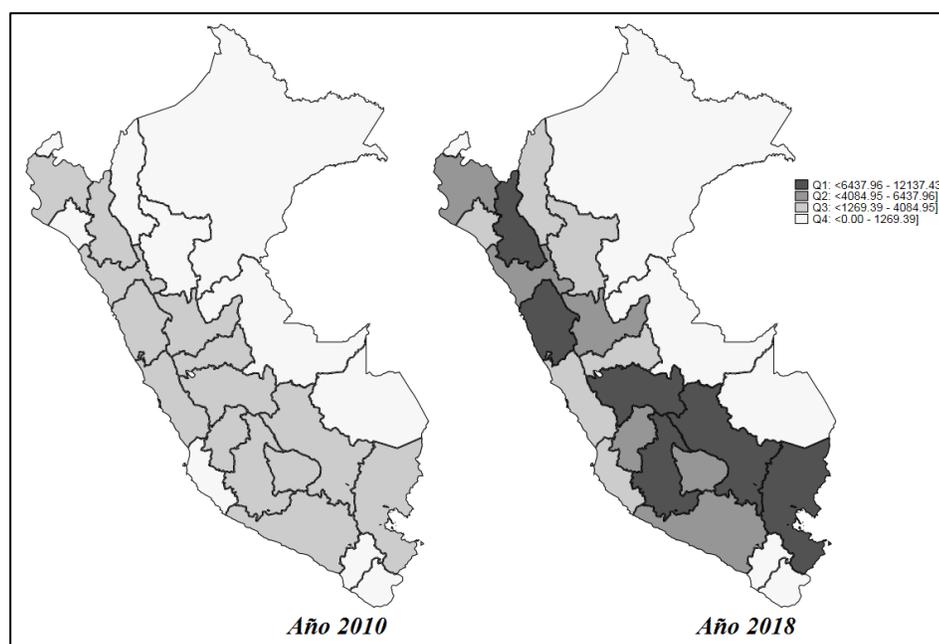
Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 21: *Perú red vial local pavimentada por región, 2010 y 2018 (en kilómetros)*

Del gráfico anterior se observa que, en 2010 regiones como Piura, Lima y Arequipa se ubicaron en el primer cuartil (Q1) como las regiones con mayor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras pavimentadas pertenecientes a la red vial local; La Libertad, Áncash, Junín, Ica, Puno y Tacna se ubicaron en el segundo cuartil (Q2); Lambayeque, Cajamarca, San Martín, Huánuco, Ucayali, Madre de Dios,

Cusco, Ayacucho y Moquegua se ubicaron en el tercer cuartil (Q3); Amazonas, Loreto, Pasco, Huancavelica y Apurímac se ubicaron en el cuarto cuartil (Q4) como las regiones con menor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras pavimentadas pertenecientes a la red vial local. Por su parte, en 2018 la mayoría de las regiones mostraron una mejor situación, tal es el caso de La Libertad, Junín y Tacna que pasaron a pertenecer al primer cuartil; Cajamarca, Cusco y Moquegua que pasaron a pertenecer al segundo cuartil; Tumbes, Loreto y Apurímac que pasaron a pertenecer al tercer cuartil.



Fuente: MTC

Elaboración propia

Gráfico N° 22: Perú red vial local no pavimentada por región, 2010 y 2018 (en kilómetros)

Del gráfico anterior se observa que, en 2010 regiones como Piura, Cajamarca, La Libertad, Áncash, Huánuco, Pasco, Junín, Lima, Huancavelica, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Puno y Arequipa se ubicaron en el tercer cuartil (Q3); Tumbes, Lambayeque,

Amazonas, San Martín, Loreto Ucayali, Madre de Dios, Ica, Moquegua y Tacna se ubicaron en el cuarto cuartil (Q4) como las regiones con menor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial local. Por su parte en 2018 regiones como Cajamarca, Áncash, Junín, Ayacucho, Cusco y Puno pasaron a ser las regiones con mayor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial local; y regiones como Lambayeque, Amazonas, San Martín e Ica dejaron de ser las regiones con menor extensión longitudinal (en kilómetros) de carreteras no pavimentadas pertenecientes a la red vial local.

5.2 Análisis de resultados

En esta parte de la investigación, para la estimación del modelo más adecuado para contrastar las hipótesis formuladas, se siguió con la metodología propuesta para un panel de datos, comenzando con el análisis de la estacionariedad de las variables tal como se señala en el *Gráfico N° 2: Esquema para el análisis multivariado de un panel de datos* de la sección 4.5. Las pruebas y estimaciones se realizaron utilizando los logaritmos de las variables.

