

# Análisis de eficiencia de los países de la OCDE para la generación de ingreso: Un estudio a través del Análisis de la Envolvente de Datos (DEA) del 2000 al 2020

Analysis of the efficiency of OECD countries for income generation: A study through the Data Envelope Analysis (DEA) from 2000 to 2020

Francisco Javier Ayvar Campos 

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Jorge Silva Trigueros 

Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, México

Correspondencia: francisco.ayvar@umich.mx, 0008083k@umich.mx

**RESUMEN.** El presente documento tiene como finalidad analizar la eficiencia técnica con la que los países de la OCDE fueron capaces de generar ingreso a partir de tres insumos, como lo son la formación bruta de capital, la población económicamente activa y la extensión territorial, en un periodo comprendido entre los años 2000 y 2020. El análisis se realizó a partir del concepto de desarrollo basado en el crecimiento económico, y utilizando el Análisis de la Envolvente de Datos (DEA, por sus siglas en inglés), un método no paramétrico de programación lineal, para la medición de la eficiencia. Los resultados muestran que seis naciones fueron capaces de mantener un nivel óptimo de eficiencia durante todo el periodo de estudio, como lo es el caso de Estados Unidos, Islandia, Japón, Luxemburgo, Países Bajos y Reino Unido; por su parte, Estonia y Suiza fueron capaces de mantener el mismo nivel durante quince de los veinte años de estudio; Noruega hizo lo propio durante diez años; mientras que Alemania, Corea del Sur, Eslovenia y Grecia lo consiguieron durante cinco años.

**Palabras clave:** DEA, Formación bruta de capital, PIB, OCDE.

**ABSTRACT.** The purpose of this paper is to analyze the technical efficiency shown by OECD countries to generate income from three inputs, such as gross capital formation, economically active population, and territory, in a period between 2000 and 2020. The analysis was based on the concept of development based on economic growth, and using Data Envelope Analysis (DEA), a non-parametric method of linear programming, for the measurement of efficiency. The results show that six nations were able to maintain an optimal level of efficiency throughout the study period, such as the United States, Iceland, Japan, Luxembourg, the Netherlands and the United Kingdom; Estonia and Switzerland, on the other hand, were able to maintain the same level for fifteen of the twenty years of study; Norway did the same for ten years; while Germany, South Korea, Slovenia and Greece achieved it for five years.

**Keywords:** DEA, Gross capital formation, GDP, OECD.

Recibido: 19/10/2023 Aceptado: 18/03/2024

## 1. INTRODUCCIÓN

La idea de que el crecimiento económico se encuentra ligado al desarrollo económico ha estado presente durante mucho tiempo en la teoría económica (Chamba, Bermeo y Campuzano, 2021), aunque más recientemente ha permeado de manera generalizada la idea de que el desarrollo no es, ni debería ser el único indicador a considerar para generalizar la forma en que se desenvuelven las economías y, por ende, se genera el bienestar en la sociedad (OCDE, 2022).

De esa forma, resulta claro que existe una relación directa y estudiada entre desarrollo y crecimiento económicos, pero también resulta cierto que dicha relación pareciera no ser idéntica para todos los países, en función de las características particulares de cada uno, entre las que pueden destacar la estructura gubernamental, el sistema de



gobierno, los equilibrios (y desequilibrios) verticales y horizontales, así como los rasgos intrínsecos de cada uno de ellos (Guzmán-Sánchez et al., 2022).

Gottshalk y Smeeding (1997), por su parte, consideran que el incremento en la desigualdad del ingreso y el desempleo se encuentra fuertemente impulsado por la creciente internacionalización de la economía y el mercado laboral, así como las reacciones del gobierno hacia los problemas sociales y económicos.

Es decir, pareciera que la realidad tiende a rebasar a la teoría, y que la modelización de escenarios que describan la actualidad es más compleja de lo que se ha pensado y de lo que se ha tratado de caracterizar a partir de diferentes ópticas. En ese sentido, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) (2020), diseñó el Índice para una Vida Mejor (*Better Life Index*), cuya finalidad es la de medir y comparar la calidad de vida entre los países miembros, que suman un total de 38 (Alemania, Australia, Austria, Bélgica, Canadá, Chile, Colombia, Corea del Sur, Costa Rica, Dinamarca, Eslovenia, España, Estados Unidos, Estonia, Finlandia, Francia, Grecia, Hungría, Irlanda, Islandia, Israel, Italia, Japón, Letonia, Lituania, Luxemburgo, México, Noruega, Nueva Zelanda, Países Bajos, Polonia, Portugal, Reino Unido, República Checa, República Eslovaca, Suecia, Suiza y Turquía). Dicho índice ha evolucionado a través de su existencia, con la idea de adaptarse constantemente a una realidad y sociedad dinámicas.

El índice, en su concepción inicial en el año de 2011, se basaba en 11 dimensiones clave de bienestar, como ingreso, empleo, educación, vivienda, salud, medio ambiente, relaciones sociales, satisfacción vital, balance trabajo-vida, seguridad y participación cívica. Con el paso del tiempo, se llegó al consenso de que la calidad de vida abarca más aspectos que los inicialmente planteados; por tanto, se incluyeron dimensiones adicionales, como lo son la seguridad personal y la vida política. A partir de la inclusión de dichas dimensiones, se reconoció y dejó constancia de que el bienestar abarca aspectos que trascienden a lo económico y lo social.

Tiempo después, la OCDE (2018) exploró la idea de que la modelación de un índice que evalúa la calidad de vida no podía ser únicamente construido a partir de indicadores cuantitativos, lo que planteó la participación de la ciudadanía en la toma de decisiones políticas y la inclusión de grupos marginados o vulnerables en la sociedad. En esa tesitura, el índice se adaptó a la personalización del índice por los propios individuos sujetos de estudio, situación que permite a las personas asignar pesos diferentes a las dimensiones según sus preferencias personales, reflejando así la idea central de que la calidad de vida es una experiencia subjetiva.

