

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**

**ESCUELA DE POSGRADO**

**DOCTORADO EN ECONOMÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS**



**TESIS**

**EFICIENCIA DEL GASTO PÚBLICO EN EDUCACIÓN BÁSICA REGULAR  
PERÚ, PERIODO 2012-2016**

**PRESENTADA POR:**

**CARMEN NIEVEZ QUISPE LINO**

**PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**DOCTOR EN ECONOMÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS**

**PUNO, PERÚ**

**2019**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

ESCUELA DE POSGRADO



DOCTORADO EN ECONOMÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS

TESIS

EFICIENCIA DEL GASTO PÚBLICO EN EDUCACIÓN BÁSICA REGULAR  
PERÚ, PERIODO 2012-2016

PRESENTADA POR:

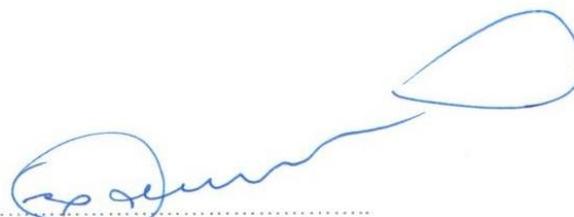
CARMEN NIEVEZ QUISPE LINO

PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE:

DOCTOR EN ECONOMÍA Y POLÍTICAS PÚBLICAS

APROBADA POR EL SIGUIENTE JURADO:

PRESIDENTE



Dr. TEODOCIO LUPA QUISOCALA

PRIMER MIEMBRO



Dr. EDSON APAZA MAMANI

SEGUNDO MIEMBRO



Dr. ERASMO MANRIQUE ZEGARRA

ASESOR DE TESIS



Dr. ALFREDO PELAYO CALATAYUD MENDOZA

ÁREA : Economía y Políticas Públicas.

TEMA : Gasto Público en Educación.

LÍNEA : Presupuesto y Gasto Público.

Puno, 20 de marzo de 2019

## DEDICATORIA

*En principio al padre divino, por haberme guiado en todo momento de mi vida, y sobre todo en lo profesional.*

*A mi familia querida, por su apoyo moral y espiritual. En especial a Rodrigo y Junior, mis hijos.*

*A los docentes del programa de Doctorado en Economía y Políticas Públicas, por su apoyo incondicional durante el proceso de mi formación académica.*

## AGRADECIMIENTOS

*Un agradecimiento a la Universidad Nacional del Altiplano por albergarme durante mi formación profesional.*

*Agradezco a los docentes de la escuela de post grado, en especial a los docentes del Doctorado en economía, por los conocimientos impartidos durante la formación profesional.*

*Un agradecimiento especial al Dr. Alfredo Pelayo CALATAYUD MENDOZA, por su amabilidad y buena disposición, paciencia y por el tiempo dedicado para que este trabajo se culmine exitosamente.*

**INDICE GENERAL**

	Pág.
DEDICATORIA .....	i
AGRADECIMIENTOS .....	ii
INDICE GENERAL .....	iii
ÍNDICE DE TABLAS .....	v
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vi
ÍNDICE DE ANEXOS .....	vi
RESUMEN .....	viii
ABSTRACT.....	ix
INTRODUCCIÓN .....	1

**CAPÍTULO I****REVISION DE LITERATURA**

1.1. Marco teórico .....	3
1.1.1. Teoría microeconómica entorno a la eficiencia.....	3
1.1.2. Función de producción de educación .....	6
1.1.3. Medición de la eficiencia de gasto público en educación .....	8
1.2. Antecedentes .....	14

**CAPÍTULO II****PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

2.1. Identificación del problema .....	19
2.2 Enunciados del problema.....	20
2.3 Justificación .....	20
2.4 Objetivos de investigación.....	21
2.5 Hipótesis de investigación .....	21

**CAPÍTULO III****MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. Lugar de estudio.....	23
3.2. Población .....	23
3.3. Muestra .....	24

3.4 Método de investigación.....	24
3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos.....	24
3.5.1. Función de producción de educación .....	24
3.5.2. Combinación de la función de producción .....	26
3.5.3. Metodología panel data para estimar la relación entre la dotación de los recursos y resultados obtenidos, primer objetivo de investigación. ....	27
3.5.4. Metodología de estimación de eficiencia de gasto público en educación básica regular, segundo objetivo de investigación .....	30
3.5.5. Metodología para cuantificar la mejora de la producción manteniendo el mismo nivel de gasto de las regiones, tercer objetivo de investigación .....	35

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Descripción de las variables del contexto de la educación peruana .....	38
4.1.1. Recursos invertidos en educación .....	38
4.1.2. Entorno de la enseñanza .....	40
4.1.3. Logros educativos.....	44
4.1.4. Correlación entre las variables de insumo y producto.....	50
4.2. Gasto en educación y el entorno de enseñanza en el logro educativo en las regiones del Perú, en el periodo 2012 – 2016.....	54
4.3. Eficiencia técnica del gasto público en educación básica regular entre las regiones del Perú, en el periodo 2012 – 2016.....	58
4.4. Mejora de la eficiencia productiva sujeto a la dotación de recursos empleados en la producción.....	69
CONCLUSIONES .....	74
RECOMENDACIONES.....	76
BIBLIOGRAFÍA .....	77
ANEXOS .....	80

## ÍNDICE DE TABLAS

Pag.

1. Descripción de las variables empleadas en la estimación.....	25
2. Combinación de frontera de posibilidades de producción en la función de producción de educación.....	27
3. Prueba de Breuch-Pagan para el modelo de impacto de recursos invertidos en educación en los resultados de producción educativa.....	54
4. Prueba de Hausman para el modelo de impacto de recursos invertidos en educación en los resultados de producción educativa.....	55
5. Resultados de estimación del modelo de efecto fijos y efectos aleatorios, para el modelo de impacto de recursos invertidos en educación en la producción educativa.....	61
6. Estimación de índice de eficiencia de gasto público en educación, metodología DEA con orientación al insumo .....	61
7. Estimación de índice de eficiencia de gasto público en educación, metodología DEA con orientación al producto.....	63
8. Resultados de la prueba de Breuch-Pagan para el modelo de eficiencia de gasto público en educación básica regular .....	65
9. Resultados de la prueba de Hausman para el modelo de eficiencia de gasto público en educación básica regular .....	65
10. Resultados de estimación del modelo de efectos aleatorio para el modelo de eficiencia de gasto público en educación básica regular .....	66
11. Eficiencia de gasto público en educación básica regular modelo efectos fijos y aleatorios.....	67
12. Comparación de resultados de la eficiencia entre la metodología de análisis envolvente de datos y efectos fijos y aleatorios.....	68
13. Mejora de la eficiencia productiva a partir de la función de producción de educación.....	70
14. Comparación de resultados eficiencia de gasto público en educación en el contexto peruano .....	73

<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>Pag.</b>
1. Frontera de posibilidad de producción.....	5
2. Proceso de producción de educación .....	7
3. Eficiencia técnica, de precio y global .....	10
4. Frontera eficiente 1 input y 2 outputs, orientación al input .....	11
5. Frontera eficiente 1 input y 2 outputs, orientación al output .....	12
6. Frontera eficiente 1 input y 2 outputs, orientación al output .....	13
7. Mapa de estudio de la investigación .....	23
8. Frontera eficiente 1 input y 2 outputs, orientación al output .....	36
9. Gasto público en educación por alumno, periodo 2012-2016 .....	39
10. Evolución de gasto público en educación por alumno de primaria, periodo 2012-2016.....	40
11. Evolución de alumnos por docente a nivel de regiones, periodo 2012-2016. ....	41
12. Evolución de la infraestructura de las instituciones educativas a nivel de regiones, periodo 2012-2016.....	42
13. Evolución a acceso a servicios básicos de las instituciones educativas a nivel de regiones, periodo 2012-2016. ....	43
14. Evolución al acceso tecnologías de información (TIC) a nivel de regiones, periodo 2012-2016. ....	44
15. Logro suficiente en matemática, periodo 2012-2016. ....	45
16. Logro suficiente en comunicación, periodo 2012-2016. ....	46
17. cobertura neta de matrícula nivel primario a nivel de regiones, periodo 2012-2016.	47
18. cobertura neta de matrícula nivel secundario a nivel de regiones, periodo 2012-2016. ....	48
19. Cobertura neta de matrícula nivel secundario a nivel de regiones, periodo 2012-2016.....	49
20. cobertura neta de matrícula nivel secundario a nivel de regiones, periodo 2012-2016. ....	50
21. Relación de gasto público en educación y los logros educativos .....	51
22. Relación entre alumno por docente y los logros educativos.....	52
23. Relación entre las instituciones educativas en buen estado y los logros educativos	53
24. Eficiencia de gasto público en educación, primer modelo .....	59

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pag.</b>
1. Data de la función de producción de educación: Variables <i>Inputs</i> .....	81
2 Data de la función de producción de educación: Variables <i>Outputs</i> .....	85
3. Resultados del modelo de relación entre los recursos invertidos en educación y los logros educativos.....	87
4. Resultados de la eficiencia de gasto público en educación básica regular por metodología DEA.....	93
5. Resultados de la eficiencia de gasto público en educación básica regular por metodología de Efectos fijos y aleatorios .....	95

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio es analizar el nivel de eficiencia del gasto público en educación básica regular en el Perú, teniendo en cuenta la función de producción de educación, regida en el marco del modelo microeconómico del productor para el periodo 2012-2016. Las técnicas de estimación fueron modelos paramétricos y no paramétricos; el primero se aplicó para determinar la relación y grado de asociación de las variables, teniendo en cuenta la metodología de efectos fijos y aleatorios, y el segundo se utilizó para estimar el índice de eficiencia de gasto público en educación, sobre la metodología de análisis envolvente de datos – DEA. Siendo la variable de producto, logro educativo; tanto de calidad y cantidad educativa, y las variables insumo, por el gasto invertido en educación y el entorno de enseñanza. La unidad de análisis fue las regiones del Perú. Los resultados muestran, que los recursos invertidos en educación han tenido impacto significativo en aumentar el logro educativo, influenciado por gasto público en educación y el entorno de enseñanza. En tanto que el promedio de eficiencia fue de 0.591 de una escala [0-1], siendo las Regiones más eficientes Moquegua, Tacna, Callao, Arequipa, Ica y Piura, y las regiones menos eficientes Loreto, Huánuco, Madre de Dios, Cajamarca, Cusco y Huancavelica. Por tanto, los resultados sugieren que las regiones ineficientes deben aumentar en promedio 40.9% los logros educativos, manteniendo el mismo nivel de gasto, para incrementar su eficiencia técnica a nivel de regiones eficientes.

**Palabras clave:** Gasto en educación, entorno de enseñanza, indicadores de educación, panel data, DEA

## ABSTRACT

The objective of this study is to analyze the level of public expenditure efficiency on regular basic education in Peru, taking into account the function of production the education, governed by the microeconomic model of the producer for the period 2012-2016. The estimation techniques were parametric and non-parametric models; the first was applied to determine the relationship and degree of association of the variables, taking into account the methodology of fixed effects and random, and the second was used to estimate the index of public expenditure efficiency on education, on the methodology of enveloping analysis of data – DEA. Being the product variable, educational achievement; as well as quality and quantity educational, and the input variables, by the expenditure investment in education and the teaching environment. The unit of analysis was the regions of Peru. The results show that the resources invested in education have had a significant impact in increasing the educational achievement, influenced by public expenditure on education and the teaching environment. While the average efficiency was 0.591 on a scale [0-1], the most efficient regions were Moquegua, Tacna, Callao, Arequipa, Ica and Piura, and the less efficient regions were Loreto, Huánuco, Madre de Dios, Cajamarca, Cusco and Huancavelica. Therefore, the results suggest that inefficient regions should increase educational achievement in an average of 40.9%, keeping the same level of expenditure, to finally increase their technical efficiency at the level of efficient regions.

**Keywords:** Expenditure on education, teaching environment, education indicators, panel data, DEA

## INTRODUCCIÓN

La “Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible” por los países miembros de las Naciones Unidas, acordaron 17 objetivos; uno de ellos es “garantizar una educación de calidad inclusiva y equitativa, y promover las oportunidades de aprendizaje permanente para todos” (ONU, 2015). Acceder a una educación de calidad implica mejorar el nivel de inversión en el sector, consecuentemente en los últimos años la inversión creció en 1.9% respecto del PBI (Patron & Vaillant, 2012; Centro de Estudios de las Finanzas Públicas, 2018; Vegas & Coffin, 2015; De grado & Saavedra, 2016), por tanto el invertir en el potencial humano puede traducirse en el largo plazo en un componente importante del crecimiento y desarrollo económico (Solow, 1956; Sala-i-Martin, 1995; Saavedra, 1997).

El gasto público en educación está enfocado en mejorar las potencialidades del recurso humano por ende mejorar la productividad del trabajo, consecuentemente mejorar la distribución del ingreso. Sin embargo, la ejecución inapropiada de los recursos destinados al sector educación a nivel nacional, propician diferencias sustanciales respecto de países que si realizan un gasto racional, logrando estos últimos potenciar su capital humano, consecuentemente mejorar el nivel de bienestar de su población (Pereyra, 2002). Por tanto, no es suficiente una variación incremental en la asignación de recursos por el contrario es el uso adecuado de los recursos que darán resultados óptimos traducidos en eficiencia, siendo este uno de los problemas fundamentales, después de la calidad de la educación impartida y el grado de equidad en la provisión de la misma, León (2006),.

El objetivo de investigación es analizar la eficiencia de gasto público en educación básica regular, en el contexto de las regiones del Perú en el periodo 2012 – 2016, y como objetivos específicos: a) determinar la relación entre el gasto y el entorno de enseñanza en educación en el logro educativo, b) determinar el índice de eficiencia de gasto público en educación y, c) cuantificar la mejoría de los logros educativos manteniendo el mismo nivel de gasto de las regiones. La unidad de análisis (DMU) son las regiones del Perú. Esta investigación corresponde a la línea de evaluación de políticas públicas.

Para desarrollar los objetivos; la información fue construida sobre la base de la función de producción de educación, regida en el marco del modelo microeconómico del productor. En ella, la variable de producto está representada por el logro educativo tanto de calidad y cantidad, y las variables insumo por el gasto invertido en educación y el entorno de enseñanza. Al estar dentro del marco de la teoría económica, esta investigación es considerada como hipotético-deductivo (Mendoza, 2016), y su forma es no experimental.

El estudio está organizado en capítulos. En el capítulo I, se presenta la revisión de la literatura, teniendo en cuenta el marco teórico y la evidencia empírica. En el capítulo II se muestra la definición del problema de investigación, la justificación, objetivos e hipótesis de trabajo de investigación. En el capítulo III, se presenta los materiales y métodos de investigación. Y finalmente en el capítulo IV, se muestran los resultados de estudio, conclusiones, recomendaciones de política y la bibliografía del estudio.

## CAPÍTULO I

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 1.1. Marco teórico

En esta sección se muestra la revisión teórica a cerca de la medición de la eficiencia del gasto público en educación. Para ello, se expone una breve revisión de la teoría microeconómica del productor, en base a ella y la evidencia empírica se formula la función de producción de educación.

##### 1.1.1. Teoría microeconómica entorno a la eficiencia

El marco económico para explicar la eficiencia es la teoría microeconómica del productor (firma). Según Nicholson (2008), la incertidumbre que experimenta el productor es la variación en sus ingresos netos, producto de su accionar en el proceso de minimizar sus costos sujetos a la restricción de producción (problema dual) o maximiza su producción sujeta a una restricción de costos dados (problema primal).

El proceso productivo es transformar las materias prima (inputs) en productos (outputs), donde la tecnología juega un papel importante en dicho proceso de transformación. Asimismo, es importante conocer la asignación eficiente de los recursos, plasmados en la función de producción. Según Mendieta (2005), la función de producción es la combinación de factores productivos con la finalidad de obtener resultados; en un ejemplo neoclásico es transformar factores como tierra, trabajo, capital y dirección empresarial en producción.

Desde la perspectiva de Pareto, teniendo en cuenta la asignación de los recursos en el proceso de producción, estos serán eficientes si se encuentran, en la frontera de sus posibilidades de producción Nicholson (2008), es decir, la combinación

eficiente de los factores productivos para la obtención de los resultados esperados. Una asignación de recursos será eficiente en el sentido de Pareto cuando no es posible (mediante otras reasignaciones) hacer que un agente esté en mejor situación sin provocar que otra quede en peor situación.

En nuestro caso las regiones a través de las direcciones regionales de educación, que producen dos bienes,  $x$  e  $y$ , que pueden ser los indicadores de educación, y que los totales de los factores productivos están representados por dos insumos  $A$  y  $B$ . La función de producción del bien  $x$  está determinado por:

$$x = f(A_x, B_x)$$

Donde  $A_x$  y  $B_x$  son insumos utilizados en el sector educativo para la producción del bien  $x$ . Si suponemos su pleno empleo, las dotaciones iniciales son  $A_y = \bar{A} - A_x$ ,  $B_y = \bar{B} - B_x$ , y la función de producción del bien  $y$  es:

$$y = g(A_y, B_y) = g(\bar{A} - A_x, \bar{B} - B_x)$$

La eficiencia tecnológica requiere que la producción de  $x$  sea tan grande como sea posible para un valor predeterminado cualquiera de la producción de  $y$  (por decir,  $\bar{y}$ ). Si planteamos la expresión lagrangiana para este problema de máximo limitado se obtendrá

$$\ell = f(A_x, B_x) + \lambda[\bar{y} - g(\bar{A} - A_x, \bar{B} - B_x)]$$

La diferenciación con respecto a  $A_x$ ,  $B_x$  y  $\lambda$  dará las siguientes condiciones de primer orden para un máximo limitado:

$$\frac{\partial \ell}{\partial A_x} = f_A + \lambda g_A = 0$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial B_x} = f_B + \lambda g_B = 0$$

$$\frac{\partial \ell}{\partial \lambda} = \bar{y} - g(\bar{A} - A_x, \bar{B} - B_x) = 0$$

Si se pasan los términos de  $\lambda$  al lado derecho de las primeras dos ecuaciones, se obtendrá,

$$\frac{f_A}{f_B} = \frac{g_A}{g_B} = \frac{Pmg_A}{Pmg_B}$$

$$TTS_x(AxB) = TTS_y(AxB)$$

La relación  $\frac{Pmg_A}{Pmg_B}$ , representa la variación en la cantidad empleada de un factor productivo, cuando se utiliza una unidad adicional de otro factor productivo de manera que el volumen de producción permanezca constante. Es decir está determinada por la proporción de las productividades marginales de los factores de producción.

Las combinaciones óptimas estarán basadas en la tasa marginal de sustitución técnica (TTS), por tanto la producción eficiente esta dada mediante la combinación de los factores productivos del bien A y B, posteriormente las expresiones de las combinaciones eficientes se convertirán en la tasa de transformación del producto (TTP).

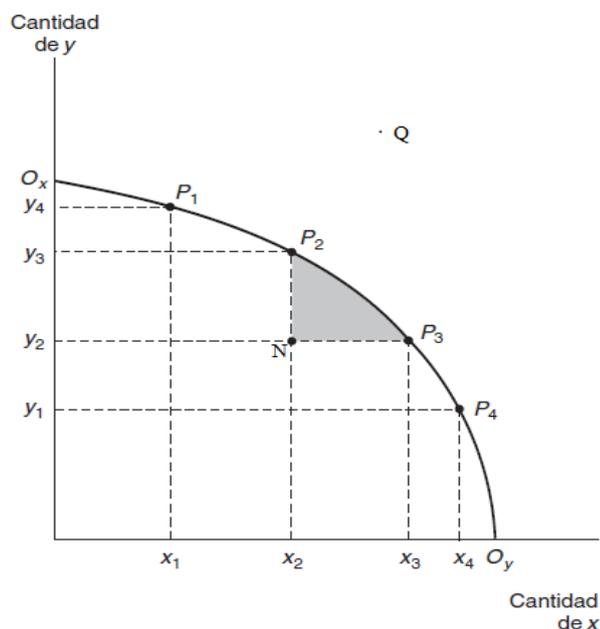


Figura 1. Frontera de posibilidades de producción  
Fuente: Nicholson (2003)

La Figura 1 muestra la frontera de posibilidades de producción, con distintas combinaciones de  $x$  e  $y$  para que una empresa obtenga resultados óptimos,

teniendo los recursos fijos: A y B. La combinación eficiente en la producción está representada por los puntos de  $P_1$  hasta el  $P_4$ , incluso los puntos  $O_x$  y  $O_y$ . En esta figura queda claro que la asignación A escogida arbitrariamente, es ineficiente. Por otro lado, el punto Q es la parte inalcanzable de la eficiencia, dado los factores productivos.

### 1.1.2. Función de producción de educación

Se encuentra en marcado dentro de la teoría microeconómica del productor (Gomez, 2014). El sistema educativo se considera como una empresa, por lo que sigue un proceso de transformación de insumos en productos (Gómez, 2001), basados en los objetivos de la educación básica regular. “priorizar la educación básica de calidad, promover una gestión educativa eficiente y descentralizada, y otros” (Propuesta de metas educativas e indicadores al 2021).

En el planteamiento de la función de producción educativa se relacionan varios insumos y productos que inciden en el logro educativo (como pueden ser las escuelas, la familia, los compañeros de clases, el vecindario donde vive, etc.) con los productos medidos; como pueden ser los resultados de pruebas estandarizadas (Vázquez, 2014). El punto de referencia más importante en cuanto al diseño de una función de producción educativa es la presentada en el Informe de Coleman en 1966, el cual identificó los determinantes del rendimiento académico. Posteriormente el trabajo Hanushek (2007), introdujo la estructura “producción” al rendimiento escolar de los alumnos.

Así, siguiendo el trabajo de (Vázquez, 2014), la función de producción educativa puede ser expresada de la siguiente forma:

$$Y = f(V, W, X, Y, Z)^1$$

Dónde:

Y: Es el producto en términos de logro educativo.

---

<sup>1</sup>  $V, W, X, Y, Z$  representan vectores.

*V*: Representa los insumos que son provistos por la escuela (como el gasto por estudiante, número de estudiantes por maestro).

*W*: Representa los insumos que son provistos por la familia (Como los años de escolaridad de los padres)

*X*: Representa las características de la comunidad (Como pobreza, composición racial).

*Y*: Representa los insumos que son provistos por el estudiante (Como la habilidad, motivación).

*Z*: Representa los insumos que son provistos por los compañeros de clases (como la actitud, habilidad, motivación).

Teniendo en cuenta la función de producción, la institución educativa es la encargada de llevar a cabo el proceso de transformación (véase Figura 2), de las variables de insumo en producto (Gómez, 2001). Por tanto, vela por la administración racional de los insumos, con la finalidad de obtener resultados óptimos.



Figura 2. Proceso de producción de educación  
Fuente: Adaptado a los estudios de Gómez (2001)

Según la teoría económica, las necesidades son ilimitadas. Por tanto, lo más coherente para resolver estas necesidades es priorizar, haciéndose las siguientes preguntas: ¿Qué producir? ¿Cuánto producir? ¿Cómo producir? y ¿Para quién producir? De la misma forma las instituciones educativas deben resolver las preguntas mencionadas. Sobre todo en ¿cómo producir? el cual tiene que ver con la asignación óptima de factores productivos de la educación. Por otro lado es importante conocer, quienes dirigen la acción política tratan verdaderamente, o no, de crear una sociedad más eficiente en términos macroeconómicos o microeconómicos, objetivos que podrían no cubrirse si, como sucede con el sector

privado de la economía, también se produjese “fallos” en la actuación del sector público, ya que en este caso se originarían ya no por la acción de la mano invisible Smithiana, sino por la de la mano invisible de la actuación gubernamental (Lasheras, 1999).

Si bien los recursos invertidos en educación (*inputs*) tienen relación positiva con el logro educativo (*outputs*), pero eso no implica eficiencia; Según Pereyra (2002), el gasto público en educación está dirigido a fortalecer el potencial humano de una población la misma que se traduce en aporte al desarrollo económico, mediante el incremento de la productividad del trabajo y mejora de la distribución del ingreso. Teniendo en cuenta el contexto de estudio, en los últimos cinco años se reporta resultados negativos en cuanto al logro satisfactorio en educación, por tanto el gasto ineficiente en educación se traduce en la reducción de las capacidades del potencial humano y por ende el inalcanzable bienestar deseado.

Por tanto, los factores productivos en la educación se deben asignarse eficientemente, con el fin de optimizar los recursos. Ante esta situación nace otra pregunta ¿cómo medimos la eficiencia? ¿Cómo medimos los cambios en el nivel de eficiencia? ¿Cómo cuantificamos la equidad? En la mayoría de los casos, los índices para medir la desigualdad contienen juicios de valor implícitos (Tello, 2006).

### **1.1.3. Medición de la eficiencia de gasto público en educación**

El concepto de eficiencia aparece en la primera mitad del siglo XX, la teoría microeconómica se aproximó desde la perspectiva de Pareto. El criterio de Pareto se cumple si ninguna persona puede quedar mejor sin que alguien empeore (Bour, 2004). Hasta el momento los estudios habían considerado para la obtención de la eficiencia incurriendo en un solo *input* y *output*. En 1957, el trabajo de Farrell, permitió la incorporación de múltiples *inputs* y *outputs*. Definiendo la eficiencia como la obtención de la máxima producción a partir de una combinación adecuada de un conjunto de insumos. Asimismo, este autor distinguió la eficiencia técnica, de precios, y global. Según Mokate (1999) la eficiencia es el grado de cumplimiento de las metas establecidas de producción teniendo en cuenta los

costos mínimos. Por tanto el no cumplir cabalmente con lo planificado, hace que la iniciativa resulte ineficiente (o menos eficiente). En tanto que la relación entre los recursos y productos serán eficientes, si con la combinación de los recursos disponibles se lograra el máximo resultado (Lockheed & Hanushek, 1998).

Continuando con los estudios de Farrell (1957), la eficiencia técnica, mide la habilidad de obtener el máximo resultado respecto de un nivel de insumos dados es decir que se estaría produciendo en la frontera técnica (orientación input). Una definición alternativa sería el logro del máximo producto o servicio con un coste dado originado por una combinación específica de factores (orientación output) (Albi, 1992). En otras palabras mide la eficiencia tecnológica (Coll & Blasco, 2006). En tanto que la eficiencia asignativa es elegir los recursos óptimos con los cuales minimizamos los costos de producción, en una situación óptima en la frontera técnica. Esta eficiencia incorpora precio de los factores, y por tanto es más conveniente para evaluar las empresas (Leon, 2006). Y finalmente la eficiencia global es el producto de eficiencia precio y técnica. De haber ineficiencia técnica o precio, cada una implicará ineficiencia global.

En el marco de concepto de Farrell (1957), en la Figura 2 se muestra el análisis de los tres tipos de eficiencia: técnica, asignativa y económica para el caso de la función de producción de educación, teniendo en cuenta el caso de 2 *inputs* y 1 *output*  $Y = f(X1, X2)$ , donde:  $Y$  es el logro educativo, y  $X1, X2$  representan gasto público en educación por alumno y otras variables de insumo respectivamente. La función de producción educativa es linealmente homogénea, la isocuanta unidad eficiente,  $Y = 1$ , muestra todas las combinaciones técnicamente eficientes. En la Figura, el punto P representa la región que también produce en  $Y = 1$ , pero utilizando mayores insumos y por lo tanto menos eficiente en sentido técnico. La magnitud de la eficiencia se puede expresar como la relación entre el uso de recursos óptimo y real ( $OR / OP$ ). Tomando en cuenta la línea isocosto (que representa el precio relativo de los factores), podemos identificar la eficiencia asignativa. Cualquier punto de la línea  $Y = 1$  tiene eficiencia técnica, pero sólo el punto Q implica eficiencia técnica a un costo mínimo. La eficiencia asignativa se puede expresar como la relación entre el costo mínimo y el real ( $OS / OR$ ), y la eficiencia económica es el producto de la

eficiencia técnica y de asignación.

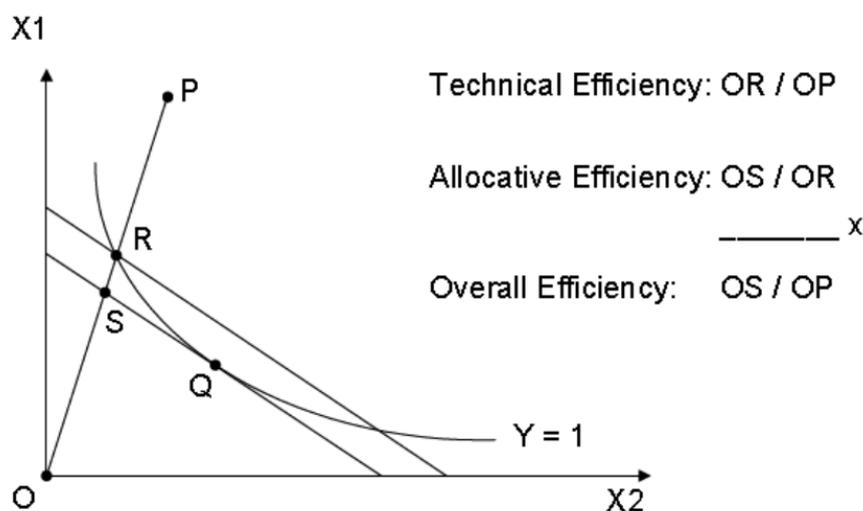


Figura 3. Eficiencia técnica, de precio y global  
Fuente: Farrell (1956) citado en (Bour, 2004)

Los procedimientos para la medición de la eficiencia pueden seguir métodos paramétricos y no paramétricos dentro de ellos encontramos el análisis envolvente de datos cuya ventaja es su flexibilidad, puesto que impone condiciones menos restrictivas, sobre la tecnología de referencia así mismo se adapta a contextos multi producto relacionándose simultáneamente los insumos con los productos (Ayaviri & Zamora, 2016). En tanto que los métodos paramétricos utilizan técnicas de estimación econométrica y tienen limitaciones para la determinación de eficiencia de una unidad de análisis.

