

LA INVERSIÓN PÚBLICA EN INFRAESTRUCTURA DE TRANSMISIÓN ELÉCTRICA Y LA INCIDENCIA ECONÓMICA EN EL SUBSECTOR ELÉCTRICO EN EL PERÚ, PERIODO 2000 - 2020

PUBLIC INVESTMENT IN ELECTRICITY TRANSMISSION INFRASTRUCTURE AND THE ECONOMIC IMPACT ON THE ELECTRICITY SUB-SECTOR IN PERU, PERIOD 2000 - 2020

Entregado: 29 de octubre de 2022 | Aprobado: 13 de noviembre 2022

PABLO CIELO MARINA*
RENAN QUISPE LLANOS**

RESUMEN

El objetivo fue estimar la incidencia de la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica sobre el crecimiento de la producción eléctrica en el Perú durante el periodo 2000 - 2020. Para la investigación se tomó una muestra de 126 observaciones obteniéndose 6 variables para el modelo. Se plantearon modelos explicativos de la producción eléctrica, la productividad, el acceso a la electricidad de los hogares rurales y su impacto en el ingreso. En el primer modelo, los resultados evidenciaron la incidencia positiva y significativa, que señala si se incrementa en 1% la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica, aumenta en 1.35% la producción eléctrica. En el modelo relacionado con los hogares, se aprecia que, si se incrementa en 1% el acceso a la electricidad en los hogares rurales, aumenta en 0.89% los ingresos económicos rurales. La investigación confirma que la inversión pública es un mecanismo para alcanzar el crecimiento económico.

PALABRAS CLAVE: Inversión pública, infraestructura de transmisión eléctrica, incidencia económica.

ABSTRACT

The objective was to estimate the incidence of public investment in electricity transmission infrastructure on the growth of electricity production in Perú, period 2000 - 2020. For the research, a sample was taken for the period 2000 - 2020 of 126 observations, resulting from the 6 variables and 21 years of historical series. Explanatory models were proposed for electricity production and productivity. Also, access to electricity for rural households and its impact on income. In the first model, the results showed a positive and significant impact, which indicates that if public investment in electricity transmission infrastructure increased by 1%, electricity production increased by 1.35%. In the model related to households, it can be seen that if access to electricity is increased by 1% in rural households, rural economic income increases by 0.89%. The research confirmed that public investment is a mechanism to achieve economic growth.

KEYWORDS: Public investment, electricity transmission infrastructure, economic impact.

* Extraído del Trabajo de Investigación para el título de Maestro. ORCID: 0000-0001-6360-6278. Correo: pablo_cm1@hotmail.com

** Docente del Instituto de Gobierno y de Gestión Pública. ORCID: 0000-0001-9127-5605. Correo: rquispel@usmp.pe

INTRODUCCIÓN

Según investigaciones sobre el progreso y avance de los países, la inversión pública es primordial para alcanzar este progreso, en especial las inversiones en infraestructura, ya que, a través de estas inversiones la población accede a servicios públicos de calidad. En el Perú, durante el periodo 2010-2020, las inversiones públicas en infraestructura y las inversiones en infraestructura de transmisión eléctrica, se han incrementado en términos reales con tasas promedio anual del 3.29% y 0.04%. En ese marco, con esta investigación se buscó determinar si existe incidencia entre la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica y el crecimiento de la producción eléctrica en el Perú, periodo 2000-2020, ello es importante porque la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica representó el 14.59% de la inversión sectorial en el periodo 2010-2020. Así mismo, se necesitó determinar si existe incidencia entre el acceso a la electricidad en los hogares rurales y el crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales en el Perú durante el mismo periodo 2000-2020, ello es fundamental, no solo por la eficiencia y efectividad de la producción eléctrica, sino porque el 84.60% de la población rural tiene acceso a la electricidad y el 45.70% de ella se encuentra en situación de pobreza, en especial de las zonas de la sierra y selva peruana.

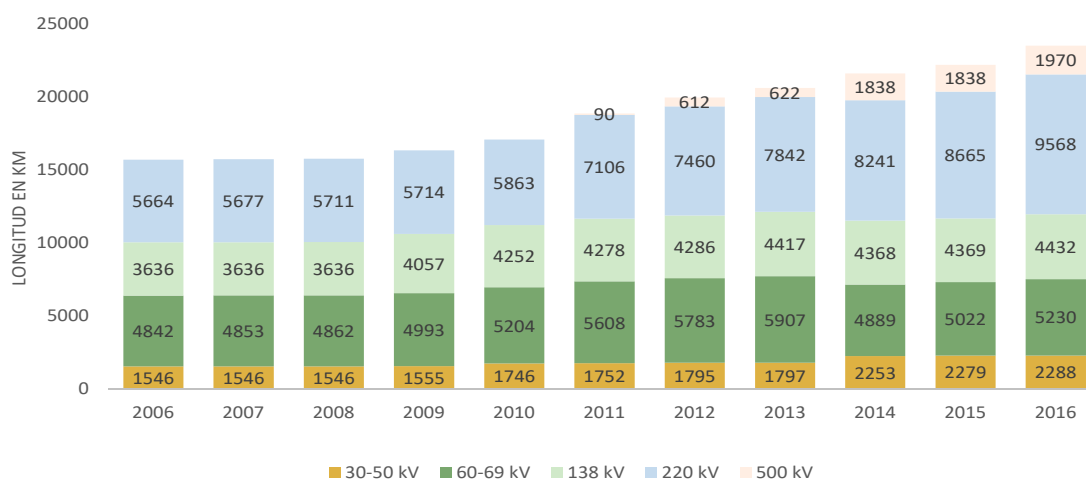
Entre los años 2010 al 2020, el crecimiento de la economía peruana analizada a través del Producto Bruto Interno (PBI) fue de 4.5% hasta el año 2019 (INEI, 2020); y en el año 2020 este crecimiento presentó una reducción de -11.0% del PBI; estos datos fueron tomados en base a los precios constantes del año 2007. (INEI, 2021, p. 1).

La reducción de la economía en el Perú, y al igual que en los demás países de América del Sur y del mundo; tuvo como principal causante a la enfermedad del COVID19, como lo menciona el INEI (2021), que la contracción del PBI es resultado de la aplicación de medidas de estado de emergencia nacional para afrontar los efectos de la COVID19, que determinaron la reducción de este indicador en los últimos cuatro trimestres del 2020, a pesar de la reapertura progresiva de las actividades, en el contexto de las fases de reactivación económica que incidieron en una menor caída de la producción. (p. 1).

