



UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS

FACULTAD DE ECONOMÍA

PROGRAMA ACADÉMICO DE ECONOMÍA Y FINANZAS

**ANÁLISIS DE LA RELACION DE LA EFICIENCIA TECNICA EN LA
INFRAESTRUCTURA VIAL REGIONAL Y EL CRECIMIENTO
ECONOMICO (2007 – 2018)**

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Para optar el grado de bachiller en Economía y Finanzas

AUTOR

Fernandez Cevallos, Cesar Augusto André (0000-0003-4505-5630)

ASESOR

Jopen Sánchez, Guillermo Héctor (0000-0003-2629-6017)

Lima, 6 de enero de 2021

RESUMEN

La literatura menciona que la brecha en infraestructura vial puede representar una limitante al crecimiento económico, en especial, a nivel regional. El presente documento se centra en el análisis de la eficiencia técnica de la infraestructura vial en las regiones de Perú, durante el periodo comprendido entre 2007 y 2018. La metodología se compone por dos etapas.

La primera tiene por objetivo determinar un índice que recoja la eficiencia del gasto público en infraestructura vial, sobre la base del análisis de eficiencia estocástica. Mediante el cual se encuentra que, un mayor gasto a nivel regional no necesariamente se refleja en una mejora en la infraestructura vial. Así, existen regiones con un menor monto destinado al gasto en carreteras, pero que cuentan con un mejor desempeño en la ejecución. En la segunda etapa, se busca asociar este indicador de eficiencia con el crecimiento de las actividades económicas a nivel regional, mediante la aplicación de Método Generalizado de Momentos. Los resultados muestran que el índice de eficiencia explica en gran parte el crecimiento de las actividades económicas.

Palabras clave: Infraestructura Vial; Gasto Público; Eficiencia Técnica; Análisis de Eficiencia; SFA.

TECHNICAL EFFICIENCY OF ROAD INFRASTRUCTURE: ARE REGIONAL GOVERNMENTS BEING EFFICIENT?

ABSTRACT

The literature shows that the gap in road infrastructure can represent a limitation to economic growth, especially at the regional level. This article analyzes the technical efficiency of the road infrastructure in the 24 regions of Peru for the period between 2007-2018. The methodology consists of two stages. The first one aims to determine an index that collects the efficiency of public spending on road infrastructure, based on the Stochastic Efficiency Analysis. For the construction of the efficiency index, the following are identified as outputs: (i) Total National Length, (ii) Total Departmental Length and (iii) Total District Length. The main input used was spending on regional road infrastructure. The results suggest that higher spending at the regional level does not imply an improvement of the roads. There are regions with a lower amount earmarked for public spending on road infrastructure, but that have a better performance in execution. In the second stage, we seek to associate this efficiency indicator with the growth of economic activities at the regional level, through the application of Generalized Least Squares. The dependent variable was the domestic product and the explanatory variables are made up of variables such as the efficiency index, electricity consumption, hectares worked, educated EAP, mobile service lines, among others. The results confirm that the efficiency index largely explains the growth of economic activities.

Keywords: Road Infrastructure; Public spending; Technical Efficiency; Efficiency Analysis; SFA.

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN	7
2	MARCO TEÓRICO	10
2.1	MODELO TEÓRICO	12
2.2	ESTUDIOS PREVIOS	14
3	APROXIMACIÓN METODOLÓGICA	15
3.1	HECHOS ESTILIZADOS.....	16
3.2	ESTRATEGIA METODOLÓGICA	20
3.2.1	Primera etapa: Estimación de la frontera de eficiencia	20
3.2.2	Segunda etapa: Determinantes del crecimiento de las actividades económicas de las regiones de Perú	23
3.3	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	24
3.3.1	Primera etapa: Medición de la eficiencia regional	24
3.3.2	Segunda Etapa: Determinantes del crecimiento de las actividades económicas de las regiones del Perú	28
4	CONCLUSIONES	31
5	REFERENCIAS	34

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Literatura revisada sobre eficiencia en carreteras	22
Tabla 2. Resultados de estimación paramétrica.....	29

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Eficiencia técnica y eficiencia de asignación.....	13
Gráfico 2. Perú: Kilómetros de carretera y gasto en infraestructura (2017).....	18
Gráfico 3. Perú: Crecimiento vial regional (2010-2018; 2014-2018).....	19
Gráfico 4. Perú: Gasto Devengado en Infraestructura Vial (2010-2018).....	20
Gráfico 5. Perú: resultado en infraestructura vial por región 2007 y 2018.....	24
Gráfico 6. Perú: resultado según gasto en infraestructura vial por región 2007 y 2018.....	26
Gráfico 7. Perú: Eficiencia Técnica por región 2007 y 2018.....	27
Gráfico 8. Perú: Eficiencia Técnica según gasto en Infraestructura Vial por región 2007 y 2018.....	28

1 INTRODUCCIÓN

Al abordar el tema del crecimiento económico es necesario tomar en consideración que uno de los componentes que cuenta con gran incidencia en él es la infraestructura. Esta se encuentra comprendida en las dimensiones de infraestructura física, servicios de transporte y comunicaciones; así como, la cobertura y calidad de cada una de las dimensiones señaladas. Desde un punto de vista analítico, Servén (2015) señala que la oferta de infraestructura puede potenciar al crecimiento económico, actuando como un componente adicional a los factores de producción tradicionales (trabajo, capital humano y capital físico); debido a que reduce el costo de los factores intermedios. Así, es posible generar un mayor acceso a la salud o educación, e incluso disminuir el costo de instalación de nuevas empresas. Por ende, el desarrollo de la infraestructura supondría una serie de externalidades positivas con efectos en la productividad total de los factores.

Por su parte, Almeida y Guimarães (2014) señalan que la infraestructura vial influencia positivamente al crecimiento de las actividades económicas por dos razones. Por un lado, genera mayor conectividad entre los mercados de distintas regiones y/o localidades; y por el otro, incrementa el nivel de productividad, en la medida que reduce los costos de transacción y facilita el acceso a tecnología y nuevos productos. Bajo el mismo argumento, Webb (2013) precisa que, la infraestructura vial tendrá un mayor efecto en la productividad de las áreas rurales pues permiten mejorar la conectividad. Asimismo, para Reinikka y Svensson (1999) la infraestructura vial permite el desarrollo de las regiones dentro de un país; siempre y cuando esta sea provista eficientemente, es decir, evitando la duplicación de redes y minimizando el uso de recursos.

La economía peruana constituye un caso interesante para enfocar el análisis de la infraestructura vial. Por ello se presentan dos aspectos clave: ¿Qué ocurre en una economía en donde el nivel de inversión en infraestructura es bajo en comparación con otras?; y ¿Cuáles son las implicancias de las heterogeneidades en el nivel de inversión en infraestructura a nivel regional?

De acuerdo con el estudio de Palacios (2018), una comparación internacional, Perú cuenta con una densidad vial (porcentaje de carreteras asfaltadas respecto al total de kilómetros de carreteras) de 35 por ciento; un nivel bajo si se compara con países como, Brasil que cuenta con 66.4 por ciento y Chile que alcanza un porcentaje 2.6 veces mayor al peruano. Por otro lado, un estudio enfocado en una comparación a nivel de Centroamérica, muestra que las cifras de Perú en cuanto a densidad vial pavimentada se encuentran por debajo de las de Costa Rica, El Salvador, Republica Dominicana, Guatemala, Panamá y México, que sobrepasan el 40 por ciento (CEPAL, 2018).

Asimismo, las cifras actuales permiten identificar que persiste una brecha en cuanto a la infraestructura vial disponible, tanto a nivel nacional como subnacional (regional). Según el Índice de Competitividad Regional 2019 (IPE, 2019), Lima es la región que ocupa el primer lugar en la clasificación de cobertura de redes viales locales pavimentadas o afirmadas, con un 88.1 por ciento. En contraste, es posible ubicar a regiones como Ucayali, que solo cuenta con el 0.9 por ciento del total de redes viales pavimentadas.

Este tipo de heterogeneidad a nivel subnacional implica una limitante para el desarrollo de las actividades económicas, y consecuentemente para el crecimiento económico en dichas regiones. Es posible constatar esta premisa con los resultados de Palacios (2018), el autor encuentra que la infraestructura vial afecta positivamente al crecimiento económico regional, además, es considerada como un elemento generador de igualdad económica intra-regional.

En un estudio previo realizado por Urrunaga y Aparicio (2012), se encuentra que el desarrollo de las actividades económicas es diferenciado, debido a la correlación estrecha con la posesión relativa de infraestructuras públicas de cada región de Perú. Su estudio muestra que, en 1994 a nivel regional, existe una correlación positiva entre el crecimiento económico y la infraestructura, medida por km^2 de carretera acumulada por superficie total. En específico, se presenta el caso de las regiones de Madre de Dios y Áncash, las cuales contaban con el mismo nivel de PBI *per cápita* a la fecha, pero diferían ampliamente en nivel de infraestructura.

En relación con la problemática expuesta, resulta relevante en entender cuál es la implicancia de la heterogeneidad en infraestructura vial a nivel subnacional sobre el crecimiento económico para el caso peruano. Para tal cometido, se recurre al nivel de gasto público en carreteras, pues de acuerdo con el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), esta variable

es capaz de recoger las brechas subnacionales en infraestructura vial. Por lo que, el presente estudio pretende analizar cómo los niveles de eficiencia del gasto público en infraestructura vial podrían influenciar el crecimiento económico en las regiones de Perú.

