

Explorando los efectos en la productividad regional a partir del gasto en infraestructura pública 2008-2014

Carlos A. León De La Cruz ¹

Resumen

En este estudio analizamos el efecto del gasto público real en infraestructura per cápita (pc) sobre el PBI real pc regional. Para ello planteamos una función de producción estimada con un modelo MCO para las 24 regiones del Perú (excepto Callao) en los años 2008 al 2014. Además de la infraestructura consideramos el crédito pc real (como proxy del factor capital privado) y el índice de empleo regional para el factor trabajo. Se hacen comparaciones con paneles de datos de efectos aleatorios, fijos y dinámico.

Los resultados indican que el efecto promedio de la infraestructura en el PBI real pc regional es de 0.28% a 0.34%. Restando errores (productividades) de la función de producción con infraestructura y otra similar sin esta variable, encontramos que los efectos de la productividad son altos en el caso de Moquegua, Madre de Dios y Cuzco. Siendo muy bajos en el caso de Lima, Loreto y Lambayeque. En el caso de las regiones costeras la concentración urbana para la infraestructura puede ya no ser efectiva y hay que mirar el lado rural o brechas de amplio impacto y en Loreto, puede ser que los costos de provisión sean altos para el incremento productivo logrado.

Abstract

In this study we analyzed the effect of real public expenditure per capita infrastructure (pc) on regional real GDP pc. For this we propose a production function estimated with an OLS model for the 24 regions of Peru (except Callao) in the years 2008 to 2014. In addition to infrastructure pc consider real credit (as a proxy of private capital factor) and index regional employment for the labor factor. comparisons with random data panels, fixed and dynamic effects are.

The results indicate that the average effect of infrastructure in regional pc real GDP is 0.28% to 0.34%. Subtracting errors (productivity) of the production function and other similar infrastructure without this variable, we find that the effects of productivity are high in the case of Moquegua, Cuzco and Madre de Dios. It is very low in the case of Lima, Loreto and Lambayeque. In the case of coastal regions urban concentration for infrastructure can no longer be effective and there to look at the rural side or gaps wider impact and Loreto, it may be that the supply costs are high for the increased production achieved.

Palabras clave: Infraestructura, productividad, economía regional o sub nacional.

JEL: O47, R53

¹ Economista (UNT). MBA (ESAN). Dr(c) en Economía (UNPRG). Profesor del Departamento de Economía de la Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo y la Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque. Perú

1. Introducción

En el año 2015 el gasto de gobierno en infraestructura fue alrededor de 16.9 mil millones de soles, siendo la tasa de crecimiento anual promedio desde el año 2008, de 17.6% anual promedio. Este elevado nivel de crecimiento ha sido producto de distintos contextos: un período de amplio crecimiento de los fondos del estado, producto de una economía mundial en expansión (estos e evidencia porque el crecimiento del año 2008 al 2011 fue de 27% anual, mientras que del 2011 en adelante fue de 9%).

Si bien el escenario favorable en el mundo concluyó con la crisis internacional del año 2008-2009 cuyos efectos se ven hasta ahora, el crecimiento de la infraestructura ha sido amplio, en esta nueva etapa, debido a las amplias demandas sociales existentes y a una brecha de infraestructura que exige ser cerrada para dar paso a mayor crecimiento económico.

En ese mismo lapso de tiempo el PBI peruano creció en 4.9% anual, notándose el mismo efecto de la menor actividad económica, pues hasta el 2011 el ritmo era de 5.1% anual y luego pasó a 4.7%, el menor volumen de recursos, ya que se deja de depender de la dinámica externa (al ser el Perú una economía primaria exportadora) y se pasa a depender de la demanda interna, pues hizo que el gasto en infraestructura se expandiera a menor velocidad que los años previos.

El estado en su proceso de mejorar la infraestructura ha procedido de diversos modos, por un lado elevando el presupuesto de las regiones en este rubro, por otro generando que los actores privados compartan la inversión (mecanismos de obras por impuestos y de asociaciones público-privadas) y además puedan optar por administrar el posterior servicio al ciudadano que generar estas obras de infraestructura (en muchos casos denominado gastos de mantenimiento y operación).

Las respuestas en este caso siguen siendo lentas, las distintas regulaciones del estado frenan el proceso en muchos aspectos y en otros, la poca experiencia y un marco legal extenso, hacen que aún no se desarrolle a cabalidad el proceso de inversión privada en infraestructura sea a modo exclusivo o en alianza con el estado.

Los efectos de la inversión en infraestructura sobre la productividad son diversos, se habla de la mejora en las condiciones que enfrentan los negocios, así por ejemplo mejoras en la infraestructura de transporte, reducen los costos de las empresas relacionados con fletes, generan ampliación de los mercados y permiten ganancias mayores. Así diversa infraestructura se dirige a mejorar las condiciones productividad en los sectores económicos (agropecuario por ejemplo, cuando mejoran las condiciones de riego o se dota de infraestructura contra efectos climáticos adversos).

En este sentido Sturm *et al* (1995) indica que la mayor inversión de este rubro, ha supuesto inclusive dotar de bases para la posterior revolución industrial que tuvieron los países europeos. Se indica que la infraestructura básica (indivisible, de uso público, no transable, con efectos en diversos sectores) puede generar efectos positivos en la infraestructura complementaria (redes de comunicaciones, ampliaciones energéticas, provisión de otras fuentes de energía y saneamiento, además de transporte de menor tamaño) y ello termina impulsando la productividad de las empresas, previa ampliación de la demanda de estos bienes y finalmente su provisión. Sin embargo los mismos autores indican que los efectos son decrecientes y terminan por ser inexistentes a largo plazo.

Gu y MacDonald (2009) analizan los efectos de la inversión en infraestructura (denominado capital público) en la productividad, se indica que estas inversiones permiten concentraciones espaciales (grupos de empresas y poblaciones más densas)

que generan escalas suficientes para la provisión de bienes y además para ampliar los mercados, con lo cual crece el producto y el empleo.