Todos los sectores económicos en nuestro país fueron afectados por la pandemia, por problemas socioculturales y problemas políticos, y que acompañado de la falta de gestión y planificación de las instituciones en la generación de mayor infraestructura pública; el subsector eléctrico ha presentado una escasa inversión pública en infraestructura en transmisión eléctrica.

Hasta el año 2016, en el sistema eléctrico se tenían líneas de transmisión de 550 kv., 220 kv., 138 kv. y entre 69 a 30 kv. Las líneas de transmisión eléctrica en 500 kv. eran de 1,970 km, en 220 kv. eran de 9,568 km, en 138 kv. eran de 4,432 Km, entre 60 a 69 kv. eran de 5,230 Km; y entre 30 a 50kv. eran de 2,288 km. (MINEM, 2017, p. 79).

Figura 1
Perú: Longitud de las líneas de transmisión eléctrica, 2006 - 2016
(Km/ kv.)

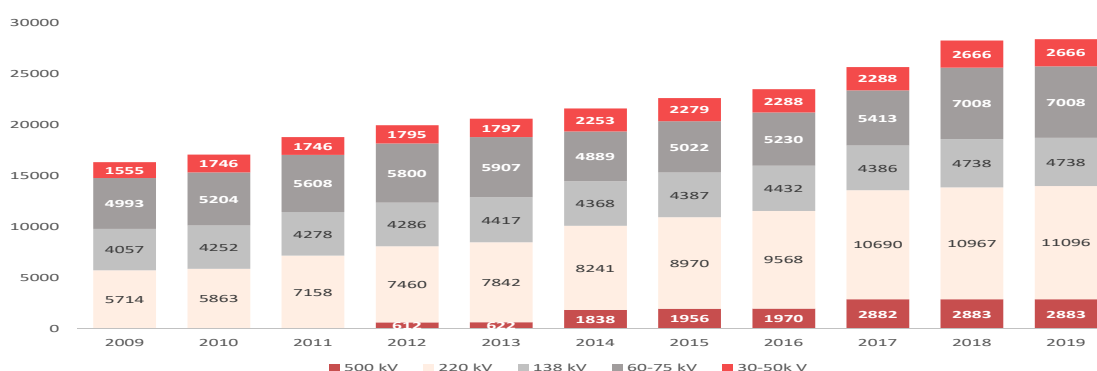


Fuente: MINEM (2016), Anuario estadístico de electricidad del año 2016.

Durante los años 2017 y 2018 se tuvo un considerable crecimiento en infraestructura de transmisión eléctrica, debido a mayor inversión en el subsector eléctrico ocasionado por el crecimiento económico que vivía el Perú.

Sin embargo, después de un periodo de crecimiento moderado, “el correspondiente al año 2019 fue el más bajo de la década, desde la crisis debido al aumento de las barreras comerciales, la caída de las inversiones y al incremento de la incertidumbre geopolítica” (MINEN, 2020, p. 13).

Figura 2
Perú: Longitud de las líneas de transmisión eléctrica por tensión, 2009 - 2019
(Km/kv.)



Fuente: MINEM (2019), Anuario estadístico de electricidad del año 2019. Nota: Las estadísticas del 2019 corresponden a información preliminar.

Según el MINEN (2020), el aumento de la inversión en infraestructura de transmisión eléctrica estaba directamente ligado al crecimiento económico del país, tal como lo reflejaba el PBI del año 2019 con un crecimiento del 2.2%, porcentaje menor a los años anteriores. De acuerdo a este crecimiento económico:

Las líneas de transmisión eléctrica han presentado un fuerte crecimiento, de 6% en promedio anual durante el periodo 2009 - 2019. En particular, resalta la incorporación de líneas de tensión de 500 kv desde el año 2011. Ello ha significado un cambio de tendencia en la participación de las líneas de mayor tensión. En el año 2009 solo el 35% de las líneas de transmisión eléctrica eran mayor a los 220 kv, mientras que en el año 2019 este ratio es de 49%. (p. 36).

Tabla 1
Perú: Evolución del sistema de transmisión eléctrica, 2005 - 2019
(Km/kv.)

AÑOS	"LONGITUD DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN (km)"				TOTAL
	500 kV	220 kV	138 kV	< 75 kV	
2,005.00		5845.3	2670.6	1220.7	9736.6
2006		5924.5	2870.9	1220.7	10016.1
2007		5963.1	2878.8	1244.4	10086.3
2008		6381.4	2890.8	1336.1	10608.3
2009		8153.8	3212.6	1698.8	13065.2
2010		8265.9	3738.5	1884.4	13888.8
2011*	89.8	9661.6	4381.0	7020.2	21152.6
2012*	611.8	9770.9	4386.2	7219.4	21988.4
2013*	1509.8	10058.9	4417.9	7366.1	23352.7
2014*	1832.3	10740.6	4540.5	7698.9	24812.3
2015*	1832.3	11621.1	4554.3	7802.2	25809.9
2016*	1965.1	12174.3	4608.5	8010.6	26758.5
2017*	2877.3	12631.3	4846.1	8181.9	28536.5
2018*	2878.7	12902.9	4855.5	8394.4	29031.4
2019*	2878.7	13631.4	4914.2	8573.7	29997.9
2020*	2878.7	13700.8	4915.4	8609.3	30104.1

Fuente: COES, “Estadística anual del año 2020”. Nota: (*) Se ha considerado líneas de transmisión existente de las empresas distribuidoras y usuarios libres integrantes; como también, no integrantes.

Para el año 2020 se pensaba llegar a una estabilidad económica, pero la crisis financiera de los mercados emergentes ocasionados por la pandemia, llevó al subsector eléctrico a reducir la inversión en infraestructura de transmisión eléctrica.

Toda la infraestructura en transmisión eléctrica realizada hasta el año 2020 en el Perú, no ha sido lo suficiente para alcanzar el bienestar en lo que respecta a electricidad para cada habitante, tal como lo menciona el portal web de datos abiertos Indexmundi.com:

El promedio de consumo de energía eléctrica (kwh.) por habitante en Perú es 1,398, en Argentina es 2,661, en Chile es 4,026 y en Estados Unidos es 11,730. Estos datos reflejan la falta de acceso a energía eléctrica de sectores alejados en nuestro país, especialmente de aquellas zonas rurales e inaccesibles por las condiciones geográficas. La diferencia en el consumo eléctrico en los países mencionados guarda una estrecha relación respecto al ingreso per cápita en sus respectivas economías; lo que conlleva a pensar que el acceso a la electricidad es un indicador de desarrollo y que la falta de infraestructura de transmisión eléctrica en muchos lugares de nuestro país es un problema que debe ser abordado y estudiado para el planteamiento de soluciones a corto y largo plazo.

Objetivo general

Determinar de qué manera la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica incide en el crecimiento de la producción eléctrica en el Perú en el periodo 2000 - 2020.

