

# Eficiencia de las empresas de distribución eléctrica en el Perú

## **Trabajo Final de Máster**

Máster Universitario en Economía, Regulación y Competencia en los Servicios Públicos  
**Universitat de Barcelona**

## **Fecha:**

07/09/2021

## **Autor del Trabajo:**

Yahaira Lizeth Valdivia Zegarra

## **Director del Trabajo:**

Prof. Dr. Joan – Ramon Borrell



## **Resumen**

En los años noventa se optó por aplicar una política de privatizaciones en aras de mejorar la eficiencia en la atención de los servicios públicos, buscando la promoción de la inversión privada y la libre competencia. El presente trabajo tiene como objeto medir la eficiencia de las empresas en la actividad de distribución eléctrica en el Perú luego del proceso de privatización, dado los resultados en cuando a la expansión de nueva infraestructura y la problemática generada a causa de demoras por parte de las empresas públicas. Para ello, se utiliza la metodología DEA que permite comparar los índices de eficiencia de 13 empresas de distribución de electricidad del Perú entre los años 2008 y 2020.

**Palabras clave:** Distribución Eléctrica; Privatización; DEA; Empresa Pública; Empresa Privada.

## **Agradecimientos**

Agradezco a mí familia por su apoyo incondicional para seguir adelante y cumplir mis metas. A los profesores del Máster, profesionales que a pesar de las condiciones que nos tocó a travesar, se entregaron con la dedicación de siempre para impartir conocimiento, entre ellos al Profesor Joan-Ramón Borrell como coordinador y guía de este trabajo a través de sus comentarios. A mis amigos Yuliana y Jancarlos, que con sus comentarios y sugerencias han contribuido a redactar este trabajo. Así también a Ronald, quien me apoyo y acompañó desde el inicio para participar en el Máster.

La responsabilidad de cualquier error u omisión que contenga la versión final del trabajo corresponde en exclusiva al autor/a del trabajo.

## 1. Introducción

A inicios del siglo XX la provisión de servicios se encontraba bajo la iniciativa privada con un desempeño adecuado en contraste a la participación del sector público, el cual era muy reducido. Como el tiempo, el desarrollo económico exigía de esfuerzos para responder al crecimiento de la demanda, la cual no podía ser atendida ya por la empresa privada debido a bajos incentivos.

Durante la década de los años sesenta, se impulsó la creación de empresas públicas para que el Estado contara con una estructura empresarial en mejora de la eficiencia de los servicios públicos en contraste a las entidades privadas, dando lugar a la aparición de empresas monopólicas y verticalmente integradas que permitieron la expansión de los servicios públicos. En la década de los ochenta este modelo presentó dificultades en Latinoamérica, ya que muchas empresas públicas sumergieron a los Estados en grandes niveles de inflación y gasto público, generando desconfianza en la sociedad sobre las acciones que estas empresas realizaban. Particularmente, el sector eléctrico en Perú presentó bajos niveles de inversión en nueva capacidad de generación y la cobertura eléctrica no superaba el 50% a nivel nacional. Asimismo, el surgimiento de grupos terroristas en protesta a las políticas del Gobierno causó atentados a la infraestructura eléctrica, causando la interrupción del servicio en diversas ciudades del país.

Llegado los años noventa el Perú y toda Latinoamérica enfrentó un proceso de transformación para mejorar el uso eficiente de los recursos en la provisión de servicios públicos, estableciendo una política de liberalización y privatización para la mejora de la competitividad y la eficiencia, optándose en el caso del sector eléctrico por la separación de actividades definidas en: generación, transmisión, distribución y, en algunos países, comercialización. A partir de la implementación esta política, la actividad de generación es hoy un mercado competitivo con una importante participación del sector privado. El monopolio natural se mantuvo en la actividad de transmisión y distribución, siendo la primera privatizada totalmente, pero en la actividad de distribución persiste la presencia del Estado como administrador.

Años después, las empresas públicas de distribución eléctrica no privatizadas vienen presentando deficiencias en la gestión y retrasos en la ejecución de infraestructura, provocando racionamientos de energía que dificultan la atención de nuevos clientes; sobrecostos debido al uso de generación de emergencia; y, retrasos de inversión que generan pérdida de competitividad. Esta situación no se registró en áreas de concesión donde operan las empresas privadas de distribución, cuyos niveles de atención y cobertura bordean el 100%; por lo cual, los hacedores de política hoy en día siguen considerando la posibilidad de retomar un proceso de privatización inconcluso.

Sobre este comportamiento entre las empresas, estudios sobre la actuación de la empresa privada frente a la empresa pública han determinado que esta última puede ser ineficiente, debido a los objetivos diferentes que persiguen como lo abordan Kay y

Thomson (1986), Cremer (1991) y De Fraga y Delbono (1989). Por un lado, la empresa privada maximiza sus beneficios y por el otro la empresa pública busca maximizar el bienestar social. Por su parte, Shappigton y Sidak (2004) demuestra que incluso las empresas públicas podrían tener incentivos a realizar prácticas anticompetitivas, o aplicar precios predatorios como lo señala Borrell y Suarez (2021). Asimismo, existen estudios que han evaluado el efecto de la política de privatizaciones en el sector eléctrico, como los desarrollados por Steiner (2000) y Andres, Foster & Guasch (2006) quienes estiman resultados positivos en cuanto a eficiencia.

Es así que, teniendo en consideración el efecto de las reformas efectuadas en el sector eléctrico peruano a partir de la política de privatizaciones, el presente trabajo propone la aplicación de la metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA) para evaluar la eficiencia de las empresas de la actividad de distribución eléctrica en Perú durante los últimos 13 años, dado las condiciones y problemática que viene presentado dicha actividad respecto a la ejecución de nueva infraestructura eléctrica, de manera tal que el presente estudio contribuya con mayor información y metodología para la medición de la eficiencia de las empresas bajo el ámbito de la actividad pública frente a los agentes privados.

## **2. Privatizaciones: marco teórico y el caso del sector eléctrico del Perú**

### ***2.1. Revisión de la literatura sobre las privatizaciones***

La literatura microeconómica aborda la discusión sobre el efecto de la política de privatizaciones a partir del objeto que cada una persigue: la empresa privada busca maximizar beneficios y la empresa pública busca maximizar el bienestar. Tal y como lo mencionan Kay y Thompson (1986) existe una paradoja de la privatización, vista como una política que contribuye a la eficiencia económica bajo el pensamiento de que la administración del sector privado cuenta con incentivos diferentes y más exigentes a diferencia de la administración pública. Partiendo de la experiencia del proceso de privatización realizado en el Reino Unido entre 1979 y 1980, señalan que la política de privatización resulta la solución extrema a los problemas de rendimiento económico, gerencia y control de las industrias que se encuentran bajo la administración pública, precisando que no es que las empresas privadas sean más eficientes, sino que las propias presiones del mercado eliminan de manera más efectiva a las empresas de bajo desempeño en comparación con el sector público.

Otros estudios se han encargado de demostrar la ineficiencia de las empresas públicas en el mercado. Cremer (1991) y De Fraga y Delbono (1989) utilizan supuestos de un mercado oligopólico mixto de bienes homogéneos para mostrar que la presencia de empresas públicas puede resultar perjudicial aún cuando su principal objetivo es maximizar el bienestar. De manera complementaria, Shappigton y Sidak (2004) muestran que incluso las empresas bajo la administración pública podrían tener fuertes incentivos para realizar prácticas anticompetitivas de manera mucho más agresiva que la

empresa privada, a través de la manipulación de información contable con la finalidad de subestimar los costos marginales y sobreinvertir en capital para la reducción de los costos marginales de producción, teniendo estas prácticas efectos negativos sobre el bienestar de la sociedad. Asimismo, Rees (1988) explica la ineficiencia de las empresas públicas utilizando la teoría del principal (gobierno) y el agente, haciendo extensivo el uso del modelo de selección adversa o el problema de compatibilidad de incentivos. Además, Borrell y Suarez (2021), aplicando un modelo de duopolio mixto de empresa pública que busca maximizar sus beneficios y su escala de producción, señalan que mientras la escala de producción sea mayor, las empresas públicas presentan incentivos para establecer precios predatorios en el mercado; y el sacrificio de los beneficios que realicen dependerá de que tan marcadas están las diferencias en el costo de eficiencia entre las empresas públicas y privadas.

Por su parte, Nett (1994) utiliza un modelo de duopolio mixto que tiene la oportunidad de elegir entre diferentes tecnologías, y diferentes funciones de producción que dependen de los niveles de inversión en I + D, para demostrar que la empresa privada tiene incentivos de operar a costos variables más bajos, pero costos fijos más altos en comparación a una empresa pública, lo que no significa que exista una producción ineficiente por parte de la empresa pública bajo dicha situación. Dicho argumento se basa en lo señalado por Rees (1984) respecto a que existen razones por las cuales los directivos de una empresa pública pueden perseguir sus propios objetivos preocupándose por el estatus, el número de empleados, entre otros.

Para Fershtman (1990) el análisis de la política de privatización no solo debe tomar en cuenta los objetivos de las empresas, sino además la estructura del mercado donde están realizando sus operaciones, considerando las posibles implicancias sobre los incentivos a la entrada, la disuasión de la entrada al mercado o la posición del titular como monopolio natural, demostrando de esta manera la posibilidad de que una empresa no sea un monopolio natural mientras sea privada, pero que el cambio de propiedad puede convertirla en uno, afirmando de esta manera que el cambio de mercado tiene efectos significativos sobre la estructura del mercado. Esta idea es perfectamente complementada por lo señalado por Kay y Thompson (1986) quienes consideran que el desempeño superior por parte del sector privado depende principalmente por los mercados competitivos. En el caso de mercados con características de monopolio natural como el gas, agua o la electricidad o que muestran restricciones regulatorias como el transporte aéreo, la calificación crediticia de las empresas refleja la escala de sus operaciones más que su eficiencia, por lo que una posible adquisición por parte del sector privado tendría un efecto no significativo debido al tamaño de la empresa o las propias restricciones regulatorias del mercado.

De otro lado, Shleifer y Vishny (1994) estudian el comportamiento de la empresa privada frente a la empresa pública cuando los políticos toman decisiones para influenciar a las empresas a seguir objetivos políticos. Bajo esta idea, consideran que la empresa pública es altamente ineficiente como resultado de las presiones políticas que

ejercen control sobre ellas, como el exceso de trabajadores, obteniendo beneficios solo los políticos allegados al gobierno. De manera complementaria, Boycko, Shleifer y Vishny (1996) señalan que la privatización de empresas públicas contribuye a reducir estas ineficiencias debido a que los pagos realizados a las empresas privadas para mantener ineficiencias de mano de obra y contratación no son políticamente sostenibles a diferencia, por ejemplo, de una política de subvenciones a empresas públicas.

Con relación al sector eléctrico, existen estudios que han evaluado el efecto de las privatizaciones considerando su impacto sobre la eficiencia del mercado. Steiner (2000) señala que es posible evaluar el efecto de la privatización en sí misma, acompañada de la liberalización, sobre el desempeño de la industria eléctrica a partir de las reformas que tienen como efectos el incremento de la competencia, patrones institucionales y de propiedad que se encuentran correlacionadas con mejoras en el desempeño. Para ello, utiliza indicadores regulatorios y de estructura industrial sobre la eficiencia y los precios, aplicando la técnica de datos panel con 209 observaciones para el periodo 1986-1996 en países de la Unión Europea. La principal conclusión del estudio es que las reformas regulatorias que buscan la separación vertical de los servicios, la determinación de precios de mercado y la privatización, han tenido impactos favorables sobre la eficiencia. Asimismo, posibles efectos sobre los precios dependerán de la habilidad de las políticas regulatorias. Sin embargo, se señala que el estudio realizado por Steiner (2000) presenta algunas deficiencias empíricas debido a que los indicadores de desempeño son aproximaciones imperfectas a la eficiencia y a los precios, y presenta problemas de comparabilidad entre países puesto que la información es enviada por las administraciones nacionales los que difieren en cuando a definiciones de información. Asimismo, el modelo utilizado no aísla el efecto de la estructura de la industria eléctrica.