Variables	Diferencias Especificación	Niveles	
		Con intercepto y tendencia	Solo con intercepto
	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria común)</u>		
	Levin, Lin & Chu t	-13.497***	-6.276***
	Breitung t-stat	-1.196	-
ln(PBI_PC)	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria individual)</u>		
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-0.616	-1.047
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	68.432**	60.537
	PP - Fisher Chi-cuadrado	76.193***	110.841***
	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria común)</u>		
	Levin, Lin & Chu t	-49.394***	-51.395***
	Breitung t-stat	-1.088	-
ln(IV)	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria individual)</u>		
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-4.781***	-15.526***
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	109.374***	172.812***
	PP - Fisher Chi-cuadrado	342.602***	425.109***

	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria común)</u>		
	Levin, Lin & Chu t	-14.685***	-18.222***
	Breitung t-stat	1.466	-
ln(IV_P)	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria individual)</u>		
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-0.55548	-4.84***
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	69.508**	104.105***
	PP - Fisher Chi-cuadrado	125.492***	137.724***
	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria común)</u>		
	Levin, Lin & Chu t	7.401	9.574
	Breitung t-stat	0.232	-
ln(IV_NP)	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria individual)</u>		
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-0.414	-3.007***
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	66.637**	94.397***
	PP - Fisher Chi-cuadrado	314.051***	365.348***

	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria común)</u>		
	Levin, Lin & Chu t	-65.201***	-30.601***
	Breitung t-stat	0.403	-
In(RVN)	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria individual)</u>		
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-4.462***	-10.290***
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	81.419***	108.200***
	PP - Fisher Chi-cuadrado	75.881***	105.611***
	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria común)</u>		
	Levin, Lin & Chu t	-44.359***	-56.014***
	Breitung t-stat	2.360	-
In(RVD)	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria individual)</u>		
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-13.519***	-26.107***
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	123.759***	107.716***
	PP - Fisher Chi-cuadrado	108.058***	77.4359***

	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria común)</u>	
	Levin, Lin & Chu t	28.240 16.9104
	Breitung t-stat	-1.367* -
ln(RVL)	<u>H0: Raíz unitaria (asume proceso de raíz unitaria individual)</u>	
	Im, Pesaran and Shin W-stat	-4.832*** -15.486***
	ADF - Fisher Chi-cuadrado	134.050*** 185.341***
	PP - Fisher Chi-cuadrado	376.889*** 455.610***

*** p value < 0.01, ** p value < 0.05 y * p value < 0.10

Ln (PBI_PC) = logaritmo del PBI per cápita, Ln (IV) = logaritmo de la infraestructura vial, Ln (IV_P) = logaritmo de la infraestructura vial pavimentada, Ln (IV_NP) = logaritmo de la infraestructura vial no pavimentada, Ln (RVN) = logaritmo de la red vial nacional, Ln (RVD) = logaritmo de la red vial departamental, Ln (RVL) = logaritmo de la red vial local.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7: Pruebas de raíz unitaria para panel de datos

De la tabla anterior se observa que, al evaluar la estacionariedad de las variables a través de pruebas de raíz unitaria para panel de datos en niveles para las especificaciones de “con intercepto y tendencia” y “solo con intercepto” la gran mayoría de las pruebas presentadas en la tabla, arrojan resultados de que las variables no presentan raíz unitaria y de acuerdo con el algoritmo de Enders (2004), si la variable es estacionaria con intercepto y/o tendencia no se analiza la especificación “sin intercepto ni tendencia”, de lo cual se puede inferir que las variables de la presente investigación son estacionarias.

De acuerdo con la metodología propuesta, al verificarse que las variables son estacionarias, el modelo más adecuado a estimar es un Panel Dinámico Arellano – Bond.

$$lpbi_pc_{it} = \alpha lpbi_pc_{it-1} + \beta_1 piv_{pit} + \beta_2 lrvn + \beta_3 lrvd + \beta_4 lrvl + \beta_5 t + \varepsilon_{it}$$

Donde

$lpbi_pc_{it}$: Logaritmo del PBI per cápita

piv_{pit} : Logaritmo de la proporción de infraestructura vial pavimentada respecto de la infraestructura vial total.