Objetivos específicos

- 1 Determinar de qué manera el acceso a la electricidad en los hogares rurales incide en el crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales en el Perú, periodo 2000 - 2020.
- 2 Determinar de qué manera la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica incide en el crecimiento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica en el Perú, periodo 2000 - 2020.
- 3 Determinar de qué manera el acceso a la electricidad en los hogares rurales incide en el crecimiento de los ingresos económicos rurales en el Perú, periodo 2000 - 2020.

Por lo general, la mayor parte de los estudios sobre el crecimiento económico de los países están relacionados a temas de inversión en infraestructura pública para mejorar e incrementar los servicios básicos de la población. Las inversiones son mecanismos y estrategias de las políticas públicas para conseguir el desarrollo de un país. Asimismo, existen varias investigaciones que demuestran la relación positiva de la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica sobre el crecimiento de la producción eléctrica. Como lo menciona Barboza, Echauri y Flores (2020), quienes sostienen que las propuestas sobre gestiones en el financiamiento y políticas en infraestructura eléctrica, facilitan la ejecución de este tipo de infraestructura; además recomendaron, que el plan fortalece a las instituciones involucradas en este sector, integrando los procesos, mejorando la coordinación interinstitucional, perfeccionando las prácticas de adquisición pública, y sobre todo promueve el crecimiento del mercado interno de proveedores de obras de infraestructura del sector eléctrico.

Por otro lado, Kazimierski (2020) confirmó que la evolución del sistema eléctrico es el resultado de una búsqueda de la relación entre sus diversos componentes, ya sea materiales y/o sociales. Asimismo, Mardones (2020) afirmó que a través de la planificación de las infraestructuras de transmisión eléctrica es posible el ordenamiento de la expansión del sector eléctrico.

De otro lado, Grimm et al. (2016) afirmaron que la implementación de políticas de inversión es de gran importancia para el sector energía y que es ampliamente abordada en la literatura reciente, especialmente sobre los aspectos de gestión a largo plazo de la infraestructura de transmisión eléctrica, tomando en cuenta una expansión simultánea de la generación y transmisión.

Romero (2020) afirmó que el cambio y las mejoras a las normativas que regulan el subsector eléctrico, facilitan las inversiones en él, sobre todo mejoran los planes de inversión en infraestructura de transmisión eléctrica, logrando el crecimiento y expansión del sistema eléctrico.

Asimismo, Aguirre (2017) concluyó que la política regulatoria en el régimen de Asociaciones Público Privadas (APP) en la inversión en nueva infraestructura de transmisión eléctrica, fomenta la inversión en infraestructura de transmisión del Sistema Garantizado de Transmisión (SGT), englobando muchos aspectos como el régimen tarifario aplicable. Además, se determinó la importancia de desarrollar un régimen de APP que permita a la empresa privada adjudicarse proyectos a través de una concesión.

El crecimiento económico está directamente ligado a la inversión en infraestructura en los diversos sectores que conforman la economía de nuestro país, por lo que se considera de gran importancia que el sector público genere grandes inversiones, acompañadas en paralelo con inversiones extranjeras. Las inversiones en infraestructura en el sector público a parte de producir ingresos a la población a través de trabajos en el sector construcción, también mejoran las condiciones de accesibilidad para generar ingresos en la economía, como son: las infraestructuras viales (importante en el transporte de mercadería de ciudad a ciudad); la infraestructura de agua potable y alcantarillado; la infraestructura de electricidad, para la agricultura, para la salud, educación, vivienda y otros servicios que necesitan de la infraestructura pública, que en conjunto buscan mejorar las condiciones de vida de la población y de esa forma alcanzar el desarrollo del país.

La incidencia de la infraestructura en el crecimiento económico ha sido estudiada a gran escala en países como los Estados Unidos y países europeos; donde lograron determinar que es importante el aporte que genera la infraestructura en el crecimiento económico. En el Perú no se han realizado estudios similares, lo que nos lleva a pensar el porqué de la falta de políticas públicas destinadas a promover la inversión pública y privada en muchos sectores que brindan servicios públicos en el Perú. (Vásquez, 2004, p. 10).

Otros autores como Thacker et al. (2018), mencionan que,

[...] los sistemas de infraestructura conectados en red constituyen la columna vertebral de la sociedad moderna, ya sean de energía, transporte, agua, gestión de residuos o comunicaciones digitales, por lo tanto, estas infraestructuras son esenciales para el funcionamiento de la sociedad y al mismo tiempo contribuyen al crecimiento económico (p. 3).

Además, organismos e instituciones como el Ministerio de Energía y Minas (2016), menciona que,

[...] la electricidad es importante porque todos los sectores económicos la utilizan en los procesos de producción o servicios, ya sea a través de su uso básico, como la iluminación, o en otros usos más sofisticados. Además, ayuda a la inclusión social y productiva de los sectores en condiciones de pobreza, pues se puede mejorar la calidad de vida de las personas con nuevos tipos de iluminación (p. 38).

De otro lado, la intervención estatal en los sectores de infraestructura puede afectar su relación con el crecimiento económico. El gasto público en construcción, mantenimiento y rehabilitación de la infraestructura puede ser un instrumento importante de la política económica de un país para proporcionar estímulo en épocas de recesión. Siempre que la calidad y la eficiencia en función de los costos no se vean amenazadas, los procedimientos de desarrollo de la infraestructura basados en el uso de mano de obra pueden ser también mecanismos útiles para lograr el crecimiento económico con gran intensidad en el empleo. (Vásquez, 2004, p. 24).

Sin embargo, en los resultados de la investigación realizada por Atems y Hotaling (2018) mencionan que “para un modelo con datos de panel de 174 países, indican una fuerte relación positiva y estadísticamente significativa entre la generación de electricidad renovable y no renovable, y el crecimiento económico” (p. 112).

Asimismo, Fernández y Paco (2016) indican que la inversión pública en los países subdesarrollados desempeña un rol necesario dentro de sus procesos de desarrollo, con la provisión de proyectos productivos que es una de las principales herramientas para mejorar la distribución de ingresos dentro del ámbito de intervención.

Según Ortiz et al. (2019) mencionan que la infraestructura pública en la economía de un país, tomando como referencia a Aschauer (1989), fue un factor determinante en el aumento de la productividad en los Estados Unidos. Utilizando el enfoque metodológico de Aschauer; Cárdenas et al. (1995), “encontraron que la infraestructura tiene impactos positivos y significativos en la productividad y crecimiento económico en Colombia”.