A pesar de que el índice para una vida mejor representa una buena aproximación para caracterizar el bienestar de la población en los diferentes países, observa también retos no menores cuando se trata profundizar en la descripción del estado de bienestar, partiendo de la consideración subjetiva de que es el individuo quien evalúa su nivel de satisfacción y, una vez más, dicha percepción se encuentra altamente sesgada por su contexto social, económico y cultural (Nieto, 2011).

Adicionalmente, en las dimensiones del índice que tocan al ingreso y a la vida laboral, siguen siendo vigentes y significativos los indicadores relacionados con el ingreso nacional, el ingreso *per cápita*, la población económicamente activa y, en menor medida, la formación bruta de capital; por lo tanto, para el caso del presente estudio, que busca medir la eficiencia de las naciones de la OCDE para la generación de ingreso, como una dimensión tangible y cuantitativa del bienestar, se considerará el PIB como variable dependiente.

Desde un contexto internacional, la evolución del PIB por regiones se caracteriza en la tabla 1, para el periodo de estudio, comprendido entre los años 2000 y 2020.

**Tabla 1.** Evolución del PIB por regiones entre 2000 y 2020 (dólares americanos a precios actuales)

Región	2000	2005	2010	2015	2020
África al sur del Sahara	4.24E+11	8.23E+11	1.46E+12	1.70E+12	1.71E+12
América del Norte	1.10E+13	1.42E+13	1.67E+13	1.98E+13	2.27E+13
América Latina y el Caribe	2.29E+12	2.86E+12	5.35E+12	5.38E+12	4.78E+12
Asia meridional	6.30E+11	1.05E+12	2.06E+12	2.70E+12	3.49E+12
Asia oriental y el Pacífico	8.37E+12	1.04E+13	1.71E+13	2.20E+13	2.71E+13
Estados pequeños del Caribe	3.45E+10	4.93E+10	6.49E+10	7.55E+10	6.60E+10
Europa Central y del Báltico	4.29E+11	8.86E+11	1.32E+12	1.29E+12	1.67E+12
Europa y Asia central	1.01E+13	1.68E+13	2.10E+13	2.05E+13	2.22E+13
Miembros OCDE	2.76E+13	3.76E+13	4.53E+13	4.74E+13	5.25E+13
Oriente Medio y Norte de África	1.05E+12	1.64E+12	2.98E+12	3.18E+12	3.16E+12
Unión Europea	7.28E+12	1.19E+13	1.46E+13	1.36E+13	1.54E+13

**Fuente:** Elaboración propia con base en información del Banco Mundial (2023a).

Como es de observarse, resulta claro que las regiones correspondientes a América del Norte, Asia Oriental y el Pacífico, Europa y Asia Central, Miembros de la OCDE y la Unión Europea, representan los ingresos más altos, lo cual corresponde con la realidad que, en su mayoría, se trata de las economías económicamente más fuertes.

**Tabla 2.** Evolución del PIB de los países de la OCDE entre 2000 y 2020 (dólares americanos a precios actuales)

País	PIB (dólares americanos a precios actuales)				
	2000	2005	2010	2015	2020
Alemania	1.95E+12	2.85E+12	3.40E+12	3.36E+12	3.89E+12
Australia	4.16E+11	6.95E+11	1.15E+12	1.35E+12	1.33E+12
Austria	1.97E+11	3.16E+11	3.92E+11	3.82E+11	4.35E+11
Bélgica	2.37E+11	3.86E+11	4.81E+11	4.62E+11	5.25E+11
Canadá	7.45E+11	1.17E+12	1.62E+12	1.56E+12	1.65E+12
Chile	7.82E+10	1.22E+11	2.17E+11	2.42E+11	2.54E+11
Colombia	9.99E+10	1.46E+11	2.86E+11	2.93E+11	2.70E+11
Corea	5.76E+11	9.35E+11	1.14E+12	1.47E+12	1.64E+12
Costa Rica	1.50E+10	2.00E+10	3.77E+10	5.64E+10	6.24E+10
Dinamarca	1.64E+11	2.64E+11	3.22E+11	3.03E+11	3.55E+11
Eslovenia	2.03E+10	3.62E+10	4.82E+10	4.31E+10	5.37E+10
España	5.98E+11	1.15E+12	1.42E+12	1.20E+12	1.28E+12
Estados Unidos	1.03E+13	1.30E+13	1.50E+13	1.82E+13	2.11E+13
Estonia	5.69E+09	1.41E+10	1.95E+10	2.29E+10	3.14E+10

Finlandia	1.26E+11	2.05E+11	2.49E+11	2.35E+11	2.72E+11
Francia	1.37E+12	2.20E+12	2.65E+12	2.44E+12	2.64E+12
Grecia	1.30E+11	2.48E+11	2.97E+11	1.96E+11	1.89E+11
Hungría	4.72E+10	1.13E+11	1.32E+11	1.25E+11	1.57E+11
Irlanda	1.00E+11	2.12E+11	2.22E+11	2.92E+11	4.26E+11
Islandia	9.03E+09	1.69E+10	1.38E+10	1.75E+10	2.16E+10
Israel	1.36E+11	1.47E+11	2.38E+11	3.03E+11	4.13E+11
Italia	1.15E+12	1.86E+12	2.14E+12	1.84E+12	1.90E+12
Japón	4.97E+12	4.83E+12	5.76E+12	4.44E+12	5.05E+12
Letonia	7.96E+09	1.70E+10	2.40E+10	2.73E+10	3.46E+10
Lituania	1.15E+10	2.61E+10	3.71E+10	4.14E+10	5.69E+10
Luxemburgo	2.12E+10	3.77E+10	5.62E+10	6.01E+10	7.40E+10
México	7.08E+11	8.77E+11	1.06E+12	1.17E+12	1.09E+12
Noruega	1.71E+11	3.10E+11	4.31E+11	3.88E+11	3.68E+11
Nueva Zelanda	5.26E+10	1.15E+11	1.47E+11	1.78E+11	2.13E+11
Países Bajos	4.17E+11	6.85E+11	8.47E+11	7.66E+11	9.10E+11
Polonia	1.72E+11	3.06E+11	4.76E+11	4.77E+11	5.99E+11
Portugal	1.19E+11	1.97E+11	2.38E+11	1.99E+11	2.29E+11
Reino Unido	1.67E+12	2.54E+12	2.49E+12	2.93E+12	2.70E+12
República Checa	6.18E+10	1.37E+11	2.09E+11	1.88E+11	2.46E+11
República Eslovaca	2.92E+10	6.28E+10	9.12E+10	8.89E+10	1.07E+11
Suecia	2.63E+11	3.92E+11	4.96E+11	5.05E+11	5.47E+11
Suiza	2.79E+11	4.18E+11	5.99E+11	6.94E+11	7.40E+11
Turquía	2.74E+11	5.06E+11	7.77E+11	8.64E+11	7.20E+11

Fuente: Elaboración propia con base en información del Banco Mundial (2023a).