Sin embargo medir en específico los efectos del capital público es complejo, esta variable es parte de la función de producción, pero su naturaleza de bien público no sustituible y además auto financiado (impuestos) y sin un mercado de provisión (además de los rendimientos decrecientes), pues hace difícil saber su contribución a los cambios del producto.

Los hallazgos de Gu y MacDonald (2009) indican un efecto positivo (0.2%) sobre la productividad laboral, bastante menor al 1.3% del capital privado, en el caso de la productividad total de factores el efecto fue de 0.4%, se hace notar que los efectos en el tiempo son variados, en el pasado los efectos fueron el doble, y se han ido agotando, sin embargo no hay evidencias de que menor capital público reduzca el crecimiento económico, toda vez que las dotaciones quedan en la economía y generar otras dinámicas, aun cuando el estado deje de invertir producto de que estas demandas llegan a su fin, sobre todo en la parte básica.

Goel (2002) explora los efectos en la productividad industrial, cuando se amplían las inversiones en infraestructura, así el autor recopila los montos invertidos en sectores como banca, energía, agricultura y transporte denominada infraestructura económica, mientras que las inversiones en educación y salud, le denomina infraestructura social. El estudio emplea una función de costos, así los costos variables del negocio son impactados por el costo de insumos intermedios, costo laboral, costo de capital o de equipos y costo de la provisión de infraestructura (aplicando depreciación más tasa de interés de bonos soberanos por precio del capital público y esto sobre el total de inversión en infraestructura), tiene un precio que resulta del valor real del mismo.

Los hallazgos de Goel (2002) indican efectos en el ahorro de mano de obra y de insumos, cuando se eleva la inversión en infraestructura económica (menores costos) y los efectos de la infraestructura social son ahorros en todas las variables incluyen el ahorro en el costo de capital o equipos. Otro hallazgo importante es que la infraestructura puede ser un bien sustituto de los bienes de capital de la empresa (considerando que por el tamaño muchas empresas principalmente usan bienes públicos de este tipo), finalmente el autor encuentra que la infraestructura social tiene más impacto que la económica en generar mejoras del costo empresarial, asumiendo que en países con muchas carencias como India, el rol del estado cuando provee infraestructura social, trasciende los hogares y mejora la actividad económica en amplia medida.

Brox y Fader (2005) añaden un aspecto a tomar en cuenta en las inversiones en infraestructura, una vez que se ha cubierto la parte básica al menos, se requieren fondos para mantener la misma y reemplazarla cuando su vida útil termine, esto por cuanto las dotaciones de infraestructura son el principal atractivo para las decisiones de localización empresarial, además impactan en los costos de las firmas en hasta un 5% por cada 10% de crecimiento en esta inversiones.

En el contexto nacional, a medida que las grandes inversiones se van agotando, las responsabilidades de la inversión en infraestructura van pasando de los gobiernos centrales a los gobiernos regionales y luego a los locales, quienes tienen el desafío de crear infraestructura complementaria y además mantener la misma, para las mejoras económicas a nivel sub nacional.

En el contexto internacional es vital las mejoras de productividad, por cuanto las diferencias entre países para las exportaciones provienen de movimientos cambiarios y de tener mejoras de productividad que se reflejarían en alzas del cambio real, lo que incentiva las inversiones privadas en los diversos sectores transables de la economía canadiense.

De la Fuente (2010) revisa distintos estudios sobre infraestructura y productividad, a pesar de las diferencias de estimación, las evidencias indican que existe una relación positiva entre ambas variables, en la medida que no se hayan agotado los rendimientos de este capital público (cuyo impacto es grande cuando los requerimientos de capital son amplios y luego se diluye) o de que las inversiones ya se hayan realizado para cubrir las necesidades de stock de infraestructura. Sin embargo el autor indica probables sesgos en los diversos estudios que pueden subestimar los efectos, por cuanto los niveles de infraestructura son estimados a partir de datos primarios que pueden ser incompletos en cuanto la infraestructura se disemina en múltiples proyectos de inversión pública e incluso en gastos operativos de reposición del estado, que en la medida que sean antiguos se transforman en permanentes y podrían ser tratados como inversiones en sostener la infraestructura.

Otros detalles a tener en cuenta en las mediciones de los efectos de la infraestructura que provee el estado, es que el valor monetario de lo invertido puede no ser la cifra ideal, por tanto hay exigencias geográficas y otras que pueden elevar el costo de la infraestructura reduciendo su impacto en valor nominal, pero en realidad el efecto productivo real puede ser igual de amplio y comparable con otras regiones del país (o gobiernos sub nacionales). Finalmente está el hecho de que inclusive la inversión en infraestructura, así como los demás componentes de una función de producción son igualmente endógenas, de modo que los sesgos de otras variables observadas o no, están presentes.

El uso de la función de producción incluyendo el activo en infraestructura, es parte de los estudios de Aschauer (1989) modelando capital privado, trabajo y capital público, a partir de ello se encuentran los efectos en la productividad total de factores (residuo del modelo) Fort y Poret (1991) discuten más este tema considerando estudios de Munnell (1991), se indica que los efectos de la infraestructura pueden ser menores de lo que se reporta en dichos estudios, primero porque las demandas sociales se reducen conforme cambia el patrón demográfico (por ejemplo la población escolar puede explicar la productividad tan eficazmente como el capital público), además los precios relativos de los bienes pueden ser modificados y con ello los efectos de la infraestructura (considere que los bienes públicos reducen el precio de los servicios derivados, de modo que en el mercado hay más oferta a menor precios, por ende menor efecto en el valor total).