En el contexto del crecimiento económico, se encuentra la infraestructura de transmisión eléctrica que desempeña un papel indispensable en el transporte de la electricidad para el suministro del servicio eléctrico en todo el territorio del país, que debe ser financiado con fondos públicos para aumentar la producción industrial, artesanal, comercial y lograr que la electricidad esté al alcance de la población.

Según el BID (2016), la energía eléctrica juega un papel muy importante en la expansión de la economía en los países de América Latina y del Caribe (LAC) describiendo que la electricidad está directamente relacionada al crecimiento económico ya que forma parte del desarrollo. La ausencia de electricidad no permitirá generar los bienes y servicios para la población actual y para las poblaciones futuras. Sin embargo, la población y el crecimiento de los ingresos son motores para el consumo de la electricidad. El mayor consumo de la electricidad está incentivado por la escala y velocidad del desarrollo económico. La conexión entre el consumo de la electricidad y el crecimiento económico tienen fundamento, las cuales están documentadas a través de diferentes investigaciones. (P. 7).

Sin electricidad las mujeres tienen que pasar más horas en las tareas domésticas sin poder, de este modo, acceder al mercado laboral. El rendimiento escolar de los niños también tiene dependencia con la iluminación. La electricidad está directamente vinculada a la inclusión social y la igualdad. Mejora el cuidado de la salud, la educación y aumenta las oportunidades económicas generando trabajo, nuevos mercados, mejoras en la agricultura, entre otras. (Ottavianelli y Cadena, 2015, p. 1).

MATERIALES Y MÉTODOS

Tipo de estudio

La investigación tuvo un enfoque cuantitativo, es de tipo descriptivo, correlacional y explicativo. La investigación tiene un diseño no experimental y la dimensión temporal es longitudinal porque las variables fueron medidas en varias ocasiones.

El método de la investigación fue la siguiente: con los datos de un periodo de 21 años se correlacionó la variable de inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica con el crecimiento de la producción eléctrica y el crecimiento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica. Igualmente, se correlacionó la variable acceso a la electricidad en los hogares rurales con el crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales y el crecimiento de los ingresos económicos rurales.

Población y muestra

La población está referida a todos los habitantes o hogares que residen en el Perú.

La muestra que se ha hecho con un diseño muestral científico ha sido realizada por entidades oficiales como el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), Banco Central de Reserva del Perú (BCRP), Ministerio de Ambiente (MINAM) y MEF de manera que, se ha tomado los datos de ese diseño muestral.

RESULTADOS

Determinación de la incidencia de la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica sobre el crecimiento de la producción eléctrica en el Perú, periodo 2000 - 2020

La investigación propone como objetivo determinar de qué manera la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica incide en el crecimiento de la producción eléctrica en el Perú durante el periodo 2000 - 2020.

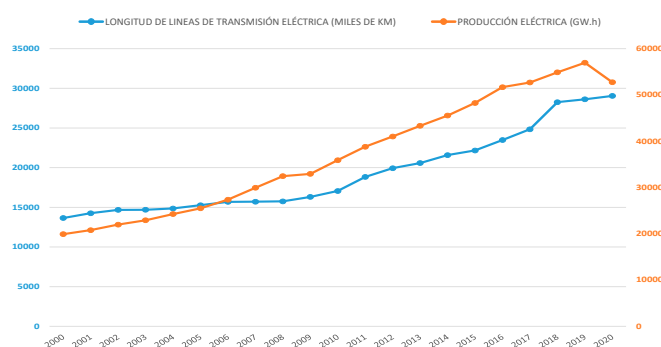
$$\text{PRODTOTE}_{it} = F(\text{INVTRANSE}_{it})$$

Donde PRODTOTE_{it} es la variable de crecimiento de la producción eléctrica, variable que depende positivamente del INVTRANSE_{it} , que es la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica. Para verificar este objetivo se realizó un análisis econométrico para el periodo 2000 - 2020.

Figura 3

Perú: Incidencia de la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica sobre el crecimiento de la producción eléctrica, 2000 - 2020

(Miles de KM vs. GWh.)



Fuente: MINEM (2020). Nota: Tomado del anuario estadístico de electricidad del año 2020, capítulo 10, evolución en el sub-sector eléctrico.

La inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica expresada en longitud de líneas de transmisión eléctrica y la producción eléctrica tuvieron tasas de crecimiento promedio anual del 4.14% y 5.03% respectivamente durante el periodo 2000 – 2020.

Determinación de la incidencia del acceso a la electricidad en los hogares rurales sobre el crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales en el Perú, periodo 2000 – 2020

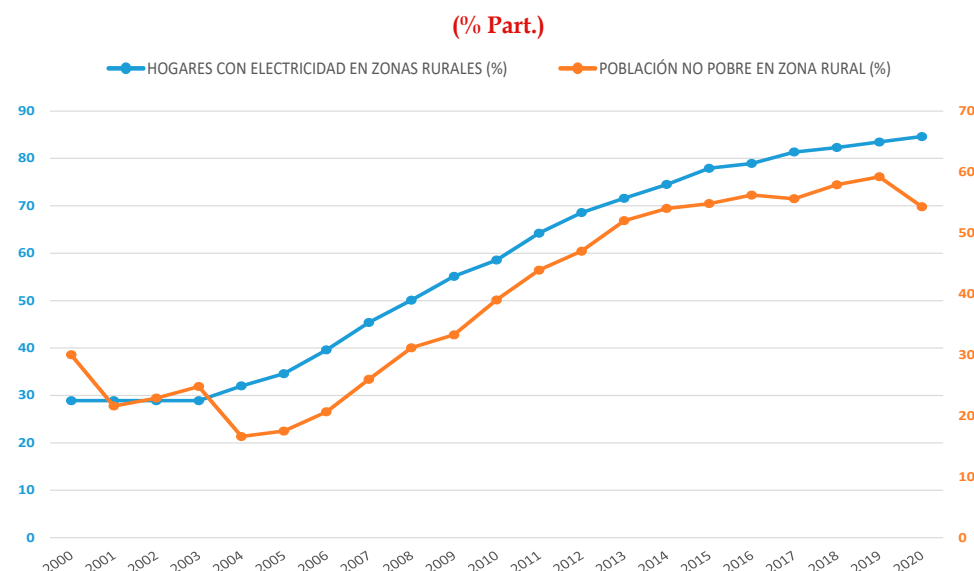
Para esta investigación, la variable hogares rurales con electricidad fue expresada en base a la variable acceso a la electricidad en los hogares rurales. La investigación plantea como objetivo determinar de qué manera el acceso a la electricidad en los hogares rurales incide en el crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales en el Perú durante el periodo 2000 – 2020.

$$POBNPRUR_{it}=F(ACCELECHOGRU_{it})$$

Donde $POBNPRUR_{it}$ es la variable del crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales, variable que depende positivamente del $ACCELECHOGRU_{it}$, que es el acceso a la electricidad en los hogares rurales. Para verificar este objetivo, se realizó un análisis econométrico para el periodo 2000 - 2020.

