

# Eficiencia económica del gasto público en el Perú, un análisis longitudinal de indicadores de salud y educación

2001-2019

## Economic efficiency of public expenditure in Peru, a longitudinal analysis of health and education indicators 2001-2019

RECIBIDO: 20 DE JULIO DE 2023 | REVISADO: 25 DE JULIO DE 2023 | ACEPTADO: 16 DE AGOSTO DE 2023

ÍTALO BRAYAN ROMERO CUADROS<sup>1</sup>  
JESÚS EDUARDO GAMBOA UNSIHUAY<sup>2\*</sup>

### ABSTRACT

Public spending is a macroeconomic aggregate whose goal is to leverage the economy of a country by strengthening the sectors that are in a development process based on the relevant economic criteria for its execution. The purpose of this manuscript is to explore the behavior of indicators generated from public spending for the period 2001-2019 globally and in the areas of education, health, through the creation of a non-parametric Production Possibilities Frontier applying the time series clustering technique. The product of the research indicates two types of clusters separating regions that apply good results and another group that obtains adverse results both at the sectoral level for education, health and globally, due to regions with high performance and comparatively lower public spending. Despite the increase in economic growth that results in a significant contribution from public spending, no significant change was observed in the development of the regions, since the classification of these two clusters highlights regions that cannot execute their public spending and continue to maintain the same result. for more than 20 years, in turn, the predominance of the coastal regions should be highlighted due to the use of resources and results that are maintained throughout the period analyzed.

**Keywords:** clusters; time series; dynamic time warping; silhouette index; public spending; efficiency.

### RESUMEN

El gasto público es un agregado macroeconómico cuya meta es apalancar a la economía de un país fortaleciendo los sectores que se encuentran en un proceso de desarrollo en base de los criterios económicos pertinentes para su ejecución. El presente manuscrito tiene como finalidad la exploración del comportamiento de indicadores generados a partir del gasto público para el periodo del 2001-2019 de manera global y en las áreas de educación, salud, mediante la creación de una Frontera de Posibilidades de Producción no paramétrica aplicando la técnica de conglomerados de series de tiempo. El producto de la investigación señala dos tipos de clusters separando regiones que aplican buenos resultados y otro grupo que obtienen resultados adversos tanto a nivel sectorial por educación, salud y global, debido a regiones con alto desempeño y gasto público menor comparativo. A pesar del incremento del crecimiento económico que deriva en un aporte significativo del gasto público no se observó un cambio relevante en el desarrollo de las regiones pues la clasificación de estos dos clusters resalta regiones que no pueden ejecutar su gasto público y siguen manteniendo el mismo resultado desde hace más de 20 años a su vez se debe resaltar la predominancia de las regiones de la costa por el uso de los recursos y resultados que se mantiene a lo largo del periodo analizado.

**Palabras clave:** conglomerados; series de tiempo; deformación dinámica del tiempo; índice de silueta; gasto público; eficiencia

<sup>1</sup>Filiación Institucional: Universidad Científica del Sur, Lima, Perú  
ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-9871-9384>  
Correo: [iromerocu@cientifica.edu.pe](mailto:iromerocu@cientifica.edu.pe)

<sup>2</sup>Filiación Institucional: Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú.  
ORCID ID : <https://orcid.org/0000-0002-9871-9384>

\*Autor de correspondencia: [jgamboa@lamolina.edu.pe](mailto:jgamboa@lamolina.edu.pe)

DOI: <https://doi.org/10.24039/rcv20231111603>



## Introducción

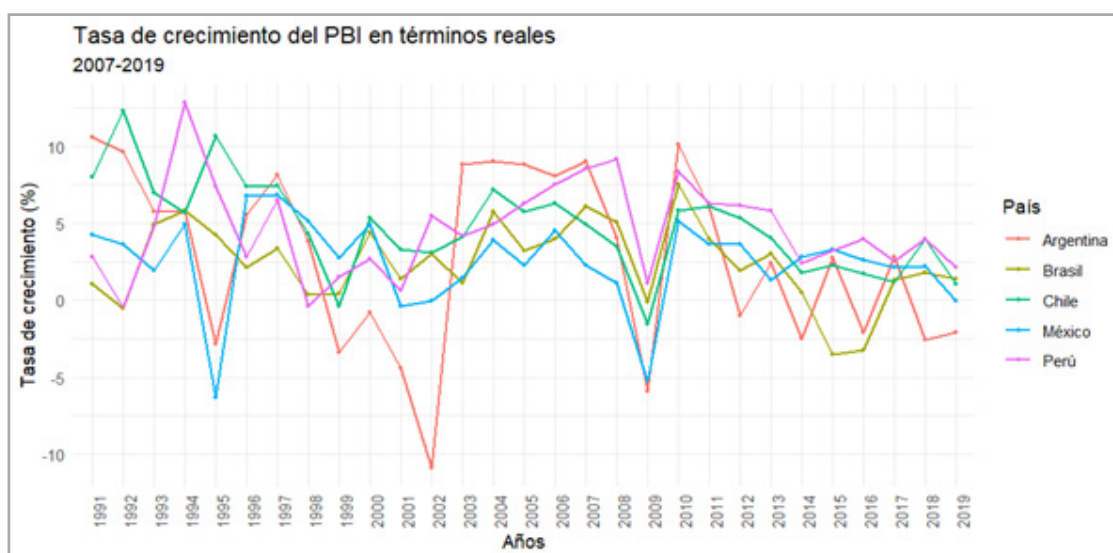
La eficiencia del gasto público es un aspecto crucial de la política fiscal, y un componente primordial para alcanzar los objetivos de desarrollo económico, social e institucional de los países, como apunta Machado (2006). No obstante, en los últimos años el papel del Estado se ha desplazado hacia la realización de evaluaciones empíricas de la eficiencia y utilidad de las actividades del sector público.