$lrvn$: Logaritmo de la red vial nacional

$lrvd$: Logaritmo de la red vial departamental

$lrvl$: Logaritmo de la red vial local

t: Tendencia determinista

Variable	Coefficiente	Error estándar	Z - Statistic	Prob.
lpbi_pc(-1)	0.6347	0.1095	5.800	0.000
piv_p	0.0935	0.0653	1.430	0.152
lrvn	0.1147	0.1473	0.780	0.436
lrvd	0.0153	0.0478	0.320	0.750
lrvl	0.0587	0.0678	0.870	0.387
t	0.0034	0.0048	0.720	0.474

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 8: Estimación de Arellano – Bond bajo el mecanismo one step

En la tabla anterior se observa que, los resultados de la estimación bajo el modelo de Panel Dinámico Arellano – Bond bajo el mecanismo one step, a pesar de que los signos de los coeficientes son los esperados, solo el coeficiente del retardo de la variable dependiente resulta estadísticamente significativo al nivel del 5%.

Orden	Z	Prob
1	-3.1711	0.0015
2	-1.2827	0.1996

H0: No autocorrelación

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9: *Test de autocorrelación serial de Arellano – Bond (one step).*

De la tabla anterior se observa que, con un nivel de significancia del 5% (p value = 0.1996) se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación serial de segundo orden en las primeras diferencias de los errores, por lo que se cumple el primer requisito indispensable del Panel Dinámico Arellano – Bond. Este resultado era de esperarse debido a que cuando se analizaron las variables, estas no presentaban raíz unitaria.

H0: Sobreidentificación de las ecuaciones son validas		
Chi (27)	=	54.1674
Prob > Chi2	=	0.0015

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 10: *Test de sobreidentificación de Sargan (one step).*

De la tabla anterior se observa que, con un nivel de significancia del 5% (p value = 0.0015) se rechaza la hipótesis nula de sobreidentificación, indicando que las ecuaciones no están correctamente sobreidentificadas, por lo cual no se cumple el segundo requisito indispensable del Panel Dinámico Arellano – Bond.

Por lo señalado anteriormente, la estimación del modelo propuesto a través de un Panel Dinámico Arellano – Bond bajo el mecanismo one step al no cumplir con uno de los requisitos indispensables no es el adecuado.

Variable	Coefficiente	Error estándar robusto	Z - Statistic	Prob.
lpbi_pc(-1)	0.6347	0.0659	9.630	0.000
piv_p	0.0935	0.0735	1.270	0.203
lrvn	0.1147	0.0874	1.310	0.189
lrvd	0.0153	0.0264	0.580	0.564
lrvl	0.0587	0.0573	1.030	0.305
t	0.0034	0.0020	1.670	0.094

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11: *Estimación de Arellano – Bond bajo el mecanismo one step robusto*

En la tabla anterior se observa que, los resultados de la estimación bajo el modelo de Panel Dinámico Arellano – Bond bajo el mecanismo one step con errores robustos, los signos de los coeficientes siguen siendo los esperados, sin embargo, al nivel de significancia del 5%, solo el coeficiente del retardo de la variable dependiente resulta estadísticamente significativo.

Orden	Z	Prob
1	-2.1913	0.0284
2	-0.60351	0.5462

H0: No autocorrelación

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12: *Test de autocorrelación serial de Arellano – Bond (one step robusto).*

De la tabla anterior se observa que, con un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación serial de segundo orden en las primeras diferencias de los errores, por lo que se cumple el primer requisito indispensable del Panel Dinámico Arellano – Bond.

Es preciso señalar que cuando se estima Panel Dinámico Arellano – Bond bajo cualquiera de los dos mecanismos utilizando errores robustos, no se puede realizar el test de Sargan por lo que solo se analiza la correlación serial.

Por lo señalado anteriormente, la estimación del modelo propuesto a través de un Panel Dinámico Arellano – Bond bajo el mecanismo one step con errores robustos a pesar de que cumple con los requisitos indispensables, los coeficientes no resultan estadísticamente significativos por lo que tampoco es adecuado.

Variable	Coefficiente	Error estándar	Z - Statistic	Prob.
lpbi_pc(-1)	0.6277	0.0211	29.780	0.000
piv_p	0.1057	0.0240	4.400	0.000
lrvn	0.0957	0.0182	5.240	0.000
lrvd	0.0233	0.0114	2.050	0.041
lrvl	0.0593	0.0178	3.330	0.001
t	0.0036	0.0008	4.510	0.000

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 13: *Estimación de Arellano – Bond bajo el mecanismo two step*

En la tabla anterior se observa que, los resultados de la estimación bajo el modelo de Panel Dinámico Arellano – Bond bajo el mecanismo two step, los signos de los coeficientes son los esperados y estadísticamente significativos al 5%.