### 1.1.3.1. Medición de eficiencia con orientación a insumos.

Basada en la obtención de una frontera de eficiencia a partir del conjunto de observaciones que se considere sin la estimación de ninguna función de producción, es decir, sin necesidad de conocer ninguna forma de relación funcional entre inputs y outputs (Fuentes, 2011). Recurriendo a la eficiencia técnica, se toma en cuenta la capacidad de asignación de la unidad de decisión para utilizar la mínima cantidad de insumos dada la cantidad de productos, es decir la combinación de insumo producto factible en el que es imposible reducir uno de los insumos sin que simultáneamente no se requiera incrementar por lo menos alguno de los otros, para crear así una

frontera eficiente basada en el criterio de Pareto (Fuentes , 2011 ). De este modo, primero se construye la frontera de producción empírica y después se evalúa la eficiencia de cada unidad observada que no pertenezca a la frontera de eficiencia.

Siguiendo a Coll y Blasco (2006), la eficiencia de la función de producción de educación se puede observar en la figura 02. Considerando dos *inputs* ( $x_1, x_2$ ) y un *output* ( $y$ ). Los puntos A, B, C y D son eficientes técnicamente según la condición de eficiencia Farrell (1957), puesto que su puntuación de eficiencia es igual a uno. La región E es, a todas luces es ineficiente.

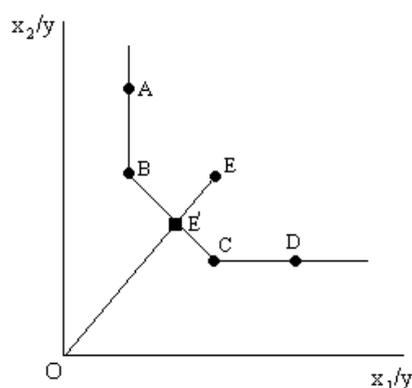


Figura 4. Frontera eficiente 1 input y 2 outputs.

Numéricamente puede obtenerse la puntuación de eficiencia (relativa) como la relación entre la longitud de la línea desde el origen hasta el punto proyectado sobre la isocuanta y la longitud de la línea que une el origen a la región considerada. En el punto B se observa la eficiencia Técnica siendo esta  $B = ET_B = \frac{OB'}{OB}$ , la distancia entre  $OB'$  y  $OB$  es la misma, por tanto la eficiencia técnica de B es igual a 1, en tanto que el punto E no se encuentra sobre la isocuanta, siendo esta  $E = ET_E = \frac{OE'}{OE}$  como se puede observar la eficiencia técnica en este punto será menor que 1, por tanto ineficiente. Para que este, alcance la eficiencia similar a B y C debe disminuir el gasto en  $\Delta ET_E = 1 - \frac{OE'}{OE}$ , manteniendo el mismo nivel de producción.

### 1.1.3.2. Medición de eficiencia con orientación al producto.

Medida como la capacidad de la unidad de decisión para conseguir la máxima cantidad de productos posible dada la cantidad de insumos. La eficiencia técnica dada en la combinación insumo producto factible en la que es imposible incrementar uno de los productos sin que a la vez no se necesite reducir por lo menos alguno de los otros.

En la figura 5, se observa que el punto A es el más eficiente en la obtención del output ( $y_2$ ), en tanto que el punto E, lo es en el Output ( $y_1$ ). El segmento que une los puntos A y E, y que representa puntos alcanzables, constituye la denominada frontera eficiente. Ninguna unidad, real o ficticia, situada sobre la frontera eficiente puede mejorar uno de sus outputs sin empeorar el otro, dado el nivel de Inputs.

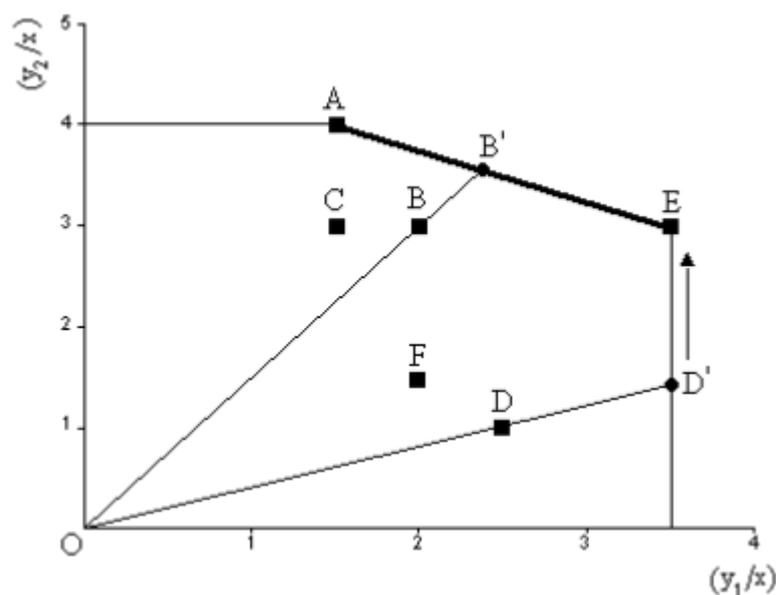


Figura 5. Frontera eficiente 1 input y 2 outputs.

Las regiones A y E son eficientes técnicamente, es decir:  $ET=1$  y  $A = ET 1$ . Continuando con el trabajo de Coll y Blasco (2006), las regiones que permanecen por debajo de la frontera eficiente, son calificadas como regiones ineficientes técnicamente. La puntuación de eficiencia de estas unidades ineficientes puede obtenerse como la relación entre la longitud de la línea desde el origen hasta la unidad considerada y la longitud de la línea

que une el origen con el punto proyectado sobre la frontera eficiente. Así, por ejemplo, en el caso de la unidad B se tendría: Eficiencia Técnica, puesto que  $B = ET_B = \frac{OB}{OB'}$ , es decir, la eficiencia técnica en B es el cociente entre la distancia del punto O al punto B y la distancia del punto O al punto B'. Así, para calcular la eficiencia de la unidad B es necesario conocer las coordenadas del punto B', que se corresponderá con la intersección entre la recta que pasan por los puntos A y E y la recta que pasa por los puntos O y B.

**Mejora de la eficiencia productiva**

La mejora de la eficiencia productiva se aproxima a la teoría microeconómica del productor, desde el enfoque de maximización de beneficios o minimización de costos (Nicholson, 2003). La figura 6 (Panel A) representa la producción de dos bienes x e y, q0 representa la curva de indiferencia optima y c1, c2 y c3 representa la restricción presupuestaria. El productor será eficiente cuando alcance su restricción presupuestaria a la curva de indiferencia; es decir deberá reducir su costo hasta que esté en situaciones óptimas con el nivel de producción.

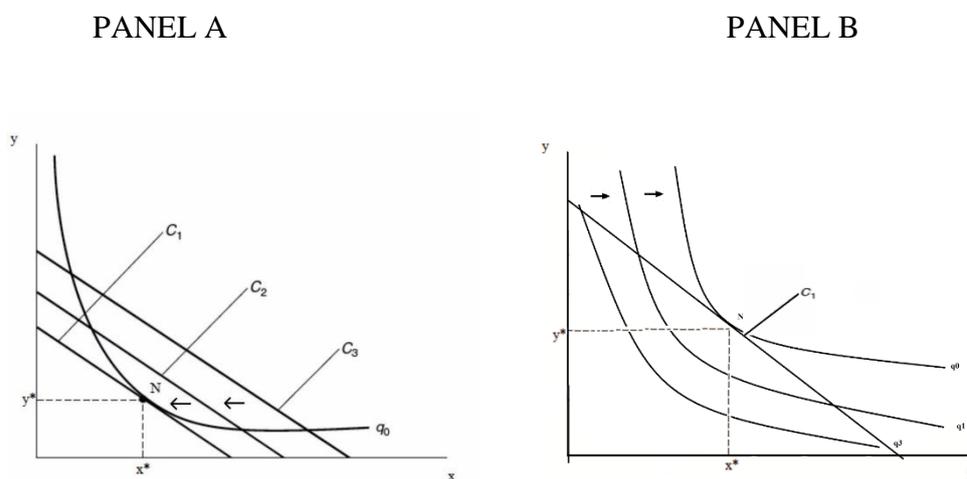


Figura 6. Producción de dos bienes X e Y

En el panel B, se muestra otra situación donde el productor debe alcanzar la máxima producción dado el nivel de presupuesto. La producción óptima se alcanza cuando la curva de indiferencia alcanza la restricción presupuestaria

(punto N). Teniendo en cuenta la Figura 5, para que la unidad B, alcance el nivel de eficiencia similar a las regiones A y B, debe aumentar su nivel de producción educativa manteniendo el mismo nivel de gasto, en:  $\Delta ET_B = 1 - \frac{OB}{OB'}$ . El mismo criterio se toma para mejorar la eficiencia de la unidad D, siendo esta  $\Delta ET_D = 1 - \frac{OD}{OD'}$ .

## 1.2. Antecedentes

A nivel internacional se tiene estudios de gasto público en educación, medidos a nivel de eficiencia y distribución del ingreso, respecto del primero el índice de desempeño del sector público en general, es el registrado por Costa Rica, que ocupa el primer lugar entre 19 países, destacando en este resultado las calificaciones obtenidas en el índice de desempeño del sector público en salud, en tanto que pobreza y calidad institucional, ocupa el segundo lugar (Machado, 2006).

El incremento de la productividad mostrada por casi todos los países de bajos ingresos de América Latina durante el periodo 1980-1997, registran un incremento en la productividad del gasto del gobierno. Sin embargo tales resultados pueden representar el efecto del crecimiento económico de los países y no de políticas explícitas de gasto en educación, resaltando que el aumento de la productividad podría ser consecuencia del crecimiento o del gasto privado en educación y no necesariamente consecuencia del mejor uso de insumos (Pereyra, 2002)

Los departamentos de la Región Amazónica, Choco, la guajira y San Andrés, todos estos tienen algo en común, se encuentran alejados del centro del país, lo que indica un aislamiento por parte del resto y un control menos efectivo para la administración de los recursos públicos. Por lo que, se construyó la tasa de estudiantes por profesor con la que se busca un acercamiento mayor al aprendizaje de los estudiantes, se esperaría que a medida que el número de estudiantes por profesor aumenta, la calidad de la educación disminuya (Chamorro, 2013).

Se demostró empíricamente que los estados en los cuales se asigna una mayor cantidad de recursos federales y estatales son en los cuales los servicios públicos de educación básica son menos eficientes, esto debido a que el presupuesto no se asigna de manera

justa y equitativa, no hay una supervisión rigurosa del uso de los recursos ni algún tipo de competencia entre prestadores de servicios públicos, y el Gobierno se ve forzado a canalizar más recursos a estados conflictivos como es el caso de Michoacán (Sanchez, 2014).

Considerando que la eficiencia promedio en la cobertura se encuentra en 62.3% para educación, en calidad la eficiencia solo llega al 48.8%. Ello implica que sobre todo en calidad los municipios requieren esfuerzos para mejorar su desempeño y la eficiencia con la que emplean los recursos provenientes del tesoro público (Aponte, 2014).

Ecuador es un País de ingresos medios que no ha logrado traducir esta condición en mejores indicadores nutricionales, ya que durante los últimos quince años, ha venido implementando de manera regular programas de alimentación y nutrición a grupos vulnerables, cuya inversión ha sido creciente; en el periodo 2000 – 2008, la inversión pública en los tres principales programas supero los 335 millones de dólares. Esta importante inversión no se refleja en la mejora de los indicadores nutricionales (Barona, 2010).

Considerando que el papel del sector público en la economía ha sido uno de los temas más polémicos y más profundamente tratados a lo largo de la historia de la economía. Hoy en día sigue siendo un tema controvertido y no perfectamente definido, al igual que las opciones de política económica en manos del sector público. Los principios de suficiencia, capacidad de adaptación capacidad de pago, mínimo impacto sobre las decisiones de los agentes, ya eran considerados como guía deseable del sistema fiscal. Sin embargo, la práctica de la real hacienda española no seguía estos principios, por lo que puede decirse que la doctrina fiscal de la escuela de Salamanca supuso un avance teórico sobre la tradición tributaria en la historia del pensamiento económico (Lopez, 2011).

Mejorar la eficiencia a partir de la reducción de gasto público, ayuda a reducir el déficit presupuestario, sin embargo para implementar dicha acción en necesario contar con información fiable, que a partir de ella implementar planes de mejora constantemente, así mismo incorporar la perspectiva del ciudadano y la sistemática rendición de cuentas, (Prior, 2011)

A nivel nacional, los estudios sobre eficiencia del gasto público en educación, utilizando métodos paramétricos y no paramétricos, muestran que el 20% más rico de la población se benefició con 15.5% del gasto pese a solo responder por 12.7% de matrícula pública, y que el 20% más pobre recibió 17.1% del gasto pese a concentrar 19.4% de la matrícula pública. Ello se explica porque el gasto público en los niveles básicos se canalizó en mayor proporción en los estratos más pobres, mientras que el gasto destinado a nivel superior cuyo costo es mayor se centró en los estratos más ricos (Gonzales, 1992).

Así mismo el ejercicio de simulación revela la necesidad de realizar esfuerzos en el orden de incrementar la presión tributaria en 2 puntos porcentuales hasta llegar al 16.3% del PBI, a fin de solventar las metas financieras planteadas para educación y salud en el año 2011. Para este propósito se plantea mejorar la eficiencia en la recaudación de IGV, de la Renta y la eliminación de algunas exoneraciones. Si esto es así, no habría necesidad de crear un nuevo impuesto o implementar la modificación de alguna tasa (UNICEF, 2005).

Teniendo una correlación positiva entre los insumos tanto físicos como financieros con los resultados de cobertura, conclusión y logros de aprendizaje. Sin embargo, los resultados del análisis de eficiencia técnica con insumos financieros muestran que, las regiones como, Arequipa, Tacna, Lima, Moquegua y Tumbes que destinan las mayores asignaciones de recursos a la educación resultan ser menos eficientes que el promedio, después de descontar el efecto de las variables no discrecionales. De este modo, se puede decir que aun cuando mayores recursos financieros se asocien a mejores resultados educativos, esta relación se vuelve espuria cuando existe evidencia de ineficiencia. Asimismo, estas regiones, que mayor dotación de recursos físicos poseen, resultan tener uno de los más bajos puntajes de eficiencia neta después de controlar los factores ambientales. Indicando que una mejor disponibilidad e implementación de los espacios educativos, de equipamiento y de servicios, así como, de una mayor asignación de docentes a las Instituciones Educativas, no necesariamente llevaría a mejores resultados educativos, si es que antes no se ha mejorado el desempeño de las Unidades de Decisión ineficientes (Maldonado, 2008).

Para el año 2011, el gasto público invertido por alumno va aumentando conforme el nivel educativo, siendo de 1525 en el nivel inicial, 1688 en primaria y 1885 en secundaria. En la Región Moquegua se presentó la mayor inversión, correspondiendo gastos de 2853, 3011 y 3489 soles/alumno de inicial, primaria y secundaria, respectivamente. Por el contrario, en la Región Lambayeque se produjo la menor inversión en inicial y primaria, con 1112 y 1302 soles/alumno, respectivamente, y en la Región San Martín de 1546 soles/alumno en secundaria. En relación a la tasa neta de matrícula es también la Región Moquegua la que alcanzó los mayores porcentajes en los tres niveles de la educación básica regular, con 86.6%, 97.3% y 90.7% en los niveles inicial, primaria y secundaria, respectivamente, representando una cobertura superior en 50%, 11% y 65% que en las regiones que lograron las tasas más bajas. En comparación con la línea base fijado por el Ministerio de Educación, para el cumplimiento de las metas del 2021, encontramos que al año 2011, las regiones que no alcanzan esta línea representan 46.2%, 34.6% y 34.6%, en los tres niveles de educación respectivamente. Si consideráramos estas líneas base a los países asociados a la UNESCO, el 65.9% en primaria y 48.55% en secundaria no la alcanzarían, entre los países que el año 2010 estaba disponible su información. No es posible hacer una comparación con los países de América Latina y el Caribe, debido a que la información disponible en el informe corresponde 2000-2008 (Medina, 2011).

Por otro lado un criterio de progresividad redistributiva en un programa de gasto es que los estratos más pobres reciban una proporción del gasto superior a su participación en la población total. Si se exceptúa del análisis al quintil más pobre, bajo tal criterio el programa de gasto público en educación en el Perú en el periodo 85 y 86 resultaría progresivo (Rodríguez, 1992). Así mismo la ineficiencia relativa del gasto público en la educación del nivel primario, son aquellos que están catalogados como los de mayor nivel de pobreza; esta tendencia se evidencia más claramente bajo el criterio de output, tal resultado indica que las políticas de gasto gubernamental dirigidas al sector de la educación han sido relativamente ineficientes en la reducción de la tasa de analfabetismo, en aquellos departamentos donde se tienen los mayores niveles de pobreza (León, 2006)

Considerando la corta y a la vez ambiciosa revisión de dos dimensiones de la calidad del gasto público en el Perú eficacia y eficiencia, se busca identificar retos pendientes

en términos de alcanzar un Estado más subsidiario y describir la participación del sector privado en la provisión de los servicios del Estado (Salah, 2008). Siendo las variables educativas y el gasto público en educación las que influyen en la formación equilibrada del ingreso perca pita, cabe indicar que los resultados no son iguales a nivel de las regiones, cada una tiene su propia particularidad, por tanto utilizar las mismas medidas para mejorar los indicadores educativos en cada departamento del Perú será posible implementar (Livia, 2014).

El gasto público en educación, no tiene efecto directo en el producto bruto interno perca pita, por el contrario esta puede expresarse a través de salarios, infraestructura y otros. Siendo la variable tasa de analfabetismo la que influye en el PBI perca pita, siendo que las regiones que menor PBI perca pita percibieron obtuvieron un tasas de analfabetismo más elevadas, (Melzi, 2017).

Teniendo en cuenta la comparación entre el crecimiento del PBI y IDH con los indicadores del proceso educativo, estas no tienen relacion directa por tanto los resultados educativos no tienen efecto en el desarrollo económico, mientras que el PBI crece en forma fluctuante, si bien el gasto publico crece en forma expansiva, disminuyendo en los últimos anos, observando una débil relacion entre los niveles educativos y el índice de empleo e ingreso, (Lavalle, 2005).

## CAPÍTULO II

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 2.1. Identificación del problema

En los últimos años la proporción del PBI que se destina al gasto social público ha crecido de 7.9% de 2000 a 12% al 2014 (INEI). Actualmente, la mitad del gasto público se destina, de una u otra manera, a los sectores sociales. El nivel del gasto social en el Perú es significativamente menor que el promedio regional de América Latina, medido tanto por el porcentaje del gasto social respecto al PBI (8% versus 15%) (CEPAL, 2015). Entre el año 2005 y 2014, el gasto público se incrementó aproximadamente en S/ 17,100 millones de soles, gracias al crecimiento económico y la mayor presión tributaria (MINEDU).

El sector educación en los últimos 5 años, recibió una asignación de recursos crecientes siendo este en promedio 4% respecto del PBI.

Las regiones Moquegua y Tacna reciben más de 1,500 soles por alumno, mientras que departamentos con mayor índice de pobreza, como Amazonas, Cajamarca y Huánuco, reciben menos de 900 nuevos soles por alumno. Aunque todavía hay una brecha importante. En los últimos años el monto absoluto del gasto en educación se ha incrementado de manera constante, de S/. 862 nuevos soles por alumno en el año 2005 a S/.1, 168 nuevos soles en el 2014 (MINEDU). El mayor aumento ha sido en el rubro de remuneraciones mientras que el nivel de inversión se mantuvo sin aumento. Una oportunidad inmediata para destinar mayores recursos a programas e inversiones sociales es el canon. En el 2006 el presupuesto del canon minero casi se duplicó: de S/.1, 156 a S/. 2,184 millones (MEF). Sin embargo, ello sólo beneficia a algunos departamentos con índices de pobreza altos, como Cajamarca y Cusco, pero no a otros,

como Amazonas y Huánuco, que tienen similares índices de pobreza y no reciben dicho recurso.

Ello repercute en la formación de capital humano a nivel de cada una de las regiones del Perú, teniendo así indicadores proyectados de cobertura al año 2015 de 95%, frente a una deserción escolar del 14.5%, el mismo que le cuesta al Perú al año 1,150 millones de soles en primaria y secundaria (INEI).

Por tanto, se estaría enfocando un ineficiente resultado del gasto público en educación, siendo necesario analizar el proceso de producción educativa, a fin de poder determinar el nivel de eficiencia.

## **2.2 Enunciados del problema**

### **2.2.1 Pregunta general.**

¿Cuáles es el nivel de eficiencia del gasto público en educación básica regular en el Perú, en el periodo 2012-2016?

### **2.2.2 Preguntas específicas.**

- ¿Cómo influye el gasto en educación y el entorno de enseñanza en los logros educativos en las regiones del Perú, en el periodo 2012 – 2016?
- ¿Cuál es la eficiencia técnica del gasto público en educación entre las regiones del Perú, en el periodo 2012 – 2016?
- ¿En cuánto se mejoraría los logros educativos de las regiones ineficientes y regiones relativamente eficientes, teniendo en cuenta el presupuesto asignado en el periodo 2012 – 2016?

## **2.3 Justificación**

La estimación de la eficiencia en el uso de los recursos ha sido de amplio interés, no solo para el sector privado, si no también, para el sector público. Por tanto teniendo en cuenta los últimos resultados de la evaluación censal de estudiantes en lo que respecta al logro de los aprendizajes, es necesario realizar un análisis de la administración del presupuesto destinado al sector educación, puesto que solo un 46.4% obtuvieron niveles de logro satisfactorio, el mismo que permitirá cuantificar la eficiencia del gasto público

que proveerá al formulador de política, un mecanismo de control con el cual monitoreara el desempeño de las unidades de decisión, así mismo identificar las fuentes de ineficiencia y a partir de esto delinear políticas o planes de acción.

## **2.4 Objetivos de investigación**

### **2.4.1 Objetivo general**

Analizar el nivel de eficiencia del gasto público en educación básica regular en el Perú, periodo 2012-2016.

### **2.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar cómo influye el gasto en educación y el entorno de enseñanza en el logro educativo en las regiones del Perú, en el periodo 2012 – 2016.
- Determinar la eficiencia técnica del gasto público en educación básica regular entre las regiones del Perú, en el periodo 2012 – 2016.
- Cuantificar la mejoría de los logros educativos manteniendo el mismo nivel de gasto en educación de las regiones para mejorar la eficiencia técnica, en el periodo 2012 – 2016.

## **2.5 Hipótesis de investigación**

### **2.5.1. Hipótesis general**

La eficiencia del gasto público en educación básica regular en el Perú periodo 2012-2016, se ve reducida, principalmente por una inadecuada asignación de recursos.

### **2.5.2. Hipótesis específicas**

- El gasto en educación y el entorno de enseñanza afectan positivamente en el logro educativo de las regiones, siendo la asignación presupuestal la que garantiza mejores resultados en las regiones.
- Las regiones presentan diferencias entre los puntajes de eficiencia técnica, siendo las regiones más eficientes aquellas que invierten menos recursos en educación y logra mejores resultados en la producción, y al contrario son ineficientes.

- La comparación de comportamientos eficientes con sus pares eficientes en el periodo 2012 – 2016, podría evidenciar la existencia de mejores procesos educativos. En este sentido, mientras existe eficiencia la mejora en los resultados puede lograrse a través de mejoras en las variables de procesos manteniendo los insumos constantes.

## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Lugar de estudio

La presente investigación se ha desarrollado en el contexto de las regiones del Perú, siendo las unidades de análisis (DMU) las Regiones. En este contexto, serían 26 incluida Lima Provincia.



*Figura 7.* Mapa de estudio de la investigación

#### 3.2. Población

La población del estudio está representada por las 26 regiones del Perú (incluye Lima provincia), la unidad de análisis está representada por la Dirección Regional de Educación de cada región, pero de ahora en adelante llamaremos regiones del Perú.

### 3.3. Muestra

La muestra del estudio está representada por las mismas regiones del Perú (DMU), en tanto la muestra del estudio es igual a la población, (Hernández, 2010). El periodo de análisis es de 2012 a 2016.

### 3.4 Método de investigación

El método de investigación es hipotético-deductivo (Mendoza, 2016), ya que las hipótesis del trabajo se derivan del modelo teórico y se someten a una prueba estadística, por lo que está considerado dentro de la “metodología de investigación científica” o “investigación básica”. El tipo de investigación es no experimental, ya que carece de manipulación intencional, y su forma es el carácter transeccional y longitudinal.

### 3.5. Descripción detallada de métodos por objetivos específicos

#### 3.5.1. Función de producción de educación

Para implementar la eficiencia de gasto público en educación básica regular, se partirá de la función de producción de educación, la cual contiene las variables de insumo (inputs) y producto (outputs) dados. Los dos objetivos propuestos de la investigación se basarán en tal función de producción, variando las metodologías propuestas para cada objetivo.

$$y = f(x)$$

Dónde:

$y$ : Son las variables resultados de producción educativa,

$x$ : Son las variables de insumo para producir unidades de  $y$

La Tabla 2 muestra el conjunto de definiciones y fuentes para cada una de las variables empleadas en la estimación de la eficiencia de gasto público en educación básica regular, en función de aquellas consideradas como variables insumo (inputs) y producto (outputs). En todos los casos las series empleadas cubren el periodo 2012-2016.

Tabla 1

*Descripción de las variables empleadas en la estimación*

Variable	Descripción
<i>región</i>	Son las regiones del Perú (DMU)
<b>Inputs (X)</b>	
<b>Gasto invertido en educación</b>	
<i>gaspublico</i>	Gasto público en educación básica regular por alumno
<b>Entorno de enseñanza</b>	
<i>alumnosdoc</i>	Alumnos por docente \a
<i>tamañaulapri</i>	Tamaño de aula de educación primaria \a
<i>iebuenestado</i>	Instituciones Educativas en buen estado \a
<i>ieconpizarras</i>	Instituciones Educativas con pizarras \a
<i>iesbasicos</i>	Instituciones Educativas con servicios básicos \a
<i>interpri</i>	Instituciones Educativas con acceso a internet, nivel primario \a
<i>intersec</i>	Instituciones Educativas con acceso a internet, nivel secundario \a
<i>alumnocomputpri</i>	Alumnos por computadoras, nivel primario \a
<i>alumnocomputsec</i>	Alumnos por computadoras, nivel secundario \a
<b>Outputs (Y)</b>	
<b>Calidad educativa</b>	
<i>logrocomunic</i>	Logro satisfactorio en comunicación, EBR \b
<i>logromate</i>	Logro satisfactorio en matemática, EBR \b
<b>Cantidad educativa</b>	
<i>tnmatripri</i>	Cobertura neta de educación primaria
<i>tnmatrisec</i>	Cobertura neta de educación secundaria
<i>conclusionprimaria</i>	Conclusión oportuna de nivel de educación primaria (6-11 años) \a
<i>Conclusionsec</i>	Conclusión oportuna de nivel de educación secundaria (12-16 años) \a

\a. información obtenida del MINEDU-ESCALE

\b. información obtenida del MINEDU-ECE

Fuente: En base a datos colectados (ver anexo 1)

La principal variable de insumo es el gasto público en educación básica regular por alumno (*gaspublico*), la cual se define, como la proporción del gasto destinado a los programas de primaria y secundaria con respecto al total de alumnos matriculados en el nivel correspondiente. Según la literatura económica, el gasto en educación es el mejor instrumento para aumentar el nivel de stock de conocimientos, el desarrollo económico, entre otros, siempre que se utilice de forma eficiente, caso contrario podría traer un atraso económico (Pereyra, 2002).

Las variables *inputs* que se complementan al gasto público en educación tiene que ver con el entorno de la enseñanza: alumnos por docente (*alumnosdoc*), la cual esta

medida por el promedio de la relación cantidad de alumnos por docente, tamaño de aula de educación primaria (*tamañaulapri*), esta refleja el número de estudiantes por aula. Según la UNICEF (2011), al disminuir el ratio, proporción de estudiantes por docente y alumnos por aula, los niveles de producción en calidad educativa pueden mejorar. Así mismo, las instituciones educativas que se encuentran en buen estado (*iebueneestado*), tales como: servicios adecuados (*iesbasicos*), con pizarras (*ieconpizarras*) influyen positivamente en el desarrollo de la producción educativa. Y finalmente el acceso a tecnologías de información, a través del acceso a internet en primaria y secundaria, y la provisión de computadora por alumnos quienes determinan positivamente la dinámica del aprendizaje.

Las variables de producto (*outputs*), en la función de producción de educación, están dadas tanto por la calidad y la cantidad educativa, que desde ahora llamaremos logros educativos. El logro satisfactorio en las áreas de comunicación (*logrocomunic*) y matemática (*logromate*) representan las variables de calidad, ellas están expresadas, según la unidad de estadística educativa ESCALE, como el porcentaje del total de estudiantes matriculados que logran el nivel satisfactorio en comprensión lectora y matemática. Y cantidad educativa, definida por las variables de cobertura neta de educación primaria (*tnmatripri*) y secundaria (*tnmatrisec*), la cual está representada como la proporción de la población de 6 a 11 años y 12 a 16 años, que están matriculados en el nivel primario y secundario respectivamente en relación a la población total en el rango de edad correspondiente. Así mismo las variables de conclusión oportuna de nivel de educación primaria (*conclusionprimaria*) y secundaria (*conclusionsec*), la cual está considerada como la proporción de niños que culmina la primaria y la secundaria en la edad normativa con respecto a la población con edades correspondientes.

### **3.5.2. Combinación de la función de producción**

Una vez propuesta la función de producción educativa, fue necesario realizar la combinación de variable de insumo y producto, con el fin de determinar la mejor combinación en la frontera de posibilidad de producción (FPP). Esta combinación se empleó a partir del criterio del investigador.

En la Tabla 2, se muestra las combinaciones de la función de producción en educación. En ella se determinó 5 modelos para su estimación. El primer modelo refleja, la combinación de un insumo y dos productos; el segundo modelo, dos insumos y dos productos, en estos dos modelos se incluyen la principal variable de insumo que es gasto público en educación. El tercer modelo es la combinación de dos insumos y dos productos, pero no incluye la principal variable de insumo. El cuarto y el quinto considera el gasto en educación y el contexto de la enseñanza como variable de insumo, y calidad y cantidad educativa como variables de producto respectivamente.