A nivel macroeconómico, el desempeño de la economía peruana en el periodo 2007 a 2019 muestra un panorama positivo, tanto en nivel absoluto como en comparación con otras economías de la región, tal como se muestra en la Figura 1. Sin embargo, al analizar los indicadores del bienestar de los hogares con ingresos medios o bajos, se observa solo una pequeña mejoría y en algunos casos incluso estancamiento. Los resultados son aún menos alentadores en términos de productividad, empleo y distribución (del ingreso, de accesos y fundamentalmente de oportunidades), lo que conduce a desigualdades en la calidad de vida y en las perspectivas de desarrollo futuro de la población.

Diversos autores, entre los que se encuentran Mueller (1997), Persson & Tabellini (2001), Shleifer & Vishny (1998), Strauch & Hagen (2000), Tanzi & Schuknecht (1997, 2000), Rodrik (2000), Gwartney et al. (2002), Galvis-Aponte (2015), Fontalvo et al. (2020) han estado investigando los efectos de estabilización, asignación y distribución del gasto público. No obstante, la mayoría de estos estudios concluyen que el gasto público podría ser mucho menor y más eficiente que en la actualidad. Sin embargo, para que esto suceda, los gobiernos deberían adoptar mejores instituciones y deberían transferir muchas actividades complementarias al sector privado. Además, la medición del desempeño del sector público, definida como el resultado de las actividades del sector público y la eficiencia, como el resultado relativo a los recursos empleados, son todavía limitados. (Afonso et al., 2003.)

En el artículo científico de Verhoeven et al. (1999) analizaron la eficiencia del gasto público en educación y salud en 37 países de África en el periodo de 1984 a 1995 en comparación con los países de Asia y Occidente, a través de la metodología de FDH. Ellos muestran que África tiene un puntaje relativamente bajo en términos de eficiencia, mientras que, en promedio, presenta un mayor gasto en educación como porcentaje del PIB de los países de Asia y el Hemisferio Occidental.

**Figura 1**  
Tasa de Crecimiento del PBI, periodo 2007-2019



Como se puede observar existen estudios anteriores que muestran la medición de la eficiencia en diversos sectores, entre los más importantes son en el sector educación y salud. Uno de los trabajos en América Latina en el sector educación fue realizado por Pereyra

(2002), donde demuestra que un mayor gasto en educación no necesariamente significa aumentar su eficiencia. De acuerdo con los resultados obtenidos, el Perú ha logrado un incremento real del gasto en educación durante la última década; sin embargo, ello

no significa que tal gasto haya sido eficiente respecto al desempeño de otros países de América Latina de bajos ingresos. Llega a la conclusión de establecer una estrategia de financiamiento del gasto en educación con la participación del sector privado que fomente la inversión en los niveles de educación primaria y secundaria principalmente, y adoptar indicadores estandarizados y claramente establecidos sobre el desempeño de los colegios públicos y privados. Esto ayudaría tanto en las decisiones de los padres de familia como en la labor de evaluación educativa.

A modo de referencia, cabe destacar la existencia del índice de competitividad regional, que es elaborado anualmente por el Instituto Peruano de Economía, el cual tiene como objetivo evaluar el progreso en el desarrollo económico y social de las diversas regiones del Perú. Para su elaboración, se toma como base los pilares al reporte de competitividad global del Foro Económico Mundial.

Tomando en cuenta lo expuesto, en el contexto peruano no se ha identificado una fuente predeterminada que cumpla con el diseño de indicadores y permita generar un perfil de las regiones a partir de los mismos, con el objetivo de comprender los avances en el desarrollo económico y social de dichas regiones.

El objetivo de esta investigación consiste en identificar los patrones de clasificación del desempeño del sector público en las regiones del Perú para el periodo 2007 – 2019 mediante la agrupación de series temporales.

## Método

A continuación, se detallan los procedimientos llevados a cabo para la realización del presente trabajo:

- Búsqueda y estructuración del conjunto de datos en base a información secundaria, a partir de las plataformas de las instituciones públicas como el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) y Ministerio de Economía y Finanzas (MEF). Con el fin de lograr la comparabilidad de las variables, se transformó el Gasto Público en Gasto Público respecto al Producto Bruto Interno (PBI) en cada año analizado.
- Creación de los índices eficiencia insumo y los índices eficiencia resultado para cada región,

haciendo uso de la técnica no paramétrica denominada Free Disposal Hull (FDH). Esta metodología fue propuesta inicialmente por Deprins, Simar y Tulkens (1984) y es la más flexible en cuanto a restricciones impuestas para el cálculo de la FPP. El análisis FDH no asume convexidad en la FPP, pues esta se construye a partir de los datos de la muestra y del supuesto de libre disponibilidad. Este supuesto del FDH es que las entradas o salidas se pueden disponer libremente de ellos, por lo que es posible con la misma tecnología de producción reducir las salidas manteniendo el nivel de insumos y aumentar los insumos manteniendo en el mismo nivel de salidas. Por lo tanto, el análisis FDH proporciona una herramienta intuitiva que se puede utilizar para identificar las mejores prácticas en el gasto público y para evaluar cómo los gobiernos de los países van avanzando en comparación con estas mejores prácticas. Se puede resaltar que los investigadores que han aplicado sugieren que estas son más adecuadas para el análisis de la eficiencia del sector público. Las razones que sustentan esta afirmación es que no requieren de la especificación de precios a los que se valoren los costos o beneficios de la producción, pueden trabajar con multiplicidad de productos y no requieren supuestos sobre la tecnología de la producción. Por último, a diferencia de otro método no paramétrico como el Análisis Envolvente de Datos (DEA) es menos exigente pues primero tiende a obtener mayor número de Unidades de Decisión eficientes y de esta manera las Unidades de Decisión identificadas como eficientes por el DEA también lo son por el FDH.