Orden	Z	Prob
1	-1.8569	0.0633
2	-0.6245	0.5323

H0: No autocorrelación

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 14: *Test de autocorrelación serial de Arellano – Bond (two step).*

De la tabla anterior se observa que, con un nivel de significancia del 5% (p value = 0.5323) se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación serial de segundo orden en las primeras diferencias de los errores, por lo que se cumple el primer requisito indispensable del Panel Dinámico Arellano – Bond.

H0: Sobreidentificación de las ecuaciones son validas		
Chi (27)	=	20.6182
Prob > Chi2	=	0.8038

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 15: *Test de sobreidentificación de Sargan (Two step).*

De la tabla anterior se observa que, con un nivel de significancia del 5% ($p \text{ value} = 0.8038$) se acepta la hipótesis nula de sobreidentificación, indicando que las ecuaciones están correctamente sobreidentificadas, por lo cual se cumple el segundo requisito indispensable del Panel Dinámico Arellano – Bond.

Por lo señalado anteriormente, la estimación del modelo propuesto a través de un Panel Dinámico de Arellano – Bond bajo el mecanismo two step cumple con los dos requisitos indispensables para una correcta modelización; asimismo, los coeficientes presentan el signo esperado y son estadísticamente significativos al nivel de 5% por lo que este modelo sería el adecuado.

Por su parte, también se realiza la estimación del modelo a través de un Panel Dinámico de Arellano – Bond bajo el mecanismo two step con errores robustos con la finalidad de obtener mejores resultados.

Variable	Coefficiente	Error estándar robusto	Z - Statistic	Prob.
lpbi_pc(-1)	0.6277	0.0781	8.030	0.000
piv_p	0.1057	0.0961	1.100	0.272
lrn	0.0957	0.0710	1.350	0.178
lrvd	0.0233	0.0317	0.730	0.464
lrvl	0.0593	0.0666	0.890	0.373
t	0.0036	0.0021	1.700	0.089

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16: *Estimación de Arellano – Bond bajo el mecanismo two step robusto*

En la tabla anterior se observa que, los resultados de la estimación bajo el modelo de Panel Dinámico Arellano – Bond bajo el mecanismo two step con errores robustos, los signos de los coeficientes siguen siendo los esperados, sin embargo, al nivel de significancia del 5%, solo el coeficiente del retardo de la variable dependiente resulta estadísticamente significativo.

Orden	Z	Prob
1	-1.7644	0.0777
2	-0.6241	0.5326

H0: No autocorrelación

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17: *Test de autocorrelación serial de Arellano – Bond (two step robusto).*

De la tabla anterior se observa que, con un nivel de significancia del 5% se acepta la hipótesis nula de no autocorrelación serial de segundo orden en las primeras diferencias de los errores, por lo que se cumple el primer requisito indispensable del Panel Dinámico Arellano – Bond. Como se indicó anteriormente, no se evalúa la sobreidentificación de las ecuaciones.

Por lo señalado anteriormente, la estimación del modelo propuesto a través de un Panel Dinámico Arellano – Bond bajo el mecanismo two step con errores robustos a pesar de que cumple con los requisitos indispensables, los coeficientes no resultan estadísticamente significativos por lo que tampoco es adecuado.

5.3 Discusión de resultados

En esta parte de la investigación, se presenta un resumen de las estimaciones realizadas en la sección anterior. De manera que facilite la comparación de los modelos estimados con la finalidad de poder validar y contrastar las hipótesis planteadas en esta investigación.

En la tabla N° 18 se muestra la estimación del modelo propuesto a través de un Panel Dinámico Arellano – Bond bajo los mecanismos one step y two step con y sin errores robustos, siendo un total de 4 resultados, todos ellos con la evaluación de los requisitos indispensables para este tipo de modelos.

Variable	One step		One step robust		Two step		Two step robust	
	Coef.	E. E.	Coef.	E. E. R.	Coef.	E. E.	Coef.	E. E. R.
lpbi_pc(-1)	0.6347***	0.1095	0.6347***	0.0659	0.6277***	0.0211	0.6277***	0.0781
lrvn	0.1147	0.1473	0.1147	0.0874	0.0957***	0.0182	0.0957	0.0710
lrvd	0.0153	0.0478	0.0153	0.0264	0.0233**	0.0114	0.0233	0.0317
lrvl	0.0587	0.0678	0.0587	0.0573	0.0593***	0.0178	0.0593	0.0666
piv_p	0.0935	0.0653	0.0935	0.0735	0.1057***	0.0240	0.1057	0.0961
t	0.0034	0.0048	0.0034*	0.0020	0.0036***	0.0008	0.0036*	0.0021
No Autocorrelación	Se acepta		Se acepta		Se acepta		Se acepta	
Sobreidentificación	Se rechaza		---		Se acepta		---	

*** p value < 0.01, ** p value < 0.05 y * p value < 0.10

E. E. = Error Estándar, E. E. R = Error Estándar Robusto

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18: Resumen de las estimaciones del Panel Dinámico Arellano – Bond.