Bajo la óptica de ejecución del gasto público, la región de Madre de Dios inició el año presupuestal 2017 con más de 16,47 millones de soles y, a diciembre del mismo año, alcanzó aproximadamente 28,22 millones. Sin embargo, esta modificación presupuestal no se vio reflejada en el crecimiento de infraestructura, pues, según las estadísticas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), en el año 2018 solo se generó un crecimiento del 1.18 por ciento¹. En contraste, en el mismo periodo, la región de Arequipa tuvo un Presupuesto Inicial Anual (PIA) de 133,55 millones de soles, y a diciembre del mismo año registró un Presupuesto Inicial Modificado (PIM) de 324,89 millones; pero esta modificación implicó un decrecimiento en infraestructura vial de 0.23 por ciento. Estos resultados podrían ser reflejo de una ineficiente gestión de recursos en la ejecución del presupuesto para la infraestructura vial.

El resto del documento está estructurado de la siguiente manera. La segunda sección presenta el marco teórico. La tercera sección presenta la metodología. En la cuarta sección se encuentran los resultados de la estimación. Por último, en la quinta sección, se concluye.

¹ Elaboración propia con datos extraídos del MTC sobre Infraestructura vial existente del SINAC, según departamento.

2 MARCO TEÓRICO

La eficiencia puede ser definida como el proceso de estimar las mejores combinaciones de las Unidades de Decisión (DMU) aprovechables para la solución del ejercicio. Este análisis se puede entender bajo diferentes ópticas; por ejemplo, Henderson y Zelenyuk (2004) lo entienden, en términos macroeconómicos, como la habilidad de un gobierno para aprovechar de manera apropiada la explotación de sus recursos. Mientras que, para Alva y Bonifaz (2004), la eficiencia es la diferencia entre el punto observado y el óptimo. Mientras que, en la presente investigación, se opta por una postura microeconómica, debido a que se pretende analizar a las instituciones del gobierno en la toma de decisiones en un sector en específico; tomando en consideración que, el gobierno adquiere un rol importante en la gestión de los recursos escasos.

De acuerdo con la literatura de la eficiencia del gasto en infraestructura vial, se ha encontrado una tendencia por enfocar los estudios al sector privado, en comparación con el sector público. Esto podría deberse a que el sector privado cuenta con más incentivos para maximizar sus beneficios. En cambio, el sector público se encarga de velar por el cumplimiento de objetivos de carácter social, tales como, la seguridad ciudadana, el acceso a la salud y educación, entre otros. Sin embargo, pese a la envergadura de estos objetivos, suelen no existir mecanismos adecuados de evaluación para la gestión de las instituciones gubernamentales, dando lugar a la baja productividad del factor trabajo o a la discrecionalidad de agentes con poder de decisión (Trillo, 2002).

Obtener una medición de la eficiencia que incluya todos los factores pertinentes es difícil; aún para el sector privado, en el que se requiere de indicadores de productividad individual o total², costo–efectividad, entre otros. En contraste, si bien la medición de la eficiencia en el sector público es compleja, pues no se cuenta con toda la información de variables como: precios de los insumos o nivel de producción; la medición es viable. Esto debido a que se utilizan indicadores para aproximar a las variables no observables. Por lo que, tanto el sector

² Se usa una lista de insumos y productos para poder reducir la lista de indicadores a un solo índice.

privado como el sector público requieren la implementación de indicadores globales que permitan la supervisión y fiscalización del desempeño de las instituciones que lo componen.

Siguiendo a Tam (2006), la ineficiencia en la producción está asociada con la productividad. Así, al solucionar los problemas de ineficiencia, se contribuye con el crecimiento económico, pues la productividad incide positivamente en el crecimiento. De este modo, el rol del sector público se centra en la búsqueda de mecanismos que den solución a la problemática; por ejemplo, el uso de políticas de rendición de cuentas y de asignación de recursos en función a sus resultados. En consecuencia, es necesario que los hacedores de política cuenten con información transparentada que contribuya en el proceso de toma de decisiones de política económica.

Por otro lado, para que un país expanda su mercado interno y sea competitivo internacionalmente es vital que existan redes de infraestructura de energía, comunicaciones o transportes; y con esto, tener un adecuado crecimiento económico. Sin embargo, no es solo importante tener infraestructura física en cantidad si no la combinación de cantidad y calidad, condición que se hace basta a la prestación de los servicios generados por la infraestructura. Según Rozas y Sanchez (2004) reconocen tres tipos de efectos sobre el producto agregado cuando se invierte en el sector de infraestructura y servicios convexos. En primer lugar, la infraestructura contribuye como producto final directamente a la formación del Producto Bruto Interno (PBI), esto por medio de la producción de telecomunicaciones, abastecimiento de agua, saneamiento, agua potable y transporte.

En segundo lugar, las inversiones destinadas a la infraestructura generan externalidades positivas sobre la producción y el nivel de inversión agregado de la economía, generando con esto, el aceleramiento del crecimiento a largo plazo.

Por último, la inversión en infraestructura tiene influencia indirecta en la productividad del resto de los insumos en las etapas del proceso productivo y de las firmas. Con lo que concierne a los factores productivos (la tierra, el trabajo y el capital físico) genera que aumenten su productividad cuando la inversión es en el transporte de bienes e insumos intermedios. Para el caso de las firmas, se ven beneficiadas ya que disminuirían costos dado que las inversiones producen una eficiencia en la provisión de insumos, almacenamiento y distribución.

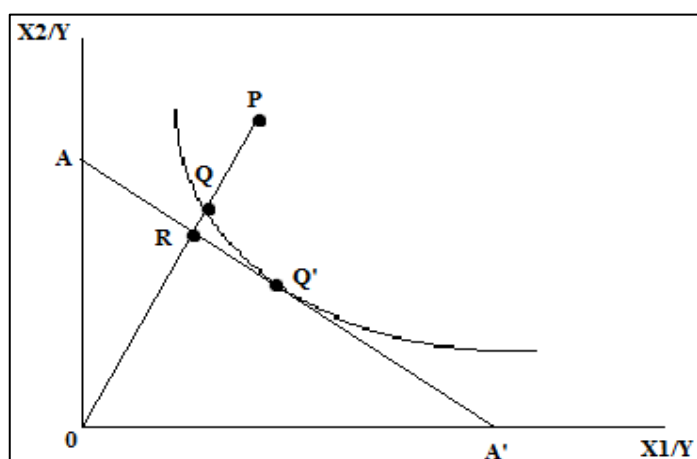
Después de la explicación de los párrafos anteriores, el desarrollo del presente artículo de investigación se centra en el análisis de la eficiencia técnica, ya que esta permite incorporar las variables del gobierno. En específico, el estudio analiza la eficiencia de los distintos gobiernos regionales en el gasto público para infraestructura vial, considerando la relación positiva entre esta variable y el crecimiento de las actividades económicas.

2.1 Modelo Teórico

En el presente estudio, se utiliza el concepto de eficiencia desarrollado por Farrell (1957); para el autor, por eficiencia se entiende al uso apropiado de los insumos con el objetivo de maximizar la producción. En otros términos, el autor señala que, minimizando el nivel de insumos usados, es posible alcanzar un nivel de producto eficiente. En adición, Farrell (1957) también propone las dos medidas de eficiencia moderna: (i) la eficiencia técnica, la cual consiste en la minimización de insumos para llegar a un nivel de producto; y, (ii) la eficiencia asignativa, la cual consiste en el uso óptimo de los insumos tomando en cuenta todos los factores que puedan influir en esta decisión.

En el *Gráfico 1*, se incorporan los conceptos de eficiencia técnica y asignativa. Siguiendo a Coelli (1996), la firma produce un producto (Y) y para esto utiliza dos insumos ($X_1; X_2$). En el gráfico, se identifica la isocuanta SS' , que representa a las firmas que operan de manera eficiente, tangente a una recta de precios de los insumos AA' . Los puntos que se encuentran en la isocuanta son eficientes. En el punto P , una de las firmas emplea una cantidad de este insumo para producir una unidad de Y , pero se genera ineficiencia técnica, observada por la distancia \overline{QP} . Sin embargo, estos insumos pueden ser reducidos hasta alcanzar la eficiencia técnica, al ratio $\overline{QP}/\overline{OP}$. De esta manera, la eficiencia de producir una unidad de Y , se encuentra dada por i , una función de $ET(i) = \overline{OQ}/\overline{OP}$.

Gráfico 1. Eficiencia técnica y eficiencia de asignación



Fuente: Coelli 1996. Elaboración propia

La línea AA' viene determinada por los precios de los insumos. La eficiencia asignativa para la firma que opera en el mismo punto está definida por la función $ET(i) = \overline{OR}/\overline{OQ}$. Y, la reducción de costos a la que tendría que recurrir dicha firma, para producir en un punto de eficiencia asignativa (y técnica) en el punto Q' , es la distancia \overline{RQ} . Cabe señalar que, Q es un punto de producción de eficiencia técnica, mas no de eficiencia asignativa.

Coelli (1996) divide el concepto de eficiencia en dos: (i) eficiencia orientada a los recursos (*input orientation*), entendida como la minimización de los recursos para obtener un producto dado; y (ii) eficiencia orientada al producto (*output orientation*), entendida como la maximización del producto manteniendo constante los insumos.

Existen diversos estudios que descomponen a la eficiencia técnica en dos: la eficiencia técnica pura y la eficiencia de escala. Por un lado, la eficiencia técnica pura recoge el concepto de la eficiencia técnica, es decir, se centra en la elección adecuada de insumos para alcanzar un nivel óptimo de producto; a diferencia de la eficiencia a escala que se centra en escoger una escala adecuada de producción (Farrel, 1957; Banker et al., 1984 y Coelli, 1996).