Por su parte, la evolución del PIB para los países de la OCDE, en el mismo periodo de tiempo, puede consultarse en la tabla 2, en la que nuevamente se repite el mismo patrón de correspondencia entre ingresos altos que corresponden con las economías reconocidas como las más sólidas y pujantes.

Tabla 3. Evolución de la población económicamente activa total de los países de la OCDE entre 2000 y 2020 (personas)

País	Población activa total				
	2000	2005	2010	2015	2020
Alemania	39,865,801	41,239,999	41,949,335	42,660,629	43,501,190
Australia	9,523,255	10,426,942	11,661,196	12,554,514	13,590,200
Austria	3,899,806	4,046,427	4,302,610	4,497,039	4,638,300

<b>Bélgica</b>	4,416,525	4,626,679	4,893,955	4,989,597	5,167,188
<b>Canadá</b>	16,308,539	17,819,057	18,985,430	19,690,129	20,471,068
<b>Chile</b>	6,281,817	6,849,194	7,836,109	8,566,113	8,698,434
<b>Colombia</b>	17,858,301	19,445,700	22,128,149	24,759,081	24,932,942
<b>Corea</b>	22,867,804	24,332,457	25,419,751	27,788,180	28,597,159
<b>Costa Rica</b>	1,619,332	1,943,857	2,060,686	2,380,187	2,456,537
<b>Dinamarca</b>	2,853,060	2,893,154	2,888,564	2,895,364	3,028,252
<b>Eslovenia</b>	958,896	1,015,563	1,040,057	1,006,923	1,029,744
<b>España</b>	18,242,081	21,197,697	23,482,007	23,036,096	22,838,137
<b>Estados Unidos</b>	146,165,416	152,044,690	157,357,516	160,644,681	165,641,653
<b>Estonia</b>	677,885	673,381	682,870	682,934	700,236
<b>Finlandia</b>	2,583,129	2,632,616	2,678,175	2,699,822	2,751,071
<b>Francia</b>	27,582,517	29,016,873	30,022,647	30,494,746	30,379,167
<b>Grecia</b>	4,860,889	5,019,255	5,075,825	4,788,983	4,643,796
<b>Hungría</b>	4,187,699	4,272,899	4,298,779	4,587,119	4,724,407
<b>Irlanda</b>	1,862,430	2,151,141	2,252,263	2,285,833	2,432,234
<b>Islandia</b>	169,444	175,622	188,369	203,751	218,866
<b>Israel</b>	2,775,397	3,101,315	3,482,638	3,859,942	4,086,174
<b>Italia</b>	23,493,362	24,448,131	24,546,580	25,654,398	25,126,337
<b>Japón</b>	67,817,652	66,666,567	66,231,664	66,061,546	68,953,988
<b>Letonia</b>	1,095,654	1,094,452	1,059,977	1,009,906	988,585
<b>Lituania</b>	1,693,580	1,557,095	1,498,066	1,468,508	1,486,169
<b>Luxemburgo</b>	188,839	210,533	240,833	285,050	322,041
<b>México</b>	38,388,394	43,124,092	47,714,802	52,690,172	53,127,554
<b>Noruega</b>	2,406,851	2,438,548	2,605,468	2,762,042	2,832,047
<b>Nueva Zelandia</b>	1,943,274	2,194,998	2,328,293	2,535,320	2,893,601
<b>Países Bajos</b>	8,237,559	8,457,142	8,887,012	9,095,975	9,502,134
<b>Polonia</b>	17,472,615	17,594,853	18,055,100	18,332,404	18,245,536
<b>Portugal</b>	5,232,792	5,464,806	5,491,635	5,204,013	5,166,305
<b>Reino Unido</b>	29,511,805	30,813,208	32,236,187	33,614,102	34,633,314
<b>República Checa</b>	5,145,060	5,171,492	5,239,650	5,309,480	5,375,292
<b>República Eslovaca</b>	2,585,455	2,656,907	2,689,128	2,739,138	2,712,322
<b>Suecia</b>	4,486,903	4,690,191	4,938,836	5,177,181	5,462,300
<b>Suiza</b>	3,998,850	4,176,327	4,447,007	4,804,656	4,979,813
<b>Turquía</b>	22,057,291	22,722,966	25,813,718	30,767,621	31,643,711

**Fuente:** Elaboración propia con base en información del Banco Mundial (2023b).

En cuanto a los insumos, Jiménez, Tavera y Pérez (2014) retoman la teoría de Schumpeter que considera a la producción y su proceso como una combinación de dos insumos, el primero de ellos son las fuerzas materiales, compuestas por el factor trabajo, el factor tierra y el factor capital, y el segundo son las fuerzas inmateriales, compuestas por los “hechos técnicos” y los “hechos de organización social”.

En ese mismo sentido, en lo que toca a las variables independientes, la literatura sugiere que el ingreso nacional depende de la población económicamente activa, la formación bruta de capital y la disponibilidad de territorio (Becerra y Forero, 2023; Cerquera, Clavijo y Pérez, 2022; Guzmán-Sánchez, Piñancela-Márquez y Sotomayor-Pereira, 2022; Jiménez, Tavera y Pérez, 2014).

De forma análoga, si bien se considera que la variable correspondiente a la tierra, en este estudio caracterizada como territorio, ha cambiado su naturaleza a través del tiempo, en virtud de las diferentes actividades económicas y de la facilidad con que se ha arrendado tierra en países en vía de desarrollo por economías más fuertes con capital extranjero, también se considera que su peso específico es fundamental para la generación de riqueza, por lo cual resulta relevante su inclusión (Cedillo, Jumbo y Campuzano, 2018; Hernández, 2010; Panza, Paredes, Piedra y Guevara, 2022).