Inclusive Fort y Poret (1991) indican señales endógenas en la infraestructura, que depende de las mejoras de productividad (más ingresos incentiva al gobierno a colocar más capital público). Los análisis realizados para la OCDE permiten señalar que las menores dotaciones de infraestructura (menos inversión) generan caídas en la productividad en varios países, pero eso no sucede en todos y tomando en cuenta un largo período de datos, la evidencia es menor, de modo que la infraestructura puede generar más productividad, pero ello depende de las condiciones de base del país, a medida que la infraestructura es amplia, los efectos son pequeños o inexistentes, la sugerencia quizás estriba en la forma como se obtiene el stock de infraestructura o su valor, sobre todo cuando estas inversiones ya fueron realizadas en el pasado.

Mussolini y Teles (2010) hacen una exploración similar a la anterior, pero para el caso latinoamericano, los resultados indican una cointegración clara en productividad e infraestructura en los países de estudio (Brasil, Chile, México, Argentina), no obstante el análisis temporal indica que la productividad total de factores no tiene un crecimiento sostenible a medida que se mueve el gasto de infraestructura, es decir los resultados son temporales, los impactos pueden ser menores inclusive, cuando en el país existen otras deficiencias como poco desarrollo del capital humano y debilidades institucionales, si bien es importante que los gobiernos inviertan en esto, es indispensable que las

economías de escala que genera la infraestructura no se diluyan en economías de poca fortaleza educativa e institucional.

Otros estudios de los efectos de la infraestructura son los relacionados con la mejora del valor de los activos de los ciudadanos, de modo que al mejorar este valor indirectamente mejoran sus condiciones para la producción o de bienestar, lo que implica que la productividad se mueve indirectamente por ello. En esta línea Haughwout (2002) señala que no hay evidencias directas sobre el mayor valor de los activos (sobre todo el suelo) para los pobladores, sin embargo el efecto es indirecto, puesto que la infraestructura atrae pobladores, ello eleva la demanda de activos y sube el precio, generando ingresos de capital en los sectores urbanos y probablemente una dinámica de inversiones privadas que impacte luego en la productividad.

Una posición final es la necesidad de que la infraestructura parta de los consensos sociales, es decir de las planificaciones concertadas con los actores, esto puede garantizar la viabilidad de solicitar más recursos fiscales o deuda, de modo que las expectativas de los agentes no se vean alteradas, esto debe acompañarse de una correcta evaluación económica financiera de la inversión, de modo que se midan de modo correcto sus efectos en la economía y sociedad. (Bottini et al, 2013)

2. Material y Métodos

La productividad proviene del residuo de la siguiente función de producción:

$$Y_{it} = K_{it}^{\phi} L_{it}^{\beta} G_{it}^{\Omega} \quad (1)$$

Donde:

i: es la región o gobierno sub nacional, considerando 24 regiones peruanas sin incluir Lima y Callao.

t: es el año en que se toman los datos, en este caso años 2008 al 2014.

Y es el producto bruto interno real per cápita anual, tomado de las cuentas nacionales del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

K es el stock de capital privado o inversión bruta fija. En este caso dado la limitante de datos a nivel regional o sub nacional, ha llevado a que empleamos como variable proxy al crédito otorgado por las entidades financieras en cada región, se incluye bancos, cajas municipales, rurales y edpymes. No incluye financieras al ser crédito típicamente de consumo.

Es probable que en los créditos considerados, haya un sesgo de fondos no dirigidos a la inversión, o también dirigidos básicamente a la inversión en inventarios, pero igual forman parte del stock de inversión a corto plazo.

Estudios futuros pueden explorar el cálculo de la inversión anual privada, dado que los datos del censo económico datan del 2008, datos de la Superintendencia Nacional de Administración Tributaria (SUNAT) con balances anuales empresariales, pueden ser importantes, pero su uso es reservado al sector estatal, con la naturaleza de ser un estudio a nivel de firma, y este trabajo es a nivel agregado. Los datos del crédito privado son reales y per cápita, la fuente nominal es la Superintendencia de Banca y Seguros (SBS).

G es el gasto en infraestructura anual, sumando las inversiones en proyectos del estado dirigidos al sector agrícola, energético, saneamiento, agua, transportes, telecomunicaciones, educación y salud. Estos datos se obtienen desde el portal del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF) y también se han ajustado en términos reales y per cápita.

L es el nivel de empleo, medido como el índice de empleo para las provinciales

capitales de cada región. Dichas provincias engloban la actividad productiva u financiera, de modo que es un buen aproximado de la actividad del empleo regional. El dato es del INEI.

Para hallar las variables reales, se estimó el deflactor del PBI nominal y real a partir de las cifras publicadas por el INEI. Las variables reales fueron divididas entre la población anual según cifras del INEI.

$$\text{Log } Y_{it} = \phi \text{ Log } K_{it} + \beta \text{ Log } L_{it} + \Omega \text{ Log } G_{it} + e_{it} \quad (2)$$

El modelo (2) anterior es la versión log lineal del modelo (1), en ella la productividad sería la estimación de e_{it} , ahora para hallar el efecto del gasto en infraestructura sobre la productividad, se estima el modelo siguiente:

$$\text{Log } Y_{it} = \phi \text{ Log } K_{it} + \beta \text{ Log } L_{it} + v_{it} \quad (3)$$

Luego estimamos:

$$v_{it} - e_{it} \quad (4)$$

Sería el efecto de la infraestructura en la productividad, ya que el error en el modelo (2) incluya el gasto en infraestructura per cápita, mientras que el error del modelo (3) no incluye esta variable, es natural pensar que el tamaño del error se reduce con la infraestructura, lo que vendría a ser el efecto de esta variable sobre el modelo.

Finalmente: ϕ , β y Ω , son las elasticidades del capital, trabajo y gasto en infraestructura, en buena cuenta el porcentaje en que variaría la producción per cápita cuando cambian cada una de ellas.