Otro concepto importante es el de la Frontera de Posibilidades de Producción (FPP), la cual representa las combinaciones eficientes de insumos a lo largo de la curva. La FPP puede ser creada a partir de la caja de Edgeworth. En esta se obtienen los puntos óptimos en relación al ratio de los bienes producidos y la sustitución técnica del trabajo. Por lo general, los estudios de eficiencia buscan estimar una función de la FPP a partir de las mejoras prácticas

observadas. Es por esta razón que, los puntos que se encuentran por debajo de la FPP son considerados no eficientes, considerando que, según la teoría microeconómica, la FPP es el límite de producción, dado los insumos iniciales.

2.2 Estudios Previos

De acuerdo con la literatura previa, existen diversas aplicaciones del enfoque del análisis de eficiencia a diversos sectores y aspectos del desempeño económico; y una de las más destacadas es la relacionada con el gasto público. Esto último, debido al rol de los gobiernos en la gestión de recursos públicos y la necesidad de una gestión eficiente de estos. Por tal motivo, resulta de interés revisar algunos de los más destacados estudios al respecto, enfocados en economías desarrolladas y en vías de desarrollo.

En lo que concierne a literatura local relacionada al gasto público, Tam (2006) en su estudio del sector público utiliza indicadores de *outputs* como la cobertura educativa, logro académico de los estudiantes, etc. En el caso de *inputs* utiliza el gasto público en sus diferentes presentaciones. Por otro lado, Francke y Herrera (2009), en su estudio de la eficiencia del gasto municipal, utilizan diferentes metodologías (paramétricas y no paramétricas) para analizar la ineficiencia de las municipalidades y cuáles son las causas que determinan este mal uso de los recursos financieros como los del canon. Al igual que Tam (2006), los autores utilizan diferentes *inputs* y *outputs*, pero con el mismo modelo teórico basado en la eficiencia técnica.

Por su parte, la literatura internacional cuenta con estudios como el de Mastromarco y Woitek (2006), quienes realizan un Análisis de Fronteras Estocásticas (SFA, por sus siglas en inglés). Como principales resultados, muestran que el impacto de la inversión en infraestructura básica en la eficiencia siempre es positivo; sin embargo, el impacto que genera la infraestructura no básica³ en la eficiencia es negativo. Asimismo, los autores argumentan que la inversión de la primera podría generar efectos distributivos. Choi y Jung (2017) utilizan la metodología denominada en inglés como, *Data Envelopment Analysis*

³ Se entiende como infraestructura no básica a la atención de la salud, la vivienda, etc.

(DEA), y concluyen que el gasto en carreteras, mantenimiento e inversión afectan positivamente a la movilidad, seguridad, etc.

Asimismo, Yang et al. (2019), mediante su estudio basado en la metodología DEA, analizan el transporte urbano por carretera y el uso del suelo (denominado RTLU, por sus siglas en inglés). Entre sus principales conclusiones, resaltan que una inversión excesiva en infraestructura puede causar una disminución de la eficiencia, pero la solución a esto es la inversión eficiente, pues contribuye al desarrollo sostenible.

Siguiendo otra línea de investigación, Chan y Karim (2012), estudio basado en la metodología DEA, concluyen que cuanto más estable políticamente es el país, más eficiente son los resultados en el gasto público; pero enfatiza en que la excesiva libertad política tiene un efecto negativo en este. Utilizando la misma metodología, Srinivasu y Rao (2013), y Kyriacou et al. (2019) encuentran que existe una relación positiva y estadísticamente robusta entre la eficiencia en infraestructura y la calidad de la administración pública; por lo tanto, un aumento de la inversión pública de transporte no necesariamente traerá resultados más eficientes si es que no cuenta con una buena gobernanza.

Por otro lado, Ekpung (2014) muestra que la tasa de urbanización, los ingresos del gobierno, la densidad de la población, las reservas exteriores y el tipo de gobierno influyen conjunta o individualmente en el gasto público. Mientras que, Sarmiento et al. (2017) encuentra que las subcontrataciones y la falta de competitividad son un factor negativo para la eficiencia.

La literatura económica expuesta es parte fundamental del análisis de los diferentes factores que influyen en la eficiencia de la infraestructura. En lo que respecta al caso peruano, existe una brecha en cuanto al desarrollo de estudios en la misma línea de investigación. Por lo que, el desarrollo del presente estudio permite contribuir con la literatura en Perú, dando lugar a la proliferación de estudios enfocados en la medición de la eficiencia de la infraestructura vial a nivel regional. Asimismo, las conclusiones de este y futuros estudios serán útiles para la toma de decisiones de política económica.

3 APROXIMACIÓN METODOLÓGICA

En esta sección se desarrollan los hechos estilizados útiles para contextualizar y también se presentan la metodologías para la medición de la eficiencia técnica. Como se señaló en las secciones anteriores, el objetivo es evaluar a las DMU (regiones del Perú), y cómo estas gastan los recursos que poseen para convertir *inputs* (dinero, recursos) en *outputs* (servicios brindados a la población).

Como primer paso, es necesario estimar la FPP a fin de obtener la tecnología de operatividad de cada región, y posteriormente evaluar el desempeño individual de cada una de estas. Por último, se evalúa el efecto del nivel de eficiencia de cada una de las regiones en el crecimiento de las actividades económica, partiendo de los aportes de los siguientes autores: Barro (1990), Aschauer (1997b) y Jalan y Ravallion (2002). Los cuales plantean un programa de optimización intertemporal, tomando como dado que las unidades económicas pertinentes maximizan su bienestar intertemporal a través de la elección de su consumo (Vásquez y Bendezu, 2008).

3.1 Hechos Estilizados

La infraestructura constituye un factor que estimula positivamente el crecimiento económico, debido a que facilita la dinámica productiva privada (Urrunaga y Aparicio, 2012), independientemente de si se trata de infraestructura vial, portuaria, aérea o de cualquier otro tipo. De este conjunto, la primera –la infraestructura vial– mantiene una relación intrínseca y directa con el crecimiento económico. Esto, debido a que permiten incrementar la capacidad productiva potencial; y en mayor escala, si se trata del caso de economías en vías de desarrollo, dado que integra los centros económicos y promueve el desarrollo de los mercados locales.

Autores como Vasquez y Bendezú (2008) afirman que, cuando una economía cuenta con un alto nivel de inversión en infraestructura, se genera un conjunto de externalidades positivas que suponen un incremento en el dinamismo de las actividades privadas, por ejemplo, el caso de una localidad que requiere red de carreteras y caminos para poder desarrollarse de mejor manera. Principalmente, este tipo de infraestructura tiene calidad de bienes públicos (no excluibles, ni rivales).

Al respecto, Reinikka y Svensson (1999) afirman que las regiones de un país no se desarrollarían de manera adecuada si es que no contarán con la infraestructura vial necesaria, provista eficientemente por el gobierno o por el sector privado, evitando la duplicación y el desperdicio de recursos escasos.

De acuerdo con el estudio de Palacios (2018), una comparación internacional, Perú cuenta con una densidad vial de 35 por ciento; un nivel bajo si se compara con países como, Brasil que cuenta con 66.4 por ciento y Chile que alcanza un porcentaje 2.6 veces mayor al peruano. Por otro lado, un estudio enfocado en una comparación a nivel de Centroamérica, muestra que las cifras de Perú en cuanto a densidad vial pavimentada se encuentran por debajo de las de Costa Rica, El Salvador, Republica Dominicana, Guatemala, Panamá y México, que sobrepasan el 40% (CEPAL, 2018).

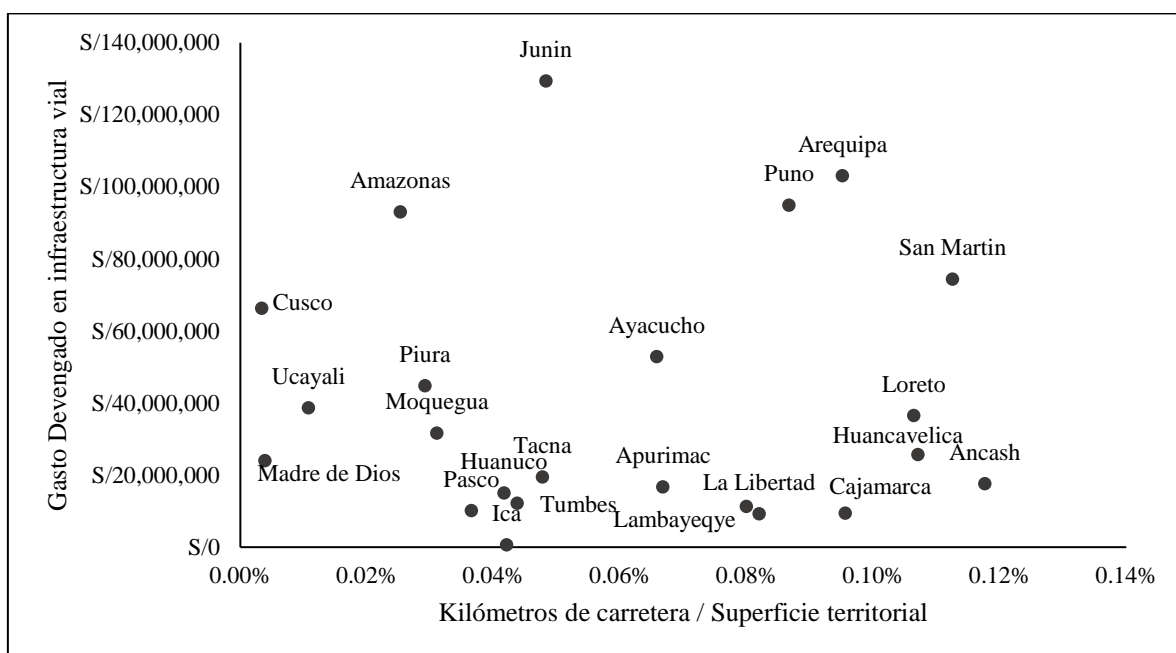
Asimismo, las cifras actuales permiten identificar que persiste una brecha en cuanto a la infraestructura vial disponible, tanto a nivel nacional como subnacional (entre regiones). Según el Índice de Competitividad Regional 2018 (IPE, 2018), Lima es la región que ocupa el primer lugar en la clasificación de cobertura de redes viales locales pavimentadas o afirmadas, con un 88.1 por ciento. En contraste, es posible ubicar a regiones como Ucayali, que solo cuenta con el 0.9 por ciento del total de redes viales pavimentadas.