**Tabla 4.** Evolución de la formación bruta de capital de los países de la OCDE entre 2000 y 2020 (dólares americanos a precios actuales)

País	Formación bruta de capital (dólares americanos a precios actuales)				
	2000	2005	2010	2015	2020
Alemania	4.77E+11	5.55E+11	6.82E+11	6.63E+11	8.59E+11
Australia	1.09E+11	1.91E+11	3.08E+11	3.55E+11	2.95E+11
Austria	5.12E+10	7.53E+10	8.87E+10	9.09E+10	1.12E+11
Bélgica	5.63E+10	9.13E+10	1.11E+11	1.09E+11	1.28E+11
Canadá	1.54E+11	2.65E+11	3.80E+11	3.71E+11	3.67E+11
Chile	1.86E+10	2.85E+10	5.38E+10	6.21E+10	5.37E+10
Colombia	1.49E+10	3.15E+10	6.27E+10	6.98E+10	5.15E+10
Corea	1.90E+11	3.04E+11	3.72E+11	4.33E+11	5.24E+11
Costa Rica	3.11E+09	3.80E+09	7.47E+09	1.06E+10	1.01E+10
Dinamarca	3.67E+10	5.87E+10	5.82E+10	6.24E+10	8.05E+10
Eslovenia	5.86E+09	1.03E+10	1.08E+10	8.26E+09	1.08E+10
España	1.59E+11	3.39E+11	3.17E+11	2.27E+11	2.60E+11
Estados Unidos	2.43E+12	3.05E+12	2.81E+12	3.86E+12	4.43E+12
Estonia	1.62E+09	4.71E+09	4.21E+09	5.74E+09	9.83E+09
Finlandia	3.01E+10	5.04E+10	5.51E+10	5.09E+10	6.67E+10
Francia	3.07E+11	4.93E+11	5.81E+11	5.54E+11	6.26E+11
Grecia	3.37E+10	5.48E+10	5.34E+10	2.36E+10	2.83E+10
Hungría	1.33E+10	2.94E+10	2.80E+10	2.94E+10	4.28E+10
Irlanda	2.46E+10	6.42E+10	3.83E+10	7.52E+10	1.86E+11
Islandia	2.25E+09	4.87E+09	1.91E+09	3.40E+09	4.61E+09

Israel	3.46E+10	3.43E+10	5.02E+10	6.64E+10	9.84E+10
Italia	2.39E+11	3.93E+11	4.40E+11	3.14E+11	3.36E+11
Japón	1.41E+12	1.26E+12	1.30E+12	1.12E+12	1.28E+12
Letonia	1.95E+09	5.96E+09	4.87E+09	6.45E+09	7.60E+09
Lituania	2.17E+09	6.33E+09	6.73E+09	8.81E+09	7.99E+09
Luxemburgo	4.79E+09	8.10E+09	1.02E+10	1.14E+10	1.27E+10
México	1.63E+11	1.90E+11	2.41E+11	2.73E+11	2.05E+11
Noruega	3.74E+10	6.95E+10	1.08E+11	1.04E+11	1.15E+11
Nueva Zelanda	1.16E+10	2.92E+10	2.96E+10	4.12E+10	4.97E+10
Países Bajos	9.42E+10	1.40E+11	1.71E+11	1.72E+11	1.98E+11
Polonia	4.23E+10	6.09E+10	9.98E+10	1.00E+11	1.12E+11
Portugal	3.41E+10	4.61E+10	5.03E+10	3.16E+10	4.38E+10
Reino Unido	3.05E+11	4.55E+11	4.04E+11	5.21E+11	4.67E+11
República Checa	1.98E+10	4.05E+10	5.72E+10	5.26E+10	6.43E+10
República Eslovaca	7.91E+09	1.86E+10	2.23E+10	2.19E+10	2.12E+10
Suecia	6.02E+10	8.74E+10	1.14E+11	1.23E+11	1.37E+11
Suiza	7.60E+10	1.14E+11	1.55E+11	1.74E+11	2.20E+11
Turquía	6.51E+10	1.36E+11	2.08E+11	2.44E+11	2.27E+11

Fuente: Elaboración propia con base en información del Banco Mundial (2023c).

En virtud de los elementos anteriores, el estudio que se presenta, consideró como variable dependiente o *output* el Producto Interno Bruto (PIB), mientras las variables independientes o *inputs* serán la población económica activa (tabla 3), la formación bruta de capital (tabla 4) y la extensión territorial (tabla 5), la cual se considera que no ha variado a través del periodo de estudio.

Tabla 5. Extensión territorial de los países de la OCDE entre 2000 y 2020 (km<sup>2</sup>)

País	Extensión territorial (km <sup>2</sup> )				
	2000	2005	2010	2015	2020
Alemania	357,022.00	357,022.00	357,022.00	357,022.00	357,022.00
Australia	7,741,220.00	7,741,220.00	7,741,220.00	7,741,220.00	7,741,220.00
Austria	83,871.00	83,871.00	83,871.00	83,871.00	83,871.00
Bélgica	30,528.00	30,528.00	30,528.00	30,528.00	30,528.00
Canadá	9,984,670.00	9,984,670.00	9,984,670.00	9,984,670.00	9,984,670.00
Chile	756,102.00	756,102.00	756,102.00	756,102.00	756,102.00
Colombia	1,138,910.00	1,138,910.00	1,138,910.00	1,138,910.00	1,138,910.00
Corea	99,720.00	99,720.00	99,720.00	99,720.00	99,720.00
Costa Rica	51,100.00	51,100.00	51,100.00	51,100.00	51,100.00