Un estudio un poco más reciente es el realizado por Andres, Foster & Guasch (2006) para el Banco Mundial, quienes analizan el impacto de las privatizaciones sobre el desempeño de 116 empresas eléctricas de 10 países de Latinoamérica durante los años noventa. Dicho estudio resulta un primer análisis sistémico del impacto de la privatización en el sector de distribución eléctrica, utiliza datos de panel desequilibrado de indicadores clave para cada país de análisis, incluye indicadores considerados en estudios previos como producción, empleo, productividad, eficiencia, calidad, cobertura y precios; y evalúa tres etapas: antes, transición y después de la privatización, permitiendo identificar efectos de corto y largo plazo. El estudio de Andres, Foster & Guasch (2006) considera dos metodologías: (i) diferencia de medias y medianas en cada periodo para probar la importancia de cambios entre periodos, y (ii) utiliza un modelo econométrico que captura efectos fijos de las empresas, tendencias temporales y correcciones de heterocedasticidad. Entre los resultados más importantes se encuentra que cambios en la propiedad de las empresas sugieren mejoras significativas en la productividad laboral, eficiencia y calidad del servicio los cuales ocurren en mayor proporción durante el periodo de transición. Asimismo, en el periodo después, luego de dos años del cambio de propiedad se tiene mejoras mucho más modestas.

La literatura económica es amplia en mostrar los supuestos y características de los mercados en los que opera la empresa pública y la empresa privada, no solo en un mercado competitivo, si no también cuando existe la presencia del monopolio natural como el caso de la actividad de distribución eléctrica; así como las implicancias de la decisión de optar por la privatización como una herramienta de política para corregir los problemas de gestión de la empresa pública. Al respecto, resulta relevante conocer cuál ha sido el desempeño de las empresas de la actividad de distribución eléctrica en el Perú después de un proceso de privatización inconcluso, considerando el bajo resultado de inversiones en mejora y ampliación de la infraestructura eléctrica de servicio público por parte de las empresas bajo la administración pública, lo cual viene registrando efectos negativos para contar con suministro eléctrico confiable al consumidor final.

En los años ochenta, las empresas públicas en Latinoamérica perdieron eficiencia debido a déficits fiscales, corrupción política y presencia de sindicatos (con interés en salarios más altos), obteniendo resultados negativos en su actividad social. Dicho contexto promovió una política de privatización para la mejora de la eficiencia y calidad del servicio, desarrollo de competencia, acceso a capital privado, entre otros; medidas con efectos directos en la disminución de la pobreza y crecimiento del empleo. Sin embargo, algunos países enfocaron la política en sectores específicos para evitar el cierre de empresas; o mostraron su oposición.

Las condiciones para la aplicación de la política de privatización fueron favorables, pero también existía preocupación respecto a la adecuada distribución de las compensaciones recibidas, o su efecto sobre mercados monopolísticos regulados y sus beneficios para los consumidores. Para la Corporación Financiera Internacional (CFI)<sup>1</sup> del Banco Mundial (1995) los mercados podían ser separados en diferentes actividades para aprovechar sus ventajas, permitiendo en algunos casos la introducción de competencia; asimismo, señala que donde hay evidencia de la existencia de monopolio existen logros derivados de la privatización como la obtención de un mejor servicio y más barato; y aún si el monopolio se mantiene luego de la privatización, se evidencia buenos resultados para los consumidores.

## ***2.2. Liberalización y Privatización del sector eléctrico peruano***

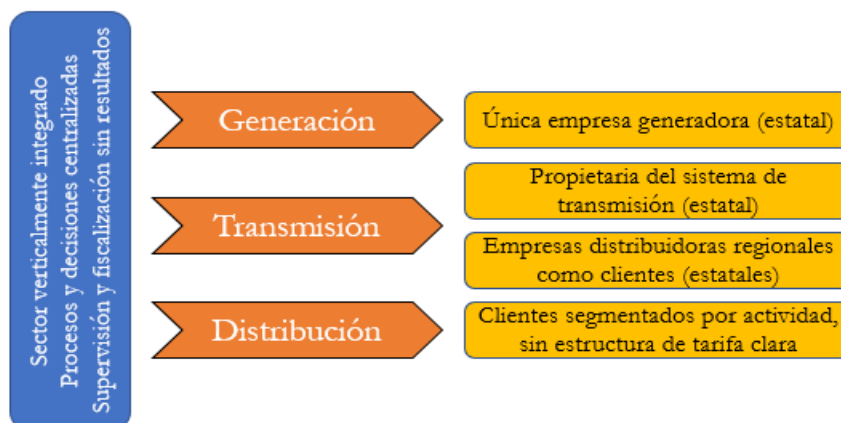
De acuerdo con Campodónico (1999), en los años setenta el sector eléctrico peruano se desarrollaba con la presencia de empresas públicas monopolísticas y verticalmente integradas, con buenos resultados por el alto nivel de inversión pública<sup>2</sup>. Sin embargo, como indica Ruiz (2002), desde 1980 la crisis financiera y los problemas de gestión de las empresas públicas impedían al Perú cumplir los compromisos generados por la deuda externa, impulsando el proceso de privatizaciones en el país.

---

<sup>1</sup> Miembro del Banco Mundial fundada en 1956 encargada de promover el desarrollo económico al incentivar el crecimiento del sector privado en países en desarrollo mediante la creación de nuevos mercados.

<sup>2</sup> Entre 1970 y 1980 el sector eléctrico fue el principal impulsor de la inversión pública en el Perú alcanzando niveles de 5.26% del PBI.

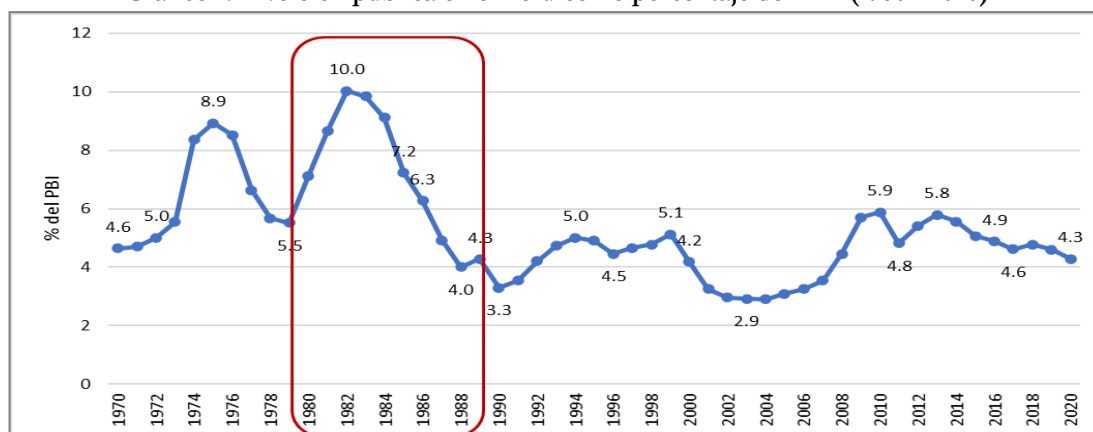
### Ilustración 1. Esquema del sector eléctrico peruano antes de la primera reforma



Fuente: Osinergmin. Elaboración: Propia

Antes de 1992 las actividades y decisiones de operación eran tomadas de manera centralizada. Los procesos de supervisión y fiscalización respecto a la actividad de las empresas no tenían resultados positivos.

### Gráfico 1. Inversión pública en el Perú como porcentaje del PBI (1970 - 2020)



Fuente: Banco Central de Reserva del Perú. Elaboración: Propia

Entre 1980 y 1990, la inversión pública en Perú descendió producto del déficit generado por la operación de las empresas públicas, pasando de 10% hasta su mínimo de 4% en dicho periodo.

A partir de 1990, el Gobierno peruano implementó reformas estructurales para reducir la intervención estatal, solucionar las distorsiones económicas, y mejorar las condiciones para la participación del sector privado en la economía. Para ello, desarrolló una agresiva política de privatización de empresas públicas mediante la emisión de diversos dispositivos legales para incentivar la participación privada. En relación al sector eléctrico, en 1992 se publicó el Decreto Ley N° 25844, Ley de Concesiones Eléctricas (LCE), que reemplaza la Ley General de Electricidad vigente desde 1982, introduciendo un nuevo modelo de mercado y el marco regulatorio para el fomento de la inversión privada en el sector, la eliminación del monopolio del Estado mediante la separación de actividades: generación, transmisión y distribución (incluye la comercialización de electricidad), introducción de competencia en la generación, tarifas reguladas mediante un modelo de costos marginales del sistema, la creación de un operador del sistema (Comité de Operación Económica del Sistema Eléctrico



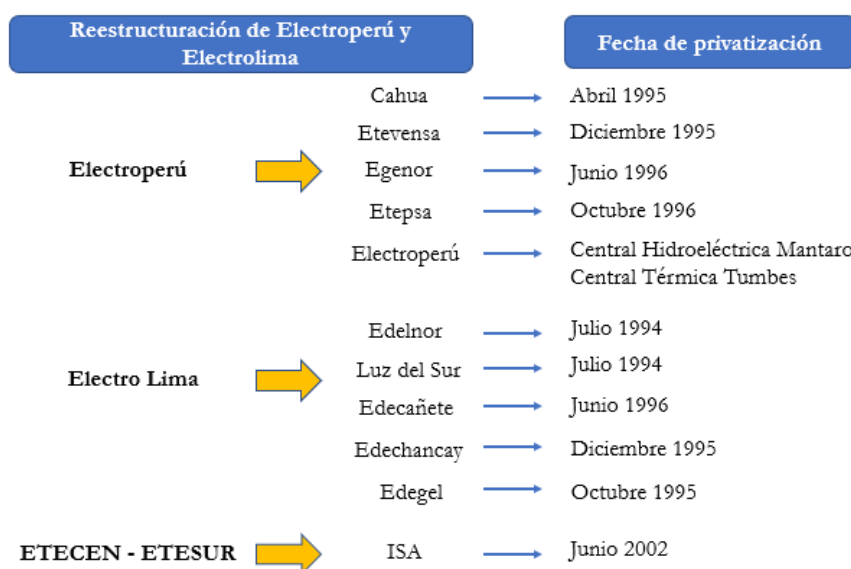
Interconectado Nacional COES – SEIN), así como la reserva del Estado en su rol normativo, supervisor, fiscalizador y de fijación de tarifas.<sup>3</sup>

Ilustración 2. Esquema del sector eléctrico introducido por la Ley de Concesiones Eléctricas



Fuente: Ministerio de Energía y Minas del Perú. Elaboración: Propia

Ilustración 3. Reestructuración del sector eléctrico por la privatización de empresas públicas



Fuente: Osinergmin. Elaboración: Propia

Electroperú fue entregado a 4 empresas privadas, y solo dos activos se mantuvieron bajo la administración estatal. Electro Lima fue reestructurada en 4 empresas de distribución eléctrica y una generadora. Los bienes de la empresa de transmisión ETECEN-ETESUR fueron otorgados en concesión a la empresa ISA.