Este tipo de heterogeneidad a nivel subnacional implica una limitante para el desarrollo de las actividades económicas, y consecuentemente para el crecimiento económico en dichas regiones. Es posible constatar esta premisa con los resultados de Palacios (2018), el autor encuentra que la infraestructura vial afecta positivamente al crecimiento económico regional, además, es considerado como un elemento generador de igualdad económica intra-regional.

En el *Gráfico 2* se observa el gasto devengado en infraestructura vial con su respectivo indicador (kilómetros de carreteras pavimentadas y no pavimentadas entre la superficie total de la región). De este gráfico, se desprende que las regiones se desarrollan de forma heterogénea; así, hay regiones que cuentan con un mismo gasto de infraestructura vial, pero con diferente *stock* de carreteras. Por ejemplo, regiones como Madre de Dios son más ineficientes en el gasto que otras, como el caso de Huancavelica. Según Corrales et al. (2010), esta ineficiencia puede deberse al nivel de institucionalidad, debido a que las carreteras dependen en gran medida de los fondos públicos; un contexto que podría desencadenar comportamientos oportunistas por parte de las autoridades durante la

ejecución del presupuesto público, afectando el crecimiento de largo plazo de dichas regiones.

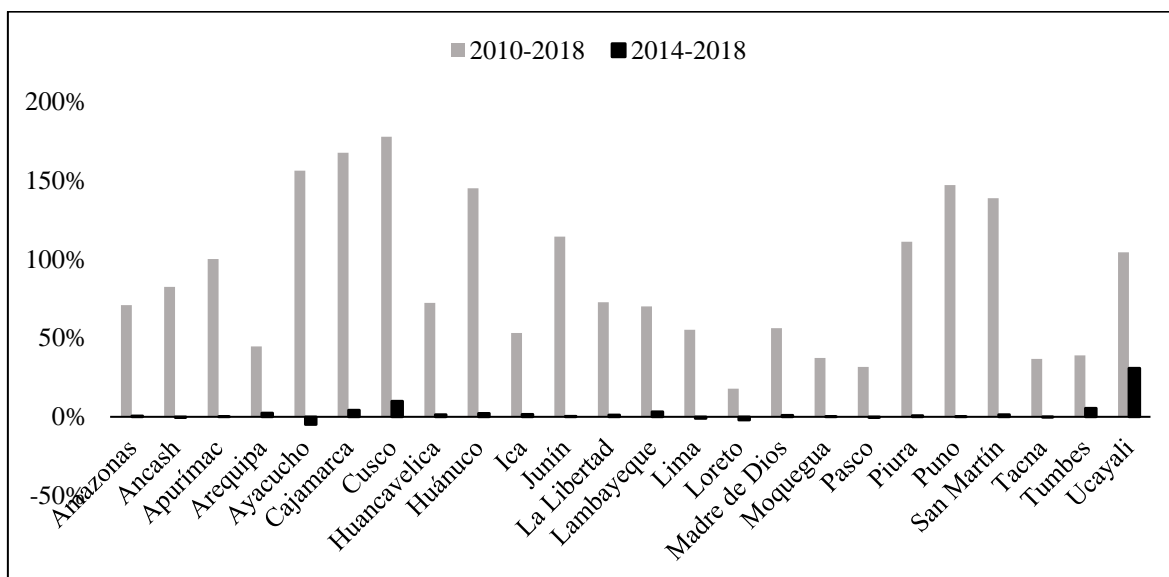
Gráfico 2. Perú: Kilómetros de carretera y gasto en infraestructura (2017)



Fuente: MTC (2020) y MEF (2020). Elaboración propia

Por otro lado, en el Gráfico 3 se puede observar que en el periodo que comprende del año 2014 al 2018, la infraestructura vial no creció significativamente. Incluso, se presenta el caso de regiones como Ayacucho que registró un decrecimiento en cuanto a carreteras, uno de los factores que explican este resultado podría estar ligado a desastres naturales, como la presencia de inundaciones. En contraste, la región Ucayali registró un crecimiento mayor al de sus semejantes. En general, las cifras pueden explicarse por recortes en el presupuesto destinado para las regiones, pues la mayoría de las regiones regresa al presupuesto anual al no contar con la capacidad para elaborar expedientes técnicos concisos que sustenten la viabilidad de la propuesta.

Gráfico 3. Perú: Crecimiento vial regional (2010-2018; 2014-2018)

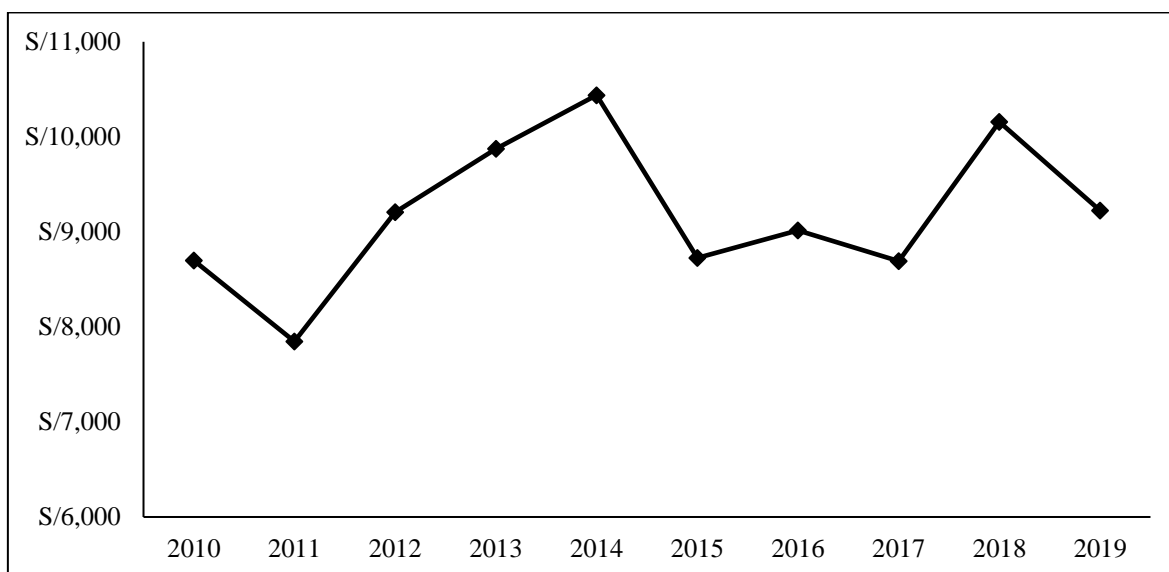


Fuente: MTC (2020). Elaboración propia

Por otro lado, un indicador relevante para la presente investigación es el gasto público en infraestructura vial; en específico, el gasto devengado que es entendido como el reconocimiento que tiene la entidad pública sobre el pago derivado del gasto comprometido previamente registrado. Este se formalizará a través de una conformidad del área que corresponde (en la entidad pública o Unidad Ejecutora). El MEF define al gasto público ejecutado como el proceso de recaudación de fondos públicos y la formalización y registro del gasto devengado, así como correspondiente a cancelación o pago.

El Gráfico 4 es útil para explicar el desempeño del gasto público en Perú en los últimos años. Se desprende que el gasto devengado en infraestructura vial ha mantenido una tendencia que oscila en el rango promedio de S/.7,847.00 (millones de soles) a S/.10,438.00 (millones de soles) explicada por factores como el diseño de política económica, nivel de institucionalidad, choques externos, etc.

Gráfico 4. Perú: Gasto devengado en infraestructura vial (expresado en millones de soles) (2010-2018)



Fuente: MEF (2020). Elaboración propia

En la presente revisión de hechos estilizados se puede observar que a nivel nacional y departamental el Perú cuenta con brechas en infraestructura vial que generan trabas para el desarrollo de las actividades económicas, esto debido a que lo ideal es un mayor gasto pero eficiente al momento de la ejecución. Por otro lado se espera que a la finalización del estudio se pueda contrastar estos hechos y tomar medidas correctivas para incentivar el crecimiento del PBI regional y a su vez del nacional.

3.2 Estrategia metodológica

El presente trabajo de investigación divide la sección de estrategia metodológica en dos etapas. Por un lado, el análisis de la eficiencia y, por el otro, la incidencia de la eficiencia en el crecimiento de las actividades económicas.