<b>Dinamarca</b>	43,094.00	43,094.00	43,094.00	43,094.00	43,094.00
<b>Eslovenia</b>	20,273.00	20,273.00	20,273.00	20,273.00	20,273.00
<b>España</b>	505,370.00	505,370.00	505,370.00	505,370.00	505,370.00
<b>Estados Unidos</b>	9,833,517.00	9,833,517.00	9,833,517.00	9,833,517.00	9,833,517.00
<b>Estonia</b>	45,228.00	45,228.00	45,228.00	45,228.00	45,228.00
<b>Finlandia</b>	338,145.00	338,145.00	338,145.00	338,145.00	338,145.00
<b>Francia</b>	643,801.00	643,801.00	643,801.00	643,801.00	643,801.00
<b>Grecia</b>	131,957.00	131,957.00	131,957.00	131,957.00	131,957.00
<b>Hungría</b>	93,028.00	93,028.00	93,028.00	93,028.00	93,028.00
<b>Irlanda</b>	70,273.00	70,273.00	70,273.00	70,273.00	70,273.00
<b>Islandia</b>	103,000.00	103,000.00	103,000.00	103,000.00	103,000.00
<b>Israel</b>	21,937.00	21,937.00	21,937.00	21,937.00	21,937.00
<b>Italia</b>	301,340.00	301,340.00	301,340.00	301,340.00	301,340.00
<b>Japón</b>	377,915.00	377,915.00	377,915.00	377,915.00	377,915.00
<b>Letonia</b>	64,589.00	64,589.00	64,589.00	64,589.00	64,589.00
<b>Lituania</b>	65,300.00	65,300.00	65,300.00	65,300.00	65,300.00
<b>Luxemburgo</b>	2,586.00	2,586.00	2,586.00	2,586.00	2,586.00
<b>México</b>	1,964,375.00	1,964,375.00	1,964,375.00	1,964,375.00	1,964,375.00
<b>Noruega</b>	323,802.00	323,802.00	323,802.00	323,802.00	323,802.00
<b>Nueva Zelandia</b>	268,838.00	268,838.00	268,838.00	268,838.00	268,838.00
<b>Países Bajos</b>	41,543.00	41,543.00	41,543.00	41,543.00	41,543.00
<b>Polonia</b>	312,685.00	312,685.00	312,685.00	312,685.00	312,685.00
<b>Portugal</b>	92,090.00	92,090.00	92,090.00	92,090.00	92,090.00
<b>Reino Unido</b>	243,610.00	243,610.00	243,610.00	243,610.00	243,610.00
<b>República Checa</b>	78,867.00	78,867.00	78,867.00	78,867.00	78,867.00
<b>República Eslovaca</b>	49,035.00	49,035.00	49,035.00	49,035.00	49,035.00
<b>Suecia</b>	450,295.00	450,295.00	450,295.00	450,295.00	450,295.00
<b>Suiza</b>	41,277.00	41,277.00	41,277.00	41,277.00	41,277.00
<b>Turquía</b>	783,562.00	783,562.00	783,562.00	783,562.00	783,562.00

Fuente: Elaboración propia con base en información de Index Mundi (2020).

## 2. METODOLOGÍA

Referirse a la eficiencia implica partir de la concepción de la relación que existe entre los insumos consumidos y los bienes producidos (Torres, 1991); dicha definición es también la más próxima a lo que toca a la eficiencia técnica, entendida esta como la habilidad de maximizar el número de productos obtenidos por una DMU (Unidad de Toma de Decisiones, por sus siglas en inglés) a partir de una cantidad dada de insumos en un periodo establecido de tiempo (Bankole *et al.*, 2011; Kök & Deliktaş, 2003)

Así pues, partiendo de las definiciones de Ferguson y Gould (1978) y Torres (1991), entre menos insumos se requieran para la producción de un bien o servicio, mayor es la eficiencia. En ese sentido, se designará a los insumos como *inputs*, mientras que los bienes o servicios producidos serán los *outputs*.

La idea de la medición de eficiencia fue consolidada por Farrell (1957), a partir de la consideración de la posibilidad de la existencia de operaciones ineficientes que apuntaran a una frontera de producción conceptualizada como la comparación entre unidades similares, también conocida como *benchmark* (Sarafoglou *et al.*, 2006).

### **Tipos de eficiencia**

Según la teoría microeconómica, existen tres enfoques factibles para la evaluación de la eficiencia del gobierno, que son la eficiencia de escala, la asignativa y la técnica (Serrano, 2014). La eficiencia de escala considera rendimientos variables (crecientes o decrecientes) a escala en la frontera eficiente (Álvarez, 2013); así, la eficiencia de escala parte del supuesto de que las diferencias en el tamaño y la especialización de las DMUs inciden en una operación distinta y, consecuentemente, no todas ellas operan en su tamaño óptimo (Coelli *et al.*, 2003).

La construcción de una frontera de rendimientos constantes a escala (CRS, por sus siglas en inglés), facilita la comparación entre DMUs sin que su tamaño sea una consideración relevante; por el contrario, una frontera de rendimientos variables a escala (VRS, por sus siglas en inglés), facilita la comparación de las DMUs según su tamaño; es decir, organizaciones pequeñas serán comparadas con sus semejantes, mientras que las grandes se compararán con aquellas similares (Coelli *et al.*, 2003).

La eficiencia asignativa, por su parte, busca identificar la combinación de factores de producción que generan un mínimo costo (Álvarez, 2013); si bien pareciera que el fin perseguido por la eficiencia asignativa no difiere de la concepción general de eficiencia, resulta cierto que la eficiencia asignativa considera una gran diversidad de combinaciones que llevan a una misma producción, e identificar combinaciones que resultan mejores que otras. Este tipo de análisis de eficiencia resulta particularmente útil cuando se analizan entidades públicas, cuyas características permiten concebir cambios en los insumos y en los productos, remplazándolo por similares, de acuerdo a la disponibilidad de los mismos; de tal suerte que, la maximización de la eficiencia mediante la asignación, puede dividirse, para su estudio, en dos tipos: a partir de los insumos y a partir de los productos (Afonso y Fernandes, 2008).

La eficiencia técnica se define como el éxito de una organización en obtener el máximo rendimiento de un determinado conjunto de insumos, es decir, producir en la "frontera técnica" (Coelli *et al.*, 2003 y Álvarez, 2013). La medición de la eficiencia técnica adopta valores entre cero y uno, representando cero la total ineficiencia, y uno, la total eficiencia posible; cualquier valor entre cero y la unidad implica la operación de la DMU por debajo de la frontera.