Variable	Efectos	
	Corto plazo	Largo plazo
lr _{vn}	0.10	0.15
lr _{vd}	0.02	0.04
lr _{vl}	0.06	0.09
piv _p	0.11	0.17

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19: *Impacto a corto y largo plazo de la estimación del Panel Dinámico Arellano – Bond bajo el mecanismo two step robusto.*

De la tabla N° 18 se observa que, es preferible la estimación del modelo propuesto a través de un Panel Dinámico de Arellano – Bond bajo el mecanismo two step, debido a que los coeficientes cuentan con los signos y significancia esperada de manera que se puede aceptar las hipótesis formuladas y cumplir con los objetivos planteados en la presente investigación.

Es importante señalar que, los resultados presentados a continuación son la interpretación econométrica del modelo estimado elegido. Como se señaló al inicio de este capítulo, los datos se encuentran en logaritmos, por lo que los impactos de las variables independientes sobre la variable dependiente corresponden a las elasticidades de las variables originales. Dichos impactos, los cuales se han formulado en las hipótesis, se encuentran respaldados por la revisión de bases teóricas e investigaciones empíricas que abordan la misma problemática de la presente investigación.

1. *Impacto de la red vial nacional sobre el PBI per cápita.*

H^0 : La red vial nacional impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

H^A : La red vial nacional no impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

De la tabla N° 18 se observa que, con un nivel de significancia del 1% se puede aceptar la hipótesis nula de que la red vial nacional impacta positivamente sobre el PBI per cápita. En ese sentido, ante un incremento del 1% de la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial nacional, el PBI per cápita se incrementa en 0.10% en el corto plazo y en 0.15% en el largo plazo (Ver tabla N° 19). Asimismo, con dicho resultado se cumple con el primer objetivo planteado en la presente investigación, determinar el impacto de la red vial nacional sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

2. *Impacto de la red vial departamental sobre el PBI per cápita.*

H^0 : La red vial departamental impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

H^A : La red vial departamental no impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

De la tabla N° 18 se observa que, con un nivel de significancia del 5% se puede aceptar la hipótesis nula de que la red vial departamental impacta positivamente sobre el PBI per cápita. En ese sentido, ante un incremento del 1% de la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial departamental, el PBI per cápita se incrementa en 0.02% en el corto plazo y en 0.04% en el largo plazo (Ver tabla N° 19). Asimismo, con dicho resultado se cumple con el segundo objetivo planteado en la presente investigación, determinar el impacto de la red vial departamental sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

3. Impacto de la red vial local sobre el PBI per cápita.

H⁰: La red vial local impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

H^A: La red vial local no impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

De la tabla N° 18 se observa que, con un nivel de significancia del 1% se puede aceptar la hipótesis nula de que la red vial local impacta positivamente sobre el PBI per cápita. En ese sentido, ante un incremento del 1% de la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial local, el PBI per cápita se incrementa en 0.06% en el corto plazo y en 0.09% en el largo plazo (Ver tabla N° 19). Asimismo, con dicho resultado se cumple con el tercer objetivo planteado en la presente investigación, determinar el

impacto de la red vial local sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

4. *Impacto de infraestructura vial pavimentada sobre el PBI per cápita.*

H^0 : La infraestructura vial pavimentada impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

H^A : La infraestructura vial pavimentada no impacta significativamente y de manera positiva sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

De la tabla N° 18 se observa que, con un nivel de significancia del 1% se puede aceptar la hipótesis nula de que la infraestructura vial pavimentada impacta positivamente sobre el PBI per cápita. En ese sentido, ante un incremento de 1 punto porcentual en la proporción de la infraestructura vial pavimenta respecto a la infraestructura vial total, el PBI per cápita se incrementa en 0.11% en el corto plazo y 0.17% en el largo plazo (Ver tabla N° 19). Asimismo, con dicho resultado se cumple con el cuarto objetivo planteado en la presente investigación, determinar el impacto de la infraestructura vial pavimentada sobre el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

Los resultados mostrados guardan relación con los resultados de Vásquez y Bendezú (2008), Urrunaga y Aparicio (2012), Amairia y Amaira (2017) y Zurita et al (2016)

los cuales encuentran que, el efecto de la infraestructura vial (carreteras asfaltadas y caminos pavimentados) sobre el crecimiento económico es positivo. Por su parte, el resto de investigaciones revisadas encuentran que, la inversión en infraestructura vial genera un efecto positivo sobre el crecimiento económico, las cuales a pesar de que usan variables monetarias para la infraestructura vial, guardan el mismo sentido con los resultados obtenidos en la presente investigación.