3.2.1 Primera etapa: Estimación de la frontera de eficiencia

En la primera etapa se analiza la eficiencia del gasto mediante la estimación de la frontera. Este tipo de metodologías se distinguen en dos enfoques: no paramétrico y paramétrico. Por un lado, el enfoque no paramétrico, o también conocido como programación matemática,

analiza la eficiencia de las unidades productivas en base a un conjunto de supuestos sobre la referencia tecnológica, que por lo general es una variable no conocida (Vanden Eeckaut et al., 1993; Afonso y Fernandes, 2003 y Worthington y Dollery, 2000). El enfoque no paramétrico destaca por su flexibilidad en un contexto de múltiples *inputs* y *outputs*. Este fue desarrollado inicialmente bajo un marco determinístico, pero diversos autores como Land et al. (1993), y Olesen y Petersen (1995) exploraron también versiones estocásticas.

Dentro de esta última categoría se encuentran los métodos *Free Disposal Hull* (FDH) y *Data Envelopment Analysis*. El estudio de Deprins et al. (1984) introdujo el método FDH, el cual asume que la combinación del conjunto *inputs* y *outputs* no es convexa, también considera, como supuesto, la libre disponibilidad de estos. Por otro lado, el método determinístico fue desarrollado por Charnes et al. (1978) y ampliado por Banker et al. (1984). Este considera: (i) los rendimientos constantes o variables a escala, (ii) los *inputs* y *outputs* tienen una fuerte disponibilidad y (iii) convexidad del conjunto de combinaciones de posibles *inputs* y *outputs*.

Por otro lado, Deller (1992), Davis y Hayes (1993), y Deller y Rudnicki (1992) proponen el enfoque paramétrico: DFA, SFA y TFA, los cuales recogen las relaciones preexistentes en las variables para especificar una forma funcional; por lo que pueden ser determinísticos o estocásticos. En el primer caso se considera ineficiencia a cualquier desviación respecto a la FPP. Mientras que, el caso estocástico fue introducido por el estudio de Aigner et al. (1977); los autores consideran que la ineficiencia se descompone en un componente aleatorio y otro de ineficiencia.

Sin embargo para el desarrollo de la primera etapa metodológica se optara por el SFA, un análisis enfocado en la maximización de un solo *output*, sujeto a restricciones en el *input*. Miranda (2012) indica que, la medición de la eficiencia orientada por el producto es compatible con la decisión de maximizar el *output* a fin de alcanzar la eficiencia en el sector público. Esto se debe a que, en una primera instancia, no se ajustan -o reducen- los insumos, sino que se reasignan para buscar acercarse a la frontera de productividad.

En lo que respecta al presente estudio, las DMU son representadas por las 24 regiones del Perú para el periodo que comprenden los años de 2007 a 2018. Para estimar la eficiencia técnica del productor, se asume una distribución semi-normal, que es la más utilizada en la literatura consultada, debido a su facilidad de rastreo (Khumbhakar y Lovell, 2000).

$$y_i = x_i\beta + (v_i - u_i), i = 1, \dots, N$$

Por lo cual se optó como *input* al Gasto Devengado en Infraestructura Vial, extraído de la base de datos del MEF; por otro lado, se utilizó como *output* a la Longitud de Vías Nacionales, Departamentales y Distritales, extraída de la base de datos del MTC.

Tabla 1. Literatura revisada sobre eficiencia en carreteras

Artículo académico	Metodología	Inputs	Outputs	Principales conclusiones
Odeck (2008)	DEA	Costos operacionales de carreteras	Trafico anual	El aumento de la productividad se debe a que las empresas utilizan métodos más eficientes para recaudar ingresos.
Ozbek et al. (2010)	DEA	Costo de mantenimiento de carreteras, trafico, accidentes o límite de velocidad	Cambio en las condiciones de las carreteras	Insumos y productos específicos para los puentes.
Welde and Odeck (2011)	DEA y SFA	Costos operacionales de carreteras	Trafico anual	Gran potencial de la mejora de la eficiencia.
Chan y Karim (2012)	DEA	Gasto público en infraestructura	Transmisión eléctrica	País es más eficiente si tiene estabilidad política
Sarmiento et al. (2017)	DEA	Operación y mantenimiento de carreteras y 3 inputs mas	Trafico promedio	Sub contrataciones y la falta de competitividad son factores negativos de la eficiencia.
Choi y Jung (2017)	DEA	Inversión en carreteras	Kilómetros de carreteras	Gasto en carreteras afecta positivamente a la movilidad y seguridad.
Yang et al. (2019)	DEA	Inversión en carreteras	Longitud de las carreteras	Sobre inversión en infraestructura puede impactar con una disminución de la eficiencia.
Kyriacou et al. (2019)	DEA	Financiamiento de carreteras	Largo total de carreteras - Densidad poblacional	Calidad de administración pública y la eficiencia en carreteras tienen relación positiva.

Cabe señalar que, debido a la inaccesibilidad de los valores de la Red Vial del Sistema Nacional (RVSN) de carreteras para el periodo señalado, se realizó un supuesto sobre los valores. Este supuesto de estimación considera que los valores tienden a valores cercanos a diferencia del periodo 2011-2019. Así, la composición departamental dentro del avance total se mantiene constante y puede ser utilizada para los años 2007 y 2008. Para ello, fue

necesario ponderar que representa cada departamento dentro de cada sección y a partir de ello con los montos agregados se generó el avance de la RVSN para cada departamento.

3.2.2 Segunda etapa: Determinantes del crecimiento de las actividades económicas de las regiones de Perú

El segundo tramo de la estrategia metodológica se centra en el análisis del efecto de la eficiencia sobre el crecimiento de las actividades económicas de las regiones de Perú. Para tales fines, se presentan los aportes de Vásquez y BendeZú (2000), y Urrunaga y Aparicio (2012); los autores analizan el rol de la eficiencia técnica del gasto sobre el crecimiento económico, mediante la aplicación del Método Generalizado de Momentos (GMM).

En específico, Vásquez y BendeZú (2008) se basan en el GMM en dos etapas planteado por Arellano y Bond (1991), el cual tiene por objetivo estimar una función que incorpora las variables de infraestructura y otras endógenas del PBI regional mediante una especificación Cobb-Douglas, definida como:

$$Y_{tj} = A_j \prod_{i=1}^k X_{itj}^{\beta_i} \prod_{s=1}^m F_{its}^{\gamma_s} e^{\varepsilon_s} \quad (3.2.2.1)$$

Donde Y_{tj} es el PBI de la región “j” en el periodo “t” y X_i representa al vector de las variables, en las que se incluye el índice de eficiencia encontrado en la primera etapa. Adicionalmente, F_s está compuesto por los indicadores de infraestructura, β_i es la elasticidad-producto con respecto a la variable explicativa “i”, γ_s es la elasticidad-producto con respecto al indicador de infraestructura “j”, ε se considera como el termino de error aleatorio y, por último, A_j es el factor tecnológico específico a cada región “j”.

Para un mejor análisis se presenta la siguiente forma logarítmica:

$$Y_{tj} = \sum_{i=1}^k \beta_i x_{ijt} + \sum_{s=1}^m \gamma_s f_{sjt} + a_j + \varepsilon_{tj} \quad (3.2.2.2)$$

La muestra se compone por variables para cada uno de los 24 departamentos del Perú, durante el periodo comprendido entre 2000 y 2019. Cabe resaltar que, el índice obtenido en la primera etapa cuenta con información desde el 2009 al 2019. El PBI regional se expresa en soles constantes. El consumo y potencia eléctrica fue extraído de la Gerencia Adjunta de Regulación Tarifaria perteneciente al Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería. Como variable de control, se utilizó la superficie agrícola medida en hectáreas, esta

información se obtiene del Censo Nacional Agropecuario, tomando como supuesto que el área de cultivo se mantiene constante a lo largo del periodo de análisis. La variable de educación de la población económicamente activa (PEA) se creó a partir de la Encuesta Nacional de Hogares. Por último, se utilizó los indicadores de Línea de Servicio Móvil y Línea Móvil Instalada extraídas del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

3.3 Análisis de Resultados

3.3.1 Primera etapa: Medición de la eficiencia regional

La primera etapa tuvo por objeto la construcción de un índice que sintetice al conjunto de *outputs* y permita incorporar en la estimación de la segunda etapa la eficiencia de la infraestructura vial por cada región. Para ello se recurrió a tres indicadores que reflejen la infraestructura en carreteras: (i) Longitud Nacional Total, (ii) Longitud Departamental Total y (iii) Longitud Distrital Total. La denominación asignada al indicador es *output* y el cálculo incorpora la evolución inter-temporal.

Adicionalmente, se realizó un análisis factorial, el cual consiste en el estudio de las relaciones de interdependencia entre las variables utilizadas mediante el resumen de estas en factores y así perdiendo la menor cantidad de información. De ahí que, los factores deben tener relaciones entre los *outputs* y el gasto regional en infraestructura vial. Por ejemplo, si una región tiene menos longitud nacional, departamental y distrital de carreteras se espera que tenga una relación inversa con el gasto en infraestructura vial. Esto quiere decir que, si una región gasta más en infraestructura vial, estos indicadores deberían verse impactados positivamente.