Figura 4

Perú: Incidencia del acceso a la electricidad en los hogares rurales sobre el crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales, 2000 – 2020



Fuente: INEI (2020)

El acceso a la electricidad en los hogares rurales y la población no pobre de las zonas rurales tuvieron tasas de crecimiento promedio anual del 5.35% y 4.19% respectivamente durante el periodo 2000 – 2020.

Determinación de la incidencia de la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica sobre el crecimiento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica en el Perú, periodo 2000–2020

La investigación propone como objetivo determinar de qué manera la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica incide en el crecimiento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica en el Perú durante el periodo 2000 – 2020.

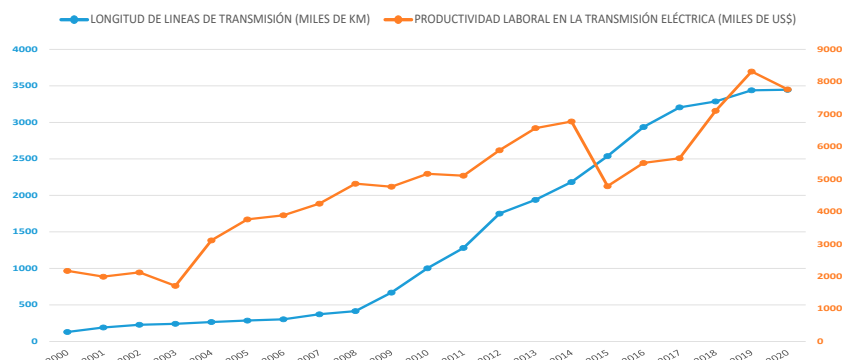
$$PRODUCTLABTRANSE_{it}=F(INVTRANSE_{it})$$

Donde $PRODUCTLABTRANSE_{it}$ es la variable de crecimiento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica, variable que depende positivamente de la $INVTRANSE_{it}$ que es la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica. Para verificar este objetivo, se realizó un análisis econométrico para el periodo 2000 – 2020.

Figura 5

Perú: Incidencia de la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica sobre el crecimiento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica en el subsector eléctrico, 2000 - 2020

(Miles Km vs. Miles US\$)



Fuente: MINEM (2020)

La inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica expresada en longitud de líneas de transmisión eléctrica y la productividad laboral en la transmisión eléctrica tuvieron tasas de crecimiento promedio anual del 4.14% y 7.81% respectivamente, durante el periodo 2000 - 2020.

Las inversiones en infraestructura de transmisión eléctrica generaron incremento de clientes, lo que a su vez aumentó las ventas de electricidad. En el 2000, la venta en electricidad era de US\$ 1,113,069.50 y en el año 2020 aumentó a US\$ 4,582,046.40. Además, la cantidad de trabajadores en la transmisión eléctrica casi se ha mantenido igual, ya que pasó de tener 512 trabajadores en el año 2000 a 590 trabajadores para el año 2020, demostrando eficiencia en esta actividad del sub-sector eléctrico.

Determinación de la incidencia del acceso a la electricidad en los hogares rurales sobre el crecimiento de los ingresos económicos rurales en el Perú, periodo 2000 - 2020

La investigación propone como objetivo determinar de qué manera el acceso a la electricidad en los hogares rurales incide en el crecimiento de los ingresos económicos rurales en el Perú durante el periodo 2000 - 2020.

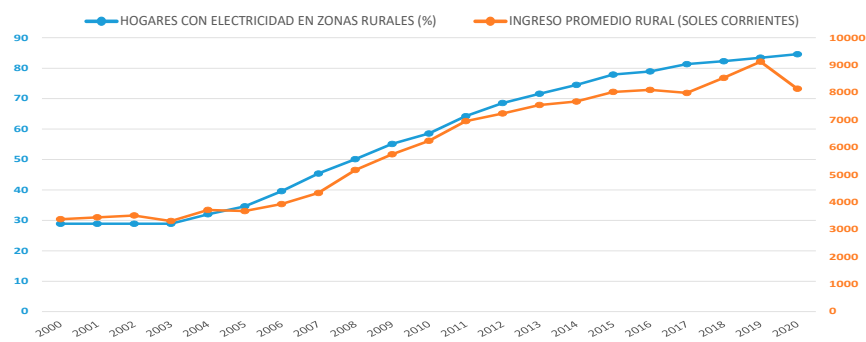
$$= INGRURM_{it} = F(ACCELECHOGRU_{it})$$

Donde $INGRURM_{it}$ es la variable del crecimiento de los ingresos económicos rurales, variable que depende positivamente de la $ACCELECHOGRU_{it}$ que es el acceso a la electricidad en los hogares rurales. Para verificar este objetivo, se realizó un análisis econométrico para el periodo 2000 - 2020.

Figura 6

Perú: Incidencia del acceso a la electricidad en los hogares rurales sobre el crecimiento de los ingresos económicos rurales, 2000 - 2020

(% vs. S/ corrientes)



Fuente: INEI (2020)

El acceso a la electricidad en los hogares rurales y los ingresos económicos rurales tuvieron tasas de crecimiento promedio anual del 5.35% y 4.58% respectivamente durante el periodo 2000 – 2020.

RESULTADOS INFERENCIALES

Para obtener los resultados inferenciales, se realizó un modelo econométrico no lineal doble logarítmico en variables y lineal en parámetros¹. Para ello, se utilizó el programa Eviews 12.0.

La inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica y el crecimiento de la producción eléctrica en el Perú, periodo 2000 – 2020

Explicación de la producción eléctrica en función de la infraestructura en transmisión eléctrica:

Modelo econométrico - producción eléctrica en función de la infraestructura en transmisión eléctrica:

$$\text{LN}(\text{PRODTOTE}_{it}) = -2.79 + 1.35 * \text{LN}(\text{INVTRANSE}_{it})$$

$$t \quad (-2.81) \quad (13.36) \quad Fc = 178.48$$

El valor del coeficiente de determinación (R-squared) es 0.903789 y es superior a 0.85, lo que demuestra la validez del análisis. Asimismo, el incremento de la infraestructura en transmisión eléctrica expresada en líneas de transmisión eléctrica, explica significativamente el aumento de la producción eléctrica.

El coeficiente de elasticidad indica que; si existe una incidencia positiva entre ambas variables y nos señala que, si se incrementa en 1% la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica, aumenta en 1.35% la producción eléctrica.