Tabla 2

*Combinación de frontera de posibilidades de producción en la función de producción de educación.*

Modelo	Combinación FPP	Insumo	Producto
1	1 insumo - 2 productos	Gaspublico	logrocomunic, logromate
2	2 insumos - 2 productos	gaspublico, alumnosdoc	logrocomunic, logromate
3	2 insumos - 2 productos	alumnosdoc, iebuenestado	logrocomunic, logromate
4	3 insumos - 4 productos	gaspublico, alumnosdoc, iebuenestado	logrocomunic, logromate, conclusionprim, conclusionsec
5	4 insumos - 4 productos	gaspublico, alumnosdoc, iebuenestado, iessbasicos	logrocomunic, logromate, conclusionprim, conclusionsec

Fuente: Elaboración en base estudios

### 3.5.3. Metodología panel data para estimar la relación entre la dotación de los recursos y resultados obtenidos, primer objetivo de investigación.

La metodología adecuada para estimar la relación entre la dotación de los recursos y los resultados, es el panel data. El modelo se basa en la función de producción de educación y la evidencia empírica.

El modelo que se plantea es el siguiente:

$$\log(y_{it}) = \beta_0 + \beta'_1 \log(x_{it}) + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

Dónde:

$y_{it}$ : es el logro educativo en la producción educativa, representada por los indicadores de logro satisfactorio en comunicación (*logrocomunic*) y matemática (*logromate*), tasa de cobertura de matrícula primaria (*tnmatripri*) y secundaria

(*tnmatrisec*), y conclusión oportuna de primaria (*conclusionprimaria*) y secundaria (*conclusionsec*).

$x_{it}$ : es el gasto público en educación básica regular por estudiante (*gaspublico*) y el entorno de enseñanza (véase Tabla 2).

$\beta_0$ : es la constante del modelo

$\beta'_1$ : es el estimador de incidencia de la dotación de los recursos empleados para la producción educativa.

$\alpha_i$  y  $\varepsilon_{it}$ : la primera representa la perturbación aleatoria, que afecta a la variable dependiente  $\alpha_i \sim i.i.d N(0, \sigma^2)$  y el segundo, es el termino de error que se supone aleatoria, ambos se distribuyen con media cero y varianza constante  $\varepsilon_{it} \sim i.i.d N(0, \sigma^2)$ .

Siguiendo a (Wooldridge, 2002) la estimación requiere ensayos rigurosos para determinar la homogeneidad de la perturbación aleatoria, siendo el test de Breuch – Pagan, quien determina dicha característica mediante la contrastación de hipótesis de homogeneidad.

$$H_0: \sigma_{\alpha_i} = 0$$

$$H_1: \sigma_{\alpha_i} \neq 0$$

La  $H_0: \sigma_{\alpha_i} = 0$  indica que es conveniente aplicar mínimos cuadrados ordinarios, en tanto que  $H_1: \sigma_{\alpha_i} \neq 0$ , indica que es conveniente utilizar efectos fijos o aleatorios Siendo el estadístico de prueba el siguiente:

$$LM = \frac{NT}{2(T-1)} \left[ \frac{e' D D' e}{e' e} - 1 \right]^2$$

El estadístico se distribuye como una Chi-Cuadrada, donde D representa la matriz de las dummy de las unidades de análisis y  $e$  es el vector de residuos, por tanto si  $H < X^2_{1-\alpha}$  se acepta la hipótesis nula con  $\alpha\%$  de significancia, el modelo sería de homogeneidad total.

Otra de las pruebas desarrolladas fue la de Hausman, la misma que permite determinar el modelo a implementar entre efectos fijos y aleatorios, bajo el contraste de hipótesis de covarianza:





Según los estudios de León (2006), Pereyra (2002) y Timaná (2008), los métodos no paramétricos son los más adecuados para medir la eficiencia tecnológica, ya que no incorporan los precios de los factores.

#### a) Metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA)

La metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA), con un enfoque orientado al insumo (*inputs*) y al producto (*outputs*). La eficiencia orientada al insumo es considerada si se alcanza el coste mínimo de obtener un nivel dado de producción o servicio, con una combinación concreta de factores de producción (orientación input) (Albi, 1992). En tanto, la eficiencia orientada al producto, se puede definir como el logro del máximo producto o servicio con un coste dado originado por una combinación específica de factores.

Siguiendo los estudios de Tam (2008), el DEA es un método de programación lineal para construir la frontera de eficiencia. El término envolvente viene del hecho de que la frontera estimada envuelve a las observaciones de la muestra, de tal manera que estas se encuentren en o debajo de la frontera estimada. Para estimar el DEA orientado al insumo, se debe partir del supuesto de la función de producción. Los supuestos del modelo son los Rendimientos Contantes de Escala (CRS) y los Rendimientos Variables a Escala (VRS).

La diferencia entre los supuestos CRS y VRS, es que el segundo flexibiliza la función de producción, haciendo que la función tenga rendimiento decreciente a medida que se aumenta los insumos. En tanto el CRS, es más restrictivo, la cual asume un rendimiento constante a medida que se aumenta los insumos en la producción (León, 2006). Sin embargo, se puede pasar del modelo CRS a VRS imponiendo restricciones de convexidad en el modelo de programación dinámica (Coll y Blasco, 2006). El modelo matemático es el siguiente:

#### Modelo DEA – VRS con orientación al insumo

$$\begin{aligned}
 & \text{Min}_{\theta, \lambda, \theta} \\
 & \text{s. a. } -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
 & \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
 & N1\lambda = 1
 \end{aligned}$$

$$\lambda \geq 1$$

Dónde:

$\theta$  : es la medida de eficiencia técnica de la  $i$  esima región (DMU) bajo el modelo orientado a insumos.

$\lambda$  : es un vector de constantes (ponderaciones).

$N1$  : es un vector ( $N \times 1$ ) de números 1

$N1\lambda=1$  : impone la restricción de convexidad.

$Y$  : es una matriz ( $Q \times N$ ) de  $Q$  resultados diferentes obtenidos por  $N$  regiones diferentes.

$X$  : es una matriz ( $P \times N$ ) de  $P$  insumos diferentes usados por  $N$  regiones diferentes.

$y_i$  : es un vector ( $Q \times 1$ ) de  $Q$  resultados diferentes para la  $i$  esima región.

$x_i$  : es un vector ( $P \times 1$ ) de  $P$  insumos diferentes para la  $i$  esima región.

Es importante considerar las unidades de decisión (DMUs), que en este caso son las 26 regiones del Perú, incluida Lima Provincia.

Si la solución óptima del problema dado por el modelo resulta:

–  $\theta^* = 1$ , entonces la región que está siendo evaluada es eficiente, de acuerdo a la definición de Farrell (1957), en relación con las otras Unidades, puesto que no es posible encontrar ninguna Unidad o combinación lineal de Unidades que obtenga al menos el Output de la región utilizando menos factores.

–  $\theta^* < 1$ , la región es ineficiente; es posible obtener, a partir de los valores obtenidos en la resolución del modelo una combinación de Unidades que “funcione mejor” que la región que ha sido evaluada.

El modelo matemático con orientación al producto puede ser definida como (Tam, 2008):

$$\begin{aligned} & \text{Max}_{\theta, \lambda, \phi} \\ & \text{s. a.} \\ & -\phi y_i + Y\lambda \geq 0 \\ & x_i - x\lambda \geq 0 \\ & N1\lambda = 1 \end{aligned}$$

$$\lambda \geq 1$$

Dónde:

$\emptyset$ : es la medida de eficiencia técnica de la  $i$  esima región (DMU) bajo el modelo orientado a resultados.

$\lambda$ : es un vector de constantes (ponderaciones).

$N1= 1$ : es un vector ( $N \times 1$ ) de números 1

$N1\lambda = 1$ : impone la restricción de convexidad.

$Y$ : es una matriz ( $Q \times N$ ) de  $Q$  resultados diferentes obtenidos por  $N$  regiones diferentes.

$X$ : es una matriz ( $P \times N$ ) de  $P$  insumos diferentes usados por  $N$  regiones diferentes.

$Y_i$ : es un vector ( $Q \times 1$ ) de  $Q$  resultados diferentes para la  $i$  esima región.

$X_i$ : es un vector ( $P \times 1$ ) de  $P$  insumos diferentes para la  $i$  esima región.

Si el  $\emptyset$  es igual a uno entonces la DMU (unidad de análisis) será eficiente ya que el programa habrá buscado entre las DMUs reales y ficticias que produzcan lo mismo o más y usen lo mismo o menos que la DMU y no habiendo encontrado ninguna no tendrá más remedio que considerar a la DMU como eficiente dando al  $\emptyset$  el valor unitario. El hecho es que con el parámetro igual a uno y siendo DMU eficiente sucede que  $Y_{ro} = Y_{ro}$  (según la segunda restricción del programa) ya que sólo el  $\lambda_0$  tendría valor positivo e igual a uno mientras que el resto lo tendría nulo. Por el mismo motivo  $X_{io} = X_{io}$  según la restricción primera. Si por el contrario  $\emptyset_0$  fuera mayor que uno,  $DMU_0$  no sería eficiente porque el programa habría encontrado otra DMU real que satisfaga las dos restricciones, o sea que produzca más o lo mismo que la  $DMU_0$  con iguales o menores inputs. Finalmente  $\emptyset_0$  no puede ser menor que uno porque siempre será posible para el programa asignar como valor mínimo el unitario a  $\emptyset_0$  ya que la  $DMU_0$  siempre será plausible como solución al asignar un valor unitario al  $\lambda_0$  y nulo al resto.

#### **b) Panel data: Efectos fijos y efectos aleatorios.**

La metodología panel data, es una metodología paramétrica. Este tiene ventajas y limitaciones respecto al modelo no paramétrico. En cuanto a las limitaciones, el modelo solo estima con orientación al insumo, a lo más se puede combinar una sola

variable de insumo para la producción de los indicadores o resultados de educación, y la variable apropiada de insumo es el gasto público en educación básica regular. El modelo no considera rendimientos variables a escala (VRS). Estima eficiencia económica y no técnica (Coll y Blasco, 2006). En cuando a las ventajas, el modelo de panel data se basa en la distribución de error, ella debe presentar normalidad en los errores, asimismo la homocedasticidad es el criterio fundamental en la estimación.

Otra de las ventajas del modelo, es que se puede corregir a través de autocorrelación en los errores y corregir la presencia de endogeneidad a través del modelo de efectos fijos, y en caso que presente exogeneidad por el modelo de efectos aleatorios, implementando una serie de pruebas.

El índice de eficiencia de gasto público en educación a través de modelo panel data se implementa en dos etapas. En la primera, se estima el modelo por efectos fijos. Y en la segunda se estima el índice de eficiencia a través del residuo del modelo.

El modelo que se plantea es la siguiente:

$$\log(x_{it}) = \beta_0 + \beta'_1 \log(y_{it}) + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

Dónde:  $x_{it}$  es el gasto público en educación básica regular por estudiante (*gaspúblico*),  $y_{it}$  es el logro educativo en la producción educativa, representada por los indicadores de logro satisfactorio en comunicación (*logrocomunic*) y matemática (*logromate*) y otras variables de resultado.  $\beta_0$  Es la constante del modelo y  $\beta'_1$  es el estimador de incidencia de logro educativo en el gasto de educación.  $\alpha_i$  y  $\varepsilon_{it}$  la primera representa la perturbación aleatoria, que afecta a la variable dependiente  $\alpha_i \sim i.i.d N(0, \sigma^2)$  y el segundo, es el termino de error que se supone aleatoria, ambos se distribuyen con media cero y varianza constante  $\varepsilon_{it} \sim i.i.d N(0, \sigma^2)$ .

La diferencia de este modelo con el primer objetivo es la orientación; en el primer caso el modelo es planteado según a la causalidad, mientras que en este último está fuera de causalidad. De hecho, es la metodología para obtener la eficiencia de gasto paramétricamente.

La técnica de estimación y su implementación es la misma que del primer objetivo de investigación, solo con una diferencia. Una vez estimado el modelo, tomando en cuenta los supuestos clásicos de regresión lineal, es estimar el índice de eficiencia a través del residuo del modelo.

Siguiendo los estudios de Galicia *et. al* (2015.), tomando en consideración que el término de error aleatorio  $\varepsilon_{it}$  se encuentra simétricamente distribuido en  $\log(x_{it}) = \beta_0 + \beta'_1 \log(y_{it}) + \alpha_i + \varepsilon_{it}$  ( $u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$ ), se observa que si  $\alpha_i$  es simétrico y  $\varepsilon_{it}$  es no negativo, por lo que entonces  $\varepsilon_{it}$  es asimétrico y al aplicar el término de esperanza se tiene:

$$E(u_{it}) = E(\alpha_i - \varepsilon_{it}) = E_u < 0$$

Para evaluar la aplicación de la frontera de producción, se considera los siguientes aspectos:

- Si  $\varepsilon_{it} > 0 \Rightarrow (\alpha_i - \varepsilon_{it})$  es sesgada y existe ineficiencia técnica.
- Si  $\varepsilon_{it} < 0 \Rightarrow (\alpha_i - \varepsilon_{it})$  es simétrica y los datos no reflejan la ineficiencia técnica.

### **3.5.5. Metodología para cuantificar la mejora de la producción manteniendo el mismo nivel de gasto de las regiones, tercer objetivo de investigación**

En el tercer objetivo investigación es cuantificar el porcentaje de los resultados de las regiones relativamente eficientes, se podrían mejorar sujeto al monto de presupuestos que manejan y al resultado de los pares que muestran un desempeño eficiente. Para el cual se basó en la metodología de Análisis Envolvente de Datos con orientación al producto.

Como se ha visto en la sección anterior, el enfoque de orientación al producto, maximiza los niveles de producción manteniendo el mismo nivel de presupuesto de las regiones.

En la Figura 8 se presenta el modelo DEA orientado al producto. La unidad A es el más eficiente en la obtención del output ( $y_2$ ), en tanto la unidad E, lo es en el Output ( $y_1$ ).

El segmento que une las unidades A y E, y que representan puntos alcanzables, constituye la denominada frontera eficiente. Ninguna unidad, real o ficticio, situado sobre la frontera eficiente puede, mejorar uno de sus Outputs sin empeorar el otro, dado el nivel de input.

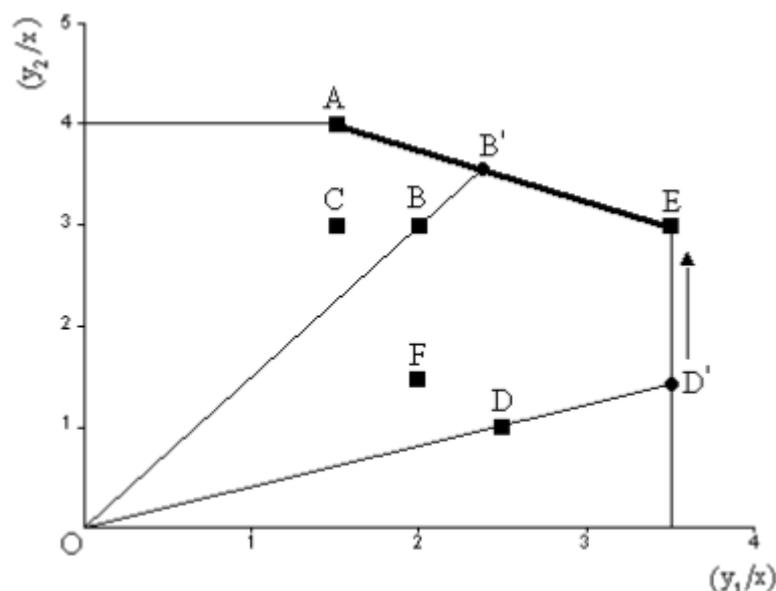


Figura 8. Frontera eficiente 1 input y 2 outputs, orientación al output

Los concesionarios A y E son eficientes técnicamente, es decir:  $ET = 1$  y  $A = ET 1$

Siguiendo a Coll y Blasco (2006), las unidades (regiones) que permanecen por debajo de la frontera eficiente, que envuelve a aquellos, son calificados como unidades ineficientes técnicamente. La puntuación de eficiencia (relativa) de estas unidades ineficientes puede obtenerse como la relación entre la longitud de la línea desde el origen hasta la Unidad considerada y la longitud de la línea que une el origen con el punto proyectado sobre la frontera eficiente. Así, por ejemplo, en el caso de la región B se tendría:

Eficiencia Técnica de la región B:

$$ET_B = \frac{OB}{OB'}$$

Es decir, la eficiencia técnica de la región B es el cociente entre la distancia del punto O al punto B y la distancia del punto O al punto B'. Así, para calcular la eficiencia de

B es necesario conocer las coordenadas del punto B', que se corresponderá con la intersección entre la recta que pasan por los puntos A y E y la recta que pasa por los puntos O y B.

Para que la región B, alcance el nivel de eficiencia similar a las regiones A y B, debe aumentar su nivel de producción educativa manteniendo el mismo nivel de gasto, en:

$$\Delta ET_B = 1 - \frac{OB}{OB'}$$

$$\Delta ET_B = 1 - ET_B$$

El mismo criterio se toma para mejorar la eficiencia de la región D:

$$\Delta ET_D = 1 - \frac{OD}{OD'}$$

$$\Delta ET_D = 1 - ET_D$$

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Descripción de las variables del contexto de la educación peruana

En esta sección se describe el contexto de la educación peruana, a partir de la función de producción de educación. Las variables de insumo (*inputs*) están representadas por los recursos invertidos en educación y el entorno de enseñanza, y las variable de producto representados por los logros educativos.

##### 4.1.1. Recursos invertidos en educación

En la Figura 9, se muestra el gasto público en educación básica regular por alumno. Como se puede observar, en los últimos 5 años, el gasto en educación pública, tubo un comportamiento tendencial creciente. Siendo el nivel secundario con mayor presupuesto por estudiante. Para el año 2016, el promedio de gasto en educación de nivel secundaria fue de S/ 3 868, seguida de educación inicial con S/ 2 717 y primaria con S/ 2 707.

En el año 2016, la asignación de recursos fue heterogenea a nivel de las regiones del Peru, siendo las regiones Lima Metropolitana (5 940), Madre de Dios (5 318), Apurímac (4 960), Moquegua (4 664) y Pasco (4 596) con mayores niveles de gasto, en lo que se refiere a educación de nivel secundaria. Y las regiones con menores niveles de gasto, las regiones Lambayeque (2 900), Piura (2 724), Ica (2 657), Callao (2 656) y Ucayali (2 601).

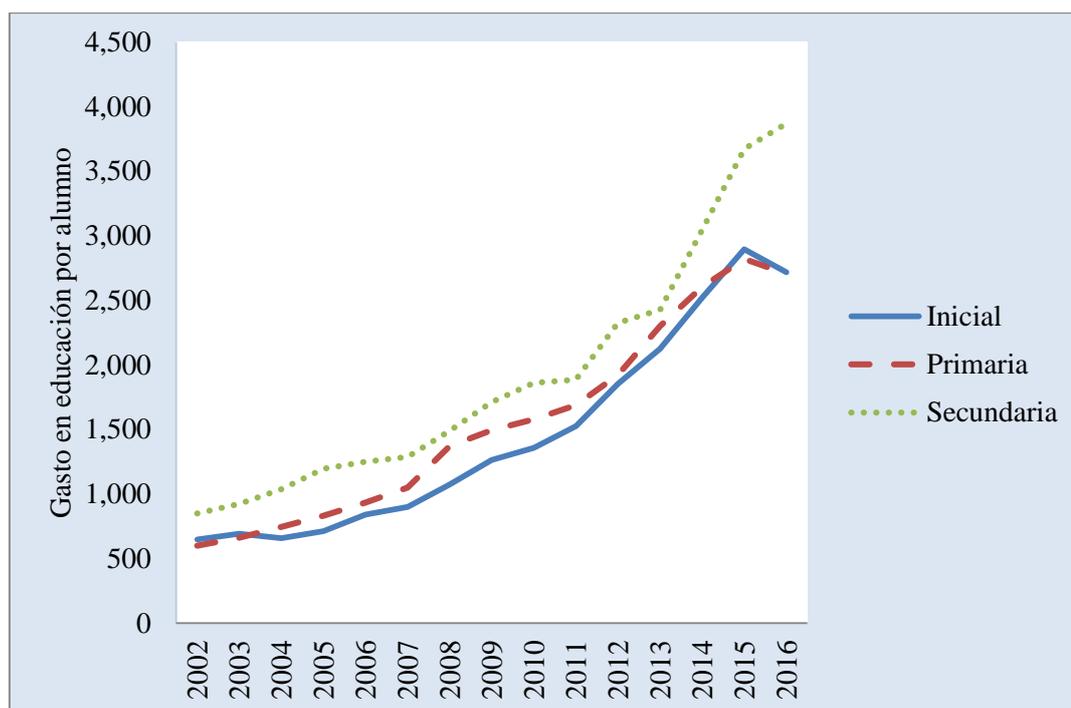


Figura 9. Gasto público en educación por alumno, Educación Básica Regular – EBR, periodo 2012-2016

Fuente: En base a datos de ESCALE - MINEDU

En educación primaria las regiones que más invirtieron en educación fueron las regiones Moquegua (5 358), Apurímac (4 384), Ayacucho (3 951), Huancavelica (3 927) y Puno (3 423). Y las regiones con menor gasto fueron Tumbes (2 166), Piura (2 046), Ucayali (2 022), Ica (1 958) y Callao (1 723).

En tanto que en el nivel inicial las regiones Apurímac (5 992), Huancavelica (5 703), Moquegua (4 876), Huánuco (4 045) y Ayacucho (3 986) gastaron más en educación inicial. Y las regiones que menos invirtieron fueron Lima Provincias (2 007), Callao (1 894), Ica (1 790), Piura (1 628) y Ucayali (1 595).

En la Figura 10, se muestra la evolución de gasto público en educación básica regular, representada por el gasto de educación (EBR). Como se puede observar, el nivel de gasto para el 2016, en promedio fue de S/ 2 799 soles, siendo 37.3% más respecto al 2012. En todos los casos, las regiones aumentaron su nivel de gasto, a excepción de las regiones Callao, Tumbes y Tacna quienes redujeron en 7.9%, 4.9% y 0.5% respecto al 2012.

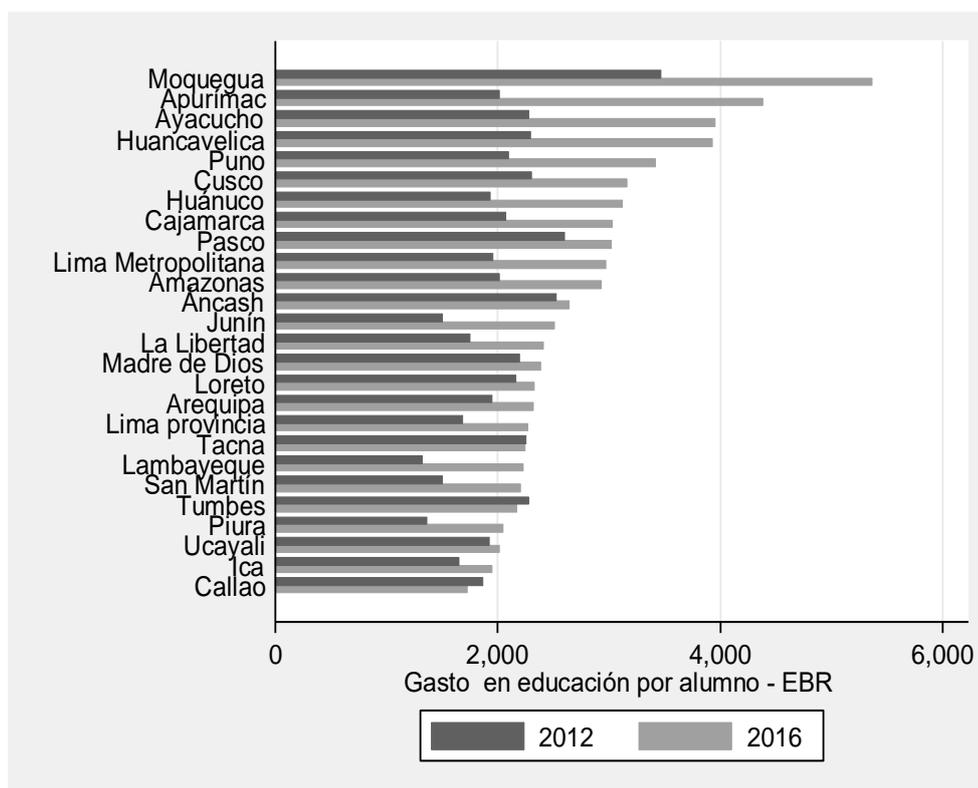


Figura 10. Evolución de gasto público en educación por alumno de primaria (soles corrientes) a nivel de regiones, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE - MINEDU

#### 4.1.2. Entorno de la enseñanza

##### 4.1.2.1. Relación alumno por docente

El número de alumnos por docente es un indicador *input* de la función de producción de educación, la cual mide el número de alumnos matriculados a cargo de un docente de aula. Según el UNICEF (2011), un indicador bajo puede mejorar los niveles de producción educativa, y viceversa. En el contexto peruano, se puede observar en la Figura 11. El número de alumnos por docente ha disminuido desde el 2012, en promedio de 15.3 a 13.7. Es decir, en el Perú, 13.7 alumnos en promedio están a cargo de un docente.

A nivel de regiones la brecha es muy alta. Para el año 2016, las regiones con mayor número de alumnos por docente fueron Loreto (19), Ucayali (19), Piura (17), San Martín (17) y Callao (16), todos por encima del promedio

nacional. Y las regiones con menores cifras fueron Moquegua (8), Puno (12), Huancavelica (15), Ayacucho (12) y Apurímac (11).

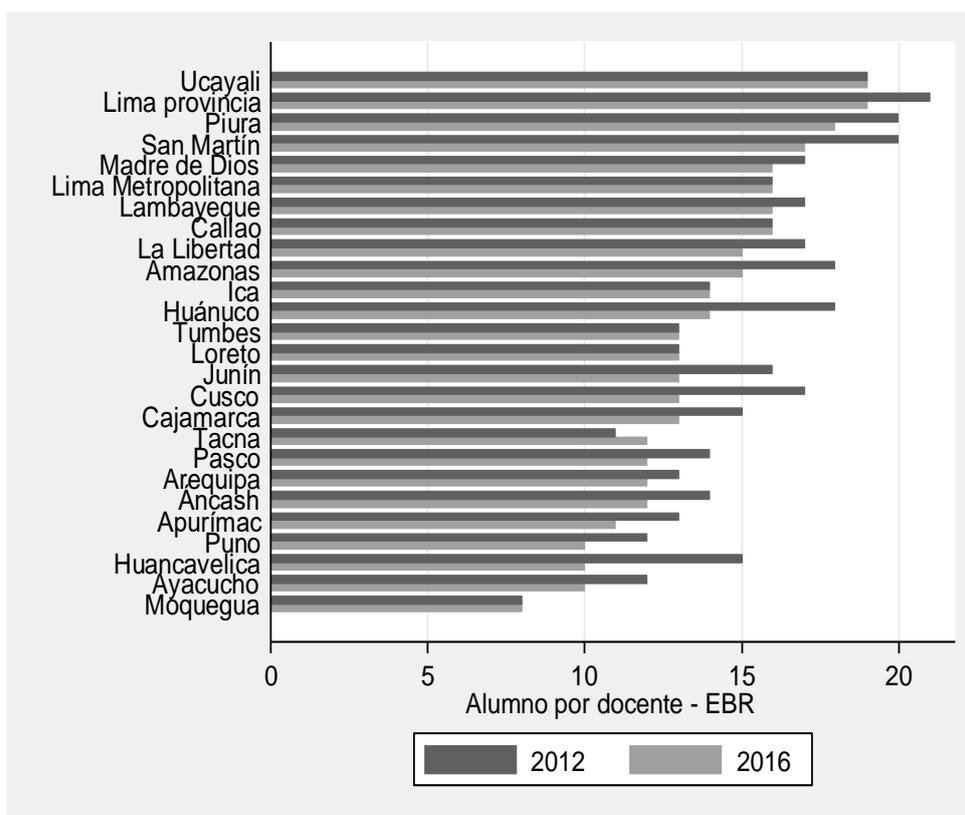


Figura 11. Evolución de alumnos por docente a nivel de regiones, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE – MINEDU

#### 4.1.2.2. Infraestructura y servicios básicos

La infraestructura de las instituciones es un determinante de la producción educativa, sobre todo si ellas se encuentran en buen estado. En el contexto peruano, según los indicadores de ESCALE (2016), el 22% de instituciones educativas se encuentran en buen estado, 2.9% más respecto al 2012. A nivel de regiones Callao (38.7%), Ica (34.3%), Tacna (33.1%), Lima (31.7%) y Arequipa (30.6%) tienen instituciones en buen estado, aunque las cifras no superan el 40%. Por otro lado, las regiones Puno (9%), Apurímac (12.8%), Loreto (13.9%), Junín (14.8%) y Huancavelica (15.4%) cuentan con cifras por debajo del mínimo establecido, (véase Figura 12).