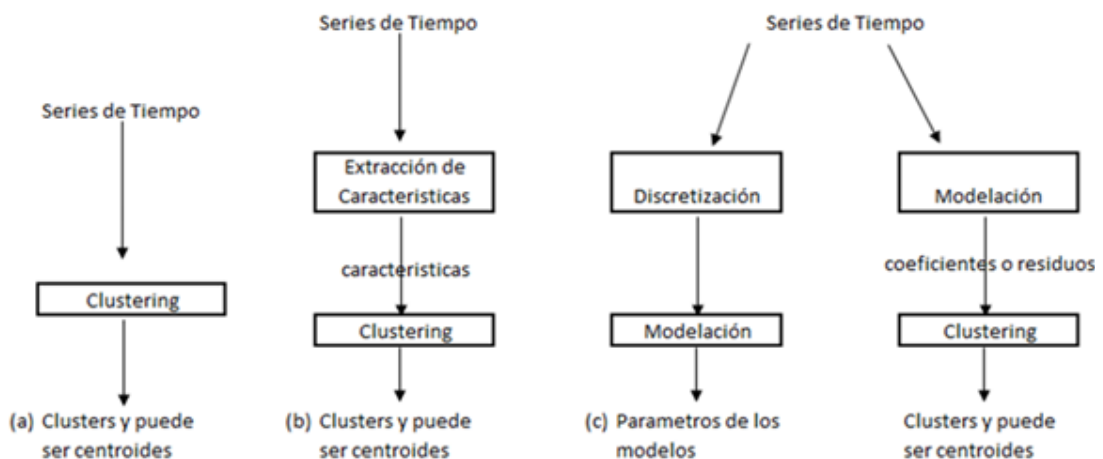
- El primer índice se refiere al mínimo gasto necesario para alcanzar un desempeño y el segundo señala el máximo desempeño que se obtiene dado un nivel de gasto determinado. Estos índices fueron considerados como el input para el desarrollo de la investigación y permitieron la construcción de una Frontera de Posibilidades de Producción escalonada. Cabe resaltar que las variables empleadas para la creación de indicadores no fueron controladas para la investigación, y se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1**  
Indicadores

Variable output	Variable input
Índice de Desempeño del Sector Público	X1: % de hogares que tienen servicio de internet
	X2: Promedio de años de estudios de 15 años a más
	X3: Tasa neta de secundaria de 12 a 16 años
	X4: Esperanza de vida al nacer
	X5: Tasa de mortalidad por 1000 nacidos vivos.
	X6: Población con al menos una necesidad básica insatisfecha.
	X7: Índice general de precios de consumidor.
	X8: Producto Bruto Interno a precios constantes de 2007.
	X9: Índice de precios al consumidor.
	X10: Tasa de desempleo de la población.

- Análisis descriptivo de las variables utilizando indicadores de tendencia y estacionariedad, con el propósito de encontrar algún comportamiento que pueda señalar alguna asociación entre las regiones a nivel general. Este análisis se aplicó tanto al índice de eficiencia insumos que permite obtener los mínimos niveles de gasto necesarios para alcanzar cada nivel de desempeño y al índice de eficiencia resultados que permite identificar los máximos niveles de desempeño posibles para cada nivel de gasto estableciendo en una escala del 1 al 7 para poder
- graduar el efecto de cada subíndice mediante la forma del cálculo del índice de competitividad global.
- Obtención de las agrupaciones de series de tiempo. Existen diversos algoritmos y enfoques disponibles para tal fin. Se pueden destacar tres en particular, los cuales se aprecian en la Figura 2: (a) enfoque basado en datos sin procesar, (b) enfoque basado en características y (c) enfoque basado en modelos.

**Figura 2**  
Enfoque de la agrupación de series de tiempo

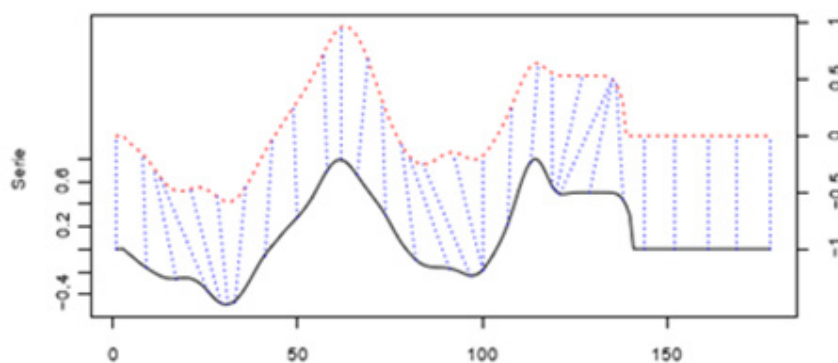


Nota. Maharaj et al. (2019)

Para el estudio de los índices en cuestión, se aplicó el análisis de conglomerado jerárquico basado en datos sin procesar que solo utiliza el método de distancia, para este caso se empleó la deformación dinámica del tiempo (DTW, por las siglas en inglés de Dynamic Time Warping). A modo de ejemplo, en la Figura 3 se presenta el alineamiento entre dos series temporales x (línea continua negra) e y (línea discontinua roja). En este caso,

los puntos iniciales y finales de la serie deben coincidir, pero otros puntos pueden deformarse en el tiempo para encontrar mejores coincidencias. Las líneas azules discontinuas ilustran cómo algunos puntos se asignan entre sí, mostrando cómo pueden deformarse en el tiempo (Sardá-Espinoza 2019)

**Figura 3**  
Gráfico de DTW



Nota. Sardá-Espinoza (2019)

El primer paso en DTW consiste en crear, para cada par de series comparadas, una matriz de costo local (LCM, por las siglas en inglés de Local Cost Matrix), de dimensión  $n \times m$ . Esto significa que los requisitos de memoria pueden crecer rápidamente a medida que se incrementa la extensión de la serie de tiempo. Considerando  $x$  e  $y$  como las series de entrada, para cada elemento  $(i, j)$  del LCM, se debe calcular la norma  $L_p$  entre  $x_i$  e  $y_j$ , como se define en la ecuación (1):

$$lcm(i, j) = \left( \sum_v |x_i^v - y_j^v|^p \right)^{1/p} \quad (1)$$

la cual denota explícitamente que las series multivariadas son compatibles siempre que tengan el mismo número de variables. Por tanto, tiene sentido hablar de una distancia de deformación dinámica del tiempo (DTW), donde  $p$  corresponde a la norma  $L_p$  que se usó para construir el LCM.