El marco regulatorio del sector, junto a la promoción de la inversión privada, dio paso a un proceso de reestructuración de las empresas públicas del sector eléctrico a través de los Comités Especiales de Privatización de las empresas Electro Lima y Electroperú, proceso reforzado con la publicación de una nueva Constitución en el año 1993<sup>4</sup>. Desde su aplicación, la actividad de generación permitió la competencia entre los

<sup>3</sup> De manera complementaria la Norma Técnica de Calidad de los Servicios Eléctricos establece los valores mínimos de cumplimiento de las empresas del sector eléctrico con relación al producto y servicio entregado; y la Ley Antimonopolio y Antioligopolio del Sector Eléctrico, regula la posibilidad de concentración vertical y horizontal en el mercado de energía eléctrica.

<sup>4</sup> La Constitución del Perú (1993) consolida el nuevo rol del Estado con la implementación de un modelo de economía social de mercado, disponiendo la promoción de la iniciativa privada, la libre competencia, la igualdad de trato entre actividades económicas como entre los inversionistas (nacional o extranjero), la libertad de suscripción de Convenios de Estabilidad entre inversionistas privados y el Estado, y la posibilidad de recurrir al mecanismo de arbitraje nacional o internacional para la solución de controversias.

agentes y la suscripción de contratos de suministro entre generadores y grandes clientes libres y empresas de distribución, teniendo un resultado exitoso, y hoy en día con una mínima presencia de la actividad empresarial del Estado<sup>5</sup>. En el caso de la actividad de transmisión (siendo un monopolio natural), se logró la privatización de las líneas de transmisión en tensiones de 220 kV y 138 kV. En lo que respecta a la actividad de distribución, la privatización solo se logró en la capital (Lima).

A inicios del siglo XXI, el Perú atravesó un nuevo proceso de reforma dando paso a la creación de los Organismos Reguladores, como el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN)<sup>6</sup>, así como la aprobación de la Ley N° 28832, Ley para asegurar el Desarrollo Eficiente de la Generación Eléctrica, buscando entre otros la responsabilidad del Estado en el aseguramiento del abastecimiento oportuno y eficiente del suministro eléctrico para el servicio público de electricidad y perfeccionando las reglas de juego previamente establecidas en la LCE. A este momento, la política de privatizaciones no fue concluida, tanto por la desconfianza de los inversionistas por efectos de las crisis suscitadas en el contexto internacional, y la oposición de la opinión pública a continuar con la venta de activos del Estado.

No obstante, los problemas regulatorios y de operación del sistema se han persistido, aplicándose “parches” que han generado distorsiones en el mercado eléctrico. Por ello, en el año 2019, el Estado Peruano creó una Comisión (CRSE)<sup>7</sup>, con la participación del MINEM, el OSINERGMIN y el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), con el objeto de formular propuestas normativas que garanticen la sostenibilidad y desarrollo del subsector electricidad. La CRSE se encuentra elaborando el Libro Blanco del subsector electricidad cuya propuesta busca atender, entre otros temas, la revisión del régimen administrativo de las empresas eléctricas de derecho público, buscando alternativas de solución a los problemas que presenta respecto a su desempeño luego de un proceso inconcluso de privatización.

### ***2.3. La actividad de distribución eléctrica en el Perú***

Electro Lima era la empresa de distribución eléctrica más grande del Perú, atendiendo el 57% del consumo eléctrico y la segunda generadora más grande con una potencia instalada del 17% a nivel nacional. Con el proceso de privatizaciones iniciado en 1992, Electro Lima fue dividida en 5 empresas: 1 de generación: Edegel y cuatro distribuidoras: Luz del Sur, Edelnor (hoy Enel Distribución), Edecañete y Edechancay<sup>8</sup>.

---

<sup>5</sup> Al 2019, solo existen 5 empresas de generación bajo el régimen estatal cuya participación en el mercado representa el 13% de la producción nacional.

<sup>6</sup> Los Organismos Reguladores son constituidos como entidades públicas descentralizadas con autonomía técnica, económica, financiera, funcional y administrativa, adscritos a la Presidencia del Consejo de ministros, evidenciando aún la dependencia del Estado. En 1996 se crea el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía – OSINERG. En 2006, se incluye entre sus funciones la supervisión y fiscalización del sector minero, cambiando su nombre a OSINERGMIN.

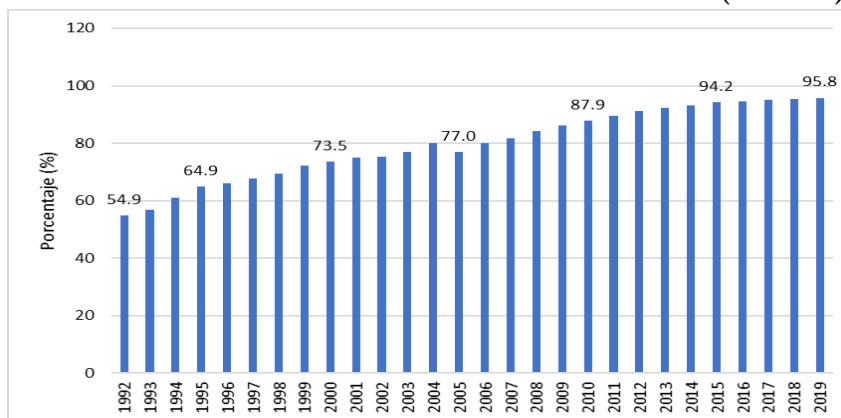
<sup>7</sup> Mediante Resolución Suprema N° 006-2019-EM se crea la Comisión Multisectorial para la Reforma del Subsector Electricidad, con un plazo de vigencia de dos años de su instalación, prorrogada por 18 meses.

<sup>8</sup> Edecañete y Edechancay son adquiridas por Luz del Sur y Enel Distribución, posteriormente.

El ingreso generado por la privatización de dichas empresas mediante venta de activos fue de US\$ 608.8 millones (Bonifaz, 2001).

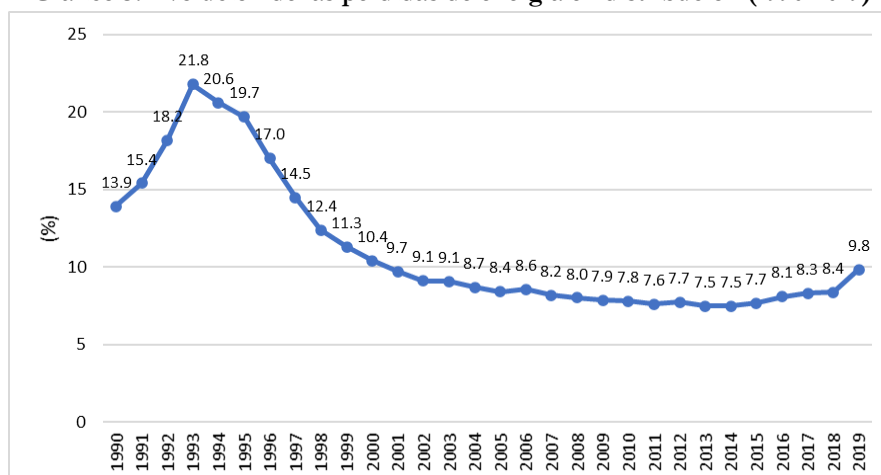
Luego de la política de privatización, se estableció que sólo por mandato de Ley el Estado podría cumplir su rol subsidiario mediante la actividad empresarial, y mediante la LCE la actividad de distribución eléctrica se constituye como Servicio Público de Electricidad. Las empresas de distribución mostraron mejores indicadores de calidad. La inversión en infraestructura incrementó la cobertura eléctrica rápidamente en la capital donde se encuentra el mayor número de clientes, siendo que el coeficiente de electrificación nacional pasó de 54.9% en 1993 a 73.5% en el año 2000.

**Gráfico 2. Evolución del coeficiente de electrificación en Perú (1992-2019)**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística e Informática. Elaboración: Propia

**Gráfico 3. Evolución de las pérdidas de energía en distribución (1990-2019)**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas. Elaboración: Propia

Al 2019 existen 23 empresas de distribución eléctrica, 11 estatales que forman parte del Fondo Nacional de Financiamiento de la Actividad Empresarial del Estado - FONAFE, holding del Estado peruano que norma y supervisa la actividad empresarial del Estado<sup>9</sup>, de ellas 4 se encuentran integrados bajo el Grupo Distriluz<sup>10</sup>. Las otras 12

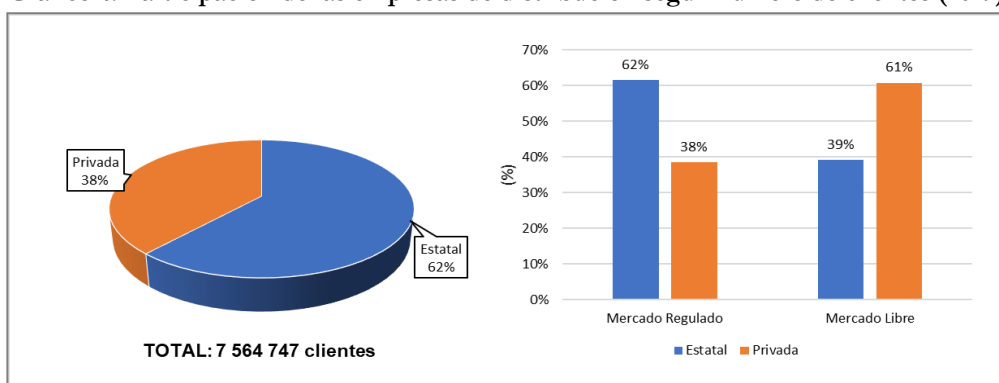
<sup>9</sup> Creada por Ley N° 27170 en 1999. Tiene bajo su ámbito 35 empresas públicas y una entidad por encargo, pertenecientes a los rubros de: Electricidad, Saneamiento, Hidrocarburos y Remediación, y Otros.

<sup>10</sup> En su conjunto, las empresas públicas de distribución representan el 63% de la participación del mercado.

empresas pertenecen a la actividad privada<sup>11</sup> siendo las principales Enel Distribución y Luz del Sur en la provincia de Lima, y ElectroDunas en la provincia de Cañete.

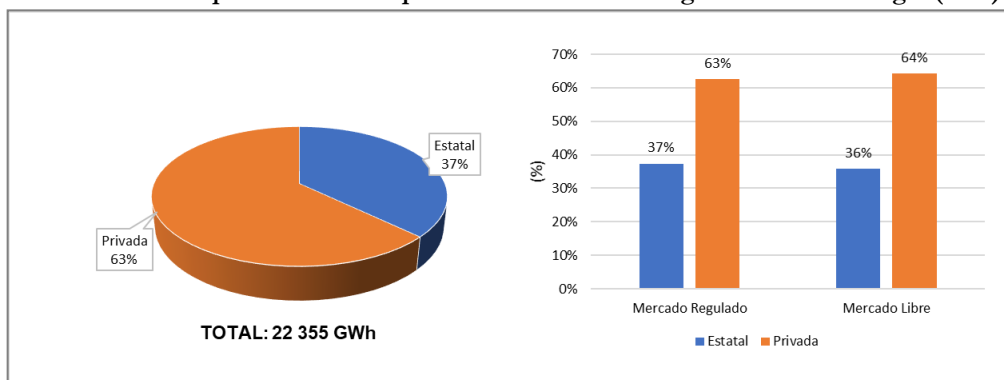
Las empresas bajo la actividad privada superan mínimamente al número de empresas estatales, pero presentan diferencias en la participación de mercado según el número de clientes y ventas de energía. De acuerdo con información del MINEM al 2019, la participación de la empresa estatal en cuanto a número de clientes representa el 62% mientras que la actividad privada es de 38%. Respecto a ventas de energía la participación del sector privado es de 63% y del sector estatal de 37%. Las inversiones alcanzan los US\$ 710 millones al 2019, de los cuales US\$ 269 millones corresponden a la inversión realizada en la actividad de distribución eléctrica.