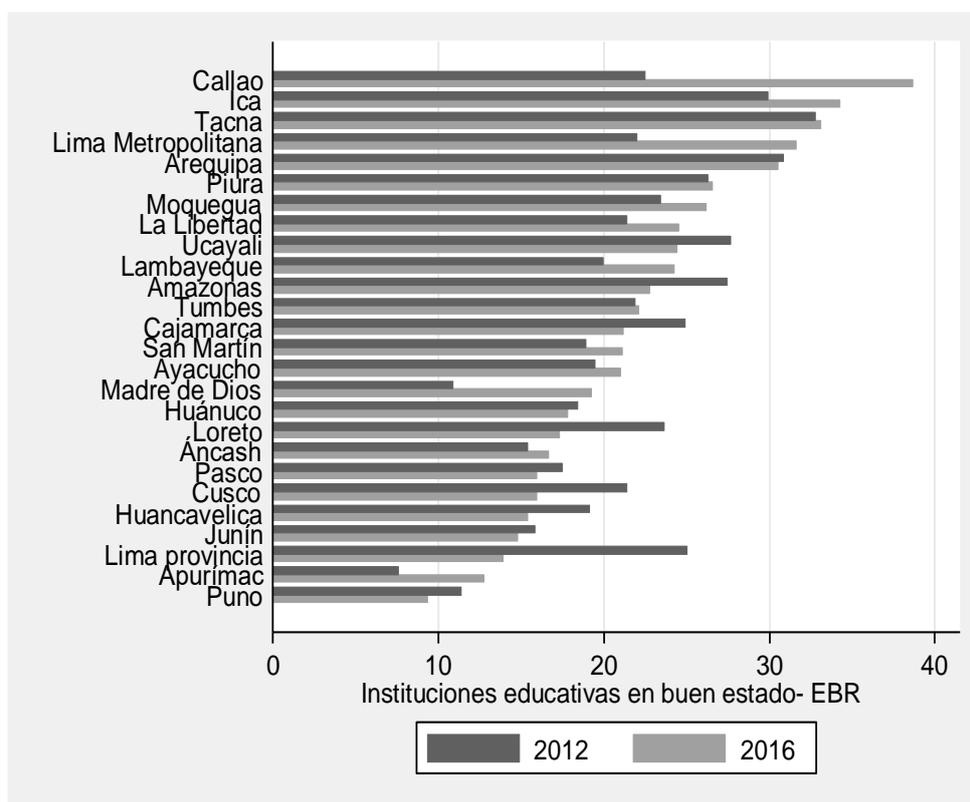


Figura 12. Evolución de la infraestructura de las instituciones educativas a nivel de regiones, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE - MINEDU

En la Figura 13, se muestra la evolución de las instituciones Educativas que cuentan con los servicios básicos a nivel de regiones. Se puede observar, para el año 2016, las instituciones con servicios básicos implementados y mejorados aumentaron en promedio en 12.1% más respecto al 2012. En el contexto de las regiones también se puede ver una evolución positiva respecto al periodo base.

Asimismo se puede apreciar la heterogeneidad que existe entre las regiones. Las regiones con mayor acceso a los servicios básicos son Lima, Callao, Tumbes, Ica, Tacna y Moquegua con 86.1%, 84.1%, 76%, 72.7%, 72.5% y 72% respectivamente.

Y las regiones con menores niveles de acceso son las regiones Loreto, Ucayali, Madre de Dios, Puno, Huánuco y Pasco con 7.3%, 13.4%, 25%, 32.5%, 36.5% y 38.1% respectivamente.

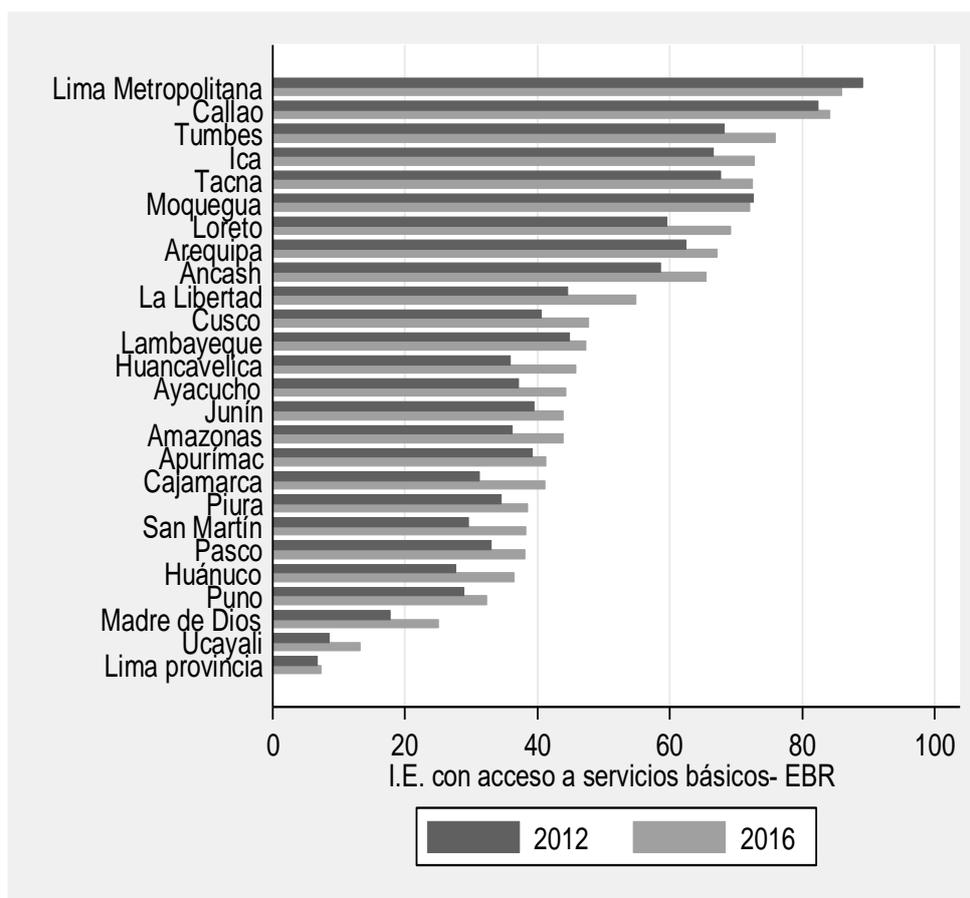


Figura 13. Evolución de acceso a servicios básicos de las instituciones educativas a nivel de regiones, periodo 2012-2016.  
 Fuente: En base de datos de ESCALE – MINEDU

#### 4.1.2.3. Acceso a Tecnologías de Información (TIC)

Según ESCALE, el acceso a TIC esta medido por número de alumnos que tienen acceso a computadoras. Para el año 2016, el promedio de alumnos que accedieron a una computadora fue de 6.7, en menos de 4.4% respecto al 2012 (véase Figura 14).

Las regiones Moquegua, Huancavelica, Pasco, Tacna y Ancash fueron las regiones con mayor acceso a las tecnologías de información, esta cifra varía entre 3 y 5 estudiantes por una computadora. Y las regiones con menor acceso fueron Ucayali, Loreto, San Martín, Madre de Dios y Lambayeque.

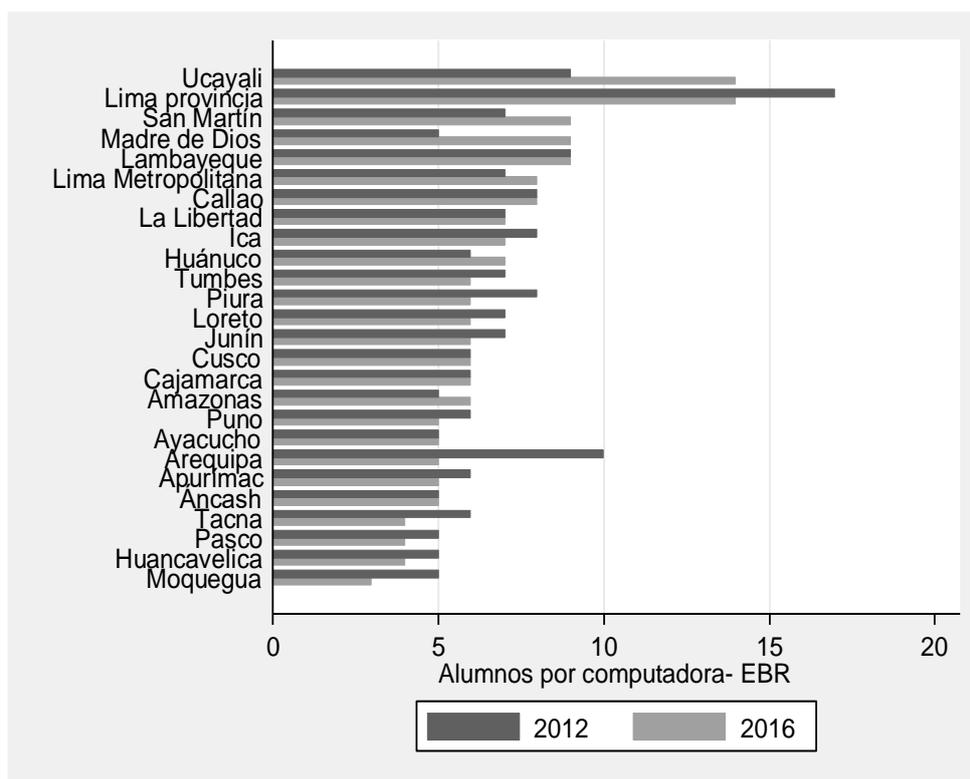


Figura 14. Evolución al acceso tecnologías de información (TIC) a nivel de regiones, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE – MINEDU

### 4.1.3. Logros educativos

#### 4.1.3.1. Calidad educativa

En la Figura 15 se muestra el indicador de la calidad de producción educativa, representado por el logro suficiente en matemáticas, el mismo que tubo mejora en el periodo 2012 y 2016. Para el año 2016, el promedio de nivel de logro suficiente en matemáticas fue 36.5%, con una variación de 78.6% respecto al 2012.

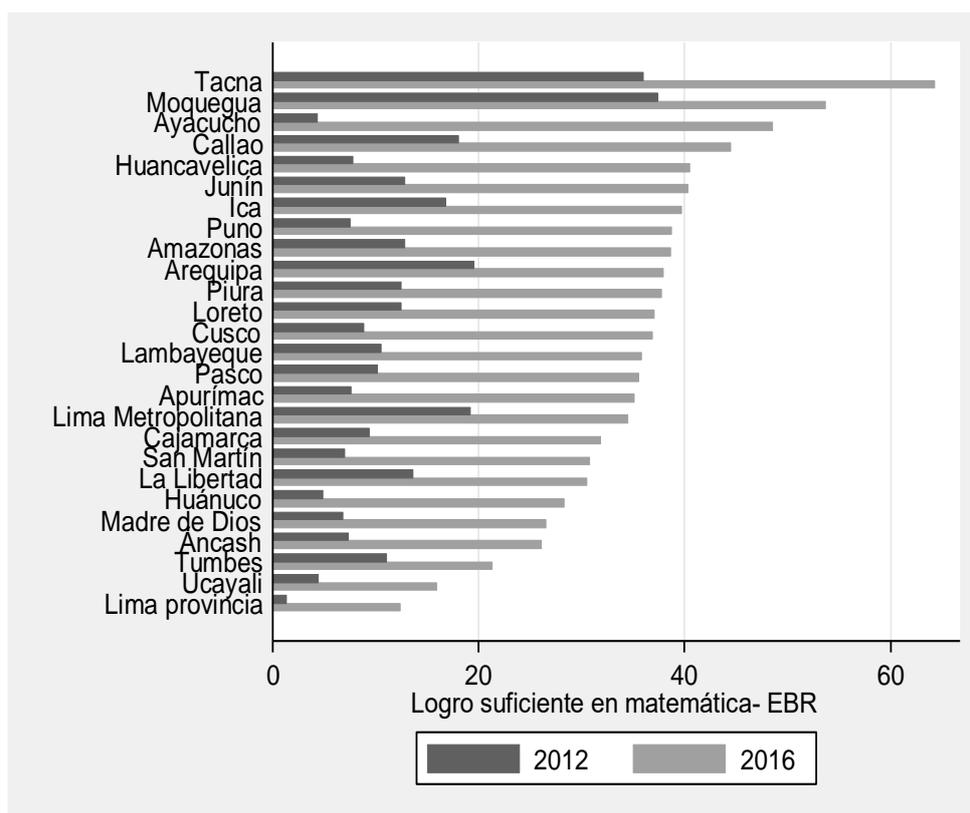


Figura 15. Logro suficiente en matemática, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE – MINEDU

Las regiones Tacna y Moquegua registran mayores niveles de logro suficiente en matemáticas con más del 64% y 53.7% de estudiantes respectivamente, seguida de las regiones Ayacucho, Callao, Huancavelica y Junín con 48.6%, 44.6%, 40.5% y 40.3% respectivamente. Las regiones Loreto, Ucayali, Tumbes, Ancash y Madre de Dios fueron las regiones con menores logros suficiente en matemáticas con 12.4%, 15.9%, 21.4%, 26.2% y 26.6% respectivamente.

En lo que se refiere al logro suficiente de comunicación, también registraron mejoras. Las regiones Tacna y Moquegua mantienen su posición, en más 76% y 69% respectivamente (2016), por encima del área de matemáticas (véase Figura 16). Las regiones Loreto, Ucayali, Huánuco, Tumbes y Cajamarca fueron las regiones con bajos niveles de logro en comunicación con 17.7%, 25.6%, 31.9%

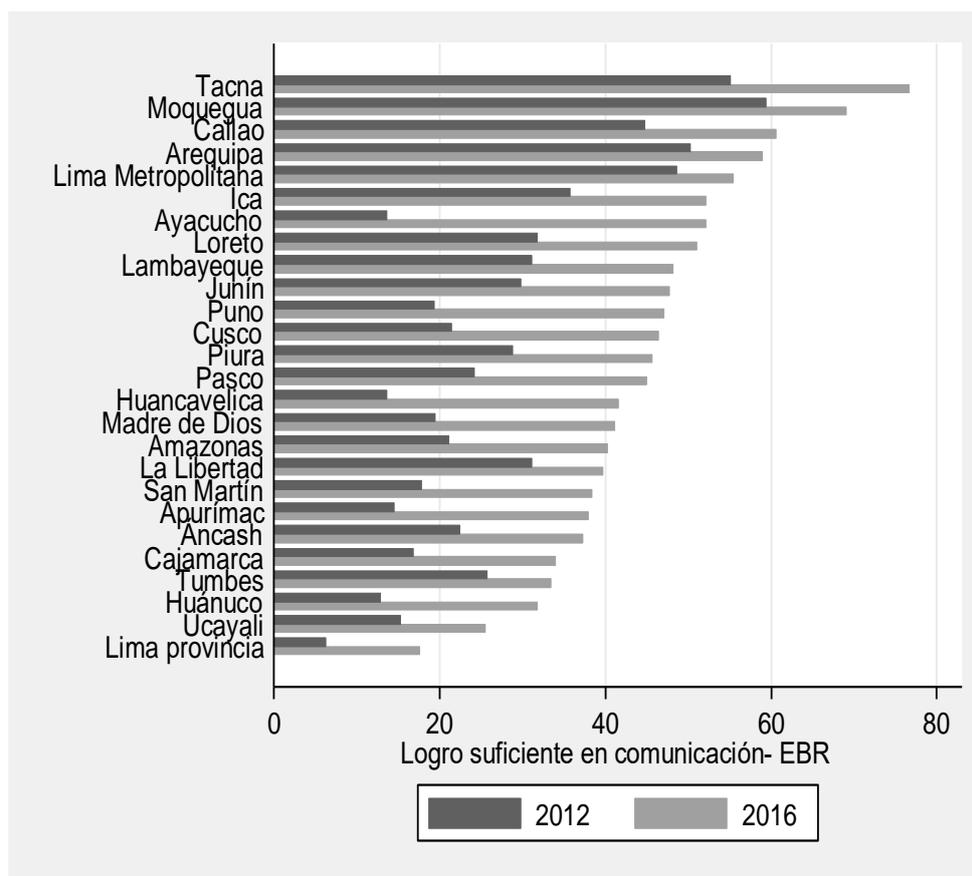


Figura 16. Logro suficiente en comunicación, periodo 2012-2016.  
Fuente: En base a datos de ESCALE – MINEDU

**4.1.3.2. Cantidad educativa**

Medida a través de las variables de cobertura de matrícula y conclusión oportuna de los estudiantes tanto de nivel primario como secundario. Asumiendo que la cobertura de matrícula es causada por el gasto invertido en educación, así como el contexto de la enseñanza y servicios prestados de la institución.

La cobertura de matrícula neta de nivel primario descendió para el año 2016 (véase Figura 17), en 0.8% menos respecto al 2012. A nivel de las regiones; Moquegua y Tacna son líderes en la cobertura de matrícula de nivel primario, aunque la cifra disminuyó respecto al 2012, siguen siendo las regiones con indicadores más altos, seguidas de las regiones Ancash, Apurímac, Loreto y Pasco por encima del 95%. En tanto las regiones Lima

provincias, Madre de Dios, callao, Lima, Junín, Ayacucho y Ucayali se encuentran por debajo del 93%.

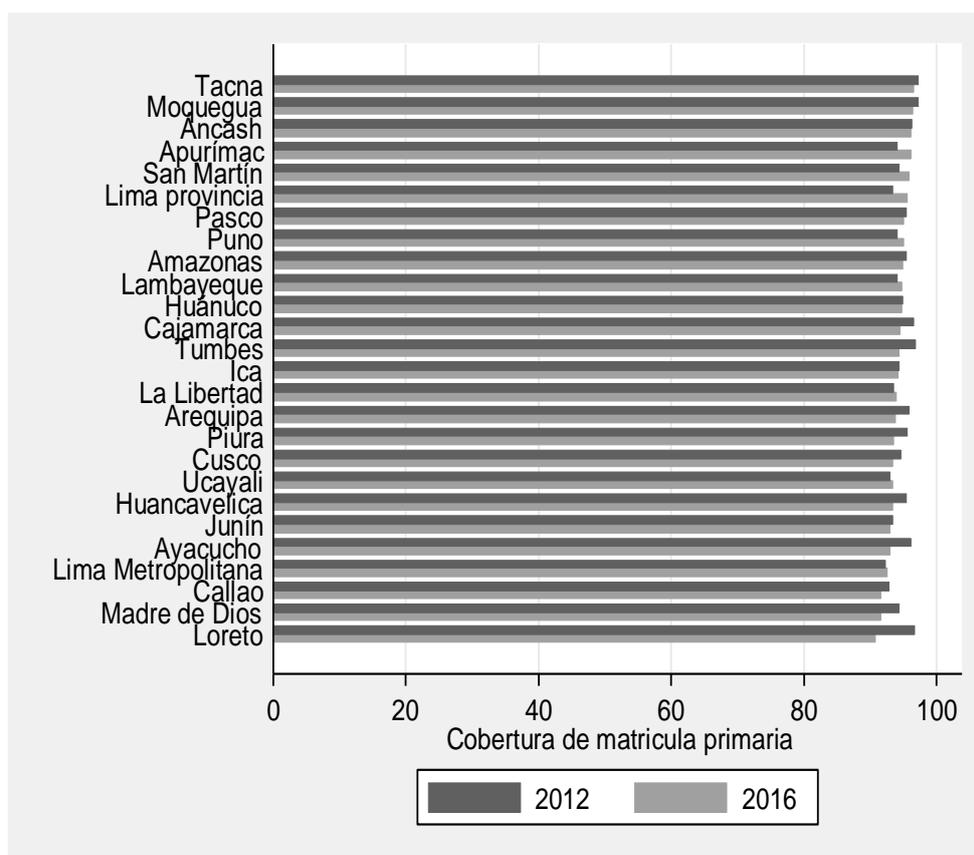


Figura 17. cobertura neta de matrícula nivel primario a nivel de regiones, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE – MINEDU

En el periodo de estudio la cobertura de matrícula a nivel de regiones aun presenta brechas negativas respecto del promedio nacional (83.45%), aunque la cifra se ha mejorado desde el 2012, sigue siendo unos de los problemas que afronta el sector educativo peruano, ya que muchos estudiantes dejan la secundaria.

Para el año 2016, la región Puno tubo el registro mayor respecto de cobertura de matrícula de estudiantes de nivel secundario con 91.6%, seguida de Tacna, Lima provincias, Huancavelica, Arequipa y Ancash con 90.6%, 90.4%, 89.2%, 88.7%, 88.1% y 88% respectivamente. Y las regiones con menores niveles de cobertura fueron Amazonas, Loreto, San Martín, Huánuco y La Libertad (véase Figura 18).

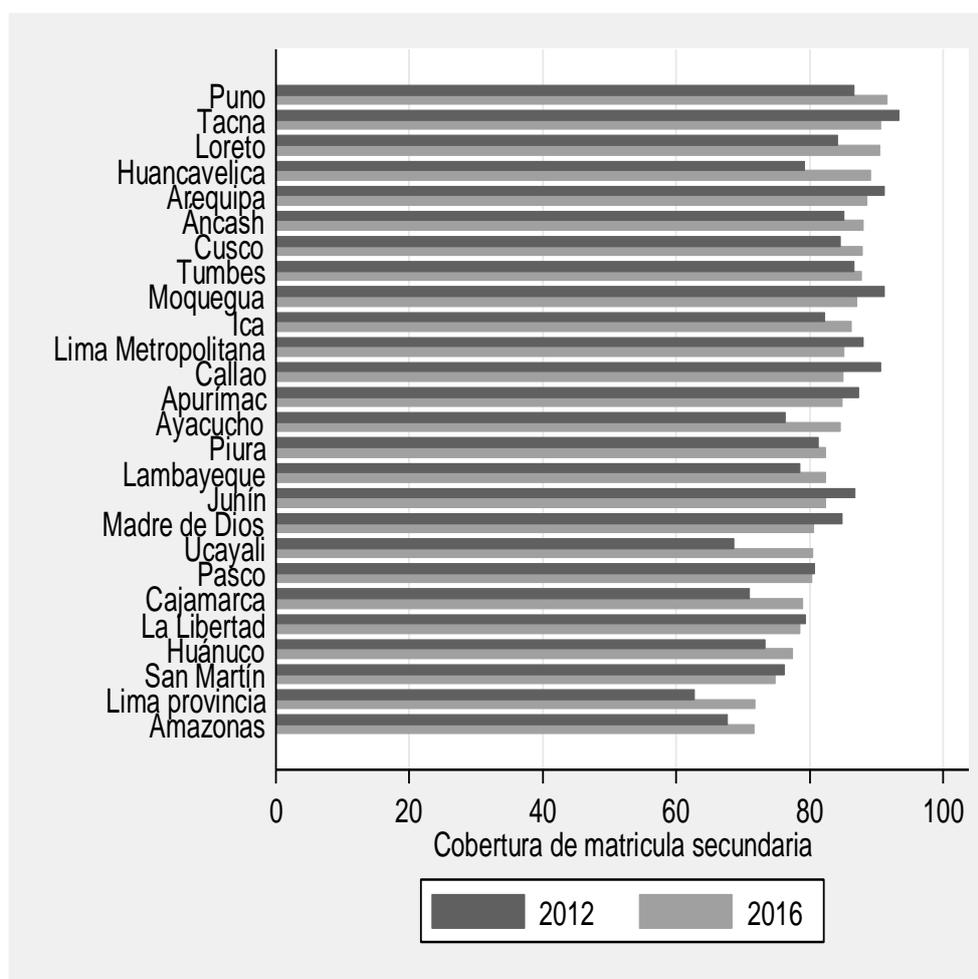


Figura 18. cobertura neta de matrícula nivel secundario a nivel de regiones, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE – MINEDU

En la Figura 19, se muestra la conclusión oportuna de los estudiantes del nivel primario por regiones, en el periodo de análisis este indicador se ha incrementado en 5.3% respecto del año 2012. Las regiones con mayores indicadores fueron Arequipa, Puno, Tumbes, Moquegua, Tacna, Lima Provincia y Lima con por encima del 91%. Y las regiones Loreto, Amazonas, Huánuco, Junín y Madre de Dios por debajo del 81%.

En el caso de nivel secundario la cifra fue menor respecto al nivel primario; la tasa de conclusión oportuna fue de 69% para el 2016, si bien se ha tenido avances, este también sigue siendo uno de problemas que se traducen en la deserción escolar (véase Figura 20).

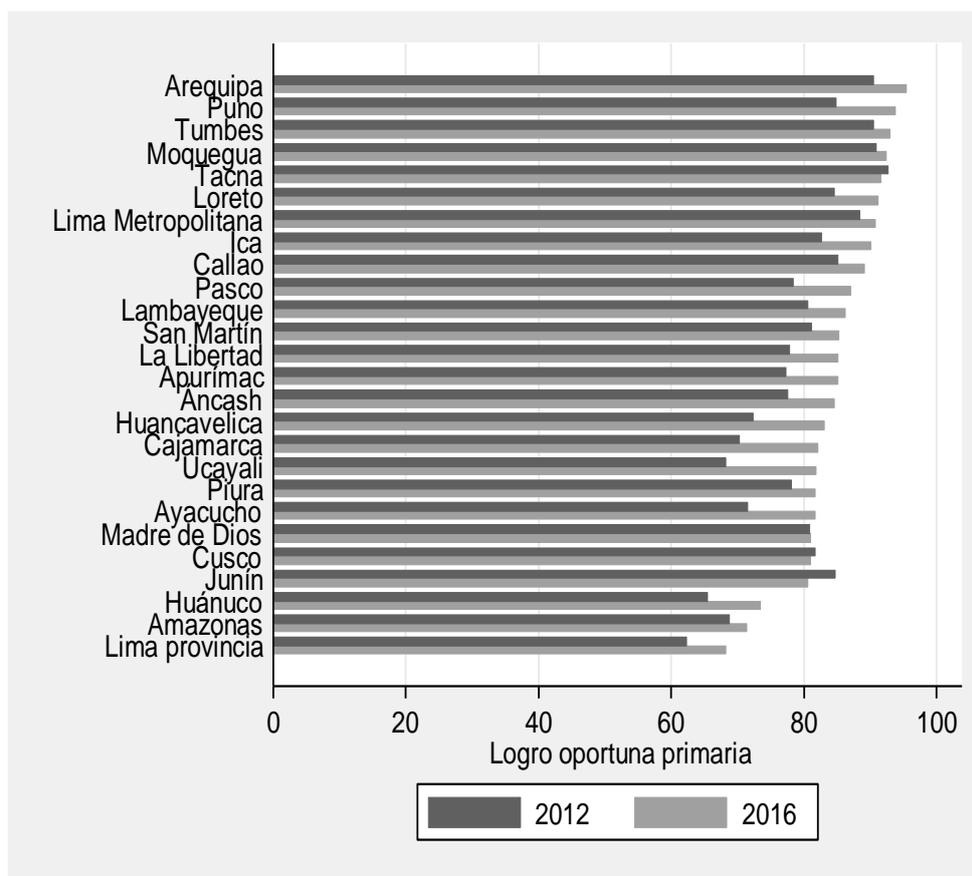


Figura 19. Conclusión oportuna del nivel primario por regiones, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE – MINEDU

Las regiones con mayores niveles de conclusión fueron Tacna, Arequipa, Callao, madre de Dios, Lima y Puno ellas por encima del 85%, y las regiones con menores indicadores fueron Loreto, Huánuco, Ucayali, Cajamarca, Huancavelica y Amazonas ellas por debajo de 60%.

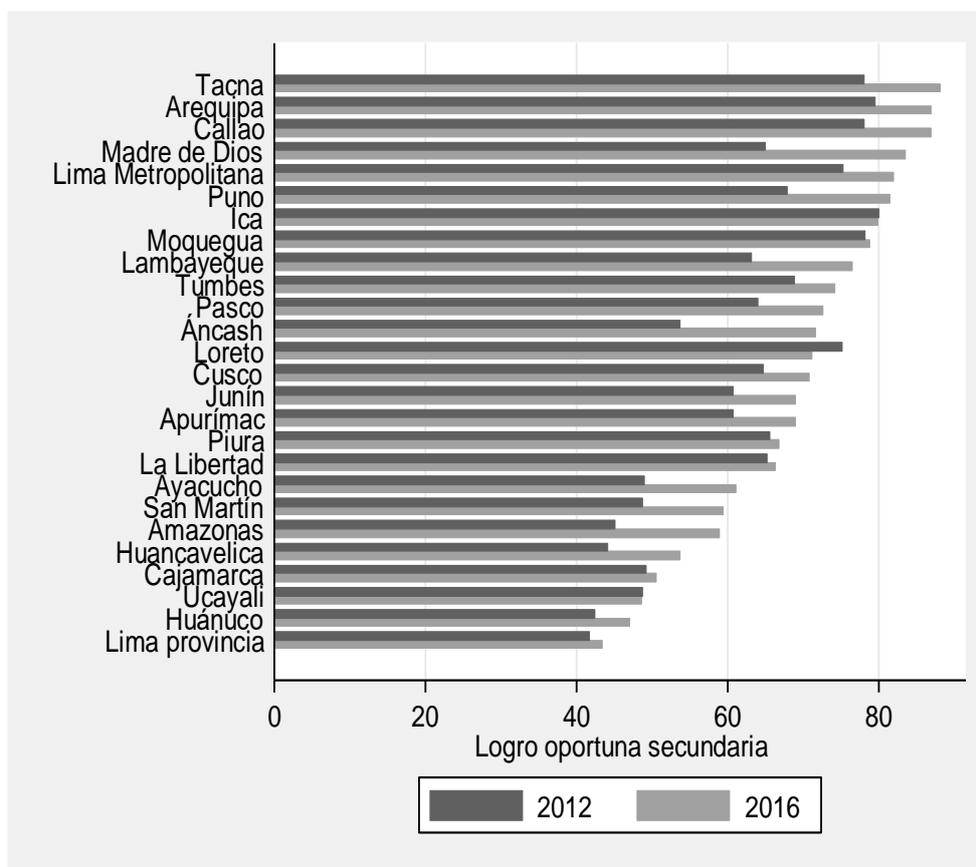


Figura 20. Conclusión oportuna de nivel secundario por regiones, periodo 2012-2016.

Fuente: En base a datos de ESCALE – MINEDU

#### 4.1.4. Correlación entre las variables de insumo y producto

En la Figura 21, se muestra las correlaciones entre el gasto público en educación básica regular (insumo) y los logros educativos (producto). Como se puede apreciar, el gasto en educación tiene una relación positiva con los logros educativos, mostrándose significativa para los indicadores de logro satisfactorio en matemáticas y comunicación y cobertura neta primaria.