5. *Efecto de persistencia del PBI per cápita.*

H^0 : Existe un efecto de persistencia significativo y positivo en el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

H^A : No Existe un efecto de persistencia significativo y positivo en el PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

De la tabla N° 18 se observa que, con un nivel de significancia 1% se puede aceptar la hipótesis nula de la existencia de un efecto de persistencia positivo en el PBI per cápita. En ese sentido, si en el año anterior hubo un incremento del PBI per cápita (crecimiento económico) de 1%, el PBI per cápita del año analizado se incrementa en 0.63%. Asimismo, con dicho resultado se cumple con el quinto objetivo planteado en la presente investigación, determinar el efecto de persistencia del PBI per cápita del Perú a un nivel regional durante el periodo 2010 – 2018.

CAPÍTULO VI

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Se concluye que existe un efecto directo por parte de la red vial nacional hacia el PBI per cápita. Específicamente, ante un incremento del 1% de la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial nacional se genera un incremento de 0.10% en el PBI per cápita en el corto plazo y un incremento de 0.15% en el largo plazo. Siendo este impacto mayor que el de la red vial departamental y la red vial local, esto se explicaría debido a que las carreteras longitudinales de la Costa (Panamericana Norte y Sur), de la Sierra y de la Selva, la Carretera Central (principales carreteras que conectan las regiones del Perú) pertenecen a la red vial nacional las cuales se encuentran pavimentadas en un 67.2%.
2. Se concluye que, existe un efecto directo por parte de la red vial departamental hacia el PBI per cápita. Específicamente, ante un incremento del 1% de la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial departamental, se genera un incremento de 0.02% en el PBI per cápita en el corto plazo y un incremento de 0.04% en el largo plazo. Siendo este impacto menor que el de la red vial nacional y la red vial local, esto se explicaría debido a que, durante el periodo de análisis, el 12.2% de las carreteras pertenecientes a la red vial departamental se encuentran pavimentadas y

del total de la infraestructura vial solo el 17.9% pertenece a las carreteras de la red vial departamental.

3. Se concluye que, existe un efecto directo por parte de la red vial local hacia el PBI per cápita. Específicamente, ante un incremento del 1% de la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial local se genera un incremento de 0.06% en el PBI per cápita en el corto plazo y un incremento de 0.09% en el largo plazo. Siendo este impacto menor que el de la red vial nacional y mayor que el de la red vial departamental, esto se explicaría debido a que, durante el periodo de análisis, el 1.7% de las carreteras pertenecientes a la red vial local se encuentran pavimentadas (menor que el nivel de la red vial nacional) y del total de la infraestructura vial el 64.4% pertenece a las carreteras de la red vial local (mayor que el nivel de la red vial departamental).

4. Se concluye que, existe un efecto directo por parte de la infraestructura vial pavimentada hacia el PBI per cápita, esto guarda relación con lo que señalan Vásquez y Bendezú (2008), Urrunaga y Aparicio (2012), Amairia y Amaira (2017) y Zurita et al (2016) en sus respectivas investigaciones. Específicamente, ante un incremento de 1 punto porcentual en la proporción de la infraestructura vial pavimentada respecto a la infraestructura vial total, se genera un incremento de 0.11% en el PBI per cápita en el corto plazo y un incremento de 0.17% en el largo plazo, esto se explicaría porque del total de la infraestructura vial pavimentada, el 80% son las principales carreteras que conectan las regiones del Perú que pertenecen a la red vial nacional. Esta situación reflejaría que el incremento de la infraestructura vial total genera un impacto

positivo en el PBI, sin embargo, el impacto será mayor cuando este incremento se da por parte del incremento de la infraestructura vial pavimentada.

5. Se concluye que, existe un efecto positivo y estadísticamente significativo en el PBI per cápita de un determinado año por parte del PBI per cápita del año anterior, lo cual indicaría que existe un efecto de persistencia positivo y relevante. Específicamente si en el año anterior hubo un incremento del PBI per cápita (crecimiento económico) de 1%, generaría un incremento de 0.63% en el PBI per cápita. Este resultado es diferente al obtenido por Vásquez y Bendezú (2008), en el cual encuentran que el efecto de persistencia es negativo; esta diferencia estaría explicada principalmente por los periodos de análisis. En la presente investigación, el periodo de análisis corresponde al periodo 2010 – 2018, en el cual durante todos los años de dicho periodo el crecimiento económico fue positivo; mientras que, en la investigación de Vásquez y Bendezú (2008) el periodo de análisis corresponde al periodo 1970 – 2000, periodo en el cual el Perú atravesó fuertes crisis económicas.