- Obtención de los prototipos. Se espera que todas las series dentro de un grupo sean similares entre sí, y es posible que el interés se encuentre en establecer una serie temporal que resuma de manera efectiva las características

más relevantes de todas las series de un grupo dado. Esta serie a veces se conoce como una serie promedio, y los prototipos también se denominan promedios o centroides de series temporales. A menudo se usa la media aritmética junto con la distancia euclidiana, y en muchas aplicaciones esta combinación es muy competitiva, incluso con datos multivariados. No obstante, debido a la estructura de las series de tiempo, la media podría ser una elección poco adecuada para los prototipos, e incluso podría perturbar la convergencia de un algoritmo de agrupamiento. Para evaluar la eficiencia de esta forma de generar el prototipo, es necesario utilizar indicadores de validación del clúster, como Calinski y Silueta. (Petitjean et al., 2011).

- Validación del número de grupos de series de tiempo obtenidos, mediante los criterios de CalinskiHarabaszylasilueta(Maharajetal.2019):

Calinski & Harabasz sugieren tomar el valor de  $g$ , el número de grupos, que corresponde al valor máximo del indicador CHC presentado en la ecuación (2):

$$CH_C = \frac{\frac{\text{traza}(B)}{C-1}}{\frac{\text{traza}(W)}{I-1}} \quad (2)$$

donde B es la matriz de dispersión entre grupos y W es la matriz de dispersión dentro del grupo. Al igual que con todas las técnicas para determinar el número de grupos, la evaluación de este criterio en un número dado de grupos, C, requiere el conocimiento de la membresía del grupo para determinar las matrices B y W, además  $T = W + B$ , donde T indica La matriz de dispersión total. En general, el número de grupos elegidos depende del método de clúster (y la implementación) utilizado.

**Criterio de silueta:** Considere una unidad  $i \in (1, \dots, I)$  que pertenece al grupo  $p \in (1, \dots, C)$ . Por ejemplo, mediante un algoritmo de agrupación c-medias, esto significa que la unidad i-ésima está más cerca del centroide de la agrupación p-ésima que de cualquier otro centroide. Supongamos que la distancia promedio (al cuadrado euclidiana) de la unidad i-ésima a todas las demás unidades pertenecientes al grupo p se denota por  $a_{ip}$ . Además, supongamos que la distancia promedio de esta unidad a todas las unidades que pertenecen a otro grupo q,  $q \neq p$ , se llama  $d_{iq}$ . Finalmente, dejemos que  $b_{ip}$  sea la distancia mínima calculada sobre  $q = 1, \dots, C, q \neq p$ , que representa la disimilitud de la unidad i-ésima con respecto a su grupo vecino más cercano. Luego, la silueta del i-ésimo objeto se define según la ecuación (5):

$$S_i = \frac{b_{ip} - a_{ip}}{\max(a_{ip}, b_{ip})}$$

donde el denominador es un término de normalización. Evidentemente, cuanto mayor sea el valor de  $S_i$ , mejor será la asignación de la unidad i-ésima al c-ésimo grupo. La silueta está definida como el promedio de  $S_i$  sobre  $i = 1, \dots, I$ .

La mejor partición se logra cuando la silueta se maximiza, lo que implica minimizar la distancia dentro del grupo ( $a_{ip}$ ) mientras se maximiza la distancia entre grupos ( $b_{ip}$ ).

Kaufman & Rousseuw (1990) señalan que cuando este coeficiente se acerca a uno, es indicativo de una estructura clara; por otro lado, valores muy bajos indican que se debe aplicar métodos alternativos para analizar el conjunto de datos. En la Tabla 2 se muestra una interpretación según estos autores de los valores de

los índices de silueta.

**Tabla 2**  
Clasificación del índice de la silueta

Índice de la silueta	Interpretación propuesta
0,71 - 1,00	Se ha encontrado una estructura sólida.
0,51 - 0,70	Se ha encontrado una estructura razonable.
0,26 - 0,50	La estructura es débil y posiblemente artificial. Se deben probar métodos adicionales en este conjunto de datos.
$\leq 0,25$	No existe estructura subyacente.

Para llevar a cabo los procedimientos estadísticos detallados, se emplearon los siguientes recursos informáticos: software R versión 4.2.1 y software RStudio versión 2022.02.3. Además, se utilizaron una serie de paquetes de R: dtwclust, cluster, tidyverse, ggghighlight, tseries, TSclust, TSdist, Kendall, TSA, aTSA, ggplot2 y trend.

## Resultados y Discusión

### Análisis descriptivo

Los patrones de serie de tiempo encontrados para los índices de insumo educación y resultados educación no presentan un comportamiento decreciente en ninguna de las regiones. Para el caso de los índices de insumo salud, sólo Junín muestra un patrón decreciente, pero en los índices de resultados salud varias regiones sí presentan este comportamiento, tales como Amazonas, Apurímac, Cajamarca, Huancavelica, Junín, Piura y San Martín. A excepción de Piura, se trata de regiones andinas y/o de ceja de selva. Este desarrollo viene de acuerdo con lo indicado en el índice de competitividad regional del Perú realizado por Marquina et al. (2019) resalta que Lima Metropolitana y las regiones de la Costa Sur obtienen mejores puntuaciones en el ranking de competitividad y que dieciocho regiones del Perú, que pertenecen a la Sierra y la Selva, se registran en una escala de competitividad extremo bajo.