El *Gráfico 5* proporciona una referencia visual sobre el resultado de infraestructura vial (*output*) para cada una de las regiones en el periodo de análisis. Del análisis gráfico, se desprende que las regiones ubicadas en el primer cuartil en el 2007 se mantuvieron para el año 2018. A excepción de Arequipa y Loreto que registraron un descenso al segundo cuartil; así mismo, Junín y Ayacucho ascendieron del segundo cuartil al primero. **Gráfico 1**

Gráfico 5. Perú: resultado en infraestructura vial por región 2007 y 2018

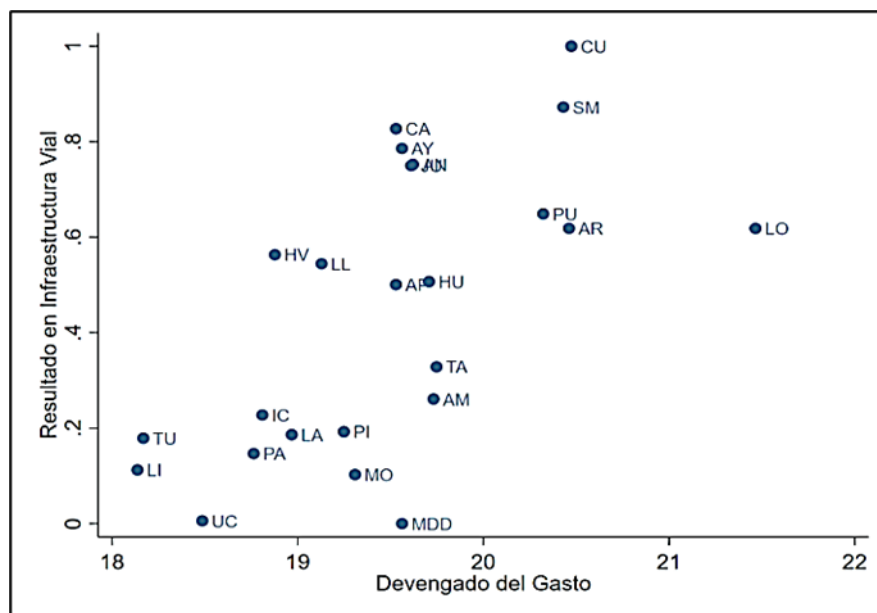


Fuente: SIAF-MEF, MTC. Elaboración propia

En el ***¡Error! La autoreferencia al marcador no es válida.***, se presenta la dispersión de la variable resultado (*output_*) respecto al gasto en infraestructura vial. Se puede observar que para el 2018, Cajamarca gastó de manera similar a Madre de Dios, pero obtuvo un mejor resultado en infraestructura. Por otro lado, la dispersión muestra que la región Loreto descendió al segundo cuartil, debido a que el incremento del gasto no se vio reflejado en el resultado en carreteras. Por último, regiones como Arequipa, Ayacucho y Junín aumentaron el nivel de gasto y su efecto se impactó positivamente en la variable resultado.

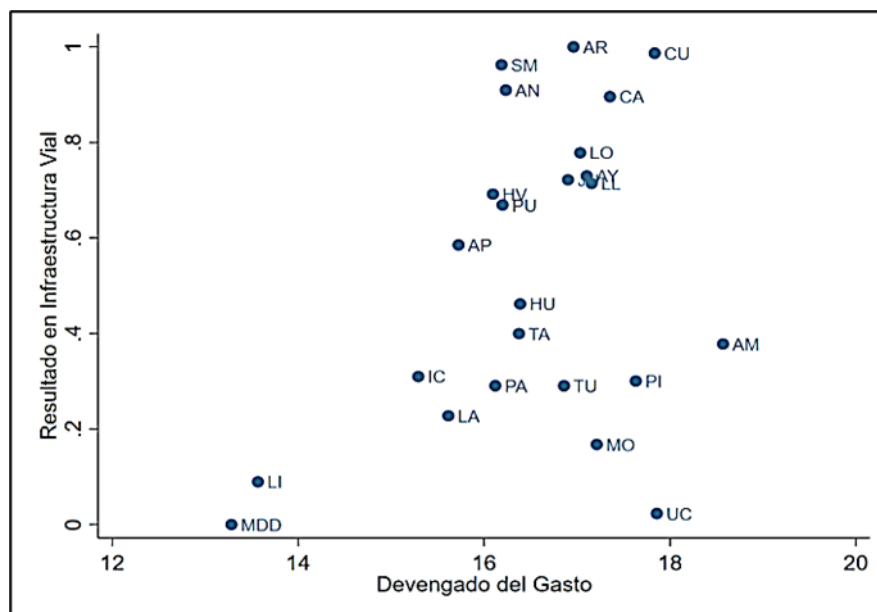
Gráfico 6. Perú: Resultado según gasto en infraestructura vial por región 2007 y 2018

2007



Fuente: SIAF-MEF, MTC. Elaboración propia

2018

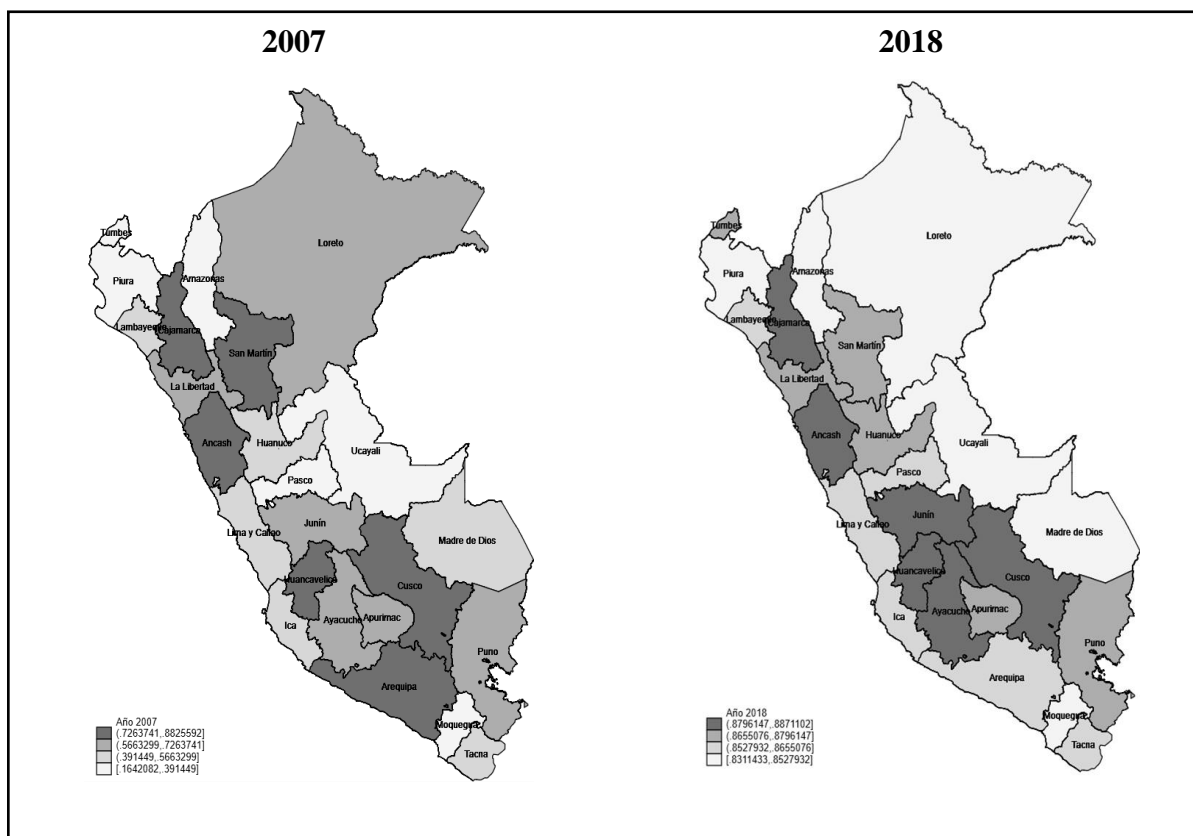


Fuente: SIAF-MEF, MTC. Elaboración propia

El Gráfico 7 brinda información sobre los niveles de eficiencia en las regiones para el periodo de análisis. En primer lugar, se puede observar que Cajamarca, Áncash, Huancavelica y Cusco permanecieron en el primer cuartil. Por un lado, se registraron descensos como San Martín en el segundo cuartil, Arequipa en el tercer cuartil y Madre de Dios y Loreto en el cuarto cuartil al 2018. Por otro lado, se registraron ascensos como Junín

y Ayacucho que se ubicaron en el primer cuartil al 2018. Entre las regiones ubicadas en el último cuartil se encuentran: Piura, Amazonas, Ucayali y Moquegua, este grupo permaneció en el mismo cuartil del 2007 al 2018. En contraste, Tumbes y Pasco lograron ascender del último cuartil.

Gráfico 7. Perú: Eficiencia Técnica por región 2007 y 2018



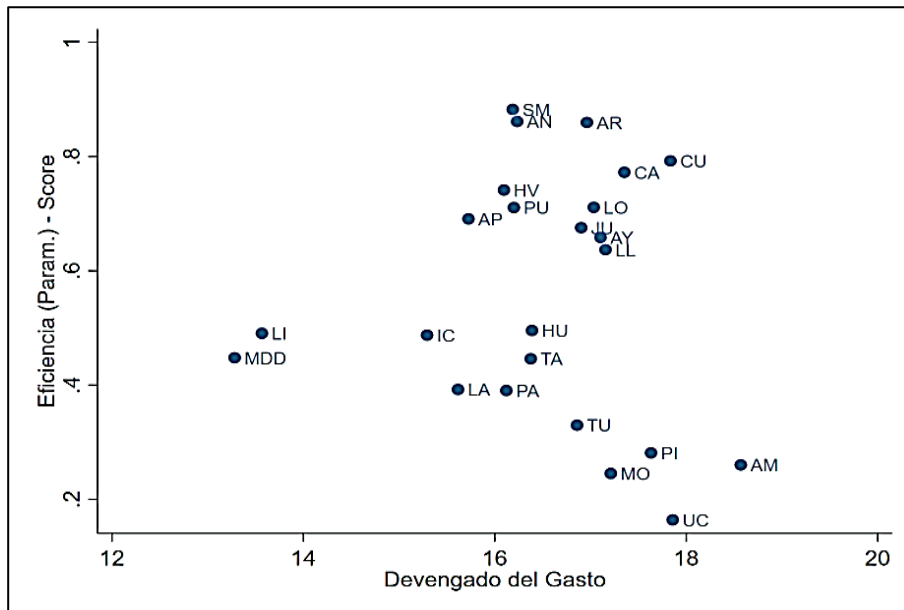
Fuente: SIAF-MEF, MTC. Elaboración propia

Un análisis de dispersión entre el gasto en infraestructura vial regional respecto al nivel de eficiencia obtenido de cada región es presentado en el

Gráfico 8. Para el año 2007 se puede observar que San Martín es más eficiente en el gasto sobre todas las regiones. En una comparación con Tacna, región que cuenta con monto similar de gasto en infraestructura, San Martín logra superar el nivel de eficiencia obtenido por Tacna. Al 2018, Cajamarca ocupa el primer lugar en la clasificación. Por último, si bien la región de Madre de Dios registró un incremento en el gasto, no se encontró un efecto sobre la eficiencia.