El acceso a la electricidad en los hogares rurales y el crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales en el Perú, periodo 2000 – 2020

Explicación de la población no pobre de las zonas rurales en función del acceso a la electricidad en los hogares rurales. Modelo econométrico:

$$\text{LN}(\text{POBNPRUR}_{it}) = 0.28 + 0.97 * \text{LN}(\text{ACCELECHOGRU}_{it})$$

$$t \quad (-0.75) \quad (10.48) \quad Fc = 109.76$$

El valor del coeficiente de determinación (R-squared) es 0.852435 y es superior a 0.85, lo que demuestra la validez del análisis. El incremento del acceso a la electricidad en los hogares rurales explica significativamente el aumento de la población no pobre de las zonas rurales.

El coeficiente de elasticidad indica que; si existe una incidencia positiva entre ambas variables y nos estaría indicando que, si se incrementa en 1% el acceso a la electricidad en los hogares rurales, aumenta en 0.97% la población no pobre de las zonas rurales.

La inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica y el crecimiento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica en el subsector eléctrico en el Perú, periodo 2000–2020

Explicación de la productividad laboral de la transmisión eléctrica en función de las líneas de transmisión eléctrica. Modelo econométrico:

$$\text{LN}(\text{PRODUCTLABTRANSE}_{it}) = -6.75 + 1.54 * \text{LN}(\text{INVTRANSE}_{it})$$

$$t \quad (-2.88) \quad (6.47) \quad Fc = 41.91$$

1 Según Gujarati (2010) existen modelos inherentes o intrínsecamente lineales debido a que con una transformación adecuada pueden convertirse en modelos de regresión lineales en los parámetros. Es decir, aparentan ser modelos no lineales como, por ejemplo, la función Cobb - Douglas muy utilizado en temas de microeconomía.

El valor del coeficiente de determinación (R-squared) es 0.688079 y es un valor aceptable, cercano a 0.85, lo que demuestra que el análisis tiene validez. Así mismo, el incremento en infraestructura de transmisión eléctrica expresada en líneas de transmisión eléctrica, explica significativamente el aumento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica.

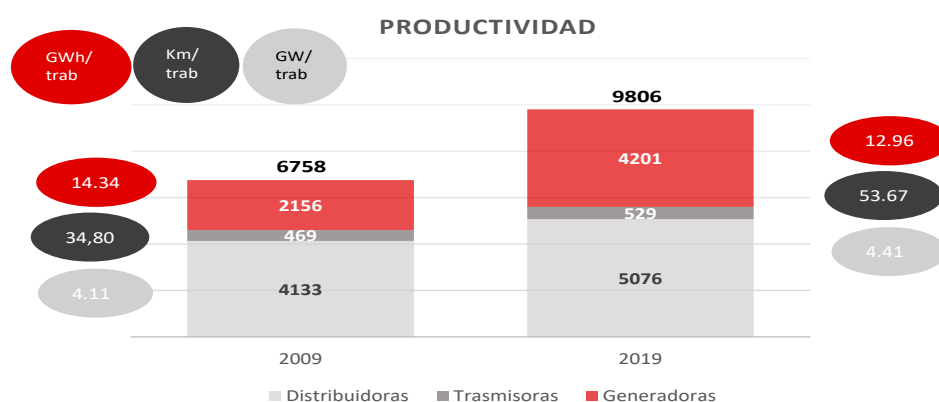
El coeficiente de elasticidad indica que; si existe una incidencia positiva entre ambas variables y nos señala que, si se incrementa en 1% la inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica, aumenta en 1.54% la productividad laboral de la transmisión eléctrica.

Para reafirmar esta incidencia positiva, es necesario analizar las inversiones realizadas en la actividad de transmisión eléctrica y cómo estas inversiones incrementan la productividad laboral. En base a la información del anuario estadístico de electricidad desde al 2000 al 2020 (INEI, 2020) se evidencia que las inversiones en infraestructura de transmisión eléctrica generaron mayor cantidad de clientes, lo que produjo mayor cantidad de ventas anuales de electricidad. En el año 2000 la venta en electricidad era de US\$ 1,113,069.50 y en el año 2020 aumentó a US\$ 4,582,046.40. Además, mencionar que las ventas se han duplicado, pero la cantidad de trabajadores en la transmisión eléctrica casi se ha mantenido igual, ya que pasó de tener 512 trabajadores en el año 2000 a 590 trabajadores para el año 2020, demostrando eficiencia en esta actividad del subsector eléctrico.

También la productividad laboral de la transmisión eléctrica puede expresarse en términos de kilómetros por trabajador según lo mencionado por el MINEM (2019), donde:

La productividad de los trabajadores de las empresas de transmisión ha crecido a una tasa anual de 4%, siendo la trasmisora Eléctrica del Sur la más productiva (p. 23).

Figura 7.
Perú: Productividad laboral de la transmisión eléctrica, 2009 - 2019
(Km.)



Fuente: MINEM (2019), Anuario estadístico de electricidad del año 2019.

En la Figura 7 se puede observar que la productividad de la transmisión eléctrica ha crecido considerablemente, pasando de 26.67 kilómetros por trabajador en el año 2000 a 49.23 kilómetros por trabajador en el año 2010 creciendo 84.59%, demostrando que, a mayor infraestructura en transmisión eléctrica, mayor será la productividad de la transmisión eléctrica.

El acceso a la electricidad en los hogares rurales y el crecimiento de los ingresos económicos rurales en el Perú, periodo 2000-2020

Explicación de la población no pobre de las zonas rurales en función del acceso a la electricidad en los hogares rurales. Modelo econométrico:

$$\text{LN}(\text{INGRURM}_{it}) = 5.09 + 0.89 * \text{LN}(\text{ACCELECHOGRU}_{it})$$

$$t \quad (45.67) \quad (31.83) \quad F_c = 1013.03$$

El valor del coeficiente de determinación (R-squared) es 0.981590 y es superior a 0.85, lo que demuestra la validez del análisis. Asimismo, el incremento del acceso a la electricidad en los hogares rurales explica significativamente el aumento de los ingresos económicos rurales.

El coeficiente de elasticidad indica que si existe una incidencia positiva entre ambas variables y nos señala que, si se incrementa en 1% el acceso a la electricidad en los hogares rurales, aumenta en 0.89% los ingresos económicos rurales.

CONCLUSIONES

Primera. - La inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica incide en el crecimiento de la producción eléctrica en el Perú, periodo 2000–2020; este objetivo general fue demostrado con los datos estadísticos de la inversión pública en infraestructura de transmisión y cómo estos generan la necesidad de incrementar la producción eléctrica para seguir satisfaciendo las necesidades del sector residencial e industrial; ello implica que, si el Estado continúa con las inversiones en infraestructura de transmisión eléctrica, como resultado se tendrá mayor producción eléctrica y de esta forma se podrá atender la demanda en el mercado eléctrico, el cual es cambiante debido al proceso de modernización y automatización.