Por otro lado, al analizar los índices de insumo general, ningún departamento muestra un comportamiento creciente, por el contrario, varias series presentan un patrón a la baja, tales como La Libertad, Piura, Loreto Ucayali, Huánuco, Pasco y Puno, que como

se puede apreciar no forman un patrón geográfico, sino que están distribuidas a lo largo del país. Para el índice de resultados general, las series no muestran un patrón ni creciente ni decreciente, a excepción de Apurímac (creciente).

### Número óptimo de conglomerados

Se aplicó el método jerárquico de series de tiempo considerando desde 2 hasta 10 conglomerados, utilizando los métodos de distancia de deformación dinámica del tiempo y euclidiana, así como los enlaces Ward y centroide. El mejor número de conglomerados resultó ser dos, tanto para el índice de eficiencia insumos como para el de resultados general como se aprecia en la Tabla 3. Se eligió el enlace Ward pues representa una menor variabilidad. Al utilizar el índice de Calinski y Harabasz para elegir un número de conglomerados, se llega al mismo resultado.

**Tabla 3**  
*Comparación de los métodos de distancias y función de enlace*

Distancia	Enlace	Índice de eficiencia-insumos generales	Índice de eficiencia-resultados generales
Deformación dinámica del tiempo	Ward	2	2
	Centroide	2	2
Euclidiana	Ward	2	2
	Centroide	2	2

Este valor óptimo de número de conglomerados (02) se dio también para el índice de eficiencia - insumos y eficiencia - resultados en salud (Tabla 4) así como el índice de eficiencia - insumos en educación, mas no para los índices de eficiencia - resultados en educación, donde se generan tres conglomerados (Tabla 5).

**Tabla 4**  
*Comparación de los métodos de distancias y función de enlace*

Distancia	Enlace	Índice de eficiencia-insumos generales	Índice de eficiencia-resultados generales
Deformación dinámica del tiempo	Ward	2	2
	Centroide	2	2
Euclidiana	Ward	2	2
	Centroide	2	2

**Tabla 5**  
*Comparación de los métodos de distancias y función de enlace*

Distancia	Enlace	Índice de eficiencia-insumos generales	Índice de eficiencia-resultados generales
Deformación dinámica del tiempo	Ward	2	3
	Centroide	2	2
Euclidiana	Ward	2	3
	Centroide	2	3

### Perfil de los conglomerados

Los departamentos que conforman el conglomerado 1, para el índice de eficiencia insumos – educación, se caracterizan por operar de manera óptima en cuanto al uso de sus recursos en educación, empleando menos del 5% del Gasto Público respecto al Valor Agregado Neto y liderando en asistencia y rendimiento escolar. Por otro lado, el conglomerado 2 muestra regiones que persisten en usar los recursos de manera inadecuada como Ayacucho, Apurímac, Huancavelica y Cusco. Un mayor detalle de esto puede verse en la Figura 4.

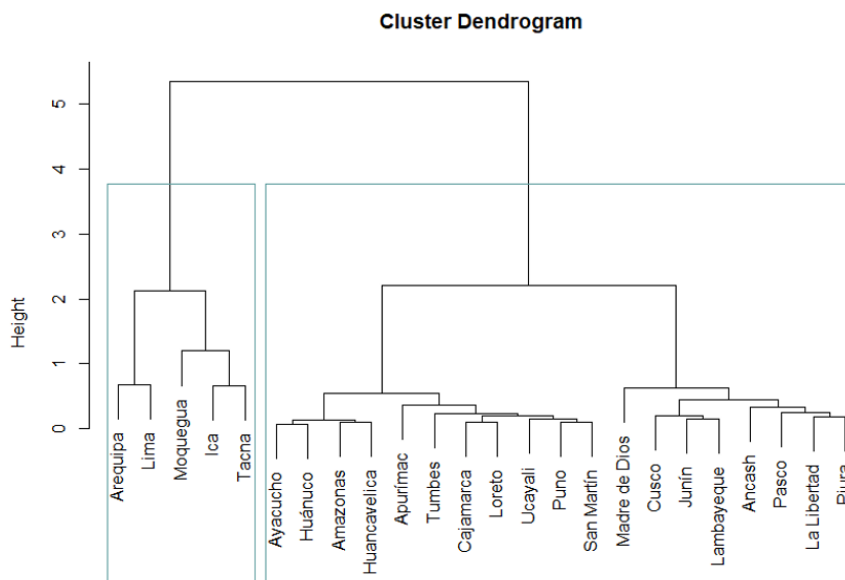
Por su parte, Alcalde (2019) encontró que las regiones de Cajamarca, Piura, La Libertad, Junín y Puno exhiben niveles de eficiencia superiores en educación básica en comparación con otras zonas, considerando el presupuesto público asignado a este fins. Por otro lado, como se puede apreciar en la Figura 4, en cuanto al índice de eficiencia resultados – educación, hay tres niveles diferentes: el grupo representado por San Martín presenta los peores resultados y necesita mejorar la asistencia y el presupuesto; los departamentos representados por Cusco están en un nivel intermedio y necesitan mejorar en la gestión administrativa; finalmente el tercer grupo, representado por Tacna, obtiene los mejores resultados y mantiene un buen comportamiento respecto al índice insumos, con mejores accesos a servicios y rendimiento en matemáticas y lectura. Esta idea es reforzada por Tam (2007) quien señala que a pesar de que el gasto aumenta más en las regiones más pobres, persisten diferencias importantes en el gasto educativo por estudiante, beneficiando a las regiones menos pobres.