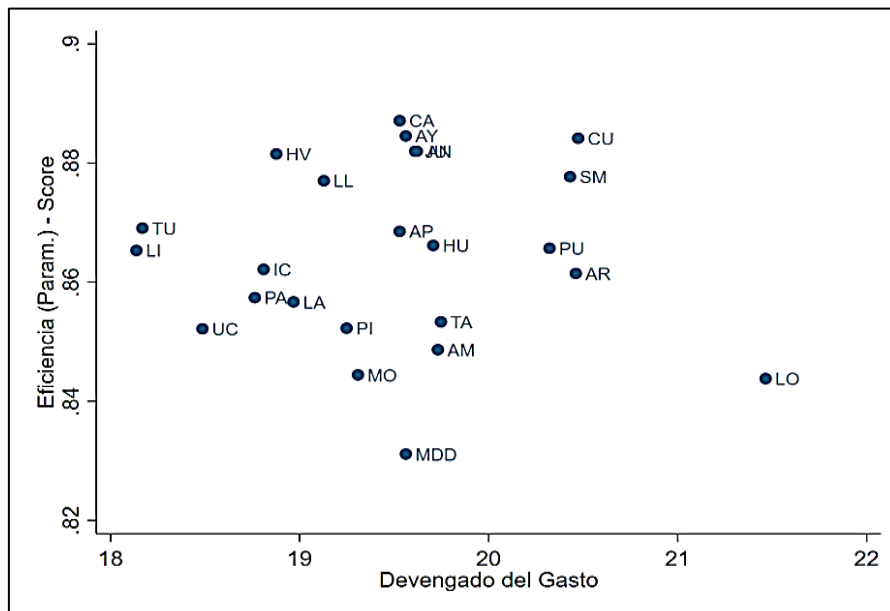
Gráfico 8. Perú: Eficiencia Técnica según gasto en infraestructura vial por región 2007 y 2018

2007



Fuente: SIAF-MEF, MTC. Elaboración propia

2018



Fuente: SIAF-MEF, MTC. Elaboración propia

3.3.2 Segunda Etapa: Determinantes del crecimiento de las actividades económicas de las regiones del Perú

Por último, luego de haber obtenido los estimadores de eficiencia, se procede con la estimación mediante GMM, incorporando los efectos fijos, a fin de explicar los

determinantes del crecimiento de las actividades económicas de las regiones. Se realizó dos estimaciones, en la primera se incorporó Lima y Callao (Eficiencia_Par_1); mientras que en la segunda (Eficiencia_Par_2) se las omitió. Los resultados del modelo muestran que las variables de eficiencia, PEA educada y consumo eléctrico inciden positivamente al PBI regional.

Tabla 2. Resultados de estimación paramétrica

Variable	Denominación	Estimaciones paramétricas	
		A	B
	Eficiencia_Par_1	0.5685*** 0.2032	- -
	Consumo_electrico	0.4146*** 0.0170	0.4119*** 0.0173
	Potencia_instalada	0.0295*** 0.0110	0.0295*** 0.0113
	Superficie_agricola	0.1996*** 0.0621	0.205*** 0.0611
	PEA_educada	1.1498*** 0.1494	1.1735*** 0.1512
	Serv_movil	0.0462** 0.0198	0.0473** 0.0208
	Linea_movil_inst	0.0652*** 0.0182	0.068*** 0.0180
	Eficiencia_Par_2	- -	0.5099*** 0.2021
	_cons	6.7715*** 0.7563	6.6563*** 0.7408
	N	288	276
	r2_o	0.9507	0.9525
	r2_b	0.9545	0.9564
	r2_w	0.8341	0.8317

(***) *Significativo al 0.05 por ciento, en ambos lados.*

Ante un aumento de una unidad de la eficiencia para las regiones, el PBI regional aumenta en 0.5685 unidades. Luego, en el caso del consumo eléctrico, Ante un aumento de un Gw.h , el PBI regional aumenta en 414.6 soles. Del mismo modo, para la potencia instalada, que a un aumento de una Gw.h, el PBI regional aumenta en 29.5 soles. En lo que respecta a la Superficie agrícola ante un aumento de una hectárea, el PBI regional aumenta en 199.6 soles. Cuando el promedio de la educación de la PEA se incrementa en un año, el PBI regional aumenta en 1149.8 soles, esta es la que mayor impacto tiene en el crecimiento de las actividades económicas como lo verifica Vasquez y Bendezu (2008). Por último, respecto al

servicio y líneas móviles, ante un aumento de una unidad de estas, el PBI regional aumenta 46.2 y 65.2 soles respectivamente.

Se comprueba el resultado esperado, la eficiencia en la ejecución del presupuesto de infraestructura vial afecta positivamente a las actividades económicas. Cabe resaltar que, los resultados para ambas estimaciones son similares y, que estos son robustos.

4 CONCLUSIONES

La medición de la eficiencia técnica de la infraestructura es útil en tanto permite entender cómo el sector público está ejecutando el presupuesto. Las brechas preexistentes en materia de infraestructura vial requieren de mecanismos de regulación y fiscalización para evaluar el desempeño del gobierno central, gobiernos regionales y gobiernos distritales. Esto con la finalidad de mejorar los resultados de los indicadores de carreteras registrados en los últimos años. Ya que autores como Vasquez y Bendezú (2008) afirman que, cuando una economía cuenta con un alto nivel de inversión en infraestructura, se genera un conjunto de externalidades positivas que suponen un incremento en el dinamismo de las actividades privadas, por ejemplo, el caso de una localidad que requiere red de carreteras y caminos para poder desarrollarse de mejor manera.

En línea con lo anterior, del análisis estadístico se extrajo que el gasto en infraestructura vial aumentó durante el periodo de estudio, pero que esta situación no necesariamente se vio reflejada en una mejora de la eficiencia en las regiones. Cabe destacar que, un menor gasto en carreteras no implica un desempeño ineficiente de la región. En la primera etapa del análisis metodológico, se pudo encontrar disparidades entre las regiones; es decir, pese a que las regiones poseían el mismo nivel de gasto, los resultados en cuanto a la eficiencia variaban.

Una comparación entre San Martín y Tacna corrobora que contar con el mismo presupuesto no condiciona a la eficiencia; fue así como, San Martín obtuvo mejores resultados que la región Tacna. Esta brecha se verificó en las cifras actuales que permitieron identificar que persiste una brecha en cuanto a la infraestructura vial disponible, tanto a nivel nacional como subnacional (entre regiones). Es por ello que el Índice de Competitividad Regional 2018 (IPE, 2018), coloca a Lima como la región que ocupa el primer lugar en la clasificación de cobertura de redes viales locales pavimentadas o afirmadas, con un 88.1%. En contraste, es posible ubicar a regiones como Ucayali, que solo cuenta con el 0.9 por ciento del total de redes viales pavimentadas.

La mejora en el abastecimiento de infraestructura permite optimizar la gestión de costos de los agente económicos. En consecuencia, cuando se contribuir a la mejora de la accesibilidad a redes de servicios, lograr mayores niveles de eficiencia operativa, reducir costos operacionales, también a una mayor confiabilidad, cantidad y calidad de los servicios de infraestructura se necesita una buena inversión en esta. La externalidades positivas que genera la accesibilidad a la red y los beneficios primarios, implican externalidades positivas en la asignación de los recursos y la expansión de los mercados locales e internacionales. (Rozas y Sánchez, 2004)

Es por ello que este te tipo de heterogeneidad a nivel subnacional explicado párrafos arriba implica una limitante para el desarrollo de las actividades económicas, y consecuentemente para el crecimiento económico en dichas regiones. Es posible constatar esta premisa con los resultados de Palacios (2018), el autor encuentra que la infraestructura vial afecta positivamente al crecimiento económico regional, además, es considerado como un elemento generador de igualdad económica intra-regional.

Asimismo, se ha encontrado evidencia respecto a la influencia positiva de la eficiencia de la ejecución del presupuesto destinado a infraestructura vial sobre el crecimiento de las actividades económicas a nivel regional. Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, se consideró indicadores de las carreteras en las regiones para reflejar el estado de la infraestructura vial. Es importante hacer énfasis en que, no se incorporó indicadores sobre la calidad de la carretera o tipología de suelos, variables frecuentemente utilizadas en la literatura consultada, pero que no se encuentran medidas en el caso peruano.