Finalmente, la eficiencia puede ser analizada partiendo de la cantidad de *outputs* que se deben producir o de los *inputs* que se encuentran dados; así, cuando una DMU debe producir cierta cantidad de *outputs*, la eficiencia técnica se orienta a los insumos, es decir, la forma en que puede disminuir sus insumos y aun así, permanecer sobre la frontera de producción. Caso contrario, cuando se tienen dados los insumos, la eficiencia técnica se orienta a los productos, es decir, la forma en que se produzca la mayor cantidad a partir de los insumos dados (Coelli *et al.*, 2003).

### **Métodos para la medición de la eficiencia**

La literatura diferencia dos aproximaciones para la medición de la eficiencia: los métodos de no frontera y los métodos de frontera. Los primeros no requieren de comparaciones con otras unidades productivas similares, por lo tanto, la medición de la eficiencia realizada se considera absoluta (Peretto, 2017), sin embargo, los resultados suelen ser catalogados como simples, debido a que parten de la medición empírica del comportamiento y el rendimiento de las unidades productivas.

Entre los métodos de no frontera más utilizados se pueden enunciar los siguientes: indicadores o *ratios* financieros, el índice de productividad global (IPG) y la función de producción promedio.

Por su parte, los métodos de frontera consideran a una curva que describe la producción de las empresas que

se consideran eficientes (frontera de producción), y miden la distancia existente entre las organizaciones no eficientes y la frontera. Entre los métodos más comunes de frontera, se pueden considerar el análisis paramétrico (análisis de frontera estocástica, modelos ordinarios de regresión, modelos determinísticos de frontera, modelos de frontera estocástica y estimación de máxima verosimilitud) y el análisis no paramétrico, que basan su naturaleza en que no asumen una forma específica de la función de producción, y cuenta con la ventaja de que permite la inclusión de uno o varios insumos y productos (Orozco-Gallo, 2017).

Los modelos no paramétricos evalúan la eficiencia relativa de una DMU con respecto de sus similares, por medio de fronteras deterministas (Ávila & Cárdenas, 2012). Uno de éstos, es el modelo DEA, que tiene sus raíces en la programación lineal matemática, considerando como mínima la extrapolación y parte de pocas suposiciones, como lo es que la función de producción tiene una forma específica (Bogetoft & Otto, 2011).

### El análisis de la envolvente de datos (DEA)

Según Villareal y Tohmé (2017), DEA es una técnica no-paramétrica determinística que surge a raíz de la tesis doctoral de Rhodes (1978), y utiliza la programación matemática. Desde su publicación en la revista *European Journal of Operational Research*, la utilización del modelo ha crecido significativamente, principalmente en *benchmarking* de procesos logísticos, medición del desempeño de instituciones de educación, evaluación en la prestación de servicios sanitarios y de salubridad, comparativas entre oficinas regionales del sistema bancario, evaluación de la eficiencia en la prestación de servicios públicos, evaluación de la docencia en el ámbito académico, estudios sectoriales y regionales, entre otros (Restrepo & Villegas, 2011). Su objetivo es evaluar la eficiencia relativa de un conjunto de DMUs cuyas características las hacen homogéneas entre sí, de forma que, a partir de insumos similares produzcan bienes o servicios también similares.

Villarreal y Tohmé (2017) establecen que el objetivo de la programación lineal aplicada al modelo DEA, es evaluar la eficiencia relativa de un conjunto de  $n$  DMUs que producen similares *outputs* a partir de similares *inputs*. Dichos sistemas transforman una serie de  $m$  entradas en una serie de  $s$  salidas. Si  $m$  y  $s$  son iguales a 1, en el caso de un único *input* y un único *output*, la eficiencia relativa de cada sistema  $j$  puede evaluarse como la relación entre la cantidad de un único *output* y la cantidad de su único *input*, es decir:

$$\text{eficiencia } S_j = \frac{\text{salida}}{\text{entrada}_j} \text{ para } j = 1, \dots, n$$

Cuando se quieren evaluar  $n$  sistemas con más de un *input* y más de un *output*, la expresión de la eficiencia debe reescribirse como el cociente entre la suma ponderada de los *outputs* y la suma ponderada de los *inputs* (Villarreal & Tohmé, 2017).

### El *benchmarking*

El *benchmarking* es la evaluación relativa de desempeño, y se obtiene a través de la comparación sistemática a que se somete una organización con respecto de sus similares (Bogetoft & Otto, 2011). De manera práctica, se entiende como la comparación de entes, que pueden ser empresas, industrias u organizaciones, que producen bienes o servicios similares mediante la transformación de los mismos insumos. El *benchmarking* puede ser utilizado en diferentes escenarios, de entre los cuales, resaltan las comparaciones intraorganizacionales, extraorganizacionales y longitudinales, de panel o dinámicas.

Dado que el *benchmarking* permite la realización de comparaciones de varias DMUs en el mismo periodo de tiempo, resulta ser una herramienta interesante para economistas y los políticos, dado que el aumento en la producción es siempre relevante para el desarrollo (Cooper et al., 2004).

Sin importar si se trata de organizaciones lucrativas o no lucrativas, este tipo de análisis resulta relevantes, dado que permite aprender y comprender los aspectos que inciden en la eficiencia de unidades que, aunque similares en

constitución, operación y estructura, obtienen resultados diferentes para insumos similares en condiciones similares (Cooper et al., 2004).

### 3. RESULTADOS

Para la obtención de resultados, primeramente se tabularon los datos correspondientes a los tres *inputs* (población económicamente activa, formación bruta de capital y territorio) y al *output* (PIB) para los años disponibles (2000, 2005, 2010, 2015 y 2020), verificando la homogeneidad de los mismos. Posteriormente, para cada uno de los quinquenios se analizó la matriz de correlaciones, la inversión de matriz de correlaciones, la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) y Bartlett, la matriz anti-imagen, las comunalidades, la varianza total explicada y la matriz de componente, todo ello con el uso del programa IBM SPSS versión 29.0.1.0.