Estos hallazgos sugieren la necesidad de establecer metas claras desde el gobierno central para reducir las inequidades mediante una redistribución del gasto

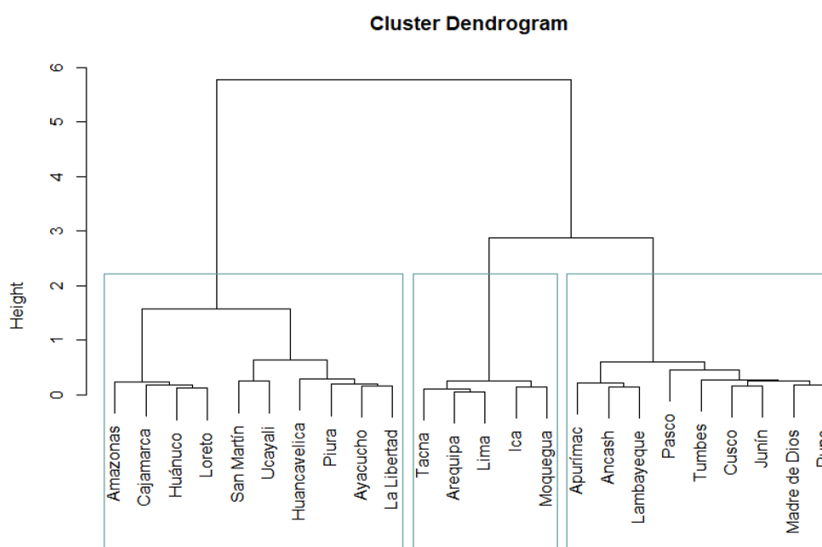
en favor de las regiones más necesitadas. Por lo tanto, aumentar el gasto o los recursos físicos y humanos no necesariamente llevará a mejores resultados educativos, a menos que se aborden los problemas nacionales de falta de políticas a largo plazo, coordinación entre el

Ministerio de Educación y organismos descentralizados, así como las deficiencias en los procesos educativos dentro de las Instituciones Educativas.

**Figura 4**  
Departamentos por conglomerados por índice de eficiencia insumos – educación



**Figura 5**  
Departamentos por conglomerados por índice de eficiencia resultados – educación



En cuanto al índice de eficiencia resultados en salud, las regiones con mayor presupuesto como Cajamarca emplean de manera inadecuada su presupuesto y no cuentan con el equipamiento adecuado. Por otro lado, un grupo reducido como Moquegua obtiene mejores resultados gracias a obras importantes como hospitales regionales y un aumento en la cantidad de profesionales

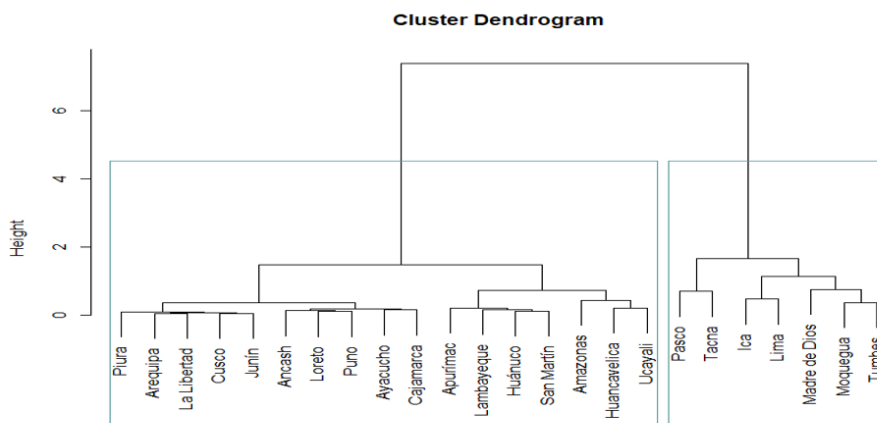
de la salud. Esta situación se aprecia en la Figura 7. Macetas (2020) señala que no siempre se observa una correlación entre un mayor gasto en una región y una mejora en los indicadores de salud. Algunas áreas con inversiones mínimas han logrado un alto rendimiento en términos de salud, mientras que también se confirma lo opuesto.



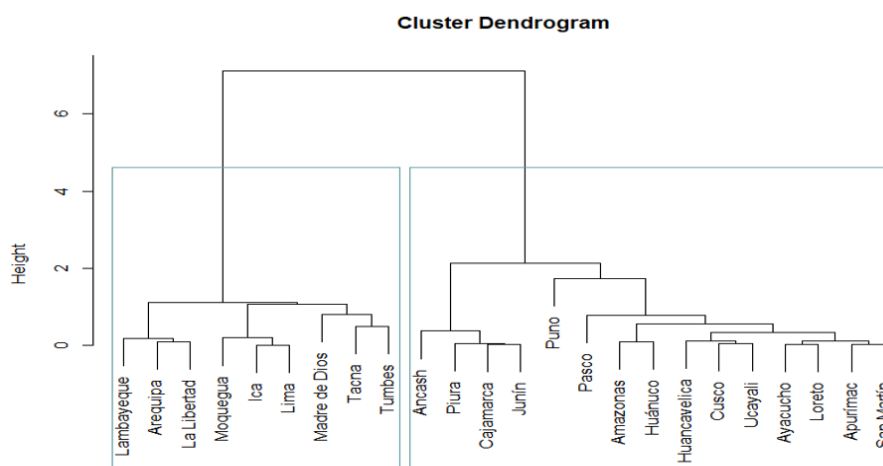
En cuanto a los índices de eficiencia insumos en salud, Madre de Dios, Moquegua y Tumbes mantienen el menor Gasto Público respecto al PBI y muestran buenos resultados en cobertura hospitalaria y desnutrición crónica, mientras que Ica y Lima, en comparación con el Producto Interno que generan, presentan un Gasto Público relativamente mayor. Esta proposición esta correlacionada con lo mencionado por Magallanes (2016), quien observó que las regiones con menos recursos financieros han tenido un mejor desempeño económico y social en comparación con aquellas con más recursos, lo que indica una falta de homogeneidad en su bienestar.