La capacidad de los gobiernos regionales al momento de ejecutar su presupuesto es un factor importante para el análisis del uso eficiente del gasto en infraestructura vial. La incorporación de otras variables al presente estudio, como la percepción de la corrupción a nivel regional, mejoraría la especificación del modelo. Según el INEI la percepción sobre el desempeño de los gobiernos regionales para el 2020 fue de 89.3%, 1.2 por ciento más que el año anterior. Esto atisba la desconfianza de la población frente a sus respectivos gobiernos regionales. Asimismo, brindar un enfoque *cross country* con países comparables de la región generaría un valor agregado a las conclusiones; tomando en cuenta que, según literatura consultada Perú cuenta con uno de los índices de conectividad más bajos a nivel de Sudamérica.

De acuerdo con el estudio de Palacios (2018), que indica que Perú cuenta con una densidad vial de 35 por ciento; un nivel bajo si se compara con países como, Brasil que cuenta con 66.4 por ciento y Chile que alcanza un porcentaje 2.6 veces mayor al peruano. Por otro lado, un estudio enfocado en una comparación a nivel de Centroamérica, muestra que las cifras de Perú en cuando a densidad vial pavimentada se encuentran por debajo de las de Costa Rica, El Salvador, Republica Dominicana, Guatemala, Panamá y México, que sobrepasan el 40 por ciento (CEPAL, 2018).

5 REFERENCIAS

- Afonso, A., y Fernandes, S. (2003). *Efficiency of Local Government Spending: Evidence for the Lisbon Region*. University of Lisbon (No. 2003/09). Working Papers of Department of Economics.
- Aigner, D.; Lovell, D y Schmidt, P (1977) "Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models". *Journal of Econometrics*, 6, pp. 21-37.
- Almeida, E. y Guimarães, P. (2014). Economic growth and infrastructure in Brazil: A spatial multi- level approach. ERSA Conference Papers No. 14. European Regional Science Association.
- Alva, S. y Bonifaz, J. (2004). Eficiencia Relativa en el servicio de distribución eléctrica en el Perú durante el periodo 1997 - 2000: Un estudio de fronteras. En: Baca, J. (editor). *Experiencias de Regulación en el Perú*.
- Aschauer, D. (1997). *Output and employment effects of public capital* (No. 190). Working Paper.
- Banker, R., Charnes, A., y Cooper, W. (1984). Some Models for Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis. *Management Science*, 30(9), 1078– 1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Barro, R. (1990). Government spending in a simple model of endogeneous growth. *Journal of political economy*, 98(5, Part 2), S103-S125.
- CEPAL. (2018). Transporte de carretera en América Latina: evolución de la infraestructura y de sus impactos entre 2007 y 2015. *Fal*, 367(7), 1–15. Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/44440/1/S1801184_es.pdf
[Consulta: 30 de octubre de 2019]
- Chan, S. G., y Karim, M. A. Z. (2012). Public spending efficiency and political and economic factors: Evidence from selected East Asian countries. *Economic Annals*, 57(193), 7-23.

- Charnes, A., Cooper, W., y Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, 2(6), 429-444.
- Choi, N., y Jung, K. (2017). Measuring efficiency and effectiveness of highway management in sustainability. *Sustainability (Switzerland)*, 9(8), 1–15. <https://doi.org/10.3390/su9081347>
- Coelli, Tim (1996) “A guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis (Computer) Program”. Centre for Efficiency and Productivity Analysis. Department of Econometrics, University of England.
- Corrales, M. Lomeña, M., y Alvarez, L. (2010). “La acción del Banco en el desarrollo de carreteras principales”. Banco Interamericano de Desarrollo. Oficina de Evaluación y Supervisión.
- Davis, M., y Hayes, K. (1993). The demand for good government. *The review of economics and statistics*, 148-152.
- Delgado F. (2005). Measuring efficiency with neural networks. An application to the public sector. Department of Economics – University of Oviedo. *Economics Bulletin*. Vol. 3. No. 15, pp 1 –10.
- Deller, S. (1992). Production efficiency in local government: A parametric approach. *Public Finance= Finances publiques*, 47(1), 32-44.
- Deller, S., y Rudnicki, E. (1992). production efficiency of Main public schools. *SRDC series*.
- Ekpung, E. (2014). Public infrastructure spending and economic growth in Nigeria: An Error Correction Mechanism (ECM) approach. *Journal of Social Economics Research*, 1(7), 129-140.
- Farrell, M. (1957) “The measurement of productivity efficiency”. *Jornal of the Royal Statistical Society*, 253-290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ferrier, G. y Lovell, C. (1990). Measuring cost efficiency in banking: Econometric and linear programming evidence. *Journal of econometrics*, 46(1-2), 229-245.
- Greene W. (1993) *The Econometric approach to Efficiency Analysis*. En: Fried H.; Knox

Gupta S.; Honjo K. y Verhoeven M. (1997). The efficiency of Government Expenditure: Experiences from Africa. IMF Working Paper/97/153

Henderson, D. y Zelenyuk, V. (2004). Testing for catching - up: Statistical analysis of DEA efficiency estimates. Institut de Statistique. Université Catholique de Louvain. Discussion Paper 0431.

Instituto Peruano de Economía (IPE) (2018). Índice de Competitividad regional. Incore 2018, 8, 1–98. Recuperado de <https://www.ipe.org.pe/portal/incore-2019-indice-de-competitividad-regional/> [Consulta: 27 de agosto de 2019]

Jalan, J., Ravallion, M. (2002). Geographic poverty traps? A micro model of consumption growth in rural China. *Journal of applied econometrics*, 17(4), 329-346.

Koop, G., Osiewalski, J., y Steel, M. (1999). The components of output growth: A stochastic frontier analysis. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 61(4), 455-487.

Kyriacou, A., Muinelo-Gallo, L., y Roca-Sagalés, O. (2019). The efficiency of transport infrastructure investment and the role of government quality: An empirical analysis. *Transport Policy*, 74(February), 93–102. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2018.11.017>

Lovell, K (1993) “Applying Efficiency Measurement Techniques to the Measurement of Productivity Change”. *The Journal of Productivity Analysis*, 7, 329-340.

Mastromarco, C., y Woitek, U. (2006). Public infrastructure investment and efficiency in Italian regions. *Journal of Productivity Analysis*, 25(1), 57–65. <https://doi.org/10.1007/s11123-006-7127-9>

Ministerio de Economía y Finanzas. (s.f.). *Glosario de Presupuesto Público*. Obtenido de <https://www.mef.gob.pe/es/glosario-sp-5902>

Miranda López, J. (2012). El análisis de frontera como herramienta para la gestión de la eficiencia en los procesos de fiscalización y control en el Perú. *Revista de Administración Tributaria*. Obtenido de https://www.ciat.org/Biblioteca/Revista/Revista_33/Espanol/rev33-4-jose_miranda_lopez-ok.pdf

Olesen, O. y Petersen, N. (1995). Incorporating quality into data envelopment analysis: a stochastic dominance approach. *International journal of production economics*, 39(1-2), 117-135.

Palacios Tovar, C. (2018). Efecto de la inversión pública en la infraestructura vial sobre el crecimiento de la economía peruana entre los años 2000-2016. *Ingeniería Industrial*, (36), 197–210. Recuperado de <https://doi.org/10.26439/ing.ind2018.n036.2454> [Consulta: 26 de agosto de 2019].

Rodríguez, M.; Rossi, M. y Ruzzier, C. (2000). Fronteras de eficiencia en el sector de distribución de energía eléctrica: la experiencia sudamericana.

Rozas, P., & Sánchez, R. (2004). *Desarrollo de infraestructura y crecimiento económico: revisión conceptual*. CEPAL.

Sarmiento, J., Renneboog, L. y Matos, P. (2017). Measuring highway efficiency by a DEA approach and the Malmquist index. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 17(4), 530–551. <https://doi.org/10.18757/ejtir.2017.17.4.3213>

Servén, L. (2015). Infrastructure and economic development. Presentación en la Reunión Anual del Fondo Monetario Internacional y el Banco Mundial. Lima. Mimeo.

Srinivasu, B., Professor, A. y Srinivasa Rao, P. (2013). Infrastructure Development and Economic growth: Prospects and Perspective. *Journal of Business Management & Social Sciences Research*, 2(1), 2319–5614.

Tam Maldonado, M. (2006). Una aproximación a la eficiencia técnica del Gasto Público en Educación en las regiones del Perú. CIES. Recuperado de <http://hdl.handle.net/123456789/1088> [Consulta: 30 de octubre de 2019]

Trillo, D. (2002). Análisis económico y eficiencia del sector público. Eficiencia, Equidad y Control Democrático: Un Marco Triangular para el Análisis de Políticas, 2-18.

Urrunaga, R., y Aparicio, C. (2012). Infraestructura y crecimiento económico en el Perú. *Revista de la CEPAL*, 2012(107), 157–177. <https://doi.org/10.18356/533f5549-es>

Vasquez, A., y Bendezu, L. (2008). Ensayos sobre el rol de la infraestructura vial en el crecimiento económico del Perú. Recuperado de <http://www.cies.org.pe/sites/default/files/files/diagnosticoypropuesta/archivos/dyp-39.pdf> [Consulta: 27 de agosto de 2019]

Webb, R. (2013). Conexión y despegue rural. Lima: Universidad San Martín de Porres e Instituto Perú.

Worthington, A. y Dollery, B. (2000). An empirical survey of frontier efficiency measurement techniques in local government. *Local Government Studies*, 26(2), 23-52.

Yang, T., Guan, X., Qian, Y., Xing, W., & Wu, H. (2019). Efficiency evaluation of Urban Road transport and land use in Hunan Province of China Based on Hybrid Data Envelopment Analysis (DEA) models. *Sustainability (Switzerland)*, 11(14). <https://doi.org/10.3390/su11143826>.