**Gráfico 4. Participación de las empresas de distribución según número de clientes (2019)**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas. Elaboración: Propia

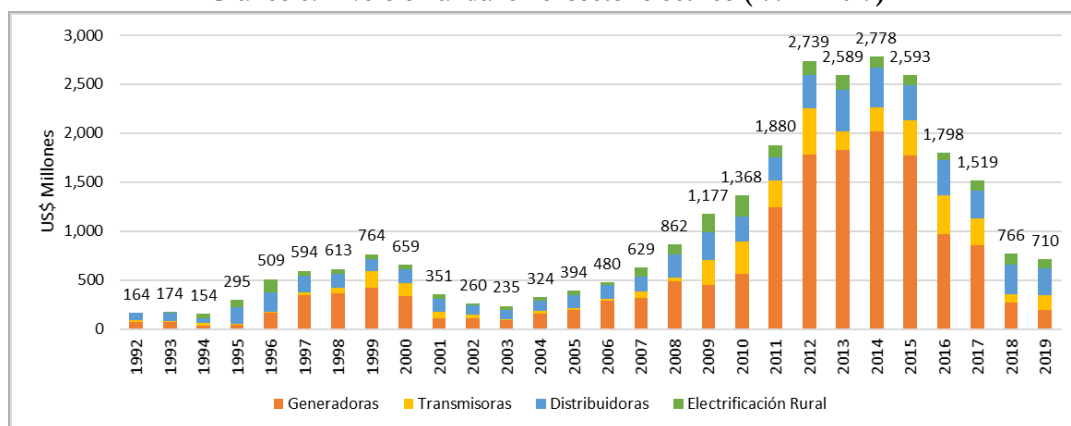
**Gráfico 5. Participación de las empresas de distribución según ventas de energía (2019)**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas. Elaboración: Propia

<sup>11</sup> Algunas empresas participan también en la actividad de generación en pequeñas áreas de concesión.

**Gráfico 6. Inversión anual en el sector eléctrico (1992 – 2019)**



Fuente: Ministerio de Energía y Minas. Elaboración: Propia

#### **2.4. Problemática de las empresas públicas de distribución eléctrica**

Las inversiones que se realizan en la actividad de distribución eléctrica están relacionadas a la expansión de los sistemas de transmisión mediante la ejecución del Plan de Inversiones en Transmisión (PIT), plan orientado al desarrollo del Sistema Secundario de Transmisión (SST) que corresponde a las instalaciones que permiten la conexión de la energía al Sistema Principal de Transmisión (SPT), así como la transferencia de electricidad hacia alguna barra del SPT para un distribuidor o consumidor final. Asimismo, se tiene el Sistema Complementario de Transmisión (SCT) compuesto por las instalaciones que no son parte del Sistema Garantizado de Transmisión (SGT) o que no han sido incluidas en el mencionado plan o que estando incluidas son producto de la iniciativa de los agentes<sup>12</sup>.

El PIT considera las instalaciones que se requiere entren en operación comercial dentro de un periodo de cuatro años, siendo elaborado por los concesionarios de distribución eléctrica para su posterior revisión y aprobación por el OSINERGMIN. A la fecha, se han aprobado 4 PIT's para su implementación entre los años 2009 y 2025, siendo el último aprobado en el presente año<sup>13</sup>. Sin embargo, el desempeño de las empresas públicas bajo el ámbito del FONAFE presentan problemas respecto al cumplimiento de ejecución de los PIT's.

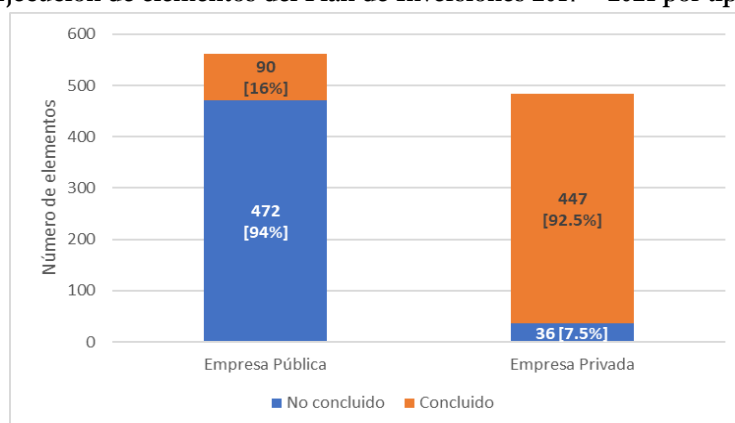
De acuerdo con información del OSINERGMIN, al 2020 el PIT 2013 – 2017 presentaba un nivel de ejecución de alrededor de 90.6% con instalaciones aún pendientes de implementar. Las empresas privadas contaban con un avance de alrededor del 98.9%, mientras que las empresas públicas bajo el ámbito del FONAFE presentaban niveles de ejecución entre el 33% y 97%. A junio de 2021, el avance global

<sup>12</sup> La LCE contemplaba la existencia del Sistema Principal de Transmisión (SPT) y el Sistema Secundario de Transmisión (SST). Desde el 2006, las nuevas instalaciones se califican como parte del Sistema Garantizado de Transmisión (SGT) y Sistema Complementario de Transmisión.

<sup>13</sup> Los Planes de Transmisión aprobados corresponden a los periodos mayo 2009 – abril 2013, mayo 2013 – abril 2017, mayo 2017 – abril 2021, mayo 2021 – abril 2025.

del PIT 2017 – 2021 es de 51%, con un avance de 92.5% por parte de las empresas privadas, y de solo 16% por las empresas estatales bajo el ámbito del FONAFE.

**Gráfico 7. Ejecución de elementos del Plan de Inversiones 2017 – 2021 por tipo de empresa**



Fuente: Osinergmin. Elaboración: Propia

Los proyectos no ejecutados bordean los US\$ 360 millones. La mayoría de los proyectos no superan los US\$ 6 millones y solo algunos pocos superan los US\$ 10 millones.

Las empresas privadas de distribución presentan los mejores indicadores de calidad y servicio en comparación con las empresas que se mantienen bajo la administración del Estado, que tienen los niveles de inversión más bajos en los últimos años. Al respecto, el MINEM ha identificado los motivos por los cuales las empresas públicas vienen presentado algunas deficiencias en lo que respecta a la expansión de infraestructura eléctrica:

- Financiamiento: Presentan dificultades para el acceso a esquemas de financiamiento de mediano y largo plazo de manera ágil, recurriendo al uso de fondos propios disponibles en el corto plazo. Las empresas públicas demandan que las inversiones no son reconocidas al 100% por el regulador, y el presupuesto necesario para la ejecución de las inversiones suele ser superior al que puede ser aprobado.
- Falta de incentivos: Carecen de incentivos para la ejecución de los PIT's, priorizando las inversiones en distribución de media y baja tensión. Las empresas públicas suelen solicitar al MINEM la conducción procesos de licitación de acuerdo con marco legal vigente.
- Montos de inversión poco atractivos para su desarrollo como APP: Los proyectos incluidos en el PIT, no resultan atractivos para su licitación mediante el mecanismo de Asociaciones Público Privado (APP). Las empresas públicas no cuentan con posibilidad de convocar la licitación por problemas de financiamiento a largo plazo, y la Agencia de Promoción de la Inversión (Proinversión) tiene interés por proyectos de mayor envergadura.
- Sistemas administrativos: Para la implementación de los proyectos las empresas públicas deben pasar por los controles administrativos correspondientes para el

desarrollo de inversiones, como el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), y de control (Contraloría General de la República).

Los proyectos incluidos en los PIT's resultan de prioritaria implementación sobre todo en el interior del país. La falta de ejecución ha tenido impactos negativos sobre la expansión de los sistemas de transmisión dado que en su mayoría no han entrado en operación en las fechas previstas, ocasionando contingencias en el sistema y deficiencias en el servicio brindado a los usuarios, con la posible ocurrencia de restricciones de suministro. Al respecto el MINEM, ha ejecutado medidas temporales a través de diversas declaratorias de emergencia, las cuales tienen impactos sobre la tarifa eléctrica por el alto costo de generación de energía al utilizar combustible diesel como recurso principal para la atención de la demanda. Asimismo, se retrasa la atención de nuevos suministros (residencial e industrial) generando pérdida de competitividad frente a las distribuidoras privadas, llevando a la evaluación y formulación de dispositivos normativos que contrarresten temporalmente los efectos negativos que ha producido la falta de ejecución de los PIT's. Asimismo, debido a los efectos de la emergencia sanitaria declarada por la aparición del Covid-19, se espera que los niveles de ejecución del PIT 2017 – 2021 sea menor comparación al PIT 2013 – 2017, y se presente la misma situación para el PIT 2021 – 2025 aprobado en el 2021.

Ante la situación descrita y los resultados obtenidos, se pone en debate nuevamente la eficiencia de la empresa pública frente a la empresa privada en la provisión de servicios públicos. Los hacedores de política discuten entre la posibilidad de un nuevo proceso de privatizaciones, la flexibilización de los sistemas del Estado o una política que atienda de la manera más eficiente el desempeño de las empresas públicas de distribución. El Estado peruano a través de la CRSE, como parte de la elaboración del Libro Blanco de la Reforma del Sector Eléctrico, aborda entre sus ejes la gestión de las empresas públicas. El Informe Preliminar del Eje Temático 1 – Fortalecimiento del Marco Institucional, elaborado por Rudnick y Navarro (2021) para la CRSE ha trabajado propuestas como mantener la propiedad estatal generando mecanismos de eficiencia óptimos o incentivar la participación privada ya sea a nivel total o parcial, a partir de la evaluación de las limitaciones que presentan las empresas públicas de distribución eléctrica.

### 3. Métodos y datos

#### 3.1. Análisis Envolvente de Datos (DEA)

Con la finalidad de medir el desempeño de las empresas de distribución de electricidad en el Perú, se utilizará la metodología de Análisis Envolvente de Datos (DEA)<sup>14</sup>.

Para el modelo Rendimientos Constantes a Escala (CRS), Coelli, Prasada-Rao, O'Donnell, y Battese (2005) asumen que existe un número  $N$  de inputs y  $M$  de outputs para cada empresa  $I$ . Para la  $i$ -ésima unidad de toma de decisiones (DMU) se representa por una columna vector denominada  $x_i$  y  $q_i$ , respectivamente. Así, la matriz de input  $N \times I = X$ , y la matriz output  $M \times I = Q$  representa los datos para todas las empresas  $I$ . De manera intuitiva, el DEA se introduce a través de una ratio. Para cada una de las DMU se obtendrá una ratio de todos los outputs sobre los inputs, donde  $u$  es una matriz  $M \times 1$  que representa el vector de pesos de los outputs y  $v$  es una matriz  $N \times 1$  que representa el vector de pesos de los inputs. De esta manera, la eficiencia de la unidad  $j$ -ésima es determinada como un problema de programación lineal a través de la maximización de la relación entre input y output de dicha unidad, sujeta a las otras unidades, incluyendo la unidad  $j$ -ésima, sea menor o igual a la unidad; siendo que los pesos óptimos son obtenidos solucionando el siguiente problema de programación lineal

$$\begin{aligned} \text{Max}_{u,v} &= (u'q_j/v'x_j) \\ \text{S.A. } &u'q_j/v'x_j \leq 1, \quad \text{para todo } j = 1, 2, \dots, I \\ &\text{Donde } u, v \geq 0 \end{aligned}$$

Se obtienen los valores de  $u$  y  $v$ , así como la medida de eficiencia que maximiza la  $i$ -ésima DMU sujeta a las restricciones de todas las medidas de eficiencia deben ser menor o igual a la unidad. Así, la medida de eficiencia será un  $\theta$  cuyo valor se encuentra entre 0 y 1, siendo la eficiencia de la  $i$ -ésima DMU. Si  $\theta = 1$ , la DMU se encuentra en la frontera de referencia, siendo técnicamente eficiente. Si  $\theta < 1$ , no hay una relación eficiente con las otras DMU, pues existen otras DMU que combinan sus input y output de manera más eficiente.