6.2 Recomendaciones

1. En lo que respecta a la relación entre la infraestructura vial nacional y el crecimiento económico, sería conveniente que las entidades encargadas de realizar políticas públicas en materia de infraestructura de transporte promuevan una mayor inversión en la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial nacional debido a que, esto fomenta el crecimiento económico regional. Así, entidades como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Provías Nacional, PROINVERSIÓN, OSITRAN, Ministerio de Economía y Finanzas deberían alinear sus políticas para promover y agilizar la inversión en la infraestructura vial nacional.
2. En lo que respecta a la relación entre la infraestructura vial departamental y el crecimiento económico, sería conveniente que las entidades encargadas de realizar políticas públicas en materia de infraestructura de transporte promuevan una mayor inversión en la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial departamental debido a que, esto fomenta el crecimiento económico regional. Así, entidades como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, OSITRAN, Ministerio de Economía y Finanzas y los gobiernos regionales deberían alinear sus políticas para promover y agilizar la inversión en la infraestructura vial departamental.
3. En lo que respecta a la relación entre la infraestructura vial local y el crecimiento económico, sería conveniente que las entidades encargadas de realizar políticas públicas en materia de infraestructura de transporte promuevan una mayor inversión en la longitud de carreteras pertenecientes a la red vial local debido a que, esto

fomenta el crecimiento económico regional. Así, entidades como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, OSITRAN, Ministerio de Economía y Finanzas y los gobiernos locales deberían alinear sus políticas para promover y agilizar la inversión en la infraestructura vial local.

4. En lo que respecta a la relación entre la infraestructura vial pavimentada y el crecimiento económico, sería conveniente que las entidades encargadas de realizar políticas públicas en materia de infraestructura de transporte promuevan una mayor inversión en la longitud de carreteras pavimentadas debido a que, esto fomenta el crecimiento económico regional. Así, entidades como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, PROINVERSIÓN, Provías Nacional, OSITRAN, Ministerio de Economía y Finanzas, gobiernos regionales y locales deberían alinear sus políticas para promover y agilizar la inversión en la infraestructura vial pavimentada.
5. En relación a la persistencia del crecimiento económico, sería conveniente que las entidades encargadas de las políticas económicas cada año, direccionen dichas políticas a incrementar el nivel del PBI per cápita en comparación del año anterior debido a que, esto generaría un efecto de persistencia positivo y significativo en el crecimiento económico regional. Es así que, si el PBI per cápita de este año se incrementa tendrá un impacto positivo en el PBI per cápita del próximo año, generando crecimiento económico en las regiones del Perú.

REFERENCIAS

- Amairia, R., & Amaira, B. (2017). Transport Infrastructure and Economic Growth: New Evidence from Tunisia an ARDL Bounds Testing Approach. Túnez: Journal of Infrastructure Development.
- Alanya Torres, G., & Huamaní Curihuamán, J. L. (2014). Inversión Pública en infraestructura vial y su influencia en la actividad económica de los sectores productivos en la provincia de Huamanga: 2009 - 2013. Ayacucho: Repositorio UNSCH. Obtenido de http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/835/Tesis%20E164_Ala.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The Review of Economic Studies*.
- Barro, R. J. (1990). Government Spending Simple Model of Endogenous Growth. *Estados Unidos: Journal of Political Economy*.
- BCRP. (2018). Memoria 2017. Perú.
- Blanchard, O., Amighini, A., & Giavazzi, F. (2012). *Macroeconomía*. Madrid: Pearson Education.
- CEPLAN. (2011). Plan Bicentenario. Perú. Obtenido de chrome-extension://oemmndcbldboiebfnladdacbfdmadadm/https://www.ceplan.gob.pe/wp-content/uploads/files/plan_bicentenario/200-infraestructura.pdf

- Cerda Toro, H. A. (2012). *Inversión pública, infraestructura y crecimiento económico chileno, 1853 - 2010*. Barcelona.
- Chang, V. (2018). *Impacto de la inversión en aeropuertos en el desarrollo económico regional: Evidencia empírica de los aeropuertos*. Lima.
- Choi, I. (2001). Unit root test for panel data. *Journal of International Money and Finance*.
- Durango Agudelo, E. A. (2016). *Relación entre infraestructura vial y desarrollo económico en los municipios de Antioquia: aplicación espacial*. Colombia.
- EL PERUANO. (30 de Octubre de 2018). *Reglamento del Decreto Legislativo N° 1362*. págs. 7-35.
- Enders, W. (2004). *Applied Econometric Time Series*. 2nd Edition . Alabama: Wiley.
- Engle, R. F., & Granger, C. J. (1987). Co-integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing. *Econometrica*.
- Granger, C. W. (1969). *Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods*. *Econometrica*.
- Hayes, B. (1999). *Cómo medir la satisfacción del cliente*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. d. (2014). *México*: McGraw Hill.
- Huanchi Mamani, L. E. (2017). *Impacto de la inversión pública en el crecimiento económico de las regiones del Perú periodo, 2001 – 2013*. Perú.