Segunda. - El acceso a la electricidad en los hogares rurales incide en el crecimiento de la población no pobre de las zonas rurales en el Perú, periodo 2000–2020; este objetivo específico fue demostrado por los resultados obtenidos en la investigación donde se indica que, uno de los indicadores del desarrollo humano es el acceso a una vivienda con los servicios básicos y la electricidad es un servicio básico para lograr el desarrollo humano. Ello implica que, si el Estado continúa con las inversiones en infraestructura de transmisión eléctrica para facilitar el acceso a la electricidad en los hogares rurales, como resultado se seguirá incrementando la población no pobre de las zonas rurales.

Tercera. - La inversión pública en infraestructura de transmisión eléctrica incide en el crecimiento de la productividad laboral de la transmisión eléctrica en el Perú, periodo 2000–2020; este objetivo específico fue demostrado por los resultados obtenidos en la investigación donde se indica que, los resultados esperados de las inversiones es conseguir infraestructuras acordes a las necesidades y sobre todo que estas tengan la mayor facilidad de ponerlas en servicios con la menor cantidad de recursos humanos en el menor tiempo posible. Todo este proceso implica que, si el Estado continúa con las inversiones en infraestructura de transmisión eléctrica, como resultado se seguirá incrementando la productividad laboral en la transmisión eléctrica, pero con eficiencia en la cantidad de trabajadores para seguir operando el sistema de transmisión.

Cuarta. - El acceso a la electricidad en los hogares rurales incide en el crecimiento de los ingresos económicos rurales en el Perú, periodo 2000–2020; este objetivo específico fue demostrado por los resultados obtenidos en la investigación donde se indica que, existe incidencia positiva entre ambas variables analizadas, en donde las inversiones en infraestructura en esta actividad se han presentado en todo el periodo, generando una tasa de crecimiento promedio anual porcentual del 3.38% en los ingresos económicos rurales. Todo este proceso que se logra en los ingresos económicos rurales implica que, si el Estado continúa con las inversiones en infraestructura de transmisión eléctrica para facilitar el acceso a la electricidad en los hogares rurales, como resultado se seguirá incrementando los ingresos económicos rurales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aguirre, M. (2017). Invirtiendo en la industria de transmisión eléctrica. Forseti. Revista de Derecho, (7), 166 - 184. <https://doi.org/10.21678/forseti.v0i7.1115>
2. Atems, B., & Hotaling, C. (2018). The effect of renewable and nonrenewable electricity generation on economic growth. Energy Policy, 112(, 111–118. <https://daneshyari.com/article/preview/5105455.pdf>
3. Balza, L., Espinasa, R. y Serebrisky, T. (2016). ¿Luces encendidas? Necesidades de energía para América Latina y el Caribe al 2040. Washington D.C., EEUU: Banco Interamericano de Desarrollo <https://publications.iadb.org/es/publicacion/17053/luces-encendidas-necesidades-de-energia-para-america-latina-y-el-caribe-al-2040>
4. Banco Mundial. (2007). Informe para el desarrollo mundial. Agricultura para el desarrollo. Panorama general. Washington D.C., EEUU: Banco Mundial. <http://siteresources.worldbank.org/INTIDM2008INSPA/>

Resources/INFORMESOBRE-EL-DESARROLLO-MUNDIAL-2008.pdf

5. Barboza, O., Echaury, V. y Flores, W. (2020). Recomendaciones para infraestructura del sector eléctrico en Paraguay. *Revista Científica de la UCSA*, 7(1), 49-59. <https://revista.ucsa-ct.edu.py/ojs/index.php/ucsa/article/view/24>
6. Comité de Operación Económica del Sistema Interconectado Nacional – COES. (2020). <https://www.coes.org.pe/Portal/Organizacion/QuienesSomos>. [Accedido: 01-may-2022].
7. Fernandez P., y Pacco M. (2016). Análisis de la inversión pública y su impacto en la economía de la provincia de Canchis, Cusco – Perú (2007 – 2013). [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco]. <https://repositorio.unsaac.edu.pe/handle/20.500.12918/96>
8. Indexmundi. (2021). Mapa comparativo de países. Consumo de electricidad per cápita – mundo. <https://www.indexmundi.com/map/?v=81000&r=xx&l=es>
9. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2020). Encuesta Nacional de Hogares (ENAHOG). <https://www.inei.gob.pe/buscador/2/?tbusqueda=enahog>
10. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2021). Producto Bruto Interno trimestral. Comportamiento de la economía peruana en el cuarto trimestre del 2020. <https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/boletines/01-informe-tecnico-pbi-iv-trim-2020.pdf>
11. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. Boletines. Condiciones de vida. <https://www.inei.gob.pe/biblioteca-virtual/boletines/condiciones-de-vida/1/>
12. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. Estadísticas. Pobreza. <https://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/poverty/>
13. Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2020). Panorama de la economía peruana 1950 – 2019. Base 2007. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1726/Libro.pdf
14. Kazimierski, M. (2020). Transporte y energía. Génesis, apogeo y ocaso de la red eléctrica Argentina en el siglo XX. *Revista Transporte y Territorio*, (23), 320-340. <https://doi.org/10.34096/rtt.i23.9668>
15. Mardones, M. (2020). Naturaleza jurídica de la planificación de la transmisión eléctrica. *Revista de Derecho Administrativo Económico*, (31), 205-229. <https://doi.org/10.7764/redae.31.8>
16. Ministerio de Economía y Finanzas – MEF. (2018). Decreto Supremo 240-2018-EF. <https://www.mef.gob.pe/es/por-instrumento/decreto-supremo/18427-decreto-supremo-n-240-2018-ef/file>.
17. Ministerio de Economía y Finanzas – MEF. (2022). Normatividad. [En Línea]. https://www.mef.gob.pe/index.php?option=com_content&view=category&id=672&Itemid=100357&lang=es#:~:text=Decreto%20Supremo%3A%20norma%20de%20car%C3%A1cter,multisectorial%20funcional%20a%20nivel%20nacional.
18. Ministerio de Economía y Finanzas – MEF. Marco Macroeconómico Multianual 2010 – 2019 https://www.gob.pe/busquedas?institucion=mef&sheet=1&sort_by=none&term=marco%20macro%20econ%C3%B3mico%20multianual.
19. Ministerio de Energía y Minas – MINEM. (2000). Anuario estadístico de electricidad 2000. https://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=6&idPublicacion=235
20. Ministerio de Energía y Minas – MINEM. (2001). Anuario estadístico de electricidad 2001-2020. https://www.minem.gob.pe/_publicacion.php?idSector=6&idPublicacion=234. http://www.minem.gob.pe/_estadistica.php?idSector=6&idEstadistica=13456
21. Ortiz, C., Jiménez, D. y Cruz, G. (2019). El impacto de la infraestructura en el crecimiento económico