De acuerdo con Coelli, et. al., (2005) asumir CRS es apropiado cuando todas las empresas operan en la escala eficiente. Sin embargo, en los casos de competencia imperfecta, regulaciones de Estado, restricciones financieras, entre otros, puede que las empresas no operen en la escala óptima. En ese sentido, Banker, Charnes y Cooper (1984)<sup>15</sup> realizan una extensión del modelo DEA – CRS añadiendo una restricción de

---

<sup>14</sup> Método de programación lineal no paramétrico utilizado para la medir de eficiencia y productividad de las unidades de toma de decisiones (DMU). La medición de la escala óptima de operación se puede realizar a través del modelo Rendimientos Constantes a Escala (CRS) y del modelo de Rendimientos Variables a Escala (VRS).

<sup>15</sup> Citado en Coelli et. al. (2005).



convexidad para adaptarlo a un VRS. Se debe tener presente que cuando no todas las DMU operan en la escala óptima existirán medidas de eficiencia técnica (ET) que pueden ser confundidas con eficiencias de escala (EE). En ese caso, el uso del VRS permite calcular la ET libre de los efectos de EE.

Las medidas de eficiencias de escala pueden obtenerse para cada DMU, ejecutando el DEA – CRS y DEA – VRS, de manera que si existen diferencias entre los puntajes de ET obtenidos para un DMU específico, podemos inferir que dicho cálculo señala que la DMU se encuentra en una escala ineficiente, la cual puede ser calculada como la diferencia del puntaje obtenido por la ET del VRS y el ET del CRS. No obstante, la medida de eficiencia de escala no indica en que área opera la DMU (rendimientos crecientes o rendimientos decrecientes), solo indica que se encuentra en la escala óptima, por lo que al problema se adiciona la imposición de rendimientos no crecientes a escala (NIRS). De esta manera, es posible determinar la naturaleza de las ineficiencias de escala para un DMU determinado cuando el puntaje para la ET del NIRS es igual a la ET del VRS. En el caso de que estos sean contrarios, se podrá decir que existen rendimientos crecientes a escala para la DMU especificada; y si son iguales existen rendimientos decrecientes a escala.

Los modelos para identificar la ineficiencia técnica calculan en qué medida se debe reducir el uso de los inputs, siendo posible también medirla calculando en qué medida deben incrementar la producción de los outputs. Los modelos DEA – CRS y DEA – VRS pueden estar orientados al input o al output, la elección de la orientación dependerá del caso en evaluación, pues en algunas industrias las DMU tienen una proporción fija de recursos para realizar su máxima producción, en cuyo caso una orientación output sería lo más apropiado pues se desea medir la eficiencia de la producción dada la cantidad de insumos. En el presente caso, el análisis considera la orientación input dado que las empresas pueden controlar el nivel de trabajadores, y gestionar de la mejor manera el nivel de capital necesario para la realización de sus actividades, sin embargo no es posible controlar los output debido a que los clientes no tienen opción a elegir a su proveedor, por lo que de acuerdo a la expansión de las redes de transmisión de energía dicho número incrementará junto con las ventas de energía y como consecuencia el nivel de ingresos, de manera tal que se atiende a la pregunta ¿Qué cantidad de input debe ser reducida de manera proporcional sin alterar la cantidad de output?

### **3.2. Datos**

Las DMU consideradas para el presente trabajo corresponden a 13 empresas distribuidoras de electricidad en Perú, de las cuales 3 son privadas y 10 son del ámbito público, sobre las cuales se realizará el análisis de eficiencia de los inputs y outputs para el periodo 2008 – 2020. Los inputs utilizados por las empresas distribuidoras son un total de 5, teniendo un total de 169 observaciones.

**Cuadro 1. Empresas de distribución eléctrica consideradas en la evaluación**

| DMU               | Tipo    |
|-------------------|---------|
| Electro Oriente   | Pública |
| Electro Puno      | Pública |
| Electro Sur Este  | Pública |
| Electro Ucayali   | Pública |
| Electrocentro     | Pública |
| Electronoroeste   | Pública |
| Electronorte      | Pública |
| Electrosur        | Pública |
| Hidrandina        | Pública |
| Seal              | Pública |
| Electro Dunas     | Privada |
| Enel Distribución | Privada |
| Luz del Sur       | Privada |

Elaboración: Propia

Para la obtención de la base de datos utilizada en el análisis, se consultó los estados financieros y memorias anuales de las empresas, los cuales son de acceso público a través de la información de gestión de las empresas que se encuentran bajo el ámbito del FONAFE y la información publicada por la Bolsa de Valores de Lima, de tal manera que se han determinado los inputs y outputs para cada DMU bajo análisis. En lo que corresponde a los inputs se consideran las variables de capital y personal, información que corresponde a las variables de control con las que las DMU realizan y ejecutan sus actividades. Por otro lado, como outputs se ha considerado las variables clientes, ventas de energía e ingresos, las cuales reflejan los resultados de la DMU por la realización de las actividades.

**Cuadro 2. Variables para el cálculo de eficiencia de las empresas de distribución eléctrica**

| I-O     | Variable         | Descripción  | Fuente              |
|---------|------------------|--|---------------------|
| Inputs  | Capital          | Sumatoria del gasto en capital y gasto en personal realizado por la DMU, en millones de soles. | Estados Financieros |
|         | Personal         | Número de trabajadores de la DMU   | Memoria Anual       |
| Outputs | Clientes         | Número de clientes atendidos por la DMU  | Memoria Anual       |
|         | Venta de energía | Energía vendida en MWh vendida por la DMU a los clientes                                       | Memoria Anual       |
|         | Ingresos         | Ingresos de la DMU por la venta de energía, en millones de soles                               | Estados Financieros |

Elaboración: Propia

#### 4. Resultados

Para una mejor comprensión de la información y los resultados, es importante tener en cuenta que las empresas de distribución eléctrica operan en diversas áreas de concesión, donde el cliente no tiene opción a elegir quien le brinde el servicio. De igual forma, el nivel de inversiones en infraestructura requerida y la densidad poblacional es distinto en para cada área, teniendo en cuenta que por ejemplo, solo

en la provincia de Lima la población representa el 29.7% del total nacional, donde justamente operan Enel Distribución (zona norte) y Luz del Sur (zona sur).

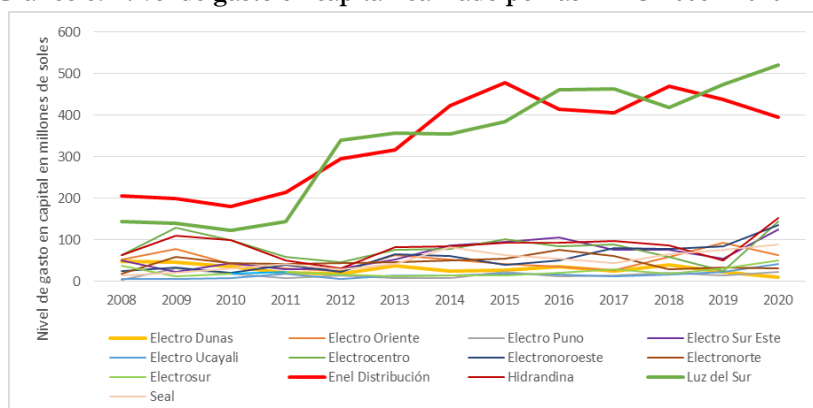
**Ilustración 4. Mapa de área de operación de empresas de distribución eléctrica**



Elaboración: Propia

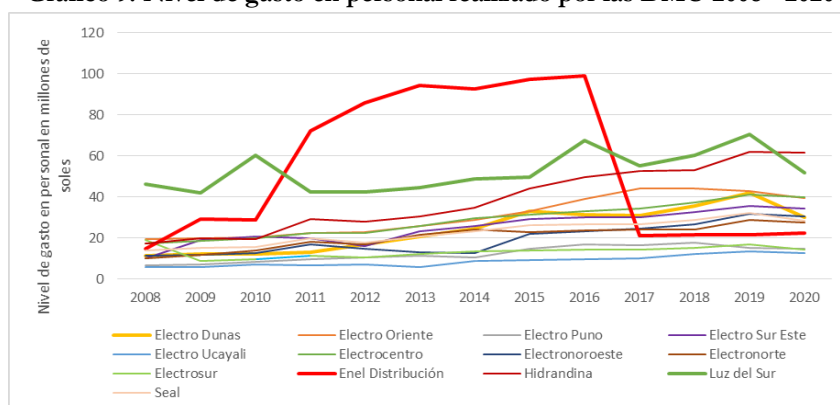
De la revisión de los *input*, en lo que corresponde al gasto en capital, se observa el crecimiento constante en el caso de Enel Distribución y Luz del Sur (principales empresas de distribución en el ámbito privado) pasando de un nivel de gasto de entre 100 y 200 millones de soles en el 2008 a cerca de los 500 millones de soles (103 millones de euros) al 2020, mientras que el resto de empresas, todas públicas a excepción de Electrodonas, presentan ligeros incrementos en el tiempo que no superan los 200 millones de soles (alrededor de 41 millones de euros), siendo liderado por Hidrandina (empresa del Grupo Distriluz). En cuanto al gasto en personal, de manera general se ha mantenido constante y con ligeros incrementos encontrándose en promedio a los 30 millones de soles (aproximadamente 6 millones de euros), a diferencia de Enel Distribución que durante el periodo 2010 al 2016 presentó un incremento considerable del gasto de hasta 100 millones de soles (alrededor de 20 millones de euros) explicado principalmente por el cambio de gestión producido en la empresa. En el caso del número de personas contratadas, este se encuentra alrededor de 300 trabajadores por cada DMU durante el periodo analizado. De igual manera, en el caso de las empresas públicas, Hidrandina es la empresa que presenta los niveles más altos de gasto en personal y número de trabajadores.