Las otras regiones que conforman este cluster requieren un mayor incremento en el Gasto Público por PBI para mejorar sus resultados debido a la burocracia o corrupción. Por otro lado, el clúster que obtiene los mejores resultados destaca por tener buenos indicadores en salud como la esperanza de vida al nacer y la cobertura hospitalaria. Esto se puede observar debido a las necesidades que cubre cada región como el caso de Moquegua que pidió presupuesto para equipar y crear el hospital regional como Lima que tiene la mayor población y por ende requiere de una mejor infraestructura hospitalaria. Estos patrones se observan en la Figura 6.

**Figura 6**  
Departamentos por conglomerados por índice de eficiencia insumos – salud



**Figura 7**  
Departamentos por conglomerados por índice de eficiencia resultados – salud



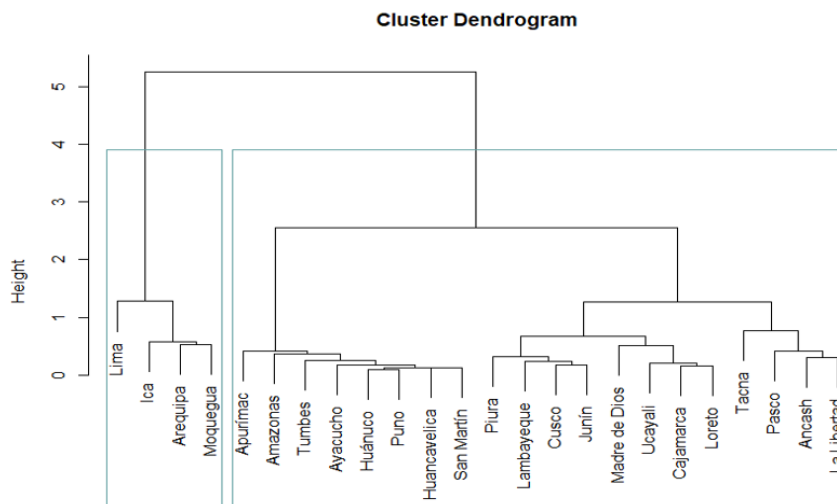
El índice de eficiencia insumos está relacionado con los sectores de salud y educación, que son los sectores más importantes. Tal como se observa en la Figura 8, se puede señalar que se mantiene una hegemonía por parte de las regiones que presentan los mejores resultados en

salud y educación, como es el caso de Lima, Moquegua e Ica. Este último departamento ha mejorado gracias a la intervención del sector público y el desarrollo laboral.

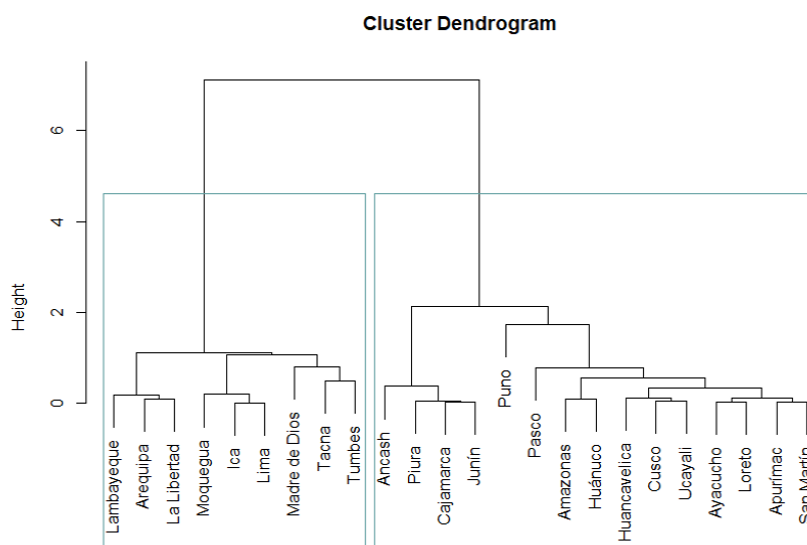
Se debe resaltar que el segundo cluster pertenece a los departamentos que mantienen los problemas endémicos en los sectores de salud y educación donde resalta las regiones asociadas al trapezio andino de la pobreza, como Huancavelica, Ayacucho, Apurímac y Cajamarca. El índice de eficiencia resultados es homogéneo al índice de insumos. Las regiones costeras tienen mejores resultados en infraestructura, economía, salud y educación, como se aprecia en la Figura 9 Lambayeque, La Libertad, Tacna y Tumbes obtienen mejores resultados al enfocarse en salud y educación, que al final generan un crecimiento que tendrá un impacto para el mediano y largo plazo.

Por su parte, Chunga (2021) evidenció ineficiencias en el ámbito de la educación y la salud en Perú, donde se invierte considerablemente en relación con los resultados obtenidos. Por ende, una propuesta recomendable es implementar una reforma en el sistema educativo que incluya nuevos planes de estudio y programas, con el objetivo de mejorar tanto los indicadores estudiantiles como la calidad docente. En lo que respecta al sector de la salud, se identifican carencias financieras, falta de recursos humanos y limitaciones en la capacidad de gestión gubernamental. En consecuencia, la estrategia en materia de salud debe centrarse en la reducción de estas disparidades.