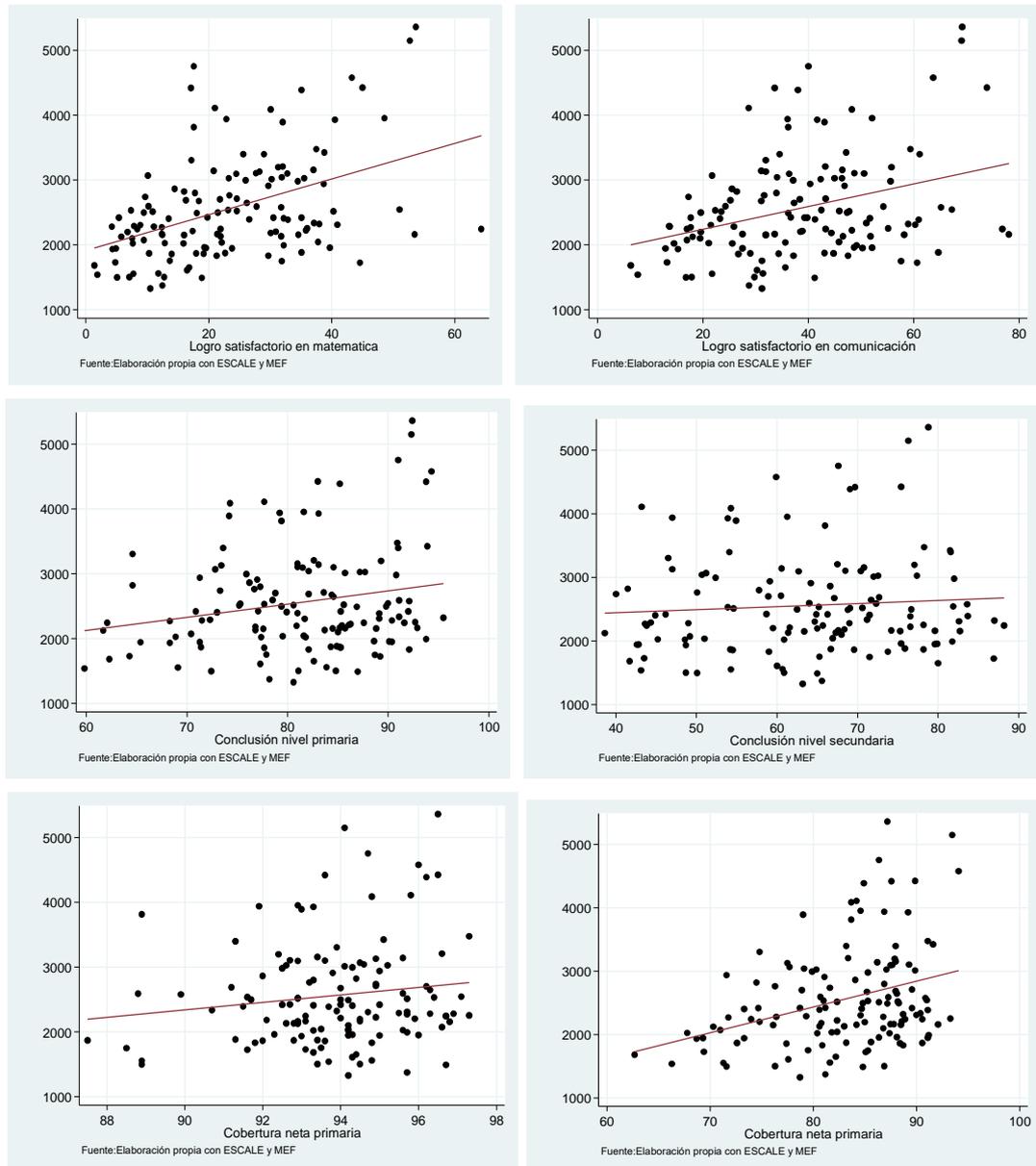


Figura 21. Relación de gasto público en educación y los logros educativos  
Fuente: Elaboración en base a datos colectados.

De estas correlaciones podemos deducir que el gasto público en educación ha tenido un efecto positivo en aumentar los logros educativos, sin embargo no podemos decir, aun, sobre la eficiencia de gasto público en educación.

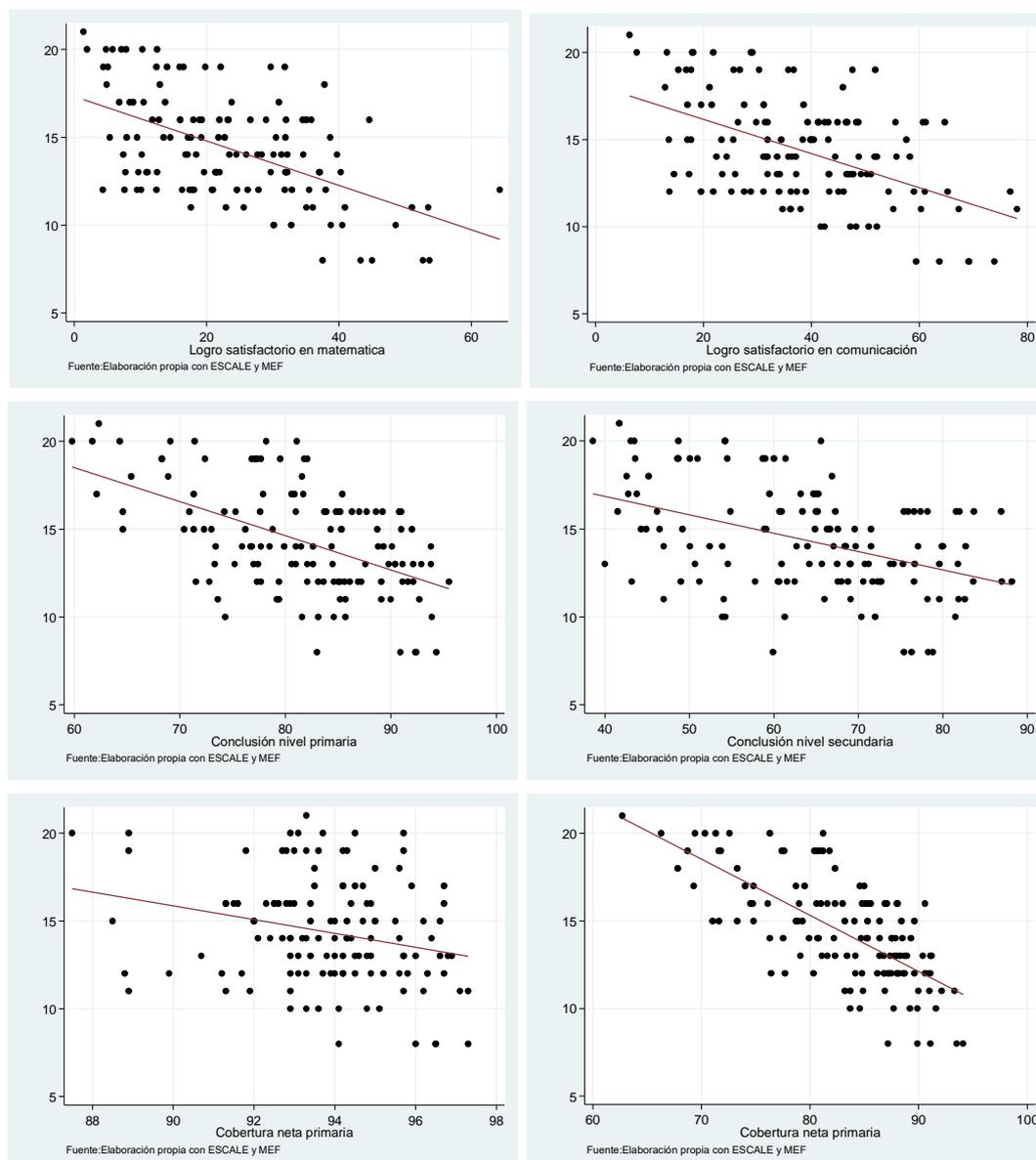


Figura 22. Relación entre alumno por docente y los logros educativos  
Fuente: Elaboración en base a datos colectados.

Por otra parte, en la Figura 22 se muestra las correlaciones de alumnos por docente (insumo) con los logros educativos (producto). Como se puede observar las relaciones son negativas. Estos resultados podrían indicar, que más alumnos podrían traer como consecuencia bajos logros educativos. Tal como se puede apreciar en la figura, la región Moquegua tiene los mejores indicadores respecto a los logros educativos, pero no dice nada sobre la eficiencia.

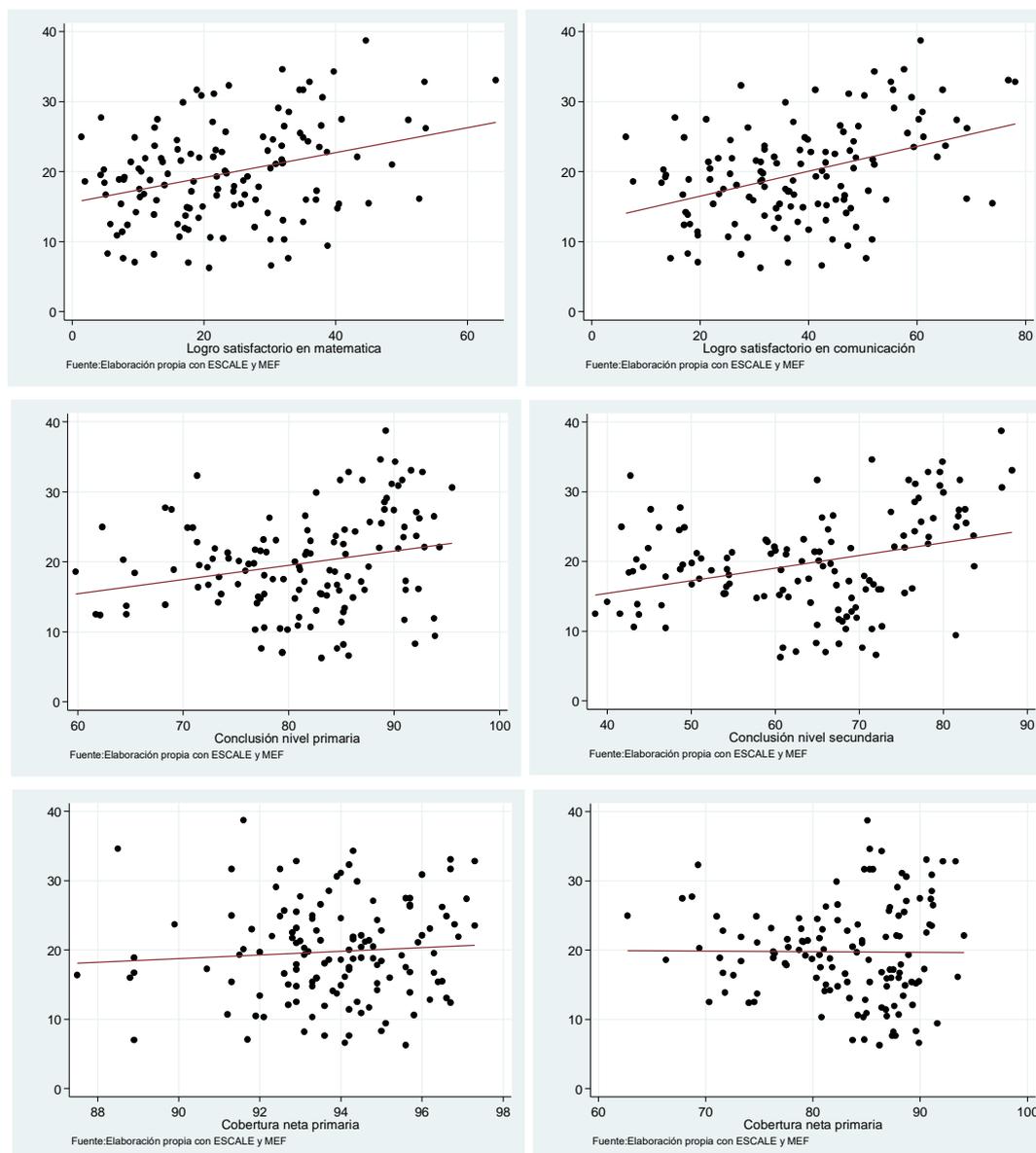


Figura 23. Relación entre las instituciones educativas en buen estado y los logros educativos

Fuente: Elaboración en base a datos colectados

Y finalmente en la Figura 23, se muestran las relaciones entre instituciones educativas en buen estado y los logros educativos. Desde este punto, se aprecia relación positiva entre las variables. Esto podría inducir que, las instituciones que se encuentran en buen estado son aquellos que mejor producen los logros educativos, tanto de cantidad como la calidad educativa.

#### 4.2. Gasto en educación y el entorno de enseñanza en el logro educativo en las regiones del Perú, en el periodo 2012 – 2016.

Con el fin de obtener elasticidades deseadas y resolver el problema de la varianza, el modelo se estimó en doble logarítmico, a través de modelos panel data, cumpliendo estrictamente con los supuestos de regresión clásica lineal.

En la Tabla 3 se muestra los resultados de la prueba de Breuch-Pagan, estos resultados indican (para todos los modelos) que el modelo de incidencia de los recursos invertidos en educación sobre las variables de producción educativa, es un modelo de heterogeneidad inobservable, rechazando así la hipótesis nula ( $H_0: \sigma_{\alpha_i} = 0$ ) de que el modelo sea MCO pool. Por tanto, el modelo puede ser efectos fijos o efectos aleatorios.

Tabla 3

*Resultados de la prueba de Breuch-Pagan para el modelo de impacto de recursos invertidos en educación en los resultados de producción educativa.*

Modelo	$H_0: \sigma_{\alpha_i} = 0$	
	chibar2(01)	Prob > chibar2
1	32.050	0.000
2	43.760	0.000
3	82.040	0.000
4	113.660	0.000
5	3.670	0.028
6	35.050	0.000

Fuente: En base a datos colectados

Una vez determinado que el modelo es de heterogeneidad inobservable, se realizó la prueba de Hausman para determinar si existe la presencia de endogeneidad en el modelo. La hipótesis nula ( $H_0: cov(\alpha_{it}, x_{it}) = 0$ ), es que el modelo sea exógeno y la alternativa endógena.

Los resultados de la prueba de Hausman se muestran en la Tabla 4, como se puede observar en todos los casos se rechaza la hipótesis nula de exogeneidad a excepción del modelo 3; es decir en la mayoría de los modelos, los errores que no cambian en el tiempo ( $\alpha_i$ ), están correlacionados con las variables exógenas, dicho de otra manera el modelo presenta endogeneidad.

Tabla 4

*Resultado de la prueba de Hausman para el modelo de impacto de recursos invertidos en educación en los resultados de producción educativa.*

Modelo	Ho: $cov(\alpha_{it}, x_{it}) = 0$	
	chi2	Prob > chi2
1	41.090	0.000
2	12.130	0.033
3	7.180	0.208
4	11.420	0.044
5	13.850	0.017
6	60.040	0.000

Fuente: En base a datos colectados

Basándonos en la metodología propuesta para estimar modelos en presencia de endogeneidad son los efectos fijos, ya que esta elimina la correlación de  $\alpha_i$  con las variables exógenas del modelo.

Realizada la prueba Hausman se muestra, que la mayoría de los modelos presentan endogeneidad, se estimaron los modelos a través de efectos fijos. Asimismo para fines de comparación, también se estimó a través de modelos de efectos aleatorios, la ventaja de este último es que no elimina las variables de efecto del tiempo.

En la Tabla 5, se muestran los resultados de la estimación a través del modelo de efectos fijos y efectos aleatorios. Como se puede observar, el gasto público en educación básica regular ha contribuido positivamente en el logro de la calidad educativa; en logro satisfactorio de matemática (modelo 1) y comunicación (modelo 2), con un nivel de significancia de 1%. En cuanto a la cantidad educativa no fue significativa. Según los resultados de efectos fijos, si el gasto público en educación aumentará en 10%, *ceteris paribus*, el logro satisfactorio en matemática y comunicación aumentaría en 8.65% y 6.18% respectivamente.

El porcentaje de las instituciones educativas en buen estado, incidieron positivamente en la producción de la cantidad educativa; sobre todo en la conclusión oportuna (modelo 3) y cobertura de matrícula neta de educación primaria (modelo 5), con nivel de significancia del 5%.

Tabla 5

Resultados de estimación del modelo de efecto fijos y efectos aleatorios, para el modelo de impacto de recursos invertidos en educación en la producción educativa

VARIABLES	Modelos											
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)		(6)	
	re	fe	re	fe	re	fe	re	fe	re	fe	re	fe
Gasto en educación	1.2871***	0.8656***	0.7254***	0.6187***	0.0025	0.0153	-0.0025	0.0283	-0.0074	-0.0088	0.0004	0.0329
I.E. buen estado	-0.1932	-0.1953	-0.1124	-0.1134	-0.0243	-0.0283	-0.0434	-0.0482	-0.0093	-0.0132	-0.0181	-0.0217
I.E. con acceso a internet	0.1382	0.0544	-0.0717	-0.1767**	0.0282	0.0448**	0.0395	0.053	0.0145**	0.0226**	-0.0547***	-0.0520***
I.E. Con servicios adecuados	-0.1379	-0.1332	-0.0805	-0.0773	-0.0174	-0.0193	-0.031	-0.0329	-0.0064	-0.009	-0.0129	-0.0148
Alumnos por docente	0.5748**	0.4137***	0.4072***	0.1665*	0.0733***	0.0484**	0.1384***	0.0903**	-0.0093*	0.0151	0.0358***	-0.0026
Constant	-0.1146	-0.1446	-0.0691	-0.0839	-0.0153	-0.021	-0.0283	-0.0357	-0.005	-0.0098	-0.0107	-0.0161
	0.1417	2.2902***	0.2030*	1.4054***	0.0131	0.0419	0.0632	0.1915*	0.0035	-0.0794**	0.0592***	0.1457***
	-0.1828	-0.4557	-0.1148	-0.2645	-0.0261	-0.0661	-0.0518	-0.1124	-0.0073	-0.0308	-0.017	-0.0506
	-0.3488	-1.6142***	-0.1182	-0.7495**	-0.1620***	-0.1911**	-0.1431	-0.0892	-0.0379**	-0.0112	-0.0976***	-0.0142
	-0.402	-0.5413	-0.2466	-0.3142	-0.055	-0.0785	-0.1039	-0.1336	-0.0166	-0.0366	-0.0374	-0.0601
	-8.9284***	-9.5377***	-3.6482**	-4.5493**	4.4359***	4.3374***	3.7414***	2.9954***	4.6736***	4.8213***	4.4947***	3.8140***
	-2.4932	-2.9844	-1.4858	-1.7324	-0.3257	-0.4331	-0.5977	-0.7364	-0.1128	-0.2018	-0.2528	-0.3314
Observaciones	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130	130
R-cuadrado		0.7772		0.7842		0.3611		0.3361		0.1374		0.3351
Numero de regiones	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26	26

Error estandar en parentesis  
 \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: En base a datos colectados

Puntualmente se muestra que, por cada 10% de instituciones que logran pasar a buen estado, *ceteris paribus*, la conclusión oportuna aumentaría en 0.44% y 0.22% respectivamente.

Las instituciones educativas con acceso a internet influenciaron positivamente tanto en calidad y cantidad educativa, con un nivel de significancia del 1%, 5% y 10%, según *p-valor*. Puesto que por cada 10% de incremento en el acceso a internet de las instituciones educativa, *ceteris paribus*, aumentaría en 4.13% y 1.66% el logro satisfactorio en matemática y comunicación respectivamente. Lo propio se puede indicar respecto de las variables conclusión oportuna y cobertura neta de matrícula, estas tienen relación positiva con respecto al acceso a los servicios de internet, es decir si esta última se incrementaría en 10% se tendría incrementos de 0.48%, 0.90%, 0.15% y 0.36% en conclusión oportuna de primaria y secundaria, cobertura de matrícula neta de educación primaria y secundaria, respectivamente.

Otra variable de insumo que explica los indicadores de la producción de educación es los servicios adecuados de las instituciones educativas. Los resultados muestran que por cada 10% de incremento en el acceso a servicios adecuados en las instituciones educativas, *ceteris paribus*, tendría un efecto positivo de 22.90% y 14.05% en el logro suficiente de matemática y comunicación respectivamente, así mismo en la conclusión oportuna y cobertura de matrícula en 1.91% y 1.45% respectivamente.

Y finalmente la relación alumnos por docente, influye positivamente en el logro de la producción educativa, tanto de calidad como de cantidad educativa, con un nivel de significancia de 5 y 10% a excepción en la conclusión oportuna de nivel secundario. Si por cada 10% menos de ratio alumnos por docente, *ceteris paribus*, el logro satisfactorio en matemática y comunicación aumentaría 16.14% y 7.49% respectivamente, y 1.91%, 0.37% y 0.97% en conclusión oportuna primaria, cobertura de matrícula neta tanto de nivel primario y secundario respectivamente.

Respecto de la constante de los modelos, estos no se interpretan, puesto que pasan a formar parte del término de error.

#### **4.3. Eficiencia técnica del gasto público en educación básica regular entre las regiones del Perú, en el periodo 2012 – 2016.**

En esta sección se estima la eficiencia de gasto público en educación básica regular a través de la metodología de análisis envolvente de datos (DEA). Los supuestos para el modelo, son los rendimientos constantes a escala (CRS) y rendimientos variables a escala (VRS). Asimismo, se estima la eficiencia con orientación al insumo y producto, para los cinco (05) modelos propuestos en la metodología de investigación (véase Tabla 2). Asimismo se estima la eficiencia a través del modelo de efectos fijos y aleatorios, y finalmente se hace la comparación de los modelos estimados.

##### **4.3.1. Eficiencia de gasto público en educación mediante la metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA)**

###### **4.3.1.1. Eficiencia de gasto público en educación con orientación al insumo.**

En la Tabla 6, se muestran los resultados del índice de eficiencia de gasto público en educación para los cinco modelos, con orientación al insumo, tomando los supuestos líneas arriba. En ella se puede observar que, a medida que se pasa de un modelo al otro, el índice de eficiencia varía.

Tomando el modelo 1, y teniendo en cuenta el promedio de eficiencia *CRS* y *VRS*, las cinco regiones más eficientes en el gasto público en educación básica regular fueron Tacna (1), Callao (0.948), Ica (0.839), Piura (0.829) y Lambayeque (0.806), y las regiones menos eficientes fueron Huancavelica (0.379), Ayacucho (0.412), Apurímac (0.412), Madre de Dios (0.427) y Huánuco (0.446). Cabe destacar que las regiones con índice de eficiencia cercana a 1, se encuentran como eficientes, y cercana a cero, ineficientes.

Gráficamente el índice de eficiencia con orientación al insumo *CRS*, se muestra en la Figura 24. En ellas se puede apreciar a la región Tacna, como la más eficiente. Ya que esta se encuentra en la curva de isocuanta de la frontera de posibilidades de producción (FPP). Las demás regiones se encuentran fuera de la FPP. Las regiones que se encuentran fuera de isocuanta, según el modelo *CRS* orientada al insumo, deberían reducir el gasto público en educación básica regular hasta llegar a la curva de la isocuanta o punto de eficiencia.

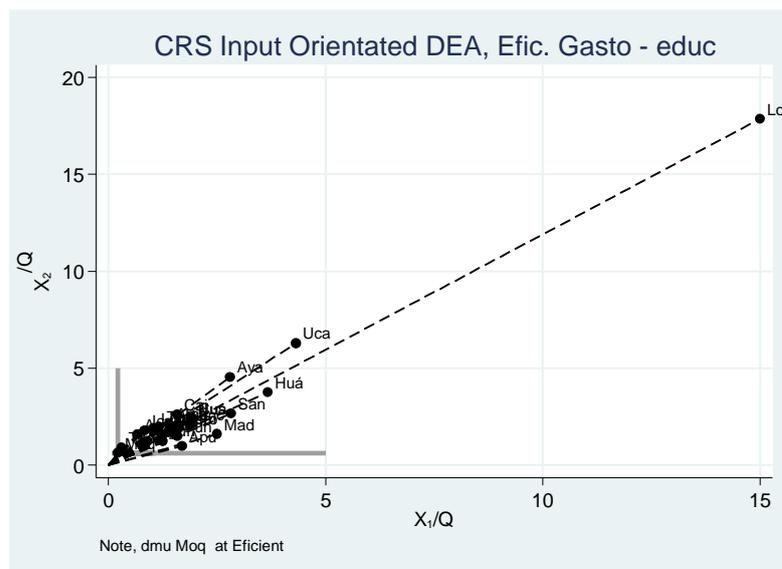


Figura 24. Eficiencia de gasto público en educación, primer modelo  
Fuente: En base a datos colectados

Tomando el segundo modelo, con el mismo enfoque y supuesto del modelo anterior, se puede observar que la región Tacna (1) mantiene su posición, asimismo la región Moquegua (véase Figura 25).

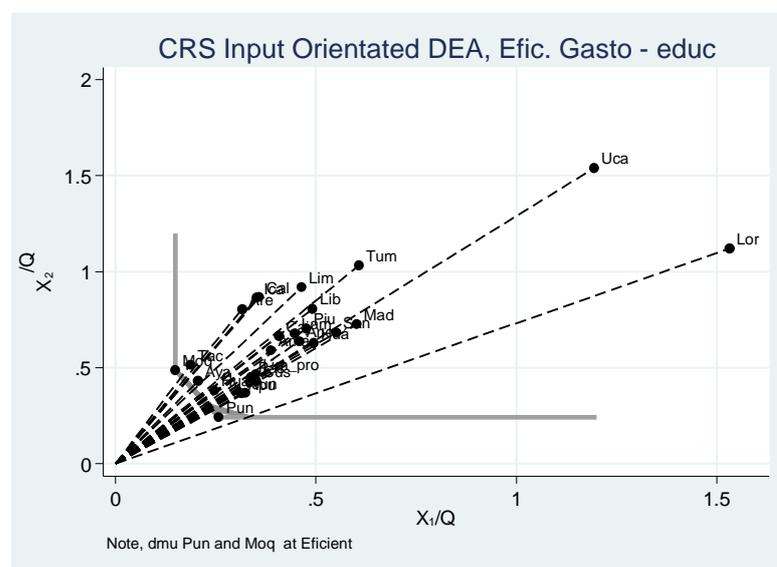


Figura 25. Eficiencia de gasto público en educación, segundo modelo  
Fuente: En base a datos colectados

En este contexto, las cinco regiones más eficientes en gasto público en educación básica regular fueron Tacna (1), Moquegua (1), Callao (0.984), Arequipa (0.892) e Ica (0.891) y las cinco regiones menos eficientes fueron

Loreto (0.540), Huánuco (0.544), Madre de Dios (0.565), Cajamarca (0.613) y Cusco (0.613).

Sin embargo, si tomamos el tercer modelo, el cual obvia el gasto público en educación y asume variables de insumo el buen estado de la institución educativa (*i\_iebuenestado*) y alumno por docente (*i\_alumnosdoc*) y como variables de producto el logro satisfactorio en matemática (*o\_logromate*) y comunicación (*o\_logrocomunic*). En ese caso las regiones más eficientes serán Moquegua (1), Puno (0.941), Apurímac (0.880), Tacna (0.813) y Junín (0.767), y las regiones menos eficientes serían Loreto (0.362), Ucayali (0.390), Piura (0.478) y San Martín (0.479).

Tomando el cuarto y el quinto modelo, incluso la región Loreto sería muy eficiente, caso que contradice los tres modelos anteriores. Por tanto podemos concluir que las mejores combinaciones del modelo de eficiencia de gasto público en educación básica regular son el primer y el segundo modelo.

Cabe destacar que la estimación del índice de eficiencia de gasto público en educación básica regular, a través del modelo de orientación al insumo, optimiza el gasto haciendo que se reduzcan el presupuesto en las regiones. Ya que las regiones ineficientes con menor presupuesto podrían producir el mismo nivel de producción educativa.

Teniendo en cuenta el segundo modelo (la más adecuada), en promedio las regiones deben disminuir su gasto en 38.21%. En las regiones consideradas como más eficientes en sí alcanzarían el punto de eficiencia técnica, reduciendo el presupuesto a excepción de la región Tacna y Moquegua. Callao debe reducir en 1.61%, Arequipa en 10.78%, Ica en 10.88% y Lambayeque en 16.69%. Mientras tanto las regiones menos eficientes, Loreto en 46.03%, Huánuco en 45.66%, Madre de Dios en 43.56%, Cajamarca en 38.73% y Cusco en 38.65% respectivamente.

**Tabla 6**  
*Estimación de índice de eficiencia de gasto público en educación, metodología DEA con orientación al insumo*

dmu	1 insumo-2 productos \a			2 insumos-2 productos \a			2 insumos-2 productos \a			3 insumos-4 productos \a			4 insumos-4 productos \a		
	CRS	VRS	Rank.	CRS	VRS	Rank.	CRS	VRS	Rank.	CRS	VRS	Rank.	CRS	VRS	Rank.
Tacna	1	1	1	1	1	1	0.782	0.844	0.813	4	1	1	1	1	1
Callao	0.977	0.991	0.984	2	0.977	0.991	0.984	2	0.528	0.591	0.559	17	1	1	1
Arequipa	0.777	0.805	0.791	6	0.834	0.950	0.892	3	0.601	0.675	0.638	13	0.969	0.972	0.971
Ica	0.792	0.887	0.839	3	0.793	0.989	0.891	4	0.472	0.632	0.552	18	0.999	1	0.9995
Piura	0.740	0.919	0.829	4	0.740	0.924	0.832	6	0.438	0.519	0.478	24	0.954	0.997	0.976
Moquegua	0.515	0.768	0.642	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lambayeque	0.712	0.900	0.806	5	0.718	0.948	0.833	5	0.516	0.618	0.567	16	0.988	0.994	0.991
Lima	0.618	0.643	0.630	11	0.657	0.782	0.719	11	0.592	0.635	0.614	14	0.823	0.846	0.834
Junín	0.664	0.797	0.731	7	0.668	0.923	0.795	7	0.756	0.779	0.767	5	1	1	1
Lima provincias	0.572	0.675	0.623	12	0.615	0.930	0.773	8	0.629	0.759	0.694	6	0.967	0.972	0.970
Amazonas	0.526	0.678	0.602	15	0.544	0.788	0.666	15	0.421	0.568	0.494	22	0.708	0.818	0.763
La Libertad	0.523	0.715	0.619	13	0.539	0.840	0.690	13	0.446	0.607	0.527	19	0.798	0.868	0.833
San Martín	0.498	0.812	0.655	8	0.498	0.840	0.669	14	0.403	0.554	0.479	23	0.905	0.940	0.922
Tumbe	0.482	0.730	0.606	14	0.509	0.962	0.736	10	0.573	0.781	0.677	8	0.990	1	0.995
Pasco	0.436	0.566	0.501	17	0.482	0.844	0.663	16	0.600	0.753	0.677	9	0.825	0.875	0.850
Puno	0.416	0.575	0.495	18	0.543	0.975	0.759	9	0.895	0.986	0.941	2	1	1	1
Cusco	0.393	0.559	0.476	21	0.432	0.795	0.613	21	0.515	0.685	0.600	15	0.779	0.827	0.803
Áncash	0.379	0.609	0.494	19	0.429	0.895	0.662	17	0.518	0.782	0.650	12	0.841	0.925	0.883
Ayacucho	0.325	0.498	0.412	25	0.486	0.920	0.703	12	0.513	0.837	0.675	10	0.851	0.927	0.889
Cajamarca	0.367	0.612	0.490	20	0.389	0.836	0.613	22	0.380	0.664	0.522	20	0.731	0.858	0.795
Ucayali	0.386	0.907	0.646	9	0.386	0.928	0.657	18	0.254	0.525	0.390	25	0.884	0.960	0.922
Madre de Dios	0.313	0.541	0.427	23	0.365	0.764	0.565	23	0.572	0.736	0.654	11	0.883	0.990	0.936
Apurímac	0.291	0.533	0.412	24	0.389	0.899	0.644	19	0.782	0.978	0.880	3	0.961	0.978	0.969
Huancavelica	0.269	0.489	0.379	26	0.385	0.863	0.624	20	0.521	0.834	0.678	7	0.780	0.875	0.828
Huánuco	0.284	0.608	0.446	22	0.306	0.781	0.544	24	0.381	0.656	0.518	21	0.653	0.839	0.746
Loreto	0.203	0.859	0.531	16	0.203	0.876	0.540	25	0.164	0.559	0.362	26	0.762	0.949	0.856

\a son diferentes combinaciones de la función de producción educación, véase la metodología de investigación

#### **4.3.1.2. Eficiencia de gasto público en educación con orientación al producto**

En esta sección se estima el índice de eficiencia de gasto público en educación, tomando en cuenta el enfoque de orientación al producto y el supuesto del modelo CRS y VRS. La ventaja del enfoque de la orientación al producto es que no necesariamente las regiones deban disminuir el gasto público en educación, sino se les exige aumentar los niveles de producción manteniendo el mismo nivel de gasto. En el contexto del Estado, este sería el más adecuado, porque en muchas ocasiones el hecho de disminuir el gasto en educación, llevaría a externalidades negativas, tal como suceden con los paros y las huelgas.