Habiéndose constatado la idoneidad de los valores y la correlación entre las variables, se analizó la eficiencia para cada uno de los quinquenios, con el uso del programa MaxDEA Ultra versión 9.1., que consideró la distancia radial entre las DMUs y la frontera de producción, una orientación al *output*, rendimientos variables a escala (VRS), una función de envolvente de datos convexa y obtención de *benchmarks*.

Obtenidos los resultados de las evaluaciones de eficiencia y *benchmark*, así como del análisis de los *slacks*, se obtienen resultados reveladores, sobre todo a la luz de las disparidades e inequidades presentes entre los treinta y ocho países de la OCDE.

Así pues, los resultados indican que Estados Unidos, Islandia, Japón, Luxemburgo, Países Bajos y Reino Unido, fueron los únicos países que obtuvieron una evaluación equivalente a la unidad, lo que implica que durante el periodo comprendido entre el 2000 y el 2020, operaron sobre la frontera de producción, con una eficiencia técnica total.

Por su parte, Estonia y Suiza fueron eficientes durante un periodo de quince de los veinte años del estudio; Estonia lo fue entre el 2000 y el 2015; mientras que Suiza lo fue entre el 2005 y el 2020. Noruega mantuvo la calificación perfecta durante la mitad del periodo de estudio, al operar sobre la frontera de producción en el periodo comprendido entre el 2000 y el 2010.

Alemania, Corea del Sur, Eslovenia y Grecia mantuvieron la calificación de total eficiencia durante un periodo de cinco años, todo ellos entre el 2015 y el 2020. Por otro lado, Lituania obtuvo la calificación perfecta en dos años específicos, que fueron el 2000 y el 2020; mientras que aquellos países que únicamente obtuvieron una calificación de eficiencia en un año específico, son Colombia (2000), Costa Rica (2005), Dinamarca (2010) e Irlanda (2020).

### 4. CONCLUSIONES

La realización de un análisis de eficiencia en la generación de ingreso nacional como una dimensión de bienestar, a partir de las variables identificada en la literatura, que corresponden a la población económicamente activa, la formación bruta de capital y la tierra, resulta relevante, en virtud de la disponibilidad de la información y de la novedad que un análisis desde la metodología DEA representa.

En cuanto a los resultados obtenidos, es interesante no solamente la identificación de aquellas DMUs que resultaron eficientes durante lo totalidad o varios periodos, lo cual no representa una sorpresa, en realidad, dado que se trata de economías sólidas que, en general, sobresalen en diferentes indicadores sobre la media de los países de la OCDE. Lo que resulta más relevante es lo que arrojan los análisis *slack*, que muestran que, en general, la formación bruta de capital de la mayoría de las naciones ha alcanzado su mayor potencial y, por tanto, no hay mucho margen para mejorar; en lo que toca a la población, resulta que sí es posible mejorar en diferentes naciones que no operaron sobre la frontera de producción; sin embargo, quizás el resultado más revelador es el correspondiente al territorio, siendo que los resultados sugieren que en muchos de los casos se puede mejorar significativamente el ingreso si se aumentara la disponibilidad de territorio.

En la realidad, esto debe ser interpretado no como la necesidad de expansión territorial de las naciones basada

en conflictos bélicos, pero sí como una oportunidad de incentivar la inversión en el extranjero como un medio para aumentar la producción, de acuerdo a la naturaleza productiva de cada uno de los países, lo cual resulta acorde a las conclusiones obtenidas por Becerra y Forero (2023), Guzmán-Sánchez *et al.* (2022), Fuente-Mella *et al.* (2012) y Jiménez *et al.* (2014).

Análisis posteriores, tomando en consideración más variables, podrían resultar necesarios y deseables, a efecto de consolidar los resultados de eficiencia obtenidos en la presente investigación.

## Referencias

- Afonso, A., & Fernandes, S. (2008). Assessing and explaining the relative efficiency of local government. *Journal of Socio-Economics*, 37(5), 1946–1979. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2007.03.007>
- Álvarez, A. (2013). *La medición de la eficiencia y la productividad* (E. Pirámide (ed.)).
- Ávila, J. A., & Cárdenas, O. J. (2012). El impacto de las transferencias condicionadas en la eficiencia técnica de las entidades federativas. *Finanzas Públicas*, 4(8), 89–124. <https://www.cefp.gob.mx/publicaciones/revista/2012/rfpv4n82012.pdf>
- Banco Mundial. (2023a). *Formación bruta de capital (% del PIB)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NE.GDI.TOTL.ZS?view=chart>
- Banco Mundial. (2023b). *PIB (US\$ a precios actuales)*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.CD?view=chart>
- Banco Mundial. (2023c). *Población activa, total*. <https://datos.bancomundial.org/indicador/SL.TLF.TOTL.IN?view=chart>
- Bankole, F. O., Osei-Bryson, K.-M., & Brown, I. (2011). ICT Infrastructure Utilization in Africa: Data Envelopment Analysis Based Exploration. *Proceedings of SIG Globdev AMCIS Workshop*, 1–19.
- Becerra, S., & Forero, C. (2023). Inversión extranjera directa y productividad en el marco del crecimiento económico de México. *SUMMA. Revista Disciplinaria En Ciencias Económicas y Sociales*, 15(1), 1–13. <https://doi.org/10.47666/summa.5.1.9>
- Bogetoft, P., & Otto, L. (2011). Benchmarking with DEA, SFA, and R. In *International Series in Operations Research & Management Science* (Vol. 157). [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7961-2\\_U6](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-7961-2_U6) - [http://www.worldcat.org/oclc/695386913\\_M4](http://www.worldcat.org/oclc/695386913_M4) - Citavi
- Cedillo, L., Jumbo, M., & Campuzano, J. (2018). Crecimiento económico del Ecuador: análisis econométrico desde Cobb Douglas, período 1990-2016. *Revista Espacios*, 39(47), 2–8. <http://www.revistaespacios.com/a18v39n47/a18v39n47p06.pdf>
- Cerquera, Ó., Clavijo, M., & Pérez, C. (2022). Capital humano y crecimiento económico : evidencia empírica para Suramérica. *Apuntes Del Cenes*, 41(73), 145–169.
- Chamba, J. L., Bermeo, L. A., & Campuzano, J. A. (2021). Variables determinantes en el crecimiento económico del Ecuador función Cobb-Douglass 2007-2019. *Sociedad & Tecnología*, 4(2), 109–122. <https://doi.org/10.51247/st.v4i2.98>
- Coelli, T., Estache, A., Perelman, S., & Trujillo, L. (2003). *Una introducción a las medidas de eficiencia para reguladores de servicios públicos y de transporte* (1st ed.). Banco Mundial en coedición con Alfaomega Colombiana, S. A. <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/274731468313863208/Una-introduccion-a-las-medidas-de-eficiencia-para-reguladores-de-servicios-publicos-y-de-transporte>
- Cooper, W., Seiford, L., & Zhu, J. (2004). *Handbook on Data Envelopment Analysis - International Series in Operations*

*Research & Management Science*. Kluwer Academic Publishers.