**Gráfico 8. Nivel de gasto en capital realizado por las DMU 2008 - 2020**



Fuente: BVL – FONAFE. Elaboración: Propia

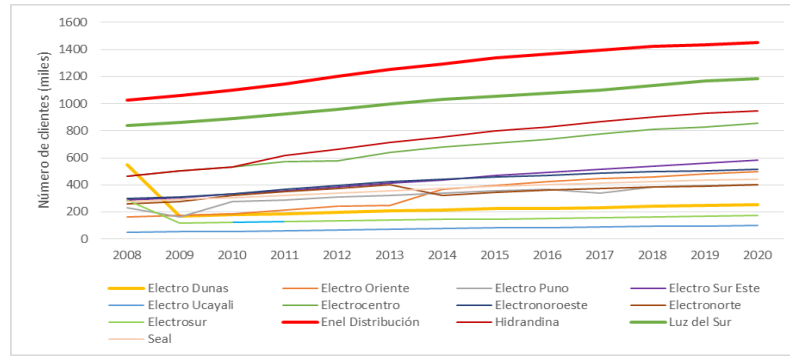
**Gráfico 9. Nivel de gasto en personal realizado por las DMU 2008 - 2020**



Fuente: Memorias Anuales. Elaboración: Propia

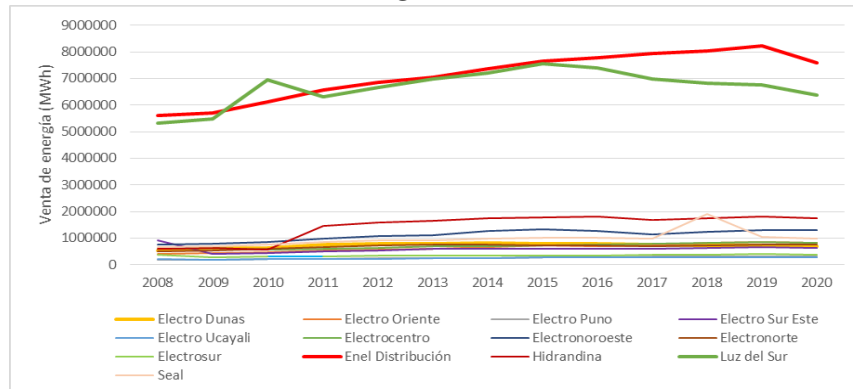
En cuanto a los indicadores *output*, se logra observar que tanto el número de clientes, las ventas energía y los ingresos recibidos por la actividad realizada por las distribuidoras han mantenido una tendencia creciente durante el periodo de evaluación, ello debido al crecimiento poblacional y la demanda de energía. Considerando el modo de operación y atención de las empresas, no es posible afirmar que solo por el hecho de existir empresas privadas, éstas tienen mejores resultados de operación en cuanto a ventas e ingresos. Sin embargo, es posible tener en cuenta el rápido crecimiento que ha realizado de manera general cada una de las empresas a través de la expansión de sus redes para alcanzar los niveles más altos de cobertura en sus zonas de operación. Dicha rapidez también estaría asociada a los niveles de gasto en capital que realizan las empresas de distribución para el cumplimiento de sus objetivos como la ejecución de los PIT's dentro de los periodos esperados y dentro de sus posibilidades.

**Gráfico 10. Número de clientes atendidos por las DMU 2008 - 2020**



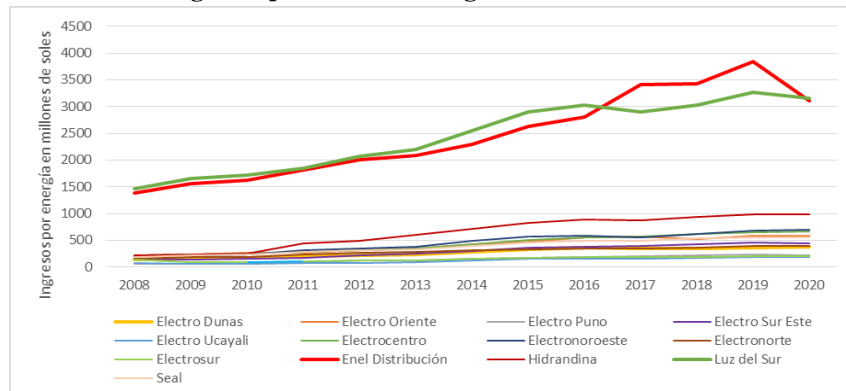
Fuente: Memorias Anuales. Elaboración: Propia

**Gráfico 11. Venta de energía de las DMU 2008 - 2020**



Fuente: Memorias Anuales. Elaboración: Propia

**Gráfico 11. Ingresos por venta de energía de las DMU 2008 - 2020**



Fuente: BVL – FONAFE. Elaboración: Propia

El análisis de estadística descriptiva de las variables utilizadas permite conocer el desempeño de las empresas de distribución eléctrica durante el periodo de evaluación. Al respecto, a través de los componentes *within* y *between* se observa que la variabilidad entre las DMU es menor que la variabilidad en cada DMU. Asimismo, los resultados promedio de las variables en evaluación coinciden con lo expresado en los gráficos previos. Por su parte, la matriz de correlación de las variables que forman parte del análisis evidencia un alto nivel de correlación.

**Cuadro 3. Estadísticos Descriptivos básicos de las variables evaluadas**

| Variable         |         | Media        | Desv. Estand. | Mínimo       | Máximo       | Observaciones |
|------------------|---------|--------------|---------------|--------------|--------------|---------------|
| Capital          | overall | 118.70       | 132.35        | 11.20        | 575.10       | N = 169       |
|                  | between |              | 32.73         | 71.99        | 168.39       | n = 13        |
|                  | within  |              | 128.54        | -12.60       | 550.68       | T = 13        |
| Personal         | overall | 336.00       | 191.63        | 83.00        | 868.00       | N = 169       |
|                  | between |              | 32.76         | 284.62       | 372.00       | n = 13        |
|                  | within  |              | 189.01        | 82.00        | 832.00       | T = 13        |
| Clientes         | overall | 491,594.20   | 344,883.90    | 50,303.00    | 1,451,579.00 | N = 169       |
|                  | between |              | 78,289.66     | 368,325.80   | 601,581.60   | n = 13        |
|                  | within  |              | 336,531.50    | -11,468.44   | 1,341,592.00 | T = 13        |
| Venta de energía | overall | 1,655,999.00 | 2,292,591.00  | 189,193.00   | 8,218,000.00 | N = 169       |
|                  | between |              | 210,937.10    | 1,275,908.00 | 1,882,391.00 | n = 13        |
|                  | within  |              | 2,283,562.00  | 52,260.79    | 8,028,689.00 | T = 13        |
| Ingresos         | overall | 655.89       | 837.59        | 60.41        | 3,837.35     | N = 169       |
|                  | between |              | 212.58        | 356.04       | 953.57       | n = 13        |
|                  | within  |              | 812.16        | -114.58      | 3,539.68     | T = 13        |

Elaboración: Propia

**Cuadro 4. Matriz de correlación**

|                  | Capital | Personal | Clientes | Venta de Energía | Ingresos |
|------------------|---------|----------|----------|------------------|----------|
| Capital          | 1       |          |          |                  |          |
| Personal         | 0.7932  | 1        |          |                  |          |
| Clientes         | 0.8796  | 0.8589   | 1        |                  |          |
| Venta de Energía | 0.9225  | 0.8045   | 0.8727   | 1                |          |
| Ingresos         | 0.9578  | 0.8097   | 0.8894   | 0.9629           | 1        |

Elaboración: Propia

En los cuadros siguientes, se puede observar los índices de eficiencia relativa de las diferentes DMU según los CRS y VRS, así como el índice promedio de eficiencia bajo la orientación *input*. Al respecto, los rendimientos a escala diferentes al valor de 1 señalan que los CRS y VRS son diferentes, es decir, existen ineficiencias entre las DMU, pero dado que el puntaje de eficiencia de los VRS es mayor a los RCE, pero menores a 1, es posible observar que existe margen para realizar variaciones en la escala de producción, y de esta manera hacer que las DMU sean más eficientes bajo los diferentes enfoques con orientación a inputs.

En el Cuadro 5 se observa que en los puntajes de eficiencia de CRS la DMU de referencia para todo del periodo de evaluación es Enel Distribución, seguida de Electro Puno (98%), Luz del Sur (93%), Electrocentro (93%) y Electronoroeste (91%); mientras que la empresa con menor puntaje de eficiencia es Electro Oriente (66%), empresa pública que opera en la zona nororiente del país. Lo señalado es coherente con los resultados esperados, pues como se ha mencionado en los apartados anteriores, las empresas privadas que operan en la capital del país presentan los mejores niveles de ejecución de inversión en infraestructura que le ha sido asignada a través de los PIT'S, teniendo inclusive mejor capacidad de financiamiento, seguida de algunas empresas públicas que han realizado esfuerzos para cumplir con la ejecución de los proyectos asignados; y por el otro lado, los puntajes de eficiencia obtenidos para Electro Oriente durante el periodo de evaluación son coherentes con el desempeño de dicha empresa dado que es una de las que presenta menores niveles de ejecución, así como conflictos

sociales debido a la baja calidad de suministro eléctrico que brinda a los clientes que se encuentran dentro de su área de concesión. Asimismo, durante el periodo de evaluación, se observa que algunas de las empresas de distribución del ámbito público obtuvieron puntajes de eficiencia igual a 1 durante más de un año consecutivo como es el caso de Electro Puno (2010 – 2020), Electro Centro (2015 – 2019) y Electronoroeste (2014 – 2016). Asimismo, no se observan mejoras en el nivel de eficiencia pues se presentan rendimientos decrecientes a escala.

En lo que corresponde al VRS, en el Cuadro 6 se observa que durante el periodo de evaluación nuevamente la DMU de referencia es Enel Distribución, esta vez acompañada de las empresas públicas Electro Puno y Electro Ucayali. Asimismo, existe un mayor número de empresas que logran alcanzar puntajes de eficiencia igual a 1 durante al menos un año dentro del periodo de evaluación. Sin embargo, la empresa Electro Oriente, al igual que el enfoque CRS, presenta uno de los puntajes más bajos de eficiencia (69%). Asimismo, se observan mejoras significativas en los niveles de eficiencia de la mayor parte de las empresas de distribución, registrando rendimientos crecientes a escala durante el periodo de evaluación.

Al realizar el cálculo de eficiencia de escala se observa que Enel Distribución es la DMU de referencia en cuanto a eficiencia, incluso durante todo el periodo de evaluación. Al respecto, el Cuadro 8 muestra los principales resultados del modelo. Al comparar el periodo 2008 versus 2020, se puede advertir que los índices medios de eficiencia caen levemente en 12% (de 97.38% a 85.21%), reduciéndose también el número de empresas eficientes en el 2020 (3 empresas) en comparación al 2008 (6 empresas). Visto de otra manera, existe una caída mínima de la eficiencia técnica global (CRS) en el 2020 respecto al 2008, pero se incrementa considerablemente la eficiencia técnica pura (VRS) (94.71% respecto a 85.78%). De otro lado, en el año 2008 las empresas operaban por debajo de la escala óptima puesto que se encontraban 8 empresas con rendimientos a escala decrecientes (irs) y solo 2 con rendimientos crecientes a escala. (drs) Asimismo, para el año 2020 se observa que las ineficiencias a escala están equilibradas en relación con las empresas (5 drs y 5 irs), situación similar al año 2013.

De esta manera se observa que durante el periodo de evaluación, el número de empresas de distribución eléctrica han perdido eficiencia técnica a consecuencia de las eficiencias de escala que se han visto reducidas. Ello explicaría porque las inversiones en el caso de las empresas públicas presentan niveles bajos de ejecución de la infraestructura eléctrica prevista en el Plan de Inversiones en Transmisión.