**Figura 8**  
Departamentos por conglomerados por índice de eficiencia insumos.



**Figura 9**  
Departamentos por conglomerados por índice de eficiencia resultados



## Conclusiones

El algoritmo de agrupamiento de series temporales resulta ser una valiosa herramienta capaz de desvelar patrones latentes en los datos que, de otro modo, podrían resultar difíciles de identificar. En este caso particular, ha puesto al descubierto un patrón constante en los índices de eficiencia, tanto en insumos como en resultados. Esto demuestra que la relación entre la gestión del gasto público y la eficiencia no es evidente, ya que aumentar la inversión no garantiza mejoras. En cambio, destaca la importancia de mejorar la administración de los recursos públicos para lograr una mayor eficiencia y resultados deseados.

El análisis de conglomerados dividió los datos en dos grupos principales, uno con desempeño sobresaliente y otro con resultados más bajos en términos de eficiencia. Esta agrupación de datos facilita la identificación de áreas geográficas que requieren una mayor atención y enfoque en la mejora de su eficiencia en la gestión de recursos públicos por parte de los gobiernos, quienes pueden desarrollar políticas y programas específicos para mejorar su eficiencia y brindar servicios de alta calidad a sus ciudadanos.

Se sugiere emplear el método de estimación Tobit para examinar la relación entre los índices de eficiencia de insumos y resultados, junto con variables regionales. Esta metodología permitiría explorar con mayor profundidad los patrones observados, considerando tanto influencias externas como limitaciones en los datos. Al incorporar estas dimensiones, se obtendría una comprensión más completa de las interacciones entre la gestión de recursos públicos, la eficiencia y el contexto regional.

**Fuente de financiamiento:** Autofinanciado

**Conflicto de interés:** Los autores del artículo declaran que no existe ningún potencial conflicto de interés relacionado con el mismo.

## Referencias

- Afonso, A., Schuknecht, L., & Tanzi, V. (2003). Public Sector Efficiency: An International Comparison. Working Paper No. 242, 1-27.
- Alcalde, S. (2019). La eficiencia del gasto público en educación en las regiones del país durante el periodo 2007 – 2017 [Tesis para optar por el título profesional de Economista, Universidad Nacional de Trujillo]. Repositorio Institucional UNITRU. <http://dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/13386>
- Chunga, J. (2021). Eficiencia relativa del gasto público en el Perú comparado con los demás países de América del Sur [Tesis para optar por el título de Economista, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio institucional Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5048>
- Deprins, D., L. Simar, and H. Tulkens. (1984). Measuring Labor Inefficiency in Post Offices. In *The Performance of Public Enterprises: Concepts and Measurements*, ed. M. Marchand, P. Pestieau, and H. Tulkens, 243–267. Amsterdam: North-Holland.
- Fontalvo, T., Mendoza, A., & De la Hoz, E. (2020). Eficiencia del gasto público y privado en salud en los países de América Latina: 2000 - 2015. *Prospectiva*, 18(2).
- Galvis-Aponte, L. A. (2015). La Eficiencia del Gasto Público en Educación en Colombia. *Documentos de Trabajo sobre Economía Regional*, 75-98.
- Gwartney, J., Lawson, R., Park, W., Wagh, S., Edwards, C., & Ruggy, V. (2002). *Economic Freedom of the World: 2002 Annual Report*. The Fraser Institute.
- Kaufman, L., Rousseeuw, P. (1990). *Finding Groups in DATA. An introduction to cluster analysis*. Wiley.
- Machado, R. (2006). ¿Gastar más o Gastar mejor? La eficiencia del Gasto Público en América Central y República Dominicana. *Banco Interamericano de Desarrollo*, 1-31.

- Macetas, D. (2020). Análisis de la eficiencia del gasto en salud regional en Perú entre 2009 y 2018, ¿realmente estamos haciendo más con menos? [Trabajo de investigación para obtener el grado de bachiller en Economía y Finanzas, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. Repositorio Académico UPC. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/652187>
- Magallanes, J. (2016). Eficiencia económica de la inversión pública financiada con recursos del canon y regalías mineras en el Perú. *Anales Científicos*, 77(2), Pág. 309-318.
- Maharaj, E., D'Urso, P., & Caiado, J. (2019). *Time Series Clustering and Classification*. CRC Press.
- Marquina, P., Del Carpio, L. & Fajardo, V. (2019). Índice de Competitividad Regional del Perú 2019. Repositorio Institucional de la PUCP.
- Mueller, D. (1997). *Perspectives on Public Choice: A Handbook*, Cambridge.
- Pereyra, J. (2002). Una medida de la eficiencia del gasto público en educación. *Estudios Económicos*, 237-249.
- Persson, T., & Tabellini, G. (2001). Political Institutions and Policy Outcomes: What are the Stylized Facts? *Journal of Policy Modelling* 23, 433-467.
- Petitjean, F., Ketterlin, A., & Gançarski, P. (2011). A Global Averaging Method for Dynamic Time Warping, with Applications to Clustering. *Pattern Recognition*, 678 – 693.
- Rodrik, D. (2000). *Institutions for High-Quality Growth: What they are and how to Acquire them*. NBER Working Paper 7540.
- Sardá-Espinoza, A. (2019). Time-Series Clustering in R Using the dtwclust Package. *The R Journal*, 11 (01)
- Shleifer, A., & Vishny, R. (1998). *The Grabbing Hand: Government Pathologies and their Cures*. Cambridge: Harvard University Press.
- Strauch, R., & Hagen, J. (2000). *Institutions, Politics and Fiscal*. Boston: Kluwer Academic Publishers.
- Tanzi, V., & Schuknecht, L. (1997). Reconsidering the Fiscal Role of Government: The International Perspective. *American Economic Review*, 87(2), 164-168.
- Tanzi, V., & Schuknecht, L. (2000). *Public Spending in the 20th Century: A Global Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Verhoeven, M., Gupta, M., Tiongson, E. (1999). Does Higher Government Spending Buy Better Results in Education and Health Care? *International Monetary Fund*, 1999 (021). <https://doi.org/10.5089/9781451843897.001>