- de la Fuente-Mella, H., Vallina-Hernández, A., & Pino-Pizarro, J. (2012). Análisis de los determinantes del desarrollo económico. Un estudio econométrico comparativo entre Chile y otros sectores de diferentes niveles de desarrollo. *Horizontes Empresariales*, 1, 38–52.
- Farrell, M. J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)*, 120(3), 253–290. <https://doi.org/10.2307/2343100>
- Ferguson, C. E., & Gould, J. P. (1978). *Teoría microeconómica* (2nd ed.). Fondo de Cultura Económica.
- Guzmán-Sánchez, D., Piñancela-Márquez, L., & Sotomayor-Pereira, J. (2022). Determinantes del crecimiento económico de Chile, Perú y Ecuador durante el periodo 1990 al 2020. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(2), 43–55. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.2.1004>
- Hernández, J. (2010). Inversión pública y crecimiento económico: hacia una nueva perspectiva de la función del gobierno. *Economía Teoría y Práctica*, 33. <https://doi.org/10.24275/etpuam/ne/332010/hernandez>
- Index Mundi. (2020). *Mapa comparativo de países*. <https://www.indexmundi.com/map/?v=5&l=es>
- Jiménez, M., Tavera, M., & Pérez, F. (2014). Crecimiento económico en función de la formación bruta de capital, internet, fibra óptica y empleo en México. *Desarrollo Sustentable y Finanzas*, 950, 80–89. [http://ecorfan.org/bolivia/series/Topicos selectos de Recursos\\_V/Articulo 8.pdf](http://ecorfan.org/bolivia/series/Topicos selectos de Recursos_V/Articulo 8.pdf)
- Kök, R., & Deliktaş, E. (2003). Efficiency convergence in transition economies: 1991-2002 a non-parametric frontier approach. In *Kaos GL Dergisi*. <http://debis.deu.edu.tr/userweb//recep.kok/efficiency.pdf>
- Nieto, J. (2011). España en la OCDE: Avances Hacia El Estado De Bienestar. *Revista De Economía Mundial*, 28, 39–66.
- OCDE. (2018). Índice para una Vida Mejor. Enfoque en los países de habla hispana de la OCDE Chile, España, Estados Unidos y México. *Organización Para La Cooperación y El Desarrollo Económico*, 33(0), 13. [https://www.oecd.org/centrodemexico/Índice para una Vida Mejor resumen\\_130529.pdf](https://www.oecd.org/centrodemexico/Índice para una Vida Mejor resumen_130529.pdf)
- OCDE. (2020). *How's Life? 2020: Measuring Well-being* (Primera Ed). OECD Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/9870c393-en>
- OCDE. (2022). *¿Cómo va la vida? revela mejoras en el bienestar pero también una desigualdad persistente*. S.F. <https://www.oecd.org/centrodemexico/medios/comovalavidarevelamejorasenelbienestarperotambienunadesigualdadersistente.htm#:~:text=La OCDE desarrolló un marco,conexiones sociales y compromiso cívico.>
- Orozco-Gallo, A. J. (2017). Una aproximación regional a la eficiencia y productividad de los hospitales públicos colombianos. *La Salud En Colombia : Una Perspectiva Regional. Capítulo 6. Una Aproximación Regional a La Eficiencia y Productividad de Los Hospitales Públicos Colombianos. Pág.:173-209*, 37. <http://repositorio.banrep.gov.co/handle/20.500.12134/9356>
- Panza, J., Paredes, G., Piedra, T., & Guevara, M. (2022). Producto Interno Bruto Del Ecuador Mediante La Función De Producción Cobb-Douglas1. *Researchgate.Net, July*, 0–6. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.10372.40324>
- Peretto, C. B. (2017). Métodos Para Medir Y Evaluar La Eficiencia De Unidades Productivas. *Revista de La Escuela de Perfeccionamiento En Investigación Operativa*, 24(39), 5–25. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/epio/article/view/16540/16354>
- Restrepo, M. I., & Villegas, J. G. (2011). *Análisis Envolvente de Datos : Introducción y herramienta pública para su utilización* Palabras Clave : 27. <https://juangvillegas.files.wordpress.com/2013/08/restrepo-villegas-dea.pdf>
- Sarafoglou, N., Andersson, A. M., Holmberg, I., & Ohlsson, O. (2006). Spatial infrastructure and productivity in



- Sweden. *Yugoslav Journal of Operations Research*, 16(1), 67–83. <https://doi.org/10.2298/YJOR0601067S>
- Serrano, T. P. (2014). *El cumplimiento de las instituciones presupuestarias como determinante de la eficiencia de los gobiernos estatales en el uso de aportaciones: el caso del Fondo de Infraestructura Social Estatal* [Centro de Investigación y Docencia Económicas, A. C.].  
<http://datos.cide.edu/bitstream/handle/10089/17066/TES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Torres, L. (1991). Indicadores de Gestión para las Entidades Públicas. *Revista Española de Financiación y Contabilidad*, 20(67), 535–558. <https://www.jstor.org/stable/42780929>
- Villarreal, F., & Tohmé, F. (2017). Análisis envolvente de datos. Un caso de estudio para una universidad argentina. *Estudios Gerenciales*, 33(144), 302–308. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.06.004>