**Cuadro 5. Eficiencia de las empresas de distribución eléctrica – Enfoque de Rendimientos Constantes a Escala con orientación a Input**

| Empresa           | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | Promedio |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Electro Oriente   | 0.4144 | 0.3340 | 0.4867 | 0.5413 | 0.7207 | 0.6555 | 0.7490 | 0.7209 | 0.9432 | 1.0000 | 0.7467 | 0.4870 | 0.7443 | 0.6572   |
| Electro Puno      | 1.0000 | 0.7406 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9800   |
| Electro Sur Este  | 1.0000 | 0.9277 | 0.6316 | 0.7126 | 0.7943 | 0.7595 | 0.7876 | 0.7966 | 0.8037 | 0.8394 | 0.8476 | 0.9270 | 0.9122 | 0.8262   |
| Electro Ucayali   | 0.8183 | 0.7155 | 0.5404 | 0.3777 | 0.7194 | 0.7187 | 0.7570 | 0.6492 | 0.7977 | 0.8534 | 0.8311 | 0.5465 | 0.4402 | 0.6742   |
| Electrocentro     | 0.6744 | 0.8753 | 0.8169 | 0.9106 | 0.9298 | 0.9391 | 0.9991 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9732 | 0.9322   |
| Electronoroeste   | 0.8538 | 0.9618 | 1.0000 | 0.8461 | 1.0000 | 0.8902 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.8914 | 0.8776 | 0.7840 | 0.7255 | 0.9100   |
| Electronorte      | 0.8248 | 0.7129 | 0.6738 | 0.7117 | 0.7653 | 0.7278 | 0.6118 | 0.5612 | 0.4908 | 0.5896 | 1.0000 | 0.7485 | 0.8693 | 0.7144   |
| Electrosur        | 0.5639 | 0.7129 | 0.5022 | 0.4645 | 0.5205 | 0.8828 | 0.7821 | 0.7163 | 0.6464 | 0.5663 | 0.8319 | 0.5058 | 0.4791 | 0.6288   |
| Hidrandina        | 0.7100 | 0.8753 | 0.8170 | 0.9088 | 1.0000 | 0.9604 | 0.8671 | 0.7483 | 0.8088 | 0.8099 | 0.9776 | 1.0000 | 0.6430 | 0.8559   |
| Seal              | 1.0000 | 1.0000 | 0.8517 | 0.7812 | 0.8862 | 0.9251 | 0.7658 | 0.8673 | 0.8964 | 0.9275 | 1.0000 | 0.8706 | 0.8835 | 0.8966   |
| Electro Dunas     | 1.0000 | 0.4635 | 0.4888 | 0.7775 | 0.7894 | 0.7970 | 0.9510 | 0.6407 | 0.6963 | 0.8204 | 0.6740 | 0.6567 | 1.0000 | 0.7504   |
| Enel Distribución | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000   |
| Luz del Sur       | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9682 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.7246 | 0.9009 | 0.7171 | 0.8201 | 0.9331   |

Elaboración: Propia.

**Cuadro 6. Eficiencia de las empresas de distribución eléctrica – Enfoque de Rendimientos Variables a Escala con orientación a Input**

| Empresa           | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | Promedio |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Electro Oriente   | 0.4559 | 0.4751 | 0.5710 | 0.6319 | 0.7288 | 0.6613 | 0.7652 | 0.7388 | 0.9478 | 1.0000 | 0.7591 | 0.5165 | 0.8012 | 0.6964   |
| Electro Puno      | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000   |
| Electro Sur Este  | 1.0000 | 0.9437 | 0.6344 | 0.7256 | 0.7972 | 0.7629 | 0.7963 | 0.8345 | 0.8798 | 0.8905 | 0.8735 | 0.9301 | 0.9384 | 0.8467   |
| Electro Ucayali   | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000   |
| Electrocentro     | 0.6790 | 0.9654 | 0.8412 | 0.9951 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9601   |
| Electronoroeste   | 0.8568 | 0.9785 | 1.0000 | 0.8757 | 1.0000 | 0.8917 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9644 | 0.8958 | 0.8039 | 0.7847 | 0.9270   |
| Electronorte      | 0.8285 | 0.8124 | 0.7001 | 0.7259 | 0.7660 | 0.7370 | 0.6173 | 0.5882 | 0.5241 | 0.5960 | 1.0000 | 0.8395 | 0.9196 | 0.7427   |
| Electrosur        | 0.6039 | 0.8785 | 0.7791 | 0.7894 | 0.7919 | 1.0000 | 0.9420 | 1.0000 | 0.8957 | 0.8620 | 1.0000 | 0.8351 | 0.8705 | 0.8652   |
| Hidrandina        | 0.7271 | 0.9654 | 0.8412 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9641   |
| Seal              | 1.0000 | 1.0000 | 0.9110 | 0.8745 | 0.9408 | 0.9333 | 0.8571 | 0.9522 | 0.9774 | 0.9506 | 1.0000 | 0.9453 | 0.9975 | 0.9492   |
| Electro Dunas     | 1.0000 | 0.6312 | 0.6422 | 0.9817 | 0.8705 | 0.8409 | 0.9865 | 0.7376 | 0.7618 | 0.8990 | 0.7333 | 0.8107 | 1.0000 | 0.8381   |
| Enel Distribución | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000   |
| Luz del Sur       | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.7267 | 0.9010 | 0.7202 | 1.0000 | 0.9498   |

Elaboración: Propia.



**Cuadro 7. Eficiencia de Escala de las empresas de distribución eléctrica con orientación a Input**

| Empresa           | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | Promedio |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Electro Oriente   | 0.9089 | 0.7030 | 0.8524 | 0.8566 | 0.9889 | 0.9912 | 0.9788 | 0.9758 | 0.9951 | 1.0000 | 0.9836 | 0.9430 | 0.9289 | 0.9438   |
| Electro Puno      | 1.0000 | 0.7406 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9800   |
| Electro Sur Este  | 1.0000 | 0.9831 | 0.9956 | 0.9822 | 0.9964 | 0.9955 | 0.9891 | 0.9545 | 0.9135 | 0.9426 | 0.9704 | 0.9966 | 0.9721 | 0.9757   |
| Electro Ucayali   | 0.8183 | 0.7155 | 0.5404 | 0.3777 | 0.7194 | 0.7187 | 0.7570 | 0.6492 | 0.7977 | 0.8534 | 0.8311 | 0.5465 | 0.4402 | 0.6742   |
| Electrocentro     | 0.9932 | 0.9066 | 0.9711 | 0.9150 | 0.9298 | 0.9391 | 0.9991 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9732 | 0.9710   |
| Electronoroeste   | 0.9965 | 0.9830 | 1.0000 | 0.9663 | 1.0000 | 0.9983 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9244 | 0.9796 | 0.9753 | 0.9245 | 0.9817   |
| Electronorte      | 0.9955 | 0.8775 | 0.9624 | 0.9804 | 0.9991 | 0.9875 | 0.9910 | 0.9542 | 0.9365 | 0.9893 | 1.0000 | 0.8916 | 0.9454 | 0.9620   |
| Electrosur        | 0.9338 | 0.8116 | 0.6446 | 0.5884 | 0.6573 | 0.8828 | 0.8303 | 0.7163 | 0.7216 | 0.6570 | 0.8319 | 0.6057 | 0.5504 | 0.7268   |
| Hidrandina        | 0.9765 | 0.9066 | 0.9712 | 0.9088 | 1.0000 | 0.9604 | 0.8671 | 0.7483 | 0.8088 | 0.8099 | 0.9776 | 1.0000 | 0.6430 | 0.8877   |
| Seal              | 1.0000 | 1.0000 | 0.9349 | 0.8933 | 0.9419 | 0.9911 | 0.8935 | 0.9109 | 0.9172 | 0.9757 | 1.0000 | 0.9209 | 0.8857 | 0.9445   |
| Electro Dunas     | 1.0000 | 0.7343 | 0.7610 | 0.7920 | 0.9069 | 0.9478 | 0.9640 | 0.8687 | 0.9140 | 0.9125 | 0.9192 | 0.8100 | 1.0000 | 0.8954   |
| Enel Distribución | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000   |
| Luz del Sur       | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9682 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9971 | 0.9999 | 0.9957 | 0.8201 | 0.9824   |

Elaboración: Propia.

**Cuadro 8. Principales resultados del DEA**

| Indicadores de eficiencia DEA | 2008   |        |        | 2009   |        |        | 2010   |        |        | 2011   |        |        | 2012   |        |        | 2013   |        |        | 2014   |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     |
| <b>Media</b>                  | 0.8354 | 0.8578 | 0.9738 | 0.7938 | 0.8962 | 0.8858 | 0.7545 | 0.8400 | 0.8982 | 0.7717 | 0.8923 | 0.8648 | 0.8534 | 0.9150 | 0.9326 | 0.8658 | 0.9098 | 0.9517 | 0.8670 | 0.9203 | 0.9420 |
| <b>Desviación Estandar</b>    | 0.1949 | 0.1865 | 0.056  | 0.2101 | 0.1652 | 0.1175 | 0.2105 | 0.1607 | 0.1561 | 0.2061 | 0.1326 | 0.19   | 0.1494 | 0.1077 | 0.1174 | 0.1203 | 0.1210 | 0.0812 | 0.1323 | 0.1240 | 0.0822 |
| <b>Valor mínimo</b>           | 0.4144 | 0.4559 | 0.8183 | 0.3340 | 0.4751 | 0.703  | 0.4867 | 0.5710 | 0.5404 | 0.3777 | 0.6319 | 0.3777 | 0.5205 | 0.7288 | 0.6573 | 0.6555 | 0.6613 | 0.7187 | 0.6118 | 0.6173 | 0.757  |
| <b>DMU eficientes</b>         | 6      | 7      | 6      | 3      | 5      | 3      | 4      | 5      | 4      | 3      | 5      | 3      | 4      | 7      | 4      | 3      | 7      | 3      | 4      | 7      | 4      |
| <b>% DMU eficientes</b>       | 46.2%  | 53.8%  | 46.2%  | 23.1%  | 38.5%  | 23.1%  | 30.8%  | 38.5%  | 30.8%  | 23.1%  | 38.5%  | 23.1%  | 30.8%  | 53.8%  | 30.8%  | 23.1%  | 53.8%  | 23.1%  | 30.8%  | 53.8%  | 30.8%  |
| <b>DMU drs</b>                |        | 2      |        |        | 1      |        |        | 0      |        |        | 3      |        |        | 3      |        |        | 5      |        |        |        | 3      |
| <b>DMU irs</b>                |        | 5      |        |        | 9      |        |        | 9      |        |        | 7      |        |        | 6      |        |        | 5      |        |        |        | 6      |

| Indicadores de eficiencia DEA | 2015   |        |        | 2016   |        |        | 2017   |        |        | 2018   |        |        | 2019   |        |        | 2020   |        |        |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
|                               | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     | CRS    | VRS    | EE     |
| <b>Media</b>                  | 0.8231 | 0.9116 | 0.9029 | 0.8526 | 0.9220 | 0.9246 | 0.8479 | 0.9146 | 0.9271 | 0.8990 | 0.9356 | 0.9609 | 0.7879 | 0.8770 | 0.8984 | 0.8069 | 0.9471 | 0.8521 |
| <b>Desviación Estandar</b>    | 0.1630 | 0.1399 | 0.1231 | 0.1643 | 0.1393 | 0.0933 | 0.1484 | 0.1252 | 0.1021 | 0.1092 | 0.0966 | 0.0617 | 0.1954 | 0.1445 | 0.1544 | 0.1915 | 0.0798 | 0.1873 |
| <b>Valor mínimo</b>           | 0.5612 | 0.5882 | 0.6492 | 0.4908 | 0.5241 | 0.7216 | 0.5663 | 0.5960 | 0.657  | 0.6740 | 0.7333 | 0.8311 | 0.4870 | 0.5165 | 0.5465 | 0.4402 | 0.7847 | 0.4402 |
| <b>DMU eficientes</b>         | 5      | 8      | 5      | 5      | 7      | 5      | 4      | 6      | 4      | 5      | 8      | 5      | 4      | 5      | 4      | 3      | 7      | 3      |
| <b>% DMU eficientes</b>       | 38.5%  | 61.5%  | 38.5%  | 38.5%  | 53.8%  | 38.5%  | 30.8%  | 46.2%  | 30.8%  | 38.5%  | 61.5%  | 38.5%  | 30.8%  | 38.5%  | 30.8%  | 23.1%  | 53.8%  | 23.1%  |
| <b>DMU drs</b>                |        | 1      |        |        | 1      |        |        | 1      |        |        | 3      |        |        | 1      |        |        | 5      |        |
| <b>DMU irs</b>                |        | 7      |        |        | 7      |        |        | 8      |        |        | 5      |        |        | 8      |        |        | 5      |        |

Elaboración: Propia.

**Cuadro 9. Eficiencia de Escala de las empresas de distribución eléctrica con orientación a Input – Ingreso por ventas de energía**

| Empresa           | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | Promedio |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Electro Oriente   | 0.9159 | 0.6020 | 0.8127 | 0.7734 | 0.9889 | 0.9912 | 0.9788 | 0.9902 | 0.7358 | 0.9986 | 0.9755 | 0.9157 | 0.9961 | 0.9070   |
| Electro Puno      | 0.7058 | 0.2646 | 0.4126 | 0.5206 | 0.6953 | 1.0000 | 1.0000 | 1.3395 | 0.5195 | 0.8941 | 0.8841 | 0.7928 | 0.6955 | 0.7539   |
| Electro Sur Este  | 0.5581 | 0.7117 | 0.5474 | 0.5911 | 0.8812 | 0.9122 | 0.7580 | 1.4189 | 0.7426 | 0.9006 | 0.9342 | 0.8297 | 0.6401 | 0.7964   |
| Electro Ucayali   | 0.8066 | 0.5925 | 0.4781 | 0.2890 | 0.7194 | 0.7034 | 0.7570 | 0.6492 | 0.6492 | 0.8529 | 0.8300 | 0.5465 | 0.4342 | 0.6391   |
| Electrocentro     | 0.8113 | 0.5662 | 0.5484 | 0.6528 | 0.9350 | 0.9604 | 0.9586 | 1.6589 | 0.7719 | 0.9679 | 0.9841 | 1.0000 | 0.8183 | 0.9171   |
| Electronoroeste   | 0.9265 | 0.7829 | 0.7904 | 0.6855 | 1.0000 | 0.9672 | 0.9814 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9579 | 0.9645 | 0.8879 | 0.7973 | 0.9106   |
| Electronorte      | 0.9074 | 0.5300 | 0.6233 | 0.6107 | 0.8817 | 0.9412 | 0.9591 | 1.0366 | 1.0072 | 0.9485 | 0.9937 | 0.9115 | 0.9838 | 0.8793   |
| Electrosur        | 0.7291 | 0.6834 | 0.5035 | 0.4065 | 0.6981 | 0.9219 | 0.8656 | 0.7163 | 0.8453 | 0.6990 | 0.8611 | 0.5911 | 0.4944 | 0.6998   |
| Hidrandina        | 0.7412 | 0.5662 | 0.5486 | 0.8299 | 0.9219 | 0.9826 | 0.9318 | 0.9933 | 0.7270 | 0.9992 | 0.9980 | 0.9262 | 0.9598 | 0.8813   |
| Seal              | 0.9241 | 0.8577 | 0.7147 | 0.6356 | 0.9413 | 0.9964 | 0.7946 | 1.0311 | 0.7699 | 0.9608 | 0.9505 | 0.7941 | 0.7373 | 0.8602   |
| Electro Dunas     | 0.6584 | 0.5596 | 0.6568 | 0.7274 | 0.8914 | 0.9573 | 0.9958 | 0.9202 | 0.8345 | 0.9523 | 0.9243 | 0.8067 | 1.0000 | 0.8550   |
| Enel Distribución | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000   |
| Luz del Sur       | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9682 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9988 | 0.9999 | 0.9957 | 0.8201 | 0.9825   |

Elaboración: Propia

**Cuadro 10. Eficiencia de Escala de las empresas de distribución eléctrica con orientación a Input – Ventas de Energía**

| Empresa           | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | Promedio |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Electro Oriente   | 0.6892 | 0.4287 | 0.5276 | 0.5506 | 0.8532 | 0.8603 | 0.8904 | 0.8334 | 0.8866 | 0.8276 | 0.7902 | 0.7969 | 0.8131 | 0.7660   |
| Electro Puno      | 0.6102 | 0.2289 | 0.2991 | 0.3582 | 0.4774 | 0.7289 | 0.8320 | 0.4850 | 0.6555 | 0.6555 | 0.4909 | 0.6090 | 0.4380 | 0.5412   |
| Electro Sur Este  | 0.7330 | 0.6295 | 0.4168 | 0.5073 | 0.7799 | 0.8300 | 0.6149 | 0.5534 | 0.5731 | 0.6564 | 0.5958 | 0.6896 | 0.4267 | 0.6277   |
| Electro Ucayali   | 0.6804 | 0.5624 | 0.3655 | 0.2393 | 0.6156 | 0.6400 | 0.6130 | 0.5056 | 0.6462 | 0.6257 | 0.4586 | 0.4390 | 0.2755 | 0.5128   |
| Electrocentro     | 0.7422 | 0.4644 | 0.3847 | 0.4966 | 0.8022 | 0.8498 | 0.8209 | 0.6827 | 0.8462 | 0.8415 | 0.7917 | 0.8162 | 0.5804 | 0.7140   |
| Electronoroeste   | 0.8875 | 0.8160 | 0.7320 | 0.6506 | 1.0000 | 0.9321 | 0.9576 | 1.0000 | 1.0000 | 0.8588 | 0.8766 | 0.8455 | 0.6890 | 0.8766   |
| Electronorte      | 0.8357 | 0.4966 | 0.4990 | 0.5405 | 0.8278 | 0.9115 | 0.9398 | 0.8428 | 0.8941 | 0.8225 | 0.7552 | 0.7958 | 0.9593 | 0.7859   |
| Electrosur        | 0.6101 | 0.6574 | 0.4014 | 0.3547 | 0.6224 | 0.8076 | 0.7770 | 0.6046 | 0.7050 | 0.5790 | 0.5504 | 0.5401 | 0.3810 | 0.5891   |
| Hidrandina        | 0.6897 | 0.4644 | 0.3848 | 0.7962 | 0.9278 | 0.9630 | 0.9769 | 0.9377 | 0.9554 | 0.9270 | 0.9809 | 0.9165 | 0.9848 | 0.8762   |
| Seal              | 0.8734 | 0.8387 | 0.5976 | 0.5895 | 0.9065 | 0.9275 | 0.7632 | 0.7686 | 0.9036 | 0.8715 | 1.0000 | 0.7312 | 0.6015 | 0.8095   |
| Electro Dunas     | 0.7009 | 0.6004 | 0.5782 | 0.6894 | 0.9069 | 0.9123 | 0.9433 | 0.8687 | 0.9140 | 0.8357 | 0.7483 | 0.7621 | 0.9568 | 0.8185   |
| Enel Distribución | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000   |
| Luz del Sur       | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9551 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9915 | 0.9971 | 0.9492 | 0.9921 | 0.9708 | 0.9897   |

Elaboración: Propia

**Cuadro 11. Eficiencia de Escala de las empresas de distribución eléctrica con orientación a Input – Clientes**

| Empresa           | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   | 2013   | 2014   | 2015   | 2016   | 2017   | 2018   | 2019   | 2020   | Promedio |
|-------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| Electro Oriente   | 0.6652 | 0.7561 | 0.7703 | 0.8336 | 0.9145 | 0.8408 | 0.9941 | 0.8938 | 0.9214 | 0.8232 | 0.9748 | 0.9998 | 0.7856 | 0.8656   |
| Electro Puno      | 1.0000 | 0.7406 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9800   |
| Electro Sur Este  | 0.9605 | 0.9831 | 0.9956 | 0.9822 | 0.9641 | 0.9882 | 0.9891 | 0.9545 | 0.9180 | 0.9426 | 0.9704 | 0.9966 | 0.9721 | 0.9697   |
| Electro Ucayali   | 0.3147 | 0.5795 | 0.3875 | 0.3280 | 0.4587 | 0.3139 | 0.3511 | 0.3638 | 0.3863 | 0.4238 | 0.3763 | 0.3717 | 0.3702 | 0.3866   |
| Electrocentro     | 0.9716 | 0.9066 | 0.9711 | 0.9150 | 0.9250 | 0.9343 | 0.9991 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9763 | 0.9732 | 0.9671   |
| Electronoroeste   | 0.9683 | 0.9830 | 0.9769 | 0.9931 | 0.9560 | 0.9868 | 0.9999 | 0.9437 | 0.9494 | 0.9171 | 0.9640 | 0.9918 | 0.9686 | 0.9683   |
| Electronorte      | 0.9706 | 0.8775 | 0.9890 | 0.9892 | 0.9889 | 0.7673 | 0.9668 | 0.9856 | 0.9130 | 0.9762 | 0.9971 | 0.9929 | 0.9970 | 0.9546   |
| Electrosur        | 0.8759 | 0.8116 | 0.5763 | 0.5828 | 0.5813 | 0.4899 | 0.5674 | 0.5735 | 0.5758 | 0.5837 | 0.5335 | 0.5781 | 0.5806 | 0.6019   |
| Hidrandina        | 0.9781 | 0.9066 | 0.9712 | 0.8775 | 0.9203 | 0.8661 | 0.6985 | 0.6280 | 0.5980 | 0.6256 | 0.6373 | 0.6104 | 0.5515 | 0.7503   |
| Seal              | 0.9893 | 1.0000 | 0.9860 | 0.9608 | 0.9978 | 0.9950 | 0.9700 | 0.9315 | 0.8808 | 0.9221 | 0.9371 | 0.9730 | 0.9556 | 0.9597   |
| Electro Dunas     | 1.0000 | 0.7696 | 0.7383 | 0.7364 | 0.7548 | 0.7455 | 0.7642 | 0.7622 | 0.7270 | 0.7904 | 0.7261 | 0.7480 | 0.6264 | 0.7670   |
| Enel Distribución | 0.7546 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9609 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 1.0000 | 0.9781   |
| Luz del Sur       | 0.6243 | 0.8193 | 0.7530 | 0.6683 | 0.9710 | 0.8576 | 0.7980 | 0.7321 | 0.9962 | 0.9813 | 0.9990 | 0.9971 | 0.9932 | 0.8443   |

Elaboración: Propia

Asimismo, se realizó la evaluación de las variables *input* por cada variable de *output* a fin de determinar cuál es el *driver* que permite a las empresas ganar mayor eficiencia durante el periodo de evaluación. Así, en los cuadros 9, 10, 11 se observan los coeficientes de eficiencia de escala para cada variable *output*.

En el caso de la variable *ingresos por ventas de energía*, los puntajes de eficiencia de CRS, la DMU de referencia es Enel Distribución, mientras que la empresa con menor puntaje de eficiencia es Electro Puno (48.05%). Respecto al VRS, la DMU de referencia son Enel Distribución y Electro Ucayali esta vez acompañada de las empresas públicas Electro Puno y Electro Ucayali. En lo que corresponde a la variable *venta de energía*, nuevamente bajo el enfoque CRS, la DMU de referencia es Enel Distribución. El resto de empresas presentan puntajes de eficiencia promedios durante el periodo evaluado por debajo de 80% (Electro Oriente solo alcanza un 37.09% de eficiencia). En cuanto al enfoque VRS, al igual que en la variable anterior, Enel Distribución y Electro Ucayali son las DMU de referencia. Respecto a la variable *clientes*, bajo el enfoque CRS no se observa alguna DMU de referencia para las empresas dentro el periodo evaluado como en los casos anteriores, pero si se observa una mejora en los puntajes de eficiencia para Enel Distribución a partir del año 2009. Mediante el enfoque VRS, tanto Enel Distribución, Electro Ucayali y Electro Puno son las DMU de referencia, siendo nuevamente Electro Oriente la que presenta el menor puntaje de eficiencia (50.38%).

Teniendo en cuenta los resultados de los coeficientes de eficiencias de escala Enel Distribución es la DMU de referencia para todo el periodo evaluado, siendo el mejor *driver* para ello las variables “ventas de energía” e “ingresos por ventas de energía”, lo que le ha permitido ser un referente de eficiencia para todas las demás empresas de la actividad de distribución. Las empresas privadas como Luz del Sur