3. Resultados

Una primera vista a los datos muestra el crecimiento del PBI real entre el 2008 y 2014, Cuzco es la región con mayor expansión (10.2%), a su favor destacan las ingentes inversiones en la extracción de gas que dinamizaron su economía. Luego está el despegue de Amazonas (6.8%) y San Martín (6.3%) regiones que eliminaron los problemas de guerrillas y se volcaron hacia la producción de café y cacao con éxito. Otro grupo de regiones destacadas son Apurímac (6.4%) con el impulso de las Bambas un proyecto minero que entró en operaciones en el 2015. Finalmente está Ayacucho (6.5%) que con la carretera de acceso desde la costera Ica (que creció 6.1% basado en su pujante agroindustria), mejoró enormemente sus condiciones productivas.

Regiones con mal desempeño en estos años, son Ancash (-0.8%), que a pesar de los amplios recursos mineros ha tenido caídas de la producción, esto se debe al caos institucional que representaron autoridades regionales presas por corrupción y otros problemas derivados del desgobierno local. Luego tenemos Madre de Dios (-0.1%) a pesar de la actividad minera informal la región no ha crecido mucho una evidente señal de que la carretera interoceánica no ha generado los efectos esperados en esta economía. Luego tenemos a Moquegua (-0.5%) cuyos recursos son mineros y va de la mano con la caída del sector a partir del 2011 y las limitantes para lanzar nuevos proyectos, ante la poca receptividad social y finalmente está Pasco (-0.9%) región que atraviesa una crisis producto de la poca actividad minera industrial que hay en la zona, su principal centro minero se encuentra inactivo, opera temporalmente y se sujeta a una gran empresa formalmente en proceso de quiebra.

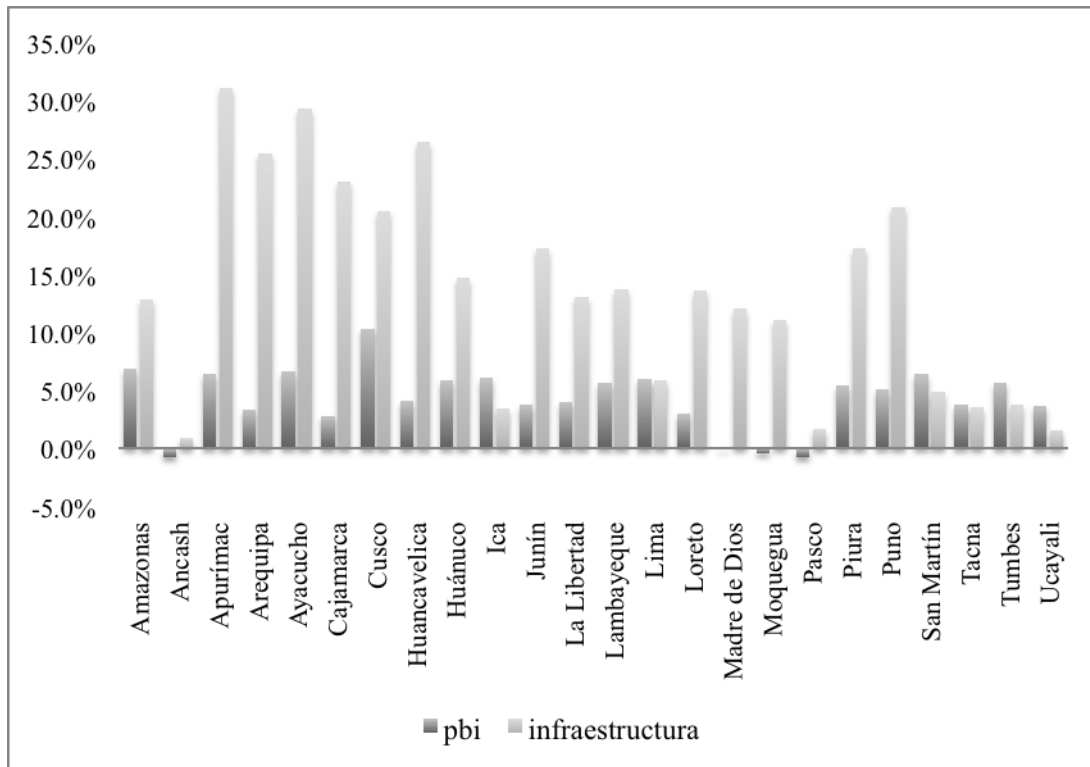


Fig. 1. PBI real y Gasto público en Infraestructura real a precios de 2007. Promedio anual de crecimiento (%) 2008-2014

Fuente: MEF – INEI

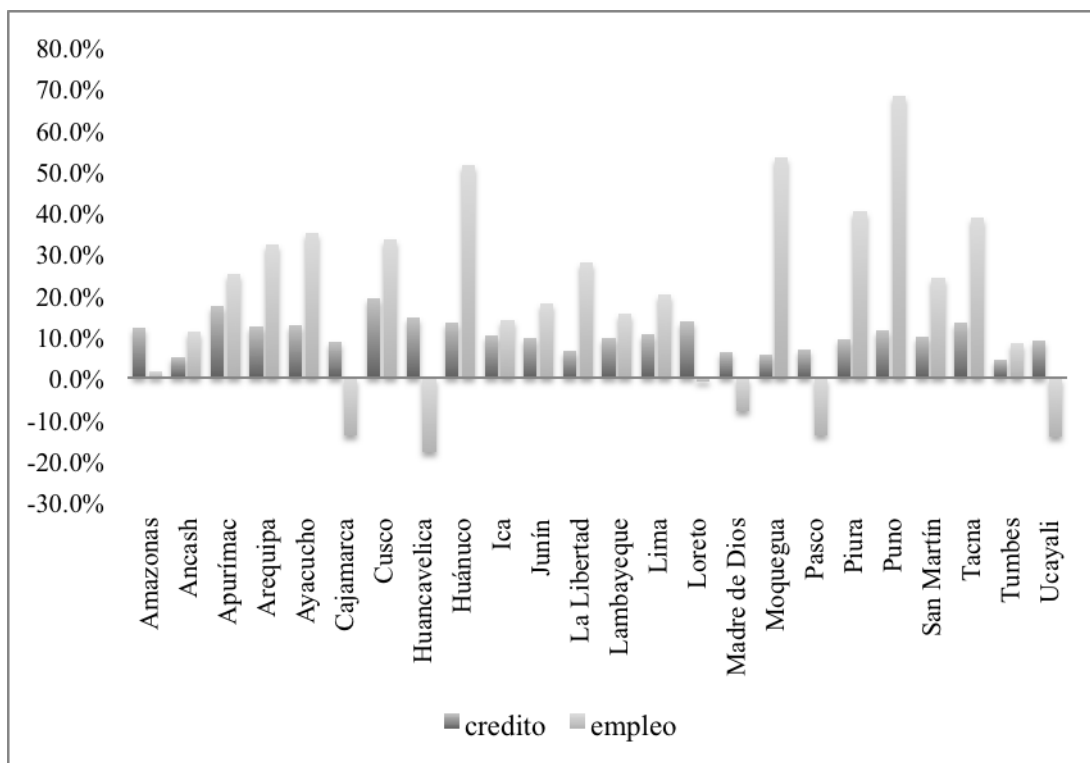


Fig. 2. Crédito real a precios de 2007 y Crecimiento del empleo. Promedio anual de crecimiento 2008-2014 (%).

Fuente: MEF – INEI

En las regiones con más crecimiento de empleo tenemos a Puno (67.9%) y Moquegua (53.2%) cuya mayor actividad agrícola ha demandado más trabajo además de sus impactos en el comercio local y luego tenemos a Piura (40.1%) donde han prosperado nuevos proyectos de minería no metálica, mientras que aquellas con menor generación de trabajo son Huancavelica (-18.1%) producto de la menor actividad agrícola, Ucayali (-14.4%) por menos actividad de extracción gasífera y servicios, Cajamarca (-14.2%) por un descenso de la actividad minera y turística ante los problemas sociales en torno a este sector y Pasco (-14.1%) por el cierre de operaciones de la principal actividad local que es la minería.

Finalmente tenemos la evolución del crédito donde Cuzco (18.9%) y Apurímac (17.1%) son los que lideran el crecimiento, por razones de expansión económica local. Luego tenemos las regiones con menor expansión y son Ancash (4.7%) y Tumbes (4.2%) en el primer caso una economía en caída y en el segundo caso un mercado con poca penetración financiera, además de un tamaño pequeño. Destacan regiones donde las entidades no bancarias han realizado esfuerzos de penetración como Huancavelica (14.5%) y Loreto (13.4%).

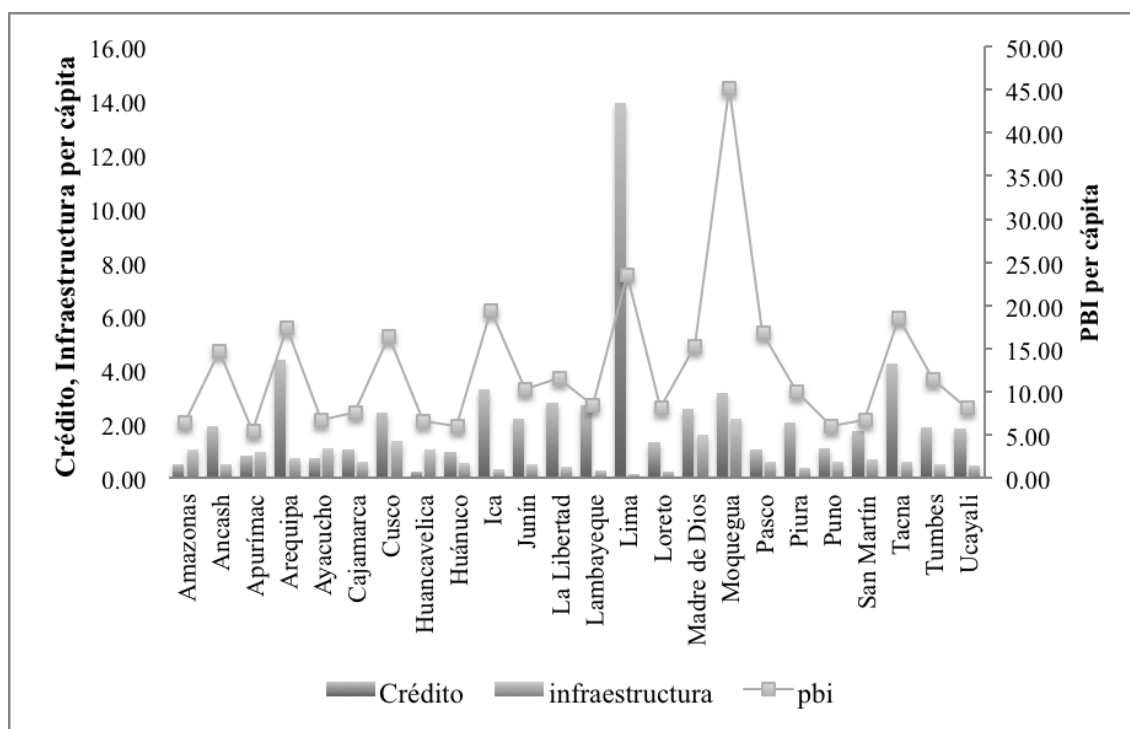


Fig. 3. PBI, Gasto en Infraestructura y Crédito real per cápita 2014 (en Miles de Soles) A precios de 2007

Fuente: MEF – INEI

Como muestra la figura anterior, las regiones con mayor PBI per cápita en el año 2014 son aquellas donde también se ha expandido el crédito por habitante, mostrando una clara relación entre las variables.

En el caso del gasto en infraestructura no parece haber mucha conexión con el PBI regional, así regiones de poco tamaño como Madre de Dios (1.60) o Moquegua (2.19) presentan mayor gasto en infraestructura per cápita, igual que Cuzco (1.37), Ayacucho (1.12), Amazonas (1.08) y Huancavelica (1.08), sin embargo de todas estas regiones sólo Moquegua presenta el mayor nivel de infraestructura per cápita, indicando que la política de gasto en infraestructura es bastante heterogénea en su distribución final,

igualmente de aquellas con mayor gasto en infraestructura sólo Huancavelica es aquella con mejor perfil para que el gobierno haya puesto su mayor esfuerzo, puesto que su PBI per cápita es uno de los menores.

4. Discusión

La evidencia con la información previa, es que la decisión de otorgar más dotación de infraestructura no se dirige a acompañar el mayor ingreso, ni mucho menos a elevar el mismo desde sus bajos niveles, es probable que este gasto esté dirigido desde otros ángulos: presiones de los actores sociales relevantes en cada región, brechas muy extensas en alguna región, criterios por tamaño de población en pobreza u otros.

Variable	Elasticidad (2)	t (2)	Elasticidad (3)	t (3)
K	0.490	13.8	0.466	11.5
L	0.502	56.7	0.444	61.6
G	0.275	6.4	--	
R ²	0.974		0.968	

Tabla 1. Elasticidades obtenidas para el modelo (2) y modelo (3) por mínimos cuadrados ordinarios (MCO)

Elaboración: El autor

Calculando las elasticidades producto de cada variable de la función de producción, encontramos que la elasticidad del factor infraestructura influye en 0.28% sobre el crecimiento productivo, este valor tendría un correlato con otros estudios. Así Bendezú y Vasquez (2006) estiman los efectos de caminos, potencia eléctrica y telecomunicaciones sobre el crecimiento económico regional peruano, la suma total de estos efectos sería el tamaño de la infraestructura y resulta un 0.22%, aunque la variable caminos de efecto 0.008 no es significativa, consideramos que el estimado hallado en nuestro estudio está dentro de lo esperado.

En el caso de la elasticidad del factor capital, el indicador de 0.49% hallado, se encuentra en el rango hallado por Seminario y Beltrán (1998) que estimaron 0.51, Valderrama *et al* (2001) estimaron 0.64 y Vega Centeno (1997) estimó un 0.65 y Céspedes *et al* (2014) estimaron un 0.635 (en un panel de efectos fijos llegó a 0.57 y un panel dinámico llegó a 0.64). La estimación de nuestro estudio es ligeramente menor si retiramos la variable infraestructura, pues es de 0.47 pero es consistente con los estimados de Carranza *et al* (2005) que fue de 0.44 y con Bernanke y Gurkaynak (2002) que fue de 0.49.

En el caso de la elasticidad del factor trabajo, las estimaciones de Céspedes *et al* (2014) es de 0.37 en un modelo simple similar al estimado en este estudio y llega a 0.43 en un panel de efectos fijos, en un panel dinámico el efecto fue de 0.36. Nuestro estimado de 0.50 se encuentra ligeramente encima de estos hallazgos, pero cuando retiramos la variable infraestructura, tenemos resultados consistentes (0.44) con los hallazgos para el caso peruano.

Para hacer comparaciones con otras estimaciones, la tabla siguiente muestra los cálculos para un panel de datos con efectos aleatorios (EA), un panel con efectos fijos (EF) y un panel dinámico con método de Arellano-Bond (D) con una diferencia en la variable PBI:

Variable	Elasticidad (EF)	t (EF)	Elasticidad (EA)	z (EA)	Elasticidad (D)	z (D)
K	0.556	15.5	0.541	15.3	0.583	14.7
L	-0.419	-1.5	-0.656	-2.5	-0.307	-1.0
G	0.337	7.7	0.297	7.2	0.344	7.6
Rw	0.620		0.617			
Rb	0.846		0.839			
Sargan (p>)						136.3 (0.38)

Tabla 2. Elasticidades obtenidas para el modelo (2) con estimaciones de Panel de Datos
Elaboración: El autor

La evidencia desde la tabla anterior indica que la variable empleo no es significativa en los paneles de efectos fijos y dinámicos, además tiene un signo negativo no esperado, que podría entenderse como la enorme heterogeneidad regional, en algunas regiones el bajo empleo afecta el crecimiento económico y los ingresos, en otras el empleo crece incentivando los mayores ingresos per cápita, hay efectos endógenos aquí dado el signo. Es de esperar que el bajo empleo pueda llevar a la baja la demanda de créditos y dotación de infraestructura afectando el PBI per cápita, por ello el método de Arellano-Bond (1991), detecta este problema.

Tenemos que señalar que nuestro modelo de panel EF, es consistente con la estimación de efectos fijos de Céspedes *et al* (2014) que calcula un 0.57 para el factor capital, aunque tenemos un estimado menor a su parámetro en el modelo dinámico de 0.64.

La infraestructura aquí tiene un efecto de 0.34% en efectos fijos y 0.34% en el panel dinámico, siendo significativa en todos los casos, cabe señalar que el estadístico de Sargan valida la hipótesis de sobre identificación del modelo (panel balanceado fuertemente con 168 observaciones) al tener una probabilidad de $0.38 > 5\%$, de modo que sus resultados son consistentes. (Ponce, 2013)

Nuestros estimados entre grupos son más amplios (Rb) lo que indica consistencias anuales (grupos de 24 regiones). Aplicando un test de Breusch – Pagan al modelo MCO y el EA, se obtiene que la varianza de los efectos aleatorios es cero ($p > x^2 = 1$), aceptando la hipótesis nula de que no hay efectos no observados que generan varianza aleatoria, de modo que el modelo MCO es consistente.

Visto así el test de Hausman indica que entre modelos fijos y aleatorios no hay mayor diferencia ($p > x^2 = 0$), esto supone que podemos usar el modelo MCO estimado en la tabla 1, el modelo panel dinámico, es consistente pero tenemos el problema de que el empleo es una variable no significativa, aplicando un rezago al empleo resulta significativa, pero seguimos teniendo el problema del signo negativo.

Usaremos ahora el modelo (2) y (3) para calcular las productividades regionales al año 2014 y establecer los efectos de la infraestructura.

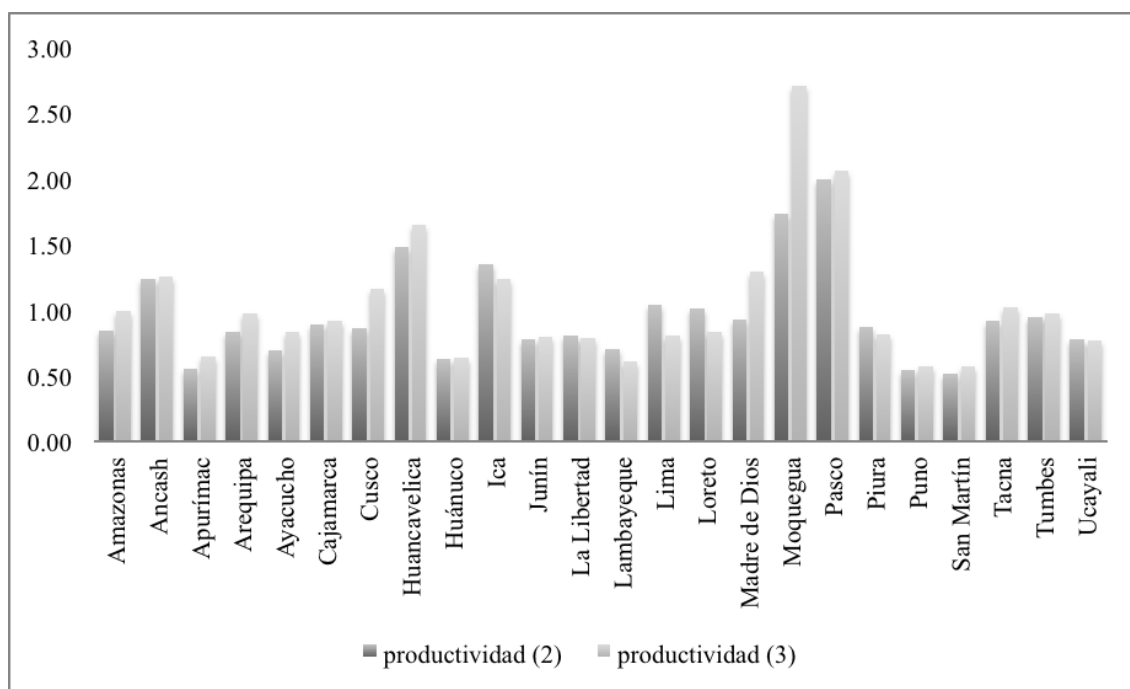


Fig. 4. Productividad per cápita (en log) regional con infraestructura (modelo 2) y sin infraestructura (modelo 3)
Elaboración: Propia

Las regiones donde existe mayor productividad per cápita con el efecto de la infraestructura (2) son Pasco, seguido de Moquegua, luego viene Huancavelica, Ica, Ancash, Lima y Loreto. Las regiones con menor productividad son Apurímac, Puno y San Martín, Ayacucho y Huánuco.

Mientras que si quitamos el efecto de la infraestructura (3) las regiones con mayor productividad per cápita son Moquegua, Pasco, Madre de Dios, Huancavelica, Ica, Ancash, Cuzco y Tacna. En este grupo, las regiones con menor productividad son las mismas que en el grupo con infraestructura añadiendo Lambayeque.

La similitud en aquellos con menor productividad, puede indicar que las políticas de infraestructura no inciden en mejorar las condiciones de aquellos menos productivos, más bien homogenizan sus debilidades y si generan diferencias en aquellos más productivos (70% coinciden en ambos grupos), esto podría ser contraproducente en la igualdad de condiciones para el desarrollo de cada región.

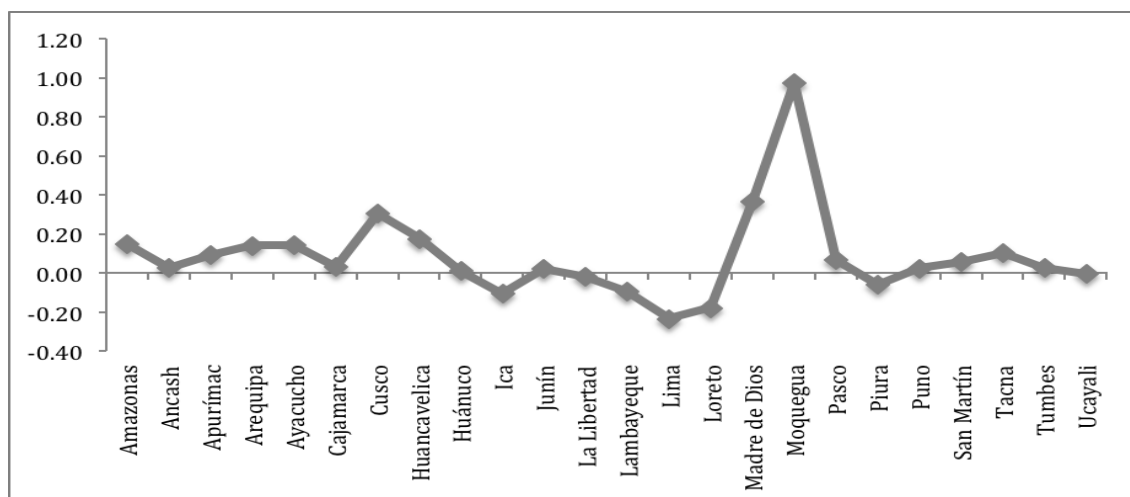


Fig. 5. Efectos de la Infraestructura (en log) por regiones
Elaboración: Propia

Finalmente notamos que los efectos de la infraestructura son negativos en caso de regiones como La Libertad, Lambayeque, Lima, Ica, Loreto, Piura y Ucayali. En estas regiones hay algunas con una buena dotación de infraestructura, donde los efectos deben ser ya mínimos de este gasto, o cada nuevo sol invertido en infraestructura podría no incentivar el crecimiento económico, dado el stock existente, sin embargo esta visión es parcial, porque incluso estas regiones tienen sectores rurales muy carentes, o en Lima hay aún carencias de infraestructura a escala mayor, dado el volumen poblacional.

En el caso Loreto y Ucayali, las poblaciones son menores, de modo que la inversión en infraestructura total se guía por ese aspecto y es pequeña, agravando la dotación por habitante, además está el hecho de la complicación geográfica que hace que estas regiones mantengan un elevado déficit de infraestructura, pero los elevados costos, implican un menor efecto en la productividad local.

Las demás regiones tienen efectos positivos de la productividad, indicando a los decisores de política la rentabilidad de las decisiones de inversión pública. Hay que mirar más allá de Cuzco o Moquegua donde las altas productividades indican que podría llegarse al punto de saturación y dirigir la mirada a regiones con grandes debilidades como Ancash, Cajamarca, Huánuco, Pasco, Puno, Tumbes, cuyos efectos son muy bajos, no por rendimientos decrecientes, sino por enormes carencias que hacen que la infraestructura aún no tenga un rol preponderante en el desarrollo, uniendo la idea a Loreto y Ucayali, donde la inversión es necesaria al margen de los costos.

5. Conclusiones

Usando la función de producción incluyendo infraestructura, tenemos que la elasticidad del factor trabajo es de 0.50, mientras que el factor capital tiene una elasticidad de 0.49. En este modelo, la elasticidad del gasto de infraestructura per cápita (su efecto porcentual en el PBI per cápita regional) es de 0.28.

Usando modelos de panel de datos, la elasticidad del factor infraestructura llega a 0.34. Esto indica que la infraestructura es una variable importante para el crecimiento económico y reducir las desigualdad al interior de las regiones.

Finalmente las dos regiones con mayor productividad total de factores son Moquegua y Pasco, mientras que las dos regiones con menor productividad total de factores son Puno y San Martín.

Las regiones con mayor efecto de la infraestructura en la productividad per cápita son Moquegua y Cuzco, mientras que aquellas de menor efecto son Lima y Loreto.

6. Referencias

- Arellano, M. Bond, S. (1991) Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations”, *The Review of Economic Studies*, 58(2)
- Aschauer, D. (1989) Is Public Expenditure Productive? *Journal of Monetary Economics*, Vol. 23.
- Bendezú, L. Vasquez, A. (2006) Inversión en infraestructura y desigualdad regional en el Perú: Nueva evidencia. CIES.
- Bernanke, B. Gurkaynak, R. (2002) Is growth exogenous? Taking Mankiw, Romer, and Weil seriously, En: Bernanke, B. y K. Rogoff (eds.), *NBER Macroeconomics Annual*

16. MIT Press.
- Bottini, N. Coelho, M. Kao, J. (2013) Infrastructure and Growth. Background Research Papers. LSE. En Investing for prosperity: A manifesto for Growth. LSE Growth Commission Book.
- Brox, J. Fader, C. (2005) Infrastructure investment and Canadian manufacturing Productivity. Applied Economics. 37. Vol. 11.
- Carranza, E. Fernández-Baca, J. y Morón, E. (2005) Peru: Markets, government and the sources of growth”, En: Fernández-Arias, E., R. Manuelli, y J. Blyde (eds.), Sources of growth in Latin America: What is missing? Inter-American Development Bank, Washington, D.C.
- Céspedes, N. Aquije, M. Sánchez, A. Vera Tudela, R. (2014) Productividad sectorial en el Perú: Un análisis a nivel de firmas. Documento de Trabajo N° 2014-013. BCRP
- De la Fuente, A. (2010) Infrastructures and Productivity: an updated survey. BBVA Research Department. Project ECO2008-04837.
- Fort, R. Poret, P. (1991) Infrastructure and private sector Productivity. Economic Studies N° 17. Autumn.
- Goel, D. (2002) Impact of infrastructure on productivity: Case of Indian registered manufacturing. Centre for development Economics. WP 106.
- Gu, W. MacDonald, R. (2009) The impact of public infrastructure on Canadian multifactor productivity estimates. The Canadian productivity review. N° 15-206X. Catalogue 021.
- Haughwout, A. (2002) Public infrastructure investments, productivity and welfare in fixed geographic areas. Journal of Public Economics. Volume 83, Issue 3
- Munnell, A. (1991) Infrastructure investment and Productivity Growth. Prepared statement for the Committee on Public Works and Transportation, U.S. House of Representatives.
- Mussolini, C. Teles, V. (2010) Infrastructure and Productivity in Latin America: Is there a relationship in the long run. Textos para discussao N° 246. Escola de Economía de Sao Paulo.
- Ponce, S. (2013) Inversión pública y desarrollo económico regional. Tesis PUCP.
- Seminario, B. Beltrán, A. (1998) Crecimiento económico en el Perú: 1896-1995: Nuevas evidencias estadísticas. Documento de trabajo 32. CIUP.
- Sturm, J. Jacobs, J. Groote, P. (1995) Productivity impacts of infrastructure investment in the Netherlands 1853-1913. Research Report N° 95D30. University of Groningen.
- Valderrama, J. Coronado, J. Vasquez, J. Chiang, G. (2001), Productividad y crecimiento económico en el Perú. Series de Estudios, 075, Instituto Peruano de Economía (IPE).