Los resultados de la investigación se muestran en la Tabla 7. En el primer modelo, la región Tacna se mantiene como la región más eficiente en la producción educativa, con un puntaje de eficiencia técnica de 1 en la escala [0-1]. Las regiones que siguen son Callao (0.983), Arequipa (0.820), Ica (0.798) y Piura (0.750) y las regiones menos eficientes Loreto (0.204), Huánuco (0.321), Huancavelica (0.339), Apurímac (0.354) y Madre de Dios (0.367). Como se puede apreciar los resultados son parecidos a los obtenidos con orientación al insumo.

Tomando en cuenta el segundo modelo, las regiones Tacna y Moquegua, son las más eficientes en la producción educativa, seguidos de Callao (0.983), Arequipa (0.849) e Ica (0.798), y las regiones que son las menos eficientes son Loreto (0.204), Huánuco (0.332), Ucayali (0.388), Madre de Dios (0.402) y Huancavelica (0.402).

De estos resultados se pueden discernir, que las regiones para alcanzar la eficiencia en el producto, deberían aumentar los niveles de producción educativa, en promedio en 40.90%; a excepción de las regiones Tacna y Moquegua, por encontrarse en la frontera eficiente.

Tabla 7

*Estimación de índice de eficiencia de gasto público en educación, metodología DEA con orientación al producto*

dmu	1 insumo-2 productos \a			2 insumos-2 productos \a			2 insumos-2 productos \a			3 insumos-4 productos \a			4 insumos-4 productos \a			
	CRS	VRS	Prom.	Rank.	CRS	VRS	Prom.	Rank.	CRS	VRS	Prom.	Rank.	CRS	VRS	Prom.	Rank.
Moquegua	0.515	0.969	0.742	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Lambayeque	0.712	0.741	0.726	7	0.718	0.741	0.729	7	0.516	0.635	0.575	13	0.988	0.993	0.990	4
Ica	0.792	0.804	0.798	4	0.793	0.802	0.798	4	0.472	0.668	0.570	14	0.999	1	1.000	2
Loreto	0.203	0.205	0.204	26	0.203	0.205	0.204	25	0.164	0.210	0.187	26	0.762	0.789	0.776	20
Puno	0.416	0.535	0.475	16	0.543	0.552	0.548	12	0.895	0.936	0.916	2	1	1	1	1
Piura	0.740	0.760	0.750	5	0.740	0.760	0.750	5	0.438	0.602	0.520	19	0.954	0.956	0.955	8
Ucayali	0.386	0.391	0.388	21	0.386	0.391	0.388	23	0.254	0.337	0.296	25	0.884	0.920	0.902	11
Callao	0.977	0.989	0.983	2	0.977	0.989	0.983	2	0.528	0.779	0.653	9	1	1	1	1
Junín	0.664	0.704	0.684	9	0.668	0.704	0.686	8	0.756	0.850	0.803	5	1	1	1	1
Madre de Dios	0.313	0.439	0.376	22	0.365	0.439	0.402	22	0.572	0.674	0.623	11	0.883	0.996	0.939	9
Tacna	1	1	1	1	1	1	1	1	0.782	0.976	0.879	3	1	1	1	1
Tumbes	0.482	0.514	0.498	14	0.509	0.516	0.513	14	0.573	0.634	0.603	12	0.990	1	0.995	3
Arequipa	0.777	0.864	0.820	3	0.834	0.864	0.849	3	0.601	0.826	0.714	6	0.969	0.994	0.981	5
Apurímac	0.291	0.416	0.354	23	0.389	0.421	0.405	20	0.782	0.874	0.828	4	0.961	0.981	0.971	7
Lima provincias	0.572	0.647	0.609	10	0.615	0.647	0.631	9	0.629	0.706	0.668	8	0.967	0.980	0.974	6
San Martín	0.498	0.519	0.509	13	0.498	0.519	0.509	15	0.403	0.506	0.454	22	0.905	0.925	0.915	10
Pasco	0.436	0.553	0.494	15	0.482	0.553	0.518	13	0.600	0.671	0.636	10	0.825	0.911	0.868	13
Lima	0.618	0.811	0.714	8	0.657	0.811	0.734	6	0.592	0.792	0.692	7	0.823	0.975	0.899	12
Amazonas	0.526	0.624	0.575	11	0.544	0.624	0.584	10	0.421	0.593	0.507	20	0.708	0.792	0.750	21
La Libertad	0.523	0.583	0.553	12	0.539	0.583	0.561	11	0.446	0.560	0.503	21	0.798	0.867	0.833	16
Áncash	0.379	0.466	0.422	18	0.429	0.466	0.447	18	0.518	0.571	0.544	16	0.841	0.887	0.864	14
Ayacucho	0.325	0.497	0.411	19	0.486	0.513	0.499	16	0.513	0.555	0.534	18	0.808	0.843	0.826	17
Cusco	0.393	0.515	0.454	17	0.432	0.515	0.473	17	0.515	0.594	0.555	15	0.779	0.892	0.835	15
Cajamarca	0.367	0.433	0.400	20	0.389	0.433	0.411	19	0.380	0.458	0.419	23	0.731	0.821	0.776	19
Huancavelica	0.269	0.408	0.339	24	0.385	0.420	0.402	21	0.521	0.549	0.535	17	0.780	0.856	0.818	18
Huánuco	0.284	0.357	0.321	25	0.306	0.357	0.332	24	0.381	0.447	0.414	24	0.653	0.731	0.692	22

\a son diferentes combinaciones de la función de producción educación, véase la metodología de investigación

Las regiones consideradas más eficientes, para alcanzar la eficiencia técnica en la producción deben aumentar la producción educativa. La región Callao en 1.72%, Arequipa en 15.12%, Ica en 20.24% y Piura en 25.02%, y las regiones menos eficientes: Loreto en 79.62%, Huánuco en 66.81%, Ucayali en 61.15%, Madre de Dios en 59.81% y Huancavelica en 59.79%.

#### 4.3.2. Eficiencia mediante la metodología panel: Efectos fijos y aleatorios.

Como se ha mencionado anteriormente, la estimación de la eficiencia de gasto público en educación por el método paramétrico de efectos fijos y aleatorios es muy limitada. Ya que no se pueden realizar combinaciones del modelo, a lo más se puede incluir una variable de insumo, en este caso el gasto público en educación básica regular (*gastopublico*). Asimismo el modelo paramétrico no incluye el supuesto rendimiento a escala a variable VRS, y solo estima con orientación al insumo, mas no del producto. Sin embargo la ventaja del modelo efectos fijos y aleatorios, es que se basa en la distribución del error y la homocedasticidad.

La función que se plantea para medir la eficiencia, es:

$$gastoeduc = \beta_0 + \beta'_1 logroeduc_{it} + \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

Dónde: *gastoeduc*, es el gasto público en educación básica regular (*gastopublico*). *logroeduc*, es el logro educativo en la producción educativa, representada por los indicadores de logro satisfactorio en comunicación (*logrocomunic*) y matemática (*logromate*).  $\beta_0$  es la constante del modelo y  $\beta'_1$  es el estimador de impacto de logro educativo en el gasto de educación.  $\alpha_i$  y  $\varepsilon_{it}$  son los errores del modelo, la primera representa al “error que no cambia en el tiempo” y el segundo error es el de regresión clásica, ambas se distribuyen con media cero y varianza constante.

Siguiendo la metodología de estimación, se realizó la prueba de Breuch-Pagan, previamente homogeneizado las variables en doble logaritmo al modelo, para decidir si el modelo es de homogeneidad total o heterogeneidad inobservable. Los resultados de esta prueba (véase Tabla 8), nos muestra el rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ), siendo así el modelo de heterogeneidad inobservable ( $H_1: \sigma_{\alpha_i} \neq 0$ ), con una

probabilidad del 1% de significancia ( $prob > \chi^2 = 0.000$ ). Lo que permite continuar la estimación del modelo en el contexto de panel (efectos fijos y aleatorios).

Tabla 8

*Resultados de la prueba de Breuch-Pagan para el modelo de eficiencia de gasto público en educación básica regular*

$H_0: \sigma_{\alpha_i} = 0$	
chibar2(01)	Prob > chibar2
116.05	0.000

Fuente: En base a datos colectados

Posteriormente se realizó la prueba de Hausman, para decidir si el modelo es de efectos fijos o aleatorios, siendo como hipótesis nula ( $H_0: cov(\alpha_{it}, x_{it}) = 0$ ) que el error no está correlacionado con las variables productos (independientes) del estudio o efectos aleatorios, y caso contrario de efectos fijos. Los resultados de la prueba se muestra en la Tabla 9, en ellas se apreciar el rechazo de la hipótesis nula ( $H_0$ ); es decir, el modelo es de efectos fijos. Sin embargo en nuestro estudio se considera el modelo de efectos aleatorios, ya que los efectos fijos asumen que las variables no cambian en el tiempo, ese criterio no se da en nuestro caso.

Tabla 9

*Resultados de la prueba de Hausman para el modelo de eficiencia de gasto público en educación básica regular*

$H_0: cov(\alpha_{it}, x_{it}) = 0$	
chibar2(01)	Prob > chibar2
32.050	0.000

Fuente: En base a datos colectados

Una vez realizada la prueba de Hausman, y decidido que el modelo es de efectos aleatorios, se estimó el modelo robusto a autocorrelación y heterocedasticidad, al mismo tiempo el modelo cumple con la distribución normal en los errores (véase el anexo). Los resultados de la estimación se muestran en la Tabla 10, las variables de productos resultan ser significativas al 5% y al 10%, asimismo la constante es significativa a 1%. y los signos de las variables son correctos. Lo que permite seguir con la inferencia estadística.

En términos de interpretación, resulta ser limitado su explicación debido a la orientación de la causalidad de las variables, ya que las variables *outputs* no pueden tener relación con los *input*. Sin embargo, una interpretación fuera del contexto se explicaría como: el coeficiente asociado a la variable de *lnmate* se explica, *ceteris paribus*, si el logro satisfactorio en matemáticas por parte de los estudiantes de la educación básica regular aumenta en 1%, esta llevaría al aumento de gasto público en educación básica regular en 11.77%. Y en el caso de *lncomunic*, por cada 1% de logro satisfactorio en comunicación, llevaría al aumento de gasto público en educación en 21.55%.

Debemos comprender que la estimación de eficiencia por el método de efectos fijos, no interesa la interpretación del modelo, sino de la eficiencia, pero para ello el modelo de efectos debe cumplir con los supuestos de regresión clásica mencionada líneas arriba.

Tabla 10

*Resultados de estimación del modelo de efectos aleatorio y fijos para el modelo de eficiencia de gasto público en educación básica regular*

(variable dependiente: logaritmo de gasto público en educación – EBR (*lngasto*))

VARIABLES	Efectos aleatorios	Efectos fijos
Logaritmo de logro suficiente en matemáticas ( <i>lnmate</i> )	0.1178* (0.0652)	-0.0048 (0.0647)
Logaritmo de logro suficiente en comunicación ( <i>lncomunic</i> )	0.2155** (0.1092)	0.3768*** (0.1110)
Constante	6.6853*** (0.2264)	6.5059*** (0.2016)
Observaciones	130	104
Numero de regiones	26	26

Error estándar en paréntesis

\*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Fuente: En base a datos colectados

Una vez interpretado el modelo y, verificado los supuestos de regresión clásica. El siguiente paso fue obtener la eficiencia de gasto público en educación, basándose en los residuos del modelo (véase metodología de investigación).

$$\widehat{u}_{it} = \text{gastoeduc}_{it} - \widehat{\text{gastoeduc}}_{it}$$

Una vez obtenida el residuo del modelo, se obtuvo la variable de  $\epsilon^2$ , y luego se elevó al exponte para obtener la eficiencia de gasto en educación básica regular.

Tabla 11

*Eficiencia de gasto público en educación básica regular modelo efectos fijos y aleatorios.*

obs	dmu	Método Efectos Aleatorios		Método Efectos Fijos	
		Eficiencia	Rank.	Eficiencia	Rank.
1	Moquegua	1	1	0.999	2
2	Huancavelica	0.968	2	1.000	1
3	Apurímac	0.933	3	0.948	3
4	Ayacucho	0.883	4	0.903	4
5	Madre de Dios	0.881	5	0.863	5
6	Huánuco	0.8	6	0.821	6
7	Cusco	0.745	7	0.756	7
8	Puno	0.733	8	0.750	9
9	Cajamarca	0.726	9	0.752	8
10	Lima	0.72	10	0.704	10
11	Pasco	0.69	11	0.703	11
12	Loreto	0.687	12	0.682	13
13	Áncash	0.677	13	0.679	14
14	Amazonas	0.653	14	0.686	12
15	La Libertad	0.616	15	0.618	15
16	Lima provincias	0.57	16	0.565	16
17	Tumbes	0.557	17	0.550	18
18	San Martín	0.544	18	0.551	17
19	Arequipa	0.536	19	0.522	20
20	Junín	0.531	20	0.539	19
21	Ucayali	0.519	21	0.506	21
22	Lambayeque	0.483	22	0.476	22
23	Piura	0.452	23	0.457	23
24	Tacna	0.447	24	0.449	24
25	Ica	0.447	25	0.449	25
26	Callao	0.365	26	0.360	26

Fuente: En base a datos colectados.

Los resultados de la eficiencia se muestran en la Tabla 11, a partir del modelo de efectos aleatorios, las regiones más eficientes en el gasto público en educación básica regular fueron Moquegua (1), Huancavelica (0.968), Apurímac (0.933), Ayacucho

<sup>2</sup>  $\epsilon^2 = \widehat{u}_{it} - \widehat{u}_{it}(máx)$

(0.883) y Madre de Dios (0.881), y las regiones menos eficientes fueron Callao (0.365), Ica (0.447), Tacna (0.447), Piura (0.452) y Lambayeque (0.483).

Tabla 12

*Comparación de resultados de la eficiencia entre la metodología de análisis envolvente de datos y efectos fijos y aleatorios.*

dmu	DEA -Orientación al insumo				DEA -Orientación al producto				Método Efectos Aleatorios		Método Efectos Fijos	
	1 insumo -2 productos \a		2 insumo-2 productos \a		1 insumo-2 productos \a		2 insumos - 2 productos \a		1 insumo -1 productos \a	1 insumo -1 productos \a		
	Prom.	Rank.	Prom.	Rank.	Prom.	Rank.	Prom.	Rank.	Prom.	Rank	Prom.	Rank
Moquegua	0.642	10	1	1	0.742	6	1	1	1	1	0.999	2
Tacna	1	1	1	1	1	1	1	1	0.447	24	0.449	24
Callao	0.984	2	0.984	2	0.983	2	0.983	2	0.365	26	0.36	26
Arequipa	0.791	6	0.892	3	0.820	3	0.849	3	0.536	19	0.522	20
Ica	0.839	3	0.891	4	0.798	4	0.798	4	0.447	25	0.449	25
Piura	0.829	4	0.832	6	0.750	5	0.750	5	0.452	23	0.457	23
Lima	0.630	11	0.719	11	0.714	8	0.734	6	0.72	10	0.704	10
Lambayeque	0.806	5	0.833	5	0.726	7	0.729	7	0.483	22	0.476	22
Junin	0.731	7	0.795	7	0.684	9	0.686	8	0.531	20	0.539	19
Lima provincias	0.623	12	0.773	8	0.609	10	0.631	9	0.57	16	0.565	16
Amazonas	0.602	15	0.666	15	0.575	11	0.584	10	0.653	14	0.686	12
La Libertad	0.619	13	0.690	13	0.553	12	0.561	11	0.616	15	0.618	15
Puno	0.495	18	0.759	9	0.475	16	0.548	12	0.733	8	0.75	9
Pasco	0.501	17	0.663	16	0.494	15	0.518	13	0.69	11	0.703	11
Tumbe	0.606	14	0.736	10	0.498	14	0.513	14	0.557	17	0.55	18
San Martin	0.655	8	0.669	14	0.509	13	0.509	15	0.544	18	0.551	17
Ayacucho	0.412	25	0.703	12	0.411	19	0.499	16	0.883	4	0.903	4
Cusco	0.476	21	0.613	21	0.454	17	0.473	17	0.745	7	0.756	7
Áncash	0.494	19	0.662	17	0.422	18	0.447	18	0.677	13	0.679	14
Cajamarca	0.490	20	0.613	22	0.400	20	0.411	19	0.726	9	0.752	8
Apurímac	0.412	24	0.644	19	0.354	23	0.405	20	0.933	3	0.948	3
Huancavelica	0.379	26	0.624	20	0.339	24	0.402	21	0.968	2	1	1
Madre de Dios	0.427	23	0.565	23	0.376	22	0.402	22	0.881	5	0.863	5
Ucayali	0.646	9	0.657	18	0.388	21	0.388	23	0.519	21	0.506	21
Huánuco	0.446	22	0.544	24	0.321	25	0.332	24	0.8	6	0.821	6
Loreto	0.531	16	0.540	25	0.204	26	0.204	25	0.687	12	0.682	13

\a. Combinación de función producción de educación, véase metodología de investigación.

Fuente: En base a datos colectados

Los resultados, a comparación de la metodología de análisis envolvente de datos (DEA), fueron muy diferentes. Ella se debe, a que los modelos paramétricos cumplen los supuestos de regresión clásica como la no autocorrelación, homocedasticidad,

exogeneidad y la distribución normal de los errores, y la eficiencia se determina a través de la variabilidad de los residuos, de la regresión lineal (véase Tabla 12).

#### **4.4. Mejora de la eficiencia productiva sujeto a la dotación de recursos empleados en la producción.**

Se basó en la técnica del análisis envolvente de datos (DEA), con enfoque de orientación al producto. La función de producción educativa empleada fueron los modelos 1 y 2 (véase metodología de investigación).

Los resultados de la estimación se muestran en la tabla 14. Siguiendo la metodología, en el primer modelo, la región técnicamente eficiente sería la región Tacna ( $ET_{Tac} = 1$ ), en el segundo modelo, las regiones serían Tacna ( $ET_{Tac} = 1$ ) y Moquegua ( $ET_{Moq} = 1$ ). Estas se sitúan en la frontera de eficiencia de producción. Por tanto, no habría una región real, o ficticia situada sobre la frontera eficiente, dado el nivel de inputs, mejorar uno de sus outputs sin empeorar el otro.

Sin embargo, las regiones relativamente eficientes e ineficientes pueden llegar al punto de eficiencia técnica, siempre que aumente su nivel de producción (producto), dado el nivel de gasto (insumo); en el primer modelo, que es la combinación de 1 insumo y 2 productos, (gasto público en educación básica regular, y logro satisfactorio en matemática y comunicación respectivamente). En promedio las regiones relativamente eficientes e ineficientes tendrían que aumentar la producción en logros educativos en 43.9%. Las regiones que se encuentran cerca de la frontera eficiente como Callao, Arequipa, Ica, Piura, Moquegua y Lambayeque tendrían que aumentar su producción en logros educativos, manteniendo el mismo nivel de gasto en 1.7%, 1.8%, 2.02%, 2.5%, 2.58% y 2.74% respectivamente, y las regiones menos eficientes, Loreto, Huánuco, Huancavelica, Apurímac, Madre de Dios y Ucayali en 79.6%, 66.8%, 59.8%, 59.5%, 59.8% y 61.2% respectivamente.

Tabla 13

*Mejora de la eficiencia productiva a partir de la función de producción de educación*

dmu	Eficiencia Técnica (ET) - DEA Orientación al productiva								Mejora de Eficiencia productiva: $\Delta ET = 1 - ET$							
	1 insumo -2 productos \a				2 insumos-2 productos \a				1 insumo-2 productos \a				2 insumos-2 productos \a			
	CRS	VRS	Prom.	Rank.	CRS	VRS	Prom.	Rank.	CRS	VRS	Prom.	Rank.	CRS	VRS	Prom.	Rank.
Moquegua	0.515	0.969	0.742	6	1	1	1	1	0.485	0.031	0.258	6	0.000	0.000	0.000	1
Lambayeque	0.712	0.741	0.726	7	0.718	0.741	0.729	7	0.288	0.259	0.274	7	0.282	0.259	0.271	7
Ica	0.792	0.804	0.798	4	0.793	0.802	0.798	4	0.208	0.196	0.202	4	0.207	0.198	0.202	4
Loreto	0.203	0.205	0.204	26	0.203	0.205	0.204	25	0.797	0.795	0.796	26	0.797	0.795	0.796	25
Puno	0.416	0.535	0.475	16	0.543	0.552	0.548	12	0.584	0.465	0.525	16	0.457	0.448	0.452	12
Piura	0.740	0.760	0.750	5	0.740	0.760	0.750	5	0.260	0.240	0.250	5	0.260	0.240	0.250	5
Ucauyali	0.386	0.391	0.388	21	0.386	0.391	0.388	23	0.614	0.609	0.612	21	0.614	0.609	0.612	23
Callao	0.977	0.989	0.983	2	0.977	0.989	0.983	2	0.023	0.011	0.017	2	0.023	0.011	0.017	2
Junin	0.664	0.704	0.684	9	0.668	0.704	0.686	8	0.336	0.296	0.316	9	0.332	0.296	0.314	8
Madre de Dios	0.313	0.439	0.376	22	0.365	0.439	0.402	22	0.687	0.561	0.624	22	0.635	0.561	0.598	22
Tacna	1	1	1	1	1	1	1	1	0.000	0.000	0.000	1	0.000	0.000	0.000	1
Tumbes	0.482	0.514	0.498	14	0.509	0.516	0.513	14	0.518	0.486	0.502	14	0.491	0.484	0.487	14
Arequipa	0.777	0.864	0.820	3	0.834	0.864	0.849	3	0.223	0.136	0.180	3	0.166	0.136	0.151	3
Apurímac	0.291	0.416	0.354	23	0.389	0.421	0.405	20	0.709	0.584	0.646	23	0.611	0.579	0.595	20
Lima Provincias	0.572	0.647	0.609	10	0.615	0.647	0.631	9	0.428	0.353	0.391	10	0.385	0.353	0.369	9
San Martin	0.498	0.519	0.509	13	0.498	0.519	0.509	15	0.502	0.481	0.491	13	0.502	0.481	0.491	15
Pasco	0.436	0.553	0.494	15	0.482	0.553	0.518	13	0.564	0.447	0.506	15	0.518	0.447	0.482	13
Lima	0.618	0.811	0.714	8	0.657	0.811	0.734	6	0.382	0.189	0.286	8	0.343	0.189	0.266	6
Amazonas	0.526	0.624	0.575	11	0.544	0.624	0.584	10	0.474	0.376	0.425	11	0.456	0.376	0.416	10
La Libertad	0.523	0.583	0.553	12	0.539	0.583	0.561	11	0.477	0.417	0.447	12	0.461	0.417	0.439	11
Áncash	0.379	0.466	0.422	18	0.429	0.466	0.447	18	0.621	0.534	0.578	18	0.571	0.534	0.553	18
Ayacucho	0.325	0.497	0.411	19	0.486	0.513	0.499	16	0.675	0.503	0.589	19	0.514	0.487	0.501	16
Cusco	0.393	0.515	0.454	17	0.432	0.515	0.473	17	0.607	0.485	0.546	17	0.568	0.485	0.527	17
Cajamarca	0.367	0.433	0.400	20	0.389	0.433	0.411	19	0.633	0.567	0.600	20	0.611	0.567	0.589	19
Huancavelica	0.269	0.408	0.339	24	0.385	0.420	0.402	21	0.731	0.592	0.661	24	0.615	0.580	0.598	21
Huánuco	0.284	0.357	0.321	25	0.306	0.357	0.332	24	0.716	0.643	0.679	25	0.694	0.643	0.668	24

\a. Combinación de función producción de educación, véase metodología de investigación.

Fuente: En base a datos colectados

En combinación del segundo modelo (2 insumos y 2 productos), se tendría que aumentar la producción en 40.9%, en dos puntos porcentuales menos que el anterior a excepción en las regiones Moquegua y Tacna, ya que ellas se encuentran en la eficiencia técnica. Las regiones relativamente eficientes como, Callao, Arequipa, Ica, Piura, Lima, Lambayeque en 1.7%, 15.1%, 20.2%, 25.0%, 26.6% y 27.1% respectivamente. Y las regiones menos eficientes Loreto, Huánuco, Ucayali, Madre de Dios, Huancavelica y Apurímac en 79.6%, 66.8%, 61.2%, 59.8%, 59.8% y 59.5% respectivamente

#### 4.5. Discusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en el estudio, se evidencia que existe diferencia en los puntajes de eficiencia en gasto público en Educación a nivel de las regiones del Perú, siendo las regiones técnicamente eficientes Tacna y Moquegua, determinada mediante la metodología DEA con orientación al insumo y producto. Por tanto estos resultados se ven reflejados en los bajos niveles de logro de satisfacción en aprendizajes de comunicación y matemática. Concordando con lo que indica León (2006), que en el Perú el problema con la educación es la eficiencia de gasto, después de la calidad de la educación impartida y el grado de equidad en la provisión de la misma.

Al mismo tiempo los resultados de los niveles de eficiencia e ineficiencia, a nivel de las regiones del Perú, obtenidas en el estudio, se asemejan a los obtenidos en los estudios de Tam (2008) Ponce (2007) y León (2006) a pesar de que cada uno de los investigadores propusieron modelos de producción educativa distinta, se identifica como regiones eficientes a Tacna (1), Moquegua (1), Callao (0.984), Arequipa (0.892), Ica (0.891) y Lambayeque (0.833), y como regiones menos eficientes a Loreto (0.540), Huánuco (0.544), Madre de Dios (0.565), Cajamarca (0.613), Cusco (0.613) y Huancavelica (0.624).

En tanto que de la relación de causalidad, es importante mencionar que el gasto público en educación afecta positivamente a las variables educativas de cantidad y calidad en el periodo de estudio, concordando con los estudios de Medina (2011) a mayor gasto en educación hay una mayor cobertura de educación plasmada en las tasas netas de matrícula, sin embargo la eficiencia evaluada a nivel de calidad presenta diferentes resultados en las regiones que en su mayoría son ineficientes, el mismo que fue analizado por el Banco Mundial (2006) donde indican que el gasto público en educación fue eficiente en los resultados positivos de cobertura escolar, pero no en la generación de calidad.

Si bien los logros en cobertura fueron eficientes, sin embargo la generación de calidad no representa datos alentadores, por tanto es importante exigir mejores desempeños a los docentes actuales estimulándolos constantemente a fin de tener resultados en el logro satisfactorio de sus estudiantes, Aponte (2014), como se pudo evidenciar en el presente estudio las regiones ineficientes pueden llegar a ser eficientes incluso con

menores recursos respecto a los que cuentan actualmente, sin embargo este procedimiento traería consigo conflictos sociales, por lo que se debería exigir mejores desempeños a los docentes y comunidad educativa en general. Puesto que con los recursos con los que se cuentan actualmente las diferentes regiones pueden lograr incrementar el nivel de logro satisfactorio en matemática y comunicación.

Las pruebas estandarizadas advierten sobre retos importantes para la calidad del sistema educativo, pero también apunta a que existe en la sociedad grupos poblacionales vulnerables, y que son más proclives de recibir una deficiente formación educativa, Vásquez (2014). Sin embargo el asignar mayores recursos no siempre se traducen en eficiencia, como se demostró en el presente estudio, pero si representan mejoras en los insumos del proceso de producción educativa. En consecuencia no solo se trata de asignar recursos y esperar resultados, en el proceso es necesario verificar que estos sean utilizados adecuadamente, de modo tal se garantice la eficiencia de dichos recursos.

Según los resultados, y en comparación con los estudios similares, se concuerda de que las regiones deben aumenten los niveles de producción educativa, puesto que cuentan con la capacidad suficiente de recursos disponibles, para alcanzar la eficiencia técnica similar a las regiones más eficientes o técnicamente eficientes, en vez de reducir el gasto público en educación, ya que este último terminaría en una externalidad negativa; como la huelga de los docentes.