Instituto Nacional de Defensa Civil. (2018). Compendio Estadístico 2018. Preparación - Respuestas - Rehabilitación. Lima.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (06 de mayo de 2019). Obtenido de <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/economia/>

Krugman, P., & Wells, R. (2006). Macroeconomics. New York: Worth Publishers.

Larraín, F., & Sachs, J. (2002). Macroeconomía en la economía global 2da Edición. Buenos Aires: Pearson Education.

Levin, A., Lin, C.-F., & Chu, C.-S. J. (2002). Unit root tests in panel data: asymptotic and finite - sample properties. Journal of Econometrics.

Machado, R., & Toma, H. (2017). Crecimiento económico e infraestructura de transportes y comunicaciones en el Perú. Perú: Revistas PUCP.

Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test. Oxford bulletin of economics and statistics.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones . (06 de mayo de 2019). Obtenido de <https://portal.mtc.gob.pe/estadisticas/transportes.html>

MTC. (2006). Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura vial. Perú.

MTC. (2018). Visión de desarrollo de la infraestructura vial. Perú. Obtenido de <http://www.cip.org.pe/publicaciones/2018/vision-de-desarrollo-de-la-infraestructura-vial.pdf>

OSITRAN. (2018). Análisis de la infraestructura vial concesionada en el Perú. Lima.

- Palacios Tovar, C. A. (2018). Efecto de la inversión pública en la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana entre los años 2000 - 2016. Perú.
- Parimango Reyna, J. D. (2016). La inversión en infraestructura vial y su incidencia en el crecimiento económico de la región La Libertad: 2005 - 2012. Trujillo.
- Pedroni, P. (2004). Panel Cointegration: Asymptotic and Finite Sample Properties of Pooled Time Series Tests with an Application to the PPP Hypothesis. *Econometric Theory*.
- Ranis, G., & Stewart, F. (2002). Crecimiento económico y desarrollo humano en América Latina. *Revista CEPAL* N° 78.
- Ríos Rosal, W. (30 de noviembre de 2017). *Andina*. Obtenido de <https://andina.pe/agencia/noticia-infraestructura-vial-y-tecnologia-aporta-a-cerrar-brechas-zonas-rurales-691458.aspx>
- Rivera, J., & Toledo, P. (2004). Efectos de la infraestructura pública sobre el crecimiento de la economía, evidencia para Chile. Chile: Repositorio UCHILE.
- Rojas López, M. D., & Ramírez Muriel, A. F. (2018). Inversión en infraestructura vial y su impacto en el crecimiento económico: Aproximación de análisis al caso infraestructura en Colombia (1993-2014). Colombia: *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*.
- Rus, G. d., Campos, J., & Nombela, G. (2003). *Economía del transporte*. España.
- Tamayo, & Tamyó, M. (2003). En *El proceso de la Investigación Científica* (pág. 35). Mexico.

Urrunaga, R., & Aparicio, C. (2012). Infraestructura y crecimiento económico en el Perú. Revista de la CEPAL.

Vásquez Cordano, A., & Bendezú Medina, L. (2008). Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú. Lima: Consorcio de Investigación Económica y Social (CIES) y Banco Central de Reserva del Perú (BCRP).

World Bank. (2017). Rethinking Infrastructure in Latin America and the Caribbean, Spending Better to Achieve More. Washington DC. Obtenido de <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/676711491563967405/pdf/114110-REVISED-Rethinking-Infrastructure-Low-Res.pdf>

Zurita Vaca, M., Amboya Soque, R., & Barba Castro, E. (2016). Infraestructura Vial y Crecimiento Económico: Caso Parroquias Sevilla Don Bosco y San Isidro, Provincia de Morona Santiago, Ecuador. Ecuador: Altoandin.

APÉNDICE

Apéndice 1: Algoritmo de Enders

$$\text{Estimar } \Delta Y_t = a_0 + \delta Y_{t-1} + a_2 t + \sum \beta_i \Delta Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