- colombiano: un enfoque Smithiano. Revista Lecturas de Economía. 90, 97 – 126. <https://doi.org/10.17533/udea.le.n90a04>
22. Ottavianelli, E. y Cadena, C. (2015). Calidad de vida y acceso a la energía: dos casos de estudio. ASADES, Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 19, pp.12.47-12.56. [http://asades.org.ar/revistaaverman/Calidad%20de%20vida%20y%20acceso%20a%20la%20energia%20dos%20casos%20de%20estudio.%20E.%20Ottavianelli,%20C.%20Cadena%20\[2015%20-%20Tema%2012\].pdf.pdf](http://asades.org.ar/revistaaverman/Calidad%20de%20vida%20y%20acceso%20a%20la%20energia%20dos%20casos%20de%20estudio.%20E.%20Ottavianelli,%20C.%20Cadena%20[2015%20-%20Tema%2012].pdf.pdf)
23. Romero, R. (2020). Estudio del mercado eléctrico peruano [Trabajo de Investigación, Universidad de Ingeniería y Tecnología]. <https://hdl.handle.net/20.500.12815/129>
24. Sistema Integrado de Administración Financiera - SIAF/Consulta amigable. Transparencia económica. <https://apps5.mineco.gob.pe/transparencia/Navegador/default.aspx>. [Accedido: 11-may-2022].
25. Thacker, S., Adshead, D., Morgan, G., Crosskey, S., Bajpai, A., Ceppi, P., Hall, J. y O'Regan, N. (2018). La infraestructura como base del desarrollo sostenible. Copenhagen, Dinamarca: UNOPS. [Infrastructure_underpinning_sustainable_development_ES.pdf](https://unops.org/infrastructure_underpinning_sustainable_development_ES.pdf) (unops.org)
26. Vásquez, A. (2004). Los vínculos entre el crecimiento económico y la infraestructura eléctrica en el Perú, 1940 – 2000. Documento de Trabajo N° 17, Oficina de Estudios Económicos – OSINERG, Perú. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/1399940/Documento%20de%20Trabajo%2017.pdf>

ANEXO

INDICADORES SELECCIONADOS DEL SUBSECTOR ELÉCTRICO EN EL ANÁLISIS ECONOMÉTRICO										
AÑO	INVTRANSEan	INVTRANSEac	LONLTRANSE	PBISE	PRODTOTE	PRODUCTLABTRANSE	ACCELECHOGRU	CONSENERE	INGRURM	POBNPRUR
2000	128.90	128.90	13,656.00	2,940.75	19,922.70	2,173.96	28.90	680.00	3,378.00	30.00
2001	61.70	190.60	14,261.00	2,998.00	20,785.73	1,995.37	28.90	711.00	3,445.20	21.60
2002	37.70	228.30	14,679.00	3,175.23	21,982.32	2,126.96	28.90	737.00	3,512.40	22.90
2003	12.80	241.10	14,693.00	3,297.56	22,923.35	1,711.97	28.90	755.00	3,308.40	24.80
2004	24.40	265.50	14,857.00	3,477.93	24,267.01	3,113.29	32.00	794.00	3,715.20	16.60
2005	20.60	286.10	15,272.00	3,673.98	25,509.74	3,760.02	34.60	823.00	3,673.20	17.50
2006	16.50	302.60	15,688.00	3,952.37	27,369.83	3,887.23	39.60	872.00	3,930.00	20.65
2007	69.64	372.24	15,712.00	4,430.42	29,943.05	4,247.41	45.40	938.00	4,334.40	25.98
2008	43.11	415.35	15,755.00	4,786.95	32,463.11	4,859.87	50.10	1,002.00	5,170.80	31.16
2009	254.00	669.35	16,319.00	4,835.24	32,944.74	4,767.71	55.13	999.00	5,745.60	33.28
2010	332.56	1,001.90	17,065.00	5,256.15	35,908.01	5,165.69	58.55	1,079.00	6,237.60	39.00
2011	278.55	1,280.45	18,833.00	5,686.72	38,806.47	5,107.84	64.24	1,154.00	6,957.60	43.90
2012	470.27	1,750.72	19,936.00	6,020.71	41,035.99	5,891.30	68.56	1,205.00	7,236.00	47.00
2013	188.41	1,939.13	20,585.00	6,224.32	43,330.18	6,572.91	71.60	1,256.00	7,545.60	52.00
2014	244.01	2,183.14	21,589.00	6,545.44	45,549.82	6,776.68	74.50	1,299.00	7,674.00	54.00
2015	354.97	2,538.12	22,173.00	6,974.40	48,270.41	4,783.73	77.92	1,359.00	8,022.00	54.80
2016	398.29	2,936.40	23,488.00	7,520.05	51,686.83	5,499.95	78.94	1,446.00	8,098.80	56.20
2017	269.02	3,205.43	24,845.00	7,590.87	52,700.05	5,643.90	81.35	1,464.00	7,987.20	55.60
2018	81.55	3,286.98	28,262.00	7,936.94	54,893.16	7,105.94	82.30	1,505.00	8,536.80	57.90
2019	152.23	3,439.21	28,619.00	8,283.00	56,968.51	8,318.23	83.46	1,554.00	9,128.40	59.20
2020	7.07	3,446.29	29,047.00	7,746.20	52,743.71	7,766.18	84.61	1,405.00	8,138.40	54.30

<p>Descripción de abreviaturas: INVTRANSEan= Inversión anual en infraestructura de transmisión eléctrica (Millones de US\$ 2002) INVTRANSEac= Inversión acumulada en infraestructura de transmisión eléctrica (Millones de US\$ 2002) LONLTRANSE= Longitud de líneas de transmisión en alta tensión (Kilómetros) PBISE= Producto bruto interno del subsector eléctrico (Millones de S/ 2007) PRODTOTE= Producción eléctrica (Anual en GW.h) PRODUCTLABTRANSE= Productividad laboral en transmisión eléctrica por trabajador (Miles de US\$ 2002) ACCELECHOGRU= Acceso a la electricidad en los hogares rurales (Anual en %) CONSENERE= Consumo de electricidad per cápita por habitante (Anual en KW.h) INGRURM= Ingreso promedio rural (Anual en soles corrientes) POBNPRUR= Población no pobre rural (Anual en %)</p>	<p>Fuentes MEF. DGIP (Dirección General de Inversión Pública) INEI MINEM BCRP</p>
--	--