La eficiencia promedio de las regiones del Perú alcanza un índice promedio de 59.1%, es decir tiene una ineficiencia del 40.9%. Según León (2006), para que las regiones del Perú alcancen la eficiencia debería reducir en 40,9% el presupuesto asignado a educación o deberían aumentar los indicadores de educación manteniendo el mismo nivel de gasto de las regiones.

Por tanto teniendo en cuenta la teoría económica y las evidencias empíricas analizadas las regiones del Perú, aun tienen por mejorar el nivel de asignación de sus recursos a fin de obtener resultados esperados, cabe indicar que es necesario mencionar el proceso tecnológico bajo el cual se relacionan los insumos con los productos, especialmente en el lo que respecta a la planificación, asignación, ejecución, evaluación y retroalimentación, puesto que se demostró que los recursos con los que se cuenta actualmente son suficientes para el logro óptimo de resultados.

Tabla 14

*Comparación de resultados eficiencia de gasto público en educación en el contexto peruano*

Resultado del estudio	León (2006)	Tam (2008)	Ponce (2007)
	a/	b/	c/
<b>Regiones eficientes</b>			
Tacna (1), Moquegua (1), Callao (0.984), Arequipa (0.892), Ica (0.891) y Lambayeque (0.833).	Lima (1), Tumbes (0.979), Ica (0.972), Moquegua (0.968), Tacna (0.96),	Callao (1), Cusco (1), Junín (1), La Libertad (1), Lambayeque (1), Piura (1), Tacna (1), Arequipa (1), Ica (1)Y Moquegua (1)	Tacna (1), Arequipa (0.85), Callao (0.84), Lima (0.84), Moquegua (0.71) y (0.68)
<b>Regiones ineficientes</b>			
Loreto (0.540), Huánuco (0.544), Madre de Dios (0.565), Cajamarca (0.613), Cusco (0.613) y Huancavelica (0.624).	Huancavelica (0.732), Ayacucho (0.736), Apurímac (0.75), Cajamarca (0.788) y Cusco (0.797)	Tumbes (0.639), Lima (0.68), Ancash (0.72), Madre de Dios (0.77), Pasco (0.78) y Ayacucho (0.78)	Loreto (0.10), Apurímac (0.10), Cusco (0.13), Amazonas (0.16), Cajamarca (0.18) y Huancavelica (0.18)

a/ función de producción: Outputs: tasa de alfabetismo regional e inputs: gasto público en educación por alumno.

b/función de producción: Outputs: cobertura educativa, conclusión oportuna y logro académico de los estudiantes, e inputs: gasto público en educación por estudiante, ratio de docentes a alumnos, y, disponibilidad de espacios educativos, equipamiento y servicios de la Institución Educativa.

c/ función de producción: Ouputs: rendimiento matemático y comunicación, e inputs: recursos financieros.

Fuente: En base a estudios

## CONCLUSIONES

- **El gasto y el entorno de enseñanza en educación han tenido efecto positivo en aumentar los niveles de logros educativos tanto en la calidad como la cantidad educativa.** Los resultados muestran que si el gasto público en educación aumentará en 10%, *ceteris paribus*, el logro satisfactorio en matemática y comunicación aumentaría en 8.65% y 6.18% respectivamente. Respecto al entorno de enseñanza las más influyentes fueron el ratio de alumnos por docente, el acceso a los servicios de internet por los estudiantes, instituciones en buen estado y el acceso adecuado a los servicios básicos.
- **Respecto a la eficiencia de gasto público en educación básica en logro de la producción educativa de las regiones, se encuentran diferencias en los puntajes de eficiencia, siendo en promedio 0.591 de escala [0-1].** Las regiones más eficientes en el gasto público en educación básica regular, orientado al insumo son Tacna (1), Moquegua (1), Callao (0.984), Arequipa (0.892), Ica (0.891) y Lambayeque (0.833), y las regiones menos eficientes fueron Loreto (0.540), Huánuco (0.544), Madre de Dios (0.565), Cajamarca (0.613), Cusco (0.613) y Huancavelica (0.624). Y respecto a la orientación al producto, las regiones más eficientes fueron Moquegua (1), Tacna (1), Callao (0.983), Arequipa (0.849), Ica (0.798) y Piura (0.750), y las regiones menos eficientes fueron Loreto (0.204), Huánuco (0.321), Ucayali (0.388), Madre de Dios (0.376), Huancavelica (0.339) y Apurímac (0.354)
- **De acuerdo a los resultados de la eficiencia técnica se concluye que las regiones ineficientes podrían alcanzar la eficiencia produciendo en promedio 40.9% más de lo que producen, manteniendo el mismo nivel de gasto y el entorno de enseñanza de educación.** Los resultados sugieren que las regiones más eficientes como Callao, Arequipa, Ica, Piura, Lima, Lambayeque deben aumentar los logros educativos en 1.7%, 15.1%, 20.2%, 25.0%, 26.6% y

27.1% respectivamente. Y las regiones menos eficientes Loreto, Huánuco, Ucayali, Madre de Dios, Huancavelica y Apurímac en 79.6%, 66.8%, 61.2%, 59.8%, 59.8% y 59.5% respectivamente

## RECOMENDACIONES

- A partir de los resultados obtenidos en la presente investigación, se recomienda tomar acciones de control en el proceso de ejecución del gasto público, mediante acciones de políticas públicas, específicamente en las regiones que mostraron índices de ineficiencia altos, las mismas que se encuentran asociadas a indicadores sociales como la pobreza, desnutrición y otros, lo cual les hace menos competitivos frente a otras regiones que si están realizando una asignación eficiente de los recursos.
- Se recomienda la implementación de políticas públicas en el marco de interacción de la comunidad educativa, Direcciones Regionales de Educación, Ministerio de Educación y el Ministerio de Salud. Teniendo en cuenta los resultados de la investigación es necesario implementar mecanismos de seguimiento y monitoreo, bajo un plan de acción, puesto que con los recursos disponibles es posible mejorar el resultado en logros satisfactorios de educación.
- Teniendo en cuenta que el nivel de eficiencia promedio a nivel de las regiones es de 59.1%, ello implica que el logro satisfactorio en comunicación y matemática como indicadores de calidad pueden mejorar con los recursos disponibles con los que actualmente se cuenta, por tanto se recomienda que la unidades ejecutoras a nivel regional (DRE), realicen una evaluación sistemática del proceso de asignación de recursos a nivel de las unidades de gestión educativa local (UGELs) y estas a nivel de instituciones educativas (IE), a fin de establecer planes de mejora las mismas que les permitirán lograr los resultados esperados, al mismo tiempo evidenciar la no duplicidad de actividades en el proceso de transformación de insumos en productos.

## BIBLIOGRAFÍA

- Albi, E. (1992). Evaluación de la eficiencia pública (El control de eficiencia del Sector. *Hacienda Pública Española*(120), 299-316.
- Aponte, I. A. (2014). *La eficiencia del gasto publico en educacion en Colombia*. Colombia.
- Ayaviri, V., & Zamora, G. (2016). Medición de la eficiencia en las Universidades. Una propuesta metodológica. *PERSPECTIVAS*, (37), 7-22.
- Barona, C. C. (2010). *Eficiencia del gasto en los programas de alimentacion social del Ecuador*. Ecuador.
- Bour, E. (2004). *Historia intelectual de la Eficiencia en Economía*. Obtenido de [http://ebour.com.ar/ensayos\\_meyde2/La%20Eficiencia%20y%20su%20Medicion.pdf](http://ebour.com.ar/ensayos_meyde2/La%20Eficiencia%20y%20su%20Medicion.pdf)
- Centro de Estudios de las Finanzas Públicas. (2018). *Calidad Educativa y Evolución de los Recursos Presupuestales en Educación, 2013-2018.(tesis)*. México: CEFP.
- Chamorro, D. B. (2013). *Eficiencia del Gato publico en educacion en Colombia 2005 - 2010*. Santiago de Cali: Universidad del Valle.
- Coll, V., & Blasco, O. (2006). *Evaluacion de la eficiencia mediante el Analisis Envolvente de Datos. Introducción a los modelos basicos*. España: Universidad de Valencia.
- De grado, A., & Saavedra, M. (07 de 12 de 2016). *¿Hay relación entre el gasto y los resultados en educación?* Obtenido de [http://www.teinteresa.es/educa/relacion-gasto-resultados-educacion\\_0\\_1700830247.html](http://www.teinteresa.es/educa/relacion-gasto-resultados-educacion_0_1700830247.html)
- Farrell, M. J. (1957). *The Measurement of Productive Efficiency*. *Wiley-blackwell*, 39.
- Franquis, J. V. (2015). *Analisis envolvente de datos y analisis de fronteras estocasticas*. Sartenejas: Universidad Simon Bolivar.
- Fuentes , P. (2011 ). *EL Análisis Envolvente de Datos (DEA):* . Universidad de Alicante.

- Galicia et al. (2015.). Fronteras de eficiencia en la producción de electricidad en México 1999-2009. *Análisis Económico*, 113-138.
- Gómez, J. (2001). La evaluación de la eficiencia en las universidades públicas españolas. *Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación*, 441-434.
- Gomez, L. (2014). *tres ensayos sobre eficiencia economica y crecimiento regional: capacidad empresarial, externalidades y estructura productiva*. Esoaña: Universidad Autonoma de Barcelona.
- Gonzales, R. J. (1992). *Gasto Publico en educacion y distribucion del ingreso en el Peru*. Lima: GRADE.
- Hanushek, E. A. (2007). *Funciones de produccion educativa*. Universidad de Stanford.
- Hernández, S. (2010). *Metodologia de Investigación*. Mexico.
- Joseph, S. (2005). *Economia del sector publico*. Barcelona: Antoni Bosch.
- Lasheras, M. A. (1999). *La Regulación Económica de los Servicios Públicos*. Barcelona: Ariel.
- Lavalle, P. L. (2005). *La eficiencia en el gasto público de la educación en el Perú: 1990-2000 (tesis)*. Trujillo.
- Leon, J. (2006). La eficiencia de gasto público en educación. *Pensamiento Crítico*, 73-90.
- Livia, M. V. (2014). *La incidencia de la educacion secundaria y el gasto publico educativo en el ingreso percapita departamental del Peru 2007 2013*. Lima.
- Lockheed, M., & Hanushek, E. (1998). Improving Educational Efficiency in Developing Countries: What Do We Know? en *Compare*. 50-56.
- Lopez, J. R. (2011). *Aportaciones al analisis economico del sector publico*. Santander.
- Machado, R. (2006). *La eficiencia del gasto publico en America Central y Republica Dominicana*. washington: Serie de estudios economicos sectoriales.
- Maldonado, M. T. (2008). *Una aproximacion a la eficiencia tecnica del gasto publico en educacion en las regionaes del Peru*. Lima: CIES.
- Medina, C. M. (2011). *Eficiencia del gasto publico en logros educativos de la educacion basica regular*. Lima.
- Melzi, M. F. (2017). *Medición del gasto público destinado a educación por regiones en el Perú para el período 2000 - 2016 (tesis)*. Lima.
- Mendoza, J. L. (2006). *La eficiencia del gasto publico en educacion*. Lima.

- Mendoza, W. (2016). *Cómo investigan los economistas*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Mokate, K. (1999). eficacia, eficiencia, equidad y sostenibilidad: ¿Qué queremos decir? . *Banco Interamericano de Desarrollo, Instituto Interamericano para el Desarrollo Social (INDES)*, 1-37.
- Naciones, U. (2016). *Matriz de insumo producto*. Santiago.
- Nicholson, W. (2005). *Teoría microeconómica*. Paraninfo.
- Patron, R., & Vaillant, M. (2012). Presupuesto y logros educativos: claves para entender una relación compleja. El caso Uruguayo. *Revista Uruguaya de Ciencia Política*, 21(1), 1-25.
- Pereyra, J. (2002). Una medida de eficiencia de gasto público en educación: Análisis FDH para América Latina. *EcononPapers*, 237-249.
- Pereyra, J. L. (2005). *Una medida de la eficiencia del gasto público en educación para América Latina*. Lima: BCR.
- Prior, D. (2011). Eficacia, eficiencia y gasto público - como mejorar. *Revista de contabilidad y dirección* , 11-20.
- Rodriguez, G. J. (1992). *Gasto público en educación y distribución del ingreso en el Perú*. Lima: GRADE.
- Rueda, L. N. (2011). *La eficiencia y su importancia en el sector público*. España.
- Saavedra, J. (1997). *Inversión en la calidad de la educación pública en Perú y su efecto sobre la fuerza de trabajo y pobreza*. Washington, D.C.: BID. 55 p. .
- Salah, R. A. (2008). *Eficiencia del gasto en el Perú*. Lima.
- Sala-i-Martin. (1995). *Economic Growth*. McGraw-Hill.
- Sanchez, R. V. (2014). *Eficiencia del gasto público en educación básica un análisis a nivel estatal*. Jalisco: Universidad de Guadalajara.
- Solow, R. (1956). A Contribution to the Theory of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Tello, M. (2006). *Evaluación de un programa público*. Piura.
- UNICEF. (2005). *El gasto social en el Perú 2000 - 2005*. Lima: UNICEF.
- Vázquez, R. (2014). *Eficiencia del gasto público en educación básica: Un análisis a nivel estatal*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Vegas, E., & Coffin, C. (2015). *Cuando el gasto en la educación importa: Un análisis empírico de información internacional reciente*. Banco Interamericano de Desarrollo.

Wooldridge, J. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. London, England: The MIT press.



**ANEXOS**

**Anexo1.** Data de la función de producción de educación: Variables *Inputs*

region	ano	i_gaspu blico	i_alu mnos doc	i_tam anual apri	i_iebuene stado	i_ieconpiz arras	i_ies basic os	i_inte rpri	i_inte rsec	i_alu mnoc ompu tpri	i_alumn comput sec
Ama	2012	2025	18	19	27.5	55.5	36.2	9.3	27	4	5
Ama	2013	1946	17	18	32.3	52	35.6	6.8	23	3	5
Ama	2014	2420	16	17	24.9	56.4	37.8	8.2	26	3	5
Ama	2015	3891	16	17	21.3	51.7	41.1	9.7	34.1	5	6
Ama	2016	2938	15	16	22.8	60.8	43.8	11.1	55.4	5	6
Ánc	2012	2530	14	16	15.4	55.9	58.7	22.8	43.8	4	5
Ánc	2013	2515	13	15	16.8	50.1	59.9	17.5	39.2	5	7
Ánc	2014	2802	12	14	14.8	54.6	60.9	21.5	48.5	4	5
Ánc	2015	2712	12	14	15.2	51.2	62.8	28.2	60.8	6	5
Ánc	2016	2642	12	14	16.7	60.6	65.5	35.8	73.4	6	5
Apu	2012	2022	13	15	7.6	45.3	39.3	12.8	28.4	4	6
Apu	2013	2500	12	14	7.1	41.4	36.2	11.5	28.5	5	6
Apu	2014	3142	12	14	6.3	45.4	36.4	14.7	34.1	4	5
Apu	2015	3813	11	13	7	47	37.9	19.6	50.6	5	5
Apu	2016	4384	11	13	12.8	57.9	41.4	23.3	82.4	5	5
Are	2012	1954	13	16	30.9	67.2	62.4	43.7	68.5	7	10
Are	2013	2500	13	16	31.1	61.3	62.1	45.9	68.5	9	18
Are	2014	2386	12	16	28.5	66.3	65.7	48.4	69.9	6	9
Are	2015	2576	12	16	23.7	60.6	67.1	54.5	75.1	7	6
Are	2016	2324	12	16	30.6	62.6	67.2	57.5	80.4	7	5
Aya	2012	2278	12	14	19.5	46.1	37.2	15.8	34.3	5	5
Aya	2013	3070	12	14	20.4	46	37.6	13.7	32.1	6	7
Aya	2014	3397	11	13	15.4	47.7	40.5	16	37.5	4	6
Aya	2015	4085	10	12	20.5	50.6	42.7	23.1	46	6	6
Aya	2016	3951	10	12	21	57.2	44.3	24.7	65.5	6	5
Caj	2012	2073	15	16	24.9	64.3	31.3	9.6	21.4	4	6
Caj	2013	2405	15	15	21.9	52.3	34.2	7.2	18.4	5	8
Caj	2014	2759	14	15	19.8	59.9	37.5	9.6	23.3	4	6
Caj	2015	2996	14	15	18.7	59.5	38.2	12.4	29.8	5	7
Caj	2016	3038	13	14	21.2	64.1	41.3	23	50.4	5	6
Cal	2012	1871	16	21	22.5	59.1	82.3	72.4	85.9	10	8
Cal	2013	1487	16	21	31.7	53.5	75.9	69	80.8	16	14
Cal	2014	1749	15	21	34.6	65.2	78	76	84.2	10	7
Cal	2015	1882	16	21	31.7	62.3	80.6	76.4	86.7	12	9
Cal	2016	1723	16	21	38.7	64	84.1	77.6	88.2	12	8
Cus	2012	2304	17	18	21.4	59.2	40.7	20	43.3	5	6
Cus	2013	2862	15	17	19.7	53.8	44.7	18.4	40.4	6	8
Cus	2014	3091	14	16	17.2	59.6	42.8	21.8	46.9	5	6
Cus	2015	3103	14	16	12.1	55.7	46.5	31.7	61.3	6	7
Cus	2016	3158	13	15	16	56.9	47.9	35.8	74.2	6	6
Hua	2012	2290	15	16	19.2	50	35.9	14.5	27.2	3	5
Hua	2013	2739	13	14	14.2	45.1	37.8	9.6	20.6	3	5
Hua	2014	4109	12	13	10.6	47.6	39.8	15.1	29.7	2	4
Hua	2015	3936	11	12	10.5	47.9	43.3	19.1	39.5	3	4
Hua	2016	3927	10	11	15.4	52.2	45.8	21	61.7	3	4
Huá	2012	1943	18	19	18.4	48.7	27.7	10.8	22.5	4	6

Huá	2013	2247	17	18	12.4	39.3	27.5	9.6	23.9	5	9
Huá	2014	2820	16	17	12.5	49.1	31	12.4	29.6	4	8
Huá	2015	3301	15	16	13.7	44.9	34.7	20.4	48.4	8	9
Huá	2016	3127	14	15	17.8	51.9	36.5	23.1	56.6	7	7
Ica	2012	1651	14	18	29.9	68.4	66.7	46.2	72.2	8	8
Ica	2013	1832	13	18	27.1	61.5	68	58.1	76	10	10
Ica	2014	1992	13	18	26.5	69.3	71.7	62.4	82.2	7	6
Ica	2015	2159	14	18	25.5	59.8	69.7	66	82.2	8	6
Ica	2016	1958	14	19	34.3	64.6	72.7	69.5	87.1	10	7
Jun	2012	1505	16	17	15.9	61	39.6	21.7	50	4	7
Jun	2013	1862	15	16	13.4	46.4	39	19.7	42	5	9
Jun	2014	2183	14	16	10.3	57.2	41.9	21.9	47.5	5	7
Jun	2015	2409	14	16	10.3	57.6	41.1	24.5	48.9	5	7
Jun	2016	2519	13	15	14.8	57.5	43.8	30.7	63.7	6	6
Lib	2012	1752	17	19	21.4	54.8	44.6	25.2	43.2	6	7
Lib	2013	2151	16	18	23.2	50.5	49.5	29.9	46.3	8	10
Lib	2014	2705	15	18	23.1	56.2	50.4	33.7	52.7	7	7
Lib	2015	2535	16	18	20.1	50.7	52.1	42.4	64	9	8
Lib	2016	2420	15	18	24.6	54.5	54.8	44.5	67.6	9	7
Lam	2012	1330	17	19	20	63.6	44.8	35.2	55.4	7	9
Lam	2013	1559	16	19	18.8	54.4	46.6	36.1	55.7	9	13
Lam	2014	1875	15	18	22.8	59.3	44.7	37.1	55.1	7	9
Lam	2015	2132	16	18	16.6	56.5	45.7	41.1	56.9	8	9
Lam	2016	2224	16	18	24.3	57.3	47.3	64.9	77.2	9	9
Lim	2012	1961	16	21	22	64	89.2	74.1	83.3	10	7
Lim	2013	3025	16	20	25.7	62.2	92.5	68.7	81	8	8
Lim	2014	3196	14	20	29.1	67.7	91.6	74.3	83.9	10	7
Lim	2015	3395	16	20	25	60.1	88.2	75.4	84.9	11	8
Lim	2016	2982	16	20	31.7	59.6	86.1	80.8	88.7	11	8
Lor	2012	1683	21	22	25	54.4	6.8	5.7	19.1	6	17
Lor	2013	1538	20	21	18.6	47.8	6.6	4.6	16.8	7	25
Lor	2014	1730	20	21	20.3	54.3	8.3	4.2	15.2	7	19
Lor	2015	2123	20	21	12.5	51.7	8.3	7	23.7	13	12
Lor	2016	2270	19	20	13.9	55.7	7.3	14.4	40.1	14	14
Mad	2012	2195	17	19	10.9	47.1	17.7	15	35.8	7	5
Mad	2013	2419	15	18	8.3	42.5	18.5	16.7	47.3	12	9
Mad	2014	4419	14	17	11.9	49.3	19.6	17.8	40.8	11	6
Mad	2015	4750	15	18	11.7	44.9	21.9	23.5	55.6	20	9
Mad	2016	2393	16	19	19.3	49	25	27	63.9	21	9
Moq	2012	3472	8	12	23.5	63.5	72.6	34.7	57.8	5	5
Moq	2013	4574	8	11	22.1	52.9	70.8	31.1	53.3	6	6
Moq	2014	5146	8	11	16.1	57.4	68.7	33.7	56.5	5	5
Moq	2015	4423	8	12	15.5	61.8	71.3	36.9	62	5	4
Moq	2016	5358	8	12	26.2	67.5	72	40.2	70.5	5	3
Pas	2012	2596	14	15	17.5	57.4	33.2	10.9	36.2	3	5
Pas	2013	2672	14	15	18.6	50.8	34.6	10.5	35.1	4	5
Pas	2014	3203	13	14	13.1	50.6	34.6	13.8	39	3	4
Pas	2015	2907	13	14	14.1	45.9	35.4	13.5	44.1	4	4
Pas	2016	3025	12	13	16	50.9	38.1	14.8	65.6	5	4
Piu	2012	1372	20	22	26.3	65.2	34.5	21.4	41.4	6	8
Piu	2013	1609	19	21	21.6	57.5	37.3	23.2	41.6	8	10

Piu	2014	1829	19	21	23	65.4	37.2	25.9	47.7	6	8
Piu	2015	2132	19	21	21.7	59.2	38.6	30.7	58.9	8	7
Piu	2016	2046	18	20	26.6	62	38.6	41.4	73	9	6
Pun	2012	2099	12	14	11.4	55.2	28.9	17	33.1	4	6
Pun	2013	2689	12	13	10.7	48	29.2	14.5	27.6	6	9
Pun	2014	3008	10	12	6.6	50.8	29.9	17.9	40.8	5	6
Pun	2015	3099	10	12	7.6	46.9	31.2	26	58.2	6	6
Pun	2016	3423	10	11	9.4	50	32.5	27.7	81.5	5	5
San	2012	1503	20	21	18.9	57.1	29.7	12.7	29.2	4	7
San	2013	1861	19	20	18.1	55.1	31.6	9.9	29.9	6	8
San	2014	2036	19	20	17.5	58.1	33.6	12.7	30.6	5	7
San	2015	2423	19	20	15	52.3	35	23.7	49.6	7	9
San	2016	2201	17	19	21.1	56.8	38.2	27.8	62.1	10	9
Tac	2012	2254	11	16	32.8	65.3	67.8	44.7	69.1	8	6
Tac	2013	2308	11	15	27.5	55.9	61.4	45.3	66.2	8	6
Tac	2014	2544	11	16	27.4	68.7	67.3	55	76.9	6	4
Tac	2015	2164	11	16	32.8	70.5	70.5	61.2	81.3	5	4
Tac	2016	2242	12	16	33.1	71.4	72.5	63.5	82.7	7	4
Tum	2012	2278	13	18	21.9	71.9	68.4	56.7	81.9	10	7
Tum	2013	2165	12	17	8.2	69.7	72.1	58.2	73	10	9
Tum	2014	2211	12	17	14.9	78.9	73.6	56.9	69.2	9	7
Tum	2015	2246	13	17	19.3	67.8	77.9	71	86.3	13	8
Tum	2016	2166	13	17	22.1	55.3	76	68.3	82.5	13	6
Uca	2012	1933	19	21	27.7	73.3	8.5	9.3	16.8	5	9
Uca	2013	1498	19	21	16.7	51.6	9.2	8.8	23	7	12
Uca	2014	1552	20	21	18.9	58.9	11	9.7	25.6	9	9
Uca	2015	1870	20	22	16.4	50.9	11.7	13.9	33.6	16	10
Uca	2016	2022	19	20	24.5	61.3	13.4	16.1	40.5	22	14
Lim_pro	2012	2159	13	15	23.7	60.8	59.7	28.5	46.9	6	7
Lim_pro	2013	2486	12	15	17.2	51.8	62.9	33.5	52.6	21	14
Lim_pro	2014	2521	12	14	17.9	60.5	63.7	33.8	55.6	6	6
Lim_pro	2015	2593	12	15	16	58.6	67.7	41.9	62.3	8	6
Lim_pro	2016	2337	13	16	17.3	58.4	69.3	46.4	72.2	8	6

**Anexo 2.** Data de la función de producción de educación: Variables *Outputs*

region	year	o_conclusionprimaria	o_conclusionsec	o_logrocomunic	o_logromate	o_tnmatripri	o_tnmatrisec
Ama	2012	68.9	45.2	21.1	12.9	95.6	67.8
Ama	2013	71.3	42.8	27.5	23.8	94.2	69.3
Ama	2014	70.9	46.2	39.3	35.1	92.5	74.7
Ama	2015	74.2	54.9	43.1	32	93	79
Ama	2016	71.3	59.1	40.4	38.7	95	71.6
Ánc	2012	77.7	53.9	22.4	7.4	96.4	85.3
Ánc	2013	75.2	54.6	23.5	10.9	95.7	86.4
Ánc	2014	77.3	57.8	34	17.8	93.3	86.9
Ánc	2015	83.6	60.5	43.3	24.6	94.9	89.6
Ánc	2016	84.6	71.7	37.3	26.2	96.3	88.1
Apu	2012	77.4	60.9	14.5	7.7	94.2	87.4
Apu	2013	79.4	62.5	19.6	9.5	91.7	84.8
Apu	2014	83.1	60.6	31.1	20.8	95.6	86.2
Apu	2015	79.4	66	36.2	17.6	88.9	83.7
Apu	2016	85.2	69.1	38	35.1	96.2	84.9
Are	2012	90.4	79.6	50.3	19.6	96	91.1
Are	2013	89.8	76.7	47.4	21.5	94	88.3
Are	2014	89.1	76.6	61	32.9	93.7	91.1
Are	2015	92.1	83.6	65.2	31.8	89.9	90.9
Are	2016	95.5	87	59	38	93.9	88.7
Aya	2012	71.5	49	13.7	4.3	96.3	76.4
Aya	2013	72.8	51.2	21.8	10.1	94.5	77.7
Aya	2014	73.6	54.1	34.6	25.6	91.3	83.2
Aya	2015	74.3	54.3	48.3	30.1	94.8	83.7
Aya	2016	81.6	61.3	52.1	48.6	92.9	84.6
Caj	2012	70.4	49.2	17	9.5	96.6	71
Caj	2013	73	44.9	23.3	13.5	94.3	73.3
Caj	2014	76.7	50.1	31.6	23.4	93.2	76.3
Caj	2015	75.9	52.4	37.1	26	94.3	79.9
Caj	2016	82.1	50.7	34.1	31.9	94.6	79.1
Cal	2012	85.2	78.2	44.8	18	92.8	90.6
Cal	2013	87	65	41.2	18.9	96.7	84.8
Cal	2014	88.7	71.5	57.6	31.9	88.5	85.3
Cal	2015	84.9	75.9	64.7	35.1	91.3	85.6
Cal	2016	89.2	86.9	60.7	44.6	91.6	85.1
Cus	2012	81.7	64.7	21.5	8.9	94.7	84.6
Cus	2013	76.2	66.6	25.5	14.5	92	84.1
Cus	2014	81.5	62.7	36.4	24.5	92.9	87.5
Cus	2015	81	68.5	48.8	27.7	92.7	89.3
Cus	2016	81	70.8	46.5	37	93.4	88
Hua	2012	72.3	44.3	13.6	7.9	95.5	79.3
Hua	2013	73.3	40	17.3	9.7	94.9	81.6
Hua	2014	77.7	43.2	28.7	21	95.8	84.2
Hua	2015	79.2	47	36.1	22.9	91.9	86.9
Hua	2016	83.1	53.9	41.7	40.5	93.3	89.2
Huá	2012	65.4	42.6	12.9	4.9	95	73.3
Huá	2013	62.1	43.8	17	8.4	96.7	74
Huá	2014	64.6	41.5	26.4	16	94.4	74.5
Huá	2015	64.6	46.5	31.9	17.2	93.9	74.8
Huá	2016	73.4	47	31.9	28.3	94.9	77.5
Ica	2012	82.6	80	35.7	16.8	94.4	82.2
Ica	2013	92.1	73.8	37.2	21.3	94.8	88.7
Ica	2014	93.8	81.8	49.2	32.2	95.7	91.2
Ica	2015	88.8	82.7	58.2	34.6	92.9	88.5
Ica	2016	90.1	79.9	52.1	39.7	94.3	86.4
Jun	2012	84.8	60.9	29.8	12.8	93.4	86.9
Jun	2013	85.3	69.6	34.4	19.2	92	88.4
Jun	2014	76.8	68.4	44.4	30.1	92.1	80.8
Jun	2015	79.9	71.5	51.7	32.2	93.3	84.7
Jun	2016	80.6	69.1	47.8	40.3	92.9	82.3
Lib	2012	77.9	65.3	31.2	13.7	93.5	79.5
Lib	2013	77.6	63.4	31.9	16	92.9	76.1

Lib	2014	78.8	58.9	38.4	21.8	96.2	78.9
Lib	2015	75.3	65.2	42.5	23.2	91.6	81
Lib	2016	85.3	66.3	39.8	30.5	94	78.7
Lam	2012	80.6	63.2	31.2	10.5	94.2	78.7
Lam	2013	83.9	60.7	31.4	11.8	94.8	81.6
Lam	2014	84.3	66.7	43.1	22.7	93.4	83.2
Lam	2015	83.7	67.3	46.6	21.9	92.6	83
Lam	2016	86.3	76.6	48.3	35.8	94.9	82.3
Lim	2012	88.6	75.4	48.7	19.3	92.3	88.1
Lim	2013	87.7	77.4	46.4	23.3	92.6	87.1
Lim	2014	89.3	77.1	55.8	31.3	92.4	87.9
Lim	2015	91	81.6	61.2	29	91.3	88
Lim	2016	90.8	82	55.6	34.5	92.5	85.3
Lor	2012	62.3	41.7	6.3	1.4	93.3	62.7
Lor	2013	59.8	43.1	7.6	1.9	93.7	66.3
Lor	2014	64.3	43.5	13.2	4.8	93.1	69.4
Lor	2015	61.7	38.6	18.1	5.8	92.9	70.3
Lor	2016	68.3	43.6	17.7	12.4	95.7	71.8
Mad	2012	80.9	65	19.6	6.8	94.5	85
Mad	2013	92	64.9	17.7	5.4	95	89.6
Mad	2014	93.8	69.7	33.6	17.1	93.6	87.6
Mad	2015	91	67.6	40	17.6	94.7	86.4
Mad	2016	81	83.7	41.3	26.6	91.5	80.6
Moq	2012	90.9	78.3	59.4	37.5	97.3	91.1
Moq	2013	94.3	59.9	63.7	43.3	96	94.1
Moq	2014	92.3	76.3	69.1	52.7	94.1	93.5
Moq	2015	83	75.4	73.9	45	96.5	89.9
Moq	2016	92.4	78.8	69.2	53.7	96.5	87.2
Pas	2012	78.5	64	24.3	10.2	95.6	80.7
Pas	2013	84.4	67.1	31.1	18.4	94	85.2
Pas	2014	82.6	67.5	43.2	32	96.6	83.4
Pas	2015	77	64.2	46.9	29.7	93.8	81.1
Pas	2016	87.2	72.6	45	35.5	95.2	80.3
Piu	2012	78.2	65.6	28.8	12.5	95.7	81.2
Piu	2013	77.3	60	30.3	16.5	94.3	77.6
Piu	2014	82.1	59	47.6	29.7	91.8	80.9
Piu	2015	76.8	61.4	51.8	31.8	92.8	80.6
Piu	2016	81.6	66.9	45.8	37.8	93.5	82.3
Pun	2012	85	68	19.5	7.6	94.2	86.8
Pun	2013	82.1	72.7	25.2	16.3	91.2	88
Pun	2014	85.7	72	42.4	30.2	94.1	89.9
Pun	2015	84.6	70.4	50.6	32.8	93.6	87.7
Pun	2016	93.9	81.5	47.2	38.8	95.1	91.6
San	2012	81.1	48.7	17.9	7.1	94.5	76.3
San	2013	77.7	54.5	26.7	14	93.6	77.4
San	2014	79.5	51	35.7	22.1	94.2	81.8
San	2015	77.1	58.7	36.7	19.8	92.7	81.2
San	2016	85.4	59.5	38.5	30.9	95.9	74.8
Tac	2012	92.7	78.2	55.2	36	97.3	93.3
Tac	2013	89.1	82.6	60.3	40.9	95.7	90
Tac	2014	90	81.9	67.3	51	97.1	91
Tac	2015	85.7	79.6	78.1	53.5	92.9	92.1
Tac	2016	91.6	88.2	76.8	64.3	96.7	90.6
Tum	2012	90.4	69	25.9	11.1	96.9	86.8
Tum	2013	85.2	67.6	27.5	12.4	93.1	87.5
Tum	2014	86.1	61.6	38.9	17.4	94	88.6
Tum	2015	87.6	65.7	43.3	21.9	93.1	88.9
Tum	2016	92.9	74.2	33.6	21.4	94.5	87.8
Uca	2012	68.3	48.7	15.3	4.4	93	68.7
Uca	2013	72.4	50.1	16.8	5.1	88.9	71.6
Uca	2014	69.1	54.3	21.8	7.8	88.9	71.3
Uca	2015	71.4	54.2	29	10.3	87.5	72.6
Uca	2016	81.8	48.6	25.6	15.9	93.3	80.4
Lim_pro	2012	84.5	75.3	31.9	12.5	96.8	84.2
Lim_pro	2013	86.9	68.8	36.2	18.1	94.2	87.2
Lim_pro	2014	85.6	70.6	45.9	24.6	92.9	88.2

**Anexo 3. Resultados del modelo de relación entre los recursos invertidos en educación y los logros educativos.**

- **Impacto en logro satisfactorio en matemáticas: Efectos aleatorios y efectos fijos.**

```
. xtreg lnmate lngasto lnbienestado lninterpri lnliessbasicos lnalumnosdoc, re
Random-effects GLS regression           Number of obs   =       130
Group variable: region                 Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.6978                 Obs per group: min =         5
      between = 0.5714                 avg =           5.0
      overall = 0.5779                 max =           5

Wald chi2(5) = 215.71
corr(u_i, X) = 0 (assumed)             Prob > chi2     = 0.0000
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnmate						
lngasto	1.287078	.1931668	6.66	0.000	.9084784	1.665678
lnbienestado	.138161	.1378919	1.00	0.316	-.1321021	.4084242
lninterpri	.574829	.1146439	5.01	0.000	.3501311	.799527
lnliessbasicos	.1416548	.1827501	0.78	0.438	-.2165288	.4998383
lnalumnosdoc	-.3488432	.4020123	-0.87	0.386	-1.136773	.4390865
_cons	-8.928351	2.493232	-3.58	0.000	-13.815	-4.041707
sigma_u	.25419016					
sigma_e	.25813043					
rho	.49230943	(fraction of variance due to u_i)				

```
. xtreg lnmate lngasto lnbienestado lninterpri lnliessbasicos lnalumnosdoc, fe
Fixed-effects (within) regression       Number of obs   =       130
Group variable: region                 Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.7772                 Obs per group: min =         5
      between = 0.6979                 avg =           5.0
      overall = 0.5242                 max =           5

F(5,99) = 69.06
corr(u_i, Xb) = -0.9554                Prob > F        = 0.0000
```

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnmate						
lngasto	.8655834	.1952724	4.43	0.000	.4781206	1.253046
lnbienestado	.0543563	.1331665	0.41	0.684	-.209875	.3185876
lninterpri	.4137198	.1445978	2.86	0.005	.1268064	.7006331
lnliessbasicos	2.290225	.4556688	5.03	0.000	1.386079	3.19437
lnalumnosdoc	-1.61423	.5412586	-2.98	0.004	-2.688204	-.5402557
_cons	-9.537687	2.9844	-3.20	0.002	-15.45938	-3.615991
sigma_u	1.4343547					
sigma_e	.25813043					
rho	.96862939	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u\_i=0: F(25, 99) = 10.78 Prob > F = 0.0000

- **Logro satisfactorio en comunicación: Efectos aleatorios y efectos fijos.**

```
. xtreg lncomunic lngasto lniebuenestado lninterpri lnliessbasicos lnalumnosdoc, re
Random-effects GLS regression           Number of obs   =       130
Group variable: region                  Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.7178                  Obs per group: min =         5
       between = 0.6494                  avg =             5.0
       overall = 0.6484                  max =             5

Wald chi2(5) = 266.52
corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Prob > chi2     = 0.0000
```

lncomunic	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lngasto	.7253502	.1124228	6.45	0.000	.5050056	.9456948
lniebuenestado	-.0717013	.0805315	-0.89	0.373	-.2295402	.0861375
lninterpri	.4072163	.0691482	5.89	0.000	.2716883	.5427443
lnliessbasicos	.2030185	.114803	1.77	0.077	-.0219913	.4280282
lnalumnosdoc	-.1182424	.2465884	-0.48	0.632	-.6015468	.365062
_cons	-3.648244	1.485837	-2.46	0.014	-6.560431	-.7360571
sigma_u	.18043243					
sigma_e	.14983872					
rho	.59184402	(fraction of variance due to u_i)				

```
. xtreg lncomunic lngasto lniebuenestado lninterpri lnliessbasicos lnalumnosdoc, fe
Fixed-effects (within) regression       Number of obs   =       130
Group variable: region                  Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.7842                  Obs per group: min =         5
       between = 0.6565                  avg =             5.0
       overall = 0.5712                  max =             5

F(5,99) = 71.96
corr(u_i, Xb) = -0.9278                 Prob > F        = 0.0000
```

lncomunic	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lngasto	.6186745	.1133511	5.46	0.000	.3937614	.8435877
lniebuenestado	-.1767415	.0773001	-2.29	0.024	-.3301216	-.0233614
lninterpri	.1665172	.0839357	1.98	0.050	-.0000293	.3330638
lnliessbasicos	1.405387	.2645051	5.31	0.000	.8805517	1.930223
lnalumnosdoc	-.7494602	.314188	-2.39	0.019	-1.372877	-.126043
_cons	-4.549274	1.732375	-2.63	0.010	-7.986682	-1.111867
sigma_u	.75644666					
sigma_e	.14983872					
rho	.96224478	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u\_i=0: F(25, 99) = 11.75 Prob > F = 0.0000

Conclusión oportuna primaria: Efectos aleatorios y efectos fijos.



```
. xtreg lnconpri lngasto lnbienestado lninterpri lniesbasicos lnalumnosdoc, re

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       130
Group variable: region                 Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.3489                  Obs per group:  min =         5
      between = 0.6978                    avg =         5.0
      overall = 0.6431                    max =         5

Wald chi2(5) = 109.33
corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Prob > chi2     =  0.0000
```

lnconpri	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lngasto	.0025335	.0242892	0.10	0.917	-.0450725	.0501394
lnbienestado	.0282146	.0173398	1.62	0.105	-.0058847	.062314
lninterpri	.0733146	.0152568	4.81	0.000	.0434118	.1032173
lniesbasicos	.0130622	.0260804	0.50	0.616	-.0380544	.0641789
lnalumnosdoc	-.1619551	.0549531	-2.95	0.003	-.2696612	-.0542489
_cons	4.435942	.325668	13.62	0.000	3.797644	5.074239
sigma_u	.05104141					
sigma_e	.03746085					
rho	.64991867 (fraction of variance due to u_i)					

```
. xtreg lnconpri lngasto lnbienestado lninterpri lniesbasicos lnalumnosdoc, fe

Fixed-effects (within) regression       Number of obs   =       130
Group variable: region                 Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.3611                  Obs per group:  min =         5
      between = 0.6291                    avg =         5.0
      overall = 0.5868                    max =         5

F(5, 99) = 11.19
corr(u_i, Xb) = -0.1352                 Prob > F        =  0.0000
```

lnconpri	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lngasto	.0153138	.0283387	0.54	0.590	-.0409162	.0715439
lnbienestado	.0447859	.0193256	2.32	0.023	.0064396	.0831321
lninterpri	.0483723	.0209846	2.31	0.023	.0067344	.0900103
lniesbasicos	.0418959	.0661284	0.63	0.528	-.0893171	.1731089
lnalumnosdoc	-.1911003	.0785495	-2.43	0.017	-.3469595	-.0352411
_cons	4.337352	.4331072	10.01	0.000	3.477973	5.196731
sigma_u	.05973647					
sigma_e	.03746085					
rho	.71774279 (fraction of variance due to u_i)					

F test that all u\_i=0: F(25, 99) = 9.10 Prob > F = 0.0000

- Conclusión oportuna secundaria: Efectos aleatorios y efectos fijos.

```
. xtreg lnconsec lngasto lnbienestado lninterpri lniesbasicos lnalumnosdoc,r
```

```
Random-effects GLS regression           Number of obs   =       130
Group variable: region                  Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.3210                  Obs per group:  min =         5
      between = 0.6483                               avg =        5.0
      overall  = 0.6109                               max =         5

Wald chi2(5) =       92.14
corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Prob > chi2     =       0.0000
```

	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnconsec						
lngasto	-.0025093	.0433783	-0.06	0.954	-.0875292	.0825106
lnbienestado	.0395432	.0309584	1.28	0.201	-.021134	.1002205
lninterpri	.1384449	.0283183	4.89	0.000	.082942	.1939478
lniesbasicos	.0631666	.051846	1.22	0.223	-.0384497	.1647829
lnalumnosdoc	-.1431114	.1038667	-1.38	0.168	-.3466864	.0604637
_cons	3.741434	.597746	6.26	0.000	2.569873	4.912994
sigma_u	.11107223					
sigma_e	.06369328					
rho	.75253964	(fraction of variance due to u_i)				

```
. xtreg lnconsec lngasto lnbienestado lninterpri lniesbasicos lnalumnosdoc,fe
```

```
Fixed-effects (within) regression       Number of obs   =       130
Group variable: region                  Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.3361                  Obs per group:  min =         5
      between = 0.5468                               avg =        5.0
      overall  = 0.5218                               max =         5

F(5,99) =       10.02
corr(u_i, Xb) = -0.2632                 Prob > F        =       0.0000
```

	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnconsec						
lngasto	.028325	.0481832	0.59	0.558	-.0672808	.1239308
lnbienestado	.05299	.0328586	1.61	0.110	-.0122086	.1181887
lninterpri	.0902557	.0356793	2.53	0.013	.0194603	.1610511
lniesbasicos	.1915247	.1124356	1.70	0.092	-.0315718	.4146213
lnalumnosdoc	-.0891813	.1335547	-0.67	0.506	-.3541828	.1758202
_cons	2.995438	.7363959	4.07	0.000	1.534269	4.456608
sigma_u	.13735361					
sigma_e	.06369328					
rho	.82302226	(fraction of variance due to u_i)				

```
F test that all u_i=0:      F(25, 99) =      14.28      Prob > F = 0.0000
```

- Cobertura de matrícula primaria: Efectos aleatorios y efectos fijos.

```
. do "C:\Users\Henry\AppData\Local\Temp\STD15000000.tmp"

. xtreg lntnmatriprim lngasto lniebuenestado lninterpri lnliessbasicos lnalumnosdoc, re

Random-effects GLS regression                    Number of obs   =   130
Group variable: region                          Number of groups =    26

R-sq:  within = 0.0360                          Obs per group: min =    5
        between = 0.2874                          avg =          5.0
        overall = 0.1318                          max =          5

Wald chi2(5) = 12.15
corr(u_i, X) = 0 (assumed)                       Prob > chi2     = 0.0328
```

lntnmatriprim	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lngasto	-.0074351	.0093486	-0.80	0.426	-.0257581	.0108879
lniebuenestado	.0145238	.0063918	2.27	0.023	.0019961	.0270515
lninterpri	-.0092912	.0049683	-1.87	0.061	-.0190289	.0004465
lnliessbasicos	.0035348	.00725	0.49	0.626	-.010675	.0177446
lnalumnosdoc	-.0378544	.0165576	-2.29	0.022	-.0703066	-.0054022
_cons	4.673595	.1127634	41.45	0.000	4.452583	4.894608
sigma_u	.00887031					
sigma_e	.01745861					
rho	.20517703	(fraction of variance due to u_i)				

```
. xtreg lntnmatriprim lngasto lniebuenestado lninterpri lnliessbasicos lnalumnosdoc, fe

Fixed-effects (within) regression                Number of obs   =   130
Group variable: region                          Number of groups =    26

R-sq:  within = 0.1374                          Obs per group: min =    5
        between = 0.1172                          avg =          5.0
        overall = 0.0251                          max =          5

F(5,99) = 3.15
corr(u_i, Xb) = -0.9422                         Prob > F        = 0.0110
```

lntnmatriprim	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lngasto	-.0088185	.0132072	-0.67	0.506	-.0350245	.0173875
lniebuenestado	.0226472	.0090067	2.51	0.014	.004776	.0405185
lninterpri	.0150734	.0097798	1.54	0.126	-.0043319	.0344788
lnliessbasicos	-.0794288	.0308191	-2.58	0.011	-.1405806	-.0182771
lnalumnosdoc	-.0112315	.0366079	-0.31	0.760	-.0838696	.0614066
_cons	4.821344	.2018494	23.89	0.000	4.420831	5.221857
sigma_u	.04214829					
sigma_e	.01745861					
rho	.85355031	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u\_i=0: F(25, 99) = 2.43 Prob > F = 0.0010

- Cobertura de matrícula secundaria: : Efectos aleatorios y efectos fijos

```
. xtreg lntnmatrisec lngasto lniebienestado lninterpri lniessbasicos lnalumnosdoc, re

Random-effects GLS regression           Number of obs   =       130
Group variable: region                  Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.2864                  Obs per group:  min =         5
        between = 0.8225                  avg =           5.0
        overall = 0.7444                  max =           5

                                           Wald chi2(5)    =    156.87
corr(u_i, X) = 0 (assumed)              Prob > chi2     =     0.0000
```

lntnmatrisec	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lngasto	.0003745	.0180875	0.02	0.983	-.0350764	.0358254
lniebienestado	-.0546603	.0129025	-4.24	0.000	-.0799488	-.0293717
lninterpri	.0358473	.0106905	3.35	0.001	.0148944	.0568003
lniessbasicos	.0592403	.0169707	3.49	0.000	.0259784	.0925021
lnalumnosdoc	-.0975861	.037415	-2.61	0.009	-.1709181	-.024254
_cons	4.494669	.2328309	19.30	0.000	4.038329	4.951009
sigma_u	.02758355					
sigma_e	.0286631					
rho	.48081397	(fraction of variance due to u_i)				

```
. xtreg lntnmatrisec lngasto lniebienestado lninterpri lniessbasicos lnalumnosdoc, fe

Fixed-effects (within) regression       Number of obs   =       130
Group variable: region                  Number of groups =        26

R-sq:  within = 0.3351                  Obs per group:  min =         5
        between = 0.6429                  avg =           5.0
        overall = 0.5972                  max =           5

                                           F(5,99)        =         9.98
corr(u_i, Xb) = -0.3975                 Prob > F        =     0.0000
```

lntnmatrisec	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lngasto	.0328689	.0216833	1.52	0.133	-.0101554	.0758932
lniebienestado	-.0519561	.014787	-3.51	0.001	-.0812967	-.0226156
lninterpri	-.0025834	.0160563	-0.16	0.873	-.0344426	.0292758
lniessbasicos	.1456799	.050598	2.88	0.005	.0452825	.2460773
lnalumnosdoc	-.0141504	.060102	-0.24	0.814	-.1334057	.105105
_cons	3.81396	.3313912	11.51	0.000	3.156408	4.471512
sigma_u	.05080085					
sigma_e	.0286631					
rho	.75852413	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u\_i=0: F(25, 99) = 5.95 Prob > F = 0.0000

### Anexo 4. Resultados de la eficiencia de gasto público en educación básica regular por metodología DEA

- Orientación al insumo, mejor modelo (modelo 2), CRS

```
. dea i_gaspublico_16 i_alumnosdoc_16 = o_logrocomunic_16 o_logromate_16, rts(crs) ort(in) stage(2)
```

---

```
name: dealog
log: D:\TESIS UNIVERSITARIAS\Carmen Nieves\tesis doctorado carmen 2017\ING CARMEN\ResultadosDEA\dea.log
log type: text
opened on: 25 Sep 2018, 12:38:10
```

```
options: RTS(CRS) ORT(IN) STAGE(2)
CRS-INPUT Oriented DEA Efficiency Results:
```

	rank	theta	ref: Ama	ref: Anc	ref: Apu
dmu:Ama	19	.479228	.	.	.
dmu:Anc	21	.474171	.	.	.
dmu:Apu	16	.536107	.	.	.
dmu:Are	6	.764426	.	.	.
dmu:Aya	4	.817859	.	.	.
dmu:Caj	23	.446988	.	.	.
dmu:Cal	1	1	.	.	.
dmu:Cus	15	.536968	.	.	.
dmu:Hua	7	.682322	.	.	.
dmu:Huá	24	.370174	.	.	.
dmu:Ica	5	.766817	.	.	.
dmu:Jun	12	.576446	.	.	.
dmu:Lib	20	.477193	.	.	.
dmu:Lam	11	.625666	.	.	.
dmu:Lim	14	.544252	.	.	.
dmu:Lim_pro	10	.636101	.	.	.
dmu:Lor	26	.222766	.	.	.
dmu:Mad	18	.499016	.	.	.
dmu:Moq	1	1	.	.	.
dmu:Pas	13	.559367	.	.	.
dmu:Piu	9	.651383	.	.	.
dmu:Pun	8	.669625	.	.	.
dmu:San	17	.505867	.	.	.
dmu:Tac	1	1	.	.	.
dmu:Tum	22	.450735	.	.	.
dmu:Uca	25	.359381	.	.	.

- Orientación al insumo, mejor modelo (modelo 2), VRS

```
. dea i_gaspublico_16 i_alumnosdoc_16 = o_logrocomunic_16 o_logromate_16, rts(crs) ort(in) stage(2)
```

---

```
name: dealog
log: D:\TESIS UNIVERSITARIAS\Carmen Nieves\tesis doctorado carmen 2017\ING CARMEN\ResultadosDEA\dea.log
log type: text
opened on: 25 Sep 2018, 12:38:10
```

```
options: RTS(CRS) ORT(IN) STAGE(2)
CRS-INPUT Oriented DEA Efficiency Results:
```

	rank	theta	ref: Ama	ref: Anc	ref: Apu
dmu:Ama	19	.479228	.	.	.
dmu:Anc	21	.474171	.	.	.
dmu:Apu	16	.536107	.	.	.
dmu:Are	6	.764426	.	.	.
dmu:Aya	4	.817859	.	.	.
dmu:Caj	23	.446988	.	.	.
dmu:Cal	1	1	.	.	.
dmu:Cus	15	.536968	.	.	.
dmu:Hua	7	.682322	.	.	.
dmu:Huá	24	.370174	.	.	.
dmu:Ica	5	.766817	.	.	.
dmu:Jun	12	.576446	.	.	.
dmu:Lib	20	.477193	.	.	.
dmu:Lam	11	.625666	.	.	.
dmu:Lim	14	.544252	.	.	.
dmu:Lim_pro	10	.636101	.	.	.
dmu:Lor	26	.222766	.	.	.
dmu:Mad	18	.499016	.	.	.
dmu:Moq	1	1	.	.	.
dmu:Pas	13	.559367	.	.	.
dmu:Piu	9	.651383	.	.	.
dmu:Pun	8	.669625	.	.	.
dmu:San	17	.505867	.	.	.
dmu:Tac	1	1	.	.	.
dmu:Tum	22	.450735	.	.	.
dmu:Uca	25	.359381	.	.	.

- Orientación al producto, mejor modelo (modelo 2), CRS

```
. dea i_gaspublico_16 i_alumnosdoc_16 = o_logrocomunic_16 o_logromate_16, rts(crs) ort(out) stage(2)
```

---

```
name: dealog
log: D:\TESIS UNIVERSITARIAS\Carmen Nieves\tesis doctorado carmen 2017\ING CARMEN\ResultadosDEA\dea.log
log type: text
opened on: 25 Sep 2018, 12:42:42
```

options: RTS(CRS) ORT(OUT) STAGE(2)  
CRS-OUTPUT Oriented DEA Efficiency Results:

	rank	theta	ref: Ama	ref: Anc	ref: Apu
dmu:Ama	19	.479227	.	.	.
dmu:Anc	21	.474171	.	.	.
dmu:Apu	16	.536107	.	.	.
dmu:Are	6	.764426	.	.	.
dmu:Aya	4	.817859	.	.	.
dmu:Caj	23	.446988	.	.	.
dmu:Cal	1	1	.	.	.
dmu:Cus	15	.536968	.	.	.
dmu:Hua	7	.682322	.	.	.
dmu:Huá	24	.370174	.	.	.
dmu:Ica	5	.766817	.	.	.
dmu:Jun	12	.576446	.	.	.
dmu:Lib	20	.477193	.	.	.
dmu:Lam	11	.625666	.	.	.
dmu:Lim	14	.544252	.	.	.
dmu:Lim_pro	10	.636101	.	.	.
dmu:Lor	26	.222766	.	.	.
dmu:Mad	18	.499016	.	.	.
dmu:Moq	1	1	.	.	.
dmu:Pas	13	.559367	.	.	.
dmu:Piu	9	.651382	.	.	.
dmu:Pun	8	.669625	.	.	.
dmu:San	17	.505867	.	.	.
dmu:Tac	1	1	.	.	.
dmu:Tum	22	.450735	.	.	.
dmu:Uca	25	.359381	.	.	.

## ■ Orientación al producto, mejor modelo (modelo 2), VRS

```
. dea i_gaspublico_16 i_alumnosdoc_16 = o_logrocomunic_16 o_logromate_16, rts(vrs) ort(out) stage(2)
```

---

```
name: dealog
log: D:\TESIS UNIVERSITARIAS\Carmen Nieves\tesis doctorado carmen 2017\ING CARMEN\ResultadosDEA\dea.log
log type: text
opened on: 25 Sep 2018, 12:43:30
```

options: RTS(VRS) ORT(OUT) STAGE(2)  
VRS-OUTPUT Oriented DEA Efficiency Results:

	rank	theta	ref: Ama	ref: Anc	ref: Apu
dmu:Ama	15	.601866	.	.	.
dmu:Anc	22	.485677	.	.	.
dmu:Apu	17	.569343	.	.	.
dmu:Are	5	.768229	.	.	.
dmu:Aya	4	.823729	.	.	.
dmu:Caj	21	.496112	.	.	.
dmu:Cal	1	1	.	.	.
dmu:Cus	14	.605469	.	.	.
dmu:Hua	8	.686441	.	.	.
dmu:Huá	24	.440124	.	.	.
dmu:Ica	6	.766817	.	.	.
dmu:Jun	13	.62675	.	.	.
dmu:Lib	19	.518229	.	.	.
dmu:Lam	12	.633512	.	.	.
dmu:Lim	7	.723958	.	.	.
dmu:Lim_pro	11	.664062	.	.	.
dmu:Lor	26	.230469	.	.	.
dmu:Mad	18	.53776	.	.	.
dmu:Moq	1	1	.	.	.
dmu:Pas	16	.585937	.	.	.
dmu:Piu	10	.664787	.	.	.
dmu:Pun	9	.669625	.	.	.
dmu:San	20	.509744	.	.	.
dmu:Tac	1	1	.	.	.
dmu:Tum	23	.451356	.	.	.
dmu:Uca	25	.365843	.	.	.

**Anexo 5. Resultados de la eficiencia de gasto público en educación básica regular por metodología de Efectos fijos y aleatorios**

. xtregar lngasto lnmate lncomunic, re lbi

```

RE GLS regression with AR(1) disturbances      Number of obs      =      130
Group variable: region                        Number of groups   =      26

R-sq:  within = 0.5827                        Obs per group: min =      5
       between = 0.0358                       avg =              5.0
       overall = 0.1642                       max =              5

Wald chi2(3) =      88.47
corr(u_i, Xb) = 0 (assumed)                   Prob > chi2        =      0.0000
    
```

lngasto	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lnmate	.117795	.0652065	1.81	0.071	-.0100073	.2455974
lncomunic	.2155061	.1092097	1.97	0.048	.0014591	.4295532
_cons	6.685287	.2263717	29.53	0.000	6.241606	7.128967
rho_ar	.27830986	(estimated autocorrelation coefficient)				
sigma_u	.20073579					
sigma_e	.14033046					
rho_fov	.67172095	(fraction of variance due to u_i)				
theta	.6260374					

modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 1.443806  
 Baltagi-Wu LBI = 1.9891456

. xtregar lngasto lnmate lncomunic, fe lbi

```

FE (within) regression with AR(1) disturbances  Number of obs      =      104
Group variable: region                        Number of groups   =      26

R-sq:  within = 0.2742                        Obs per group: min =      4
       between = 0.0247                       avg =              4.0
       overall = 0.0812                       max =              4

F(2,76) =      14.35
corr(u_i, Xb) = -0.2772                       Prob > F           =      0.0000
    
```

lngasto	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lnmate	-.0047836	.0646781	-0.07	0.941	-.1336013	.124034
lncomunic	.3767937	.1110023	3.39	0.001	.1557135	.597874
_cons	6.505853	.2016217	32.27	0.000	6.104289	6.907417
rho_ar	.27830986					
sigma_u	.2712727					
sigma_e	.11123167					
rho_fov	.85606923	(fraction of variance because of u_i)				

F test that all u\_i=0: F(25,76) = 11.49 Prob > F = 0.0000  
 modified Bhargava et al. Durbin-Watson = 1.443806  
 Baltagi-Wu LBI = 1.9891456

```
. predict random, u
(26 missing values generated)
(26 missing values generated)

. gen epsilon = random - r(max)
(130 missing values generated)

. gen te_gls = exp(epsilon)
(130 missing values generated)

. gsort -te_gls, generate (g_rank)

. gen rank_gls=g_rank if te_gls~=.
(130 missing values generated)

. list region year te_gls rank_gls
```

obs	dmu	Método Efectos Aleatorios		Método Efectos Fijos	
		Modelo 1		Modelo 1	
		Eficiencia	Ranking	Eficiencia	Ranking
1	Moq	1	1	0.999	2
2	Hua	0.968	2	1.000	1
3	Apu	0.933	3	0.948	3
4	Aya	0.883	4	0.903	4
5	Mad	0.881	5	0.863	5
6	Huá	0.8	6	0.821	6
7	Cus	0.745	7	0.756	7
8	Pun	0.733	8	0.750	9
9	Caj	0.726	9	0.752	8
10	Lim	0.72	10	0.704	10
11	Pas	0.69	11	0.703	11
12	Lor	0.687	12	0.682	13
13	Ánc	0.677	13	0.679	14
14	Ama	0.653	14	0.686	12
15	Lib	0.616	15	0.618	15
16	Lim_pro	0.57	16	0.565	16
17	Tum	0.557	17	0.550	18
18	San	0.544	18	0.551	17
19	Are	0.536	19	0.522	20
20	Jun	0.531	20	0.539	19
21	Uca	0.519	21	0.506	21
22	Lam	0.483	22	0.476	22
23	Piu	0.452	23	0.457	23
24	Tac	0.447	24	0.449	24
25	Ica	0.447	25	0.449	25
26	Cal	0.365	26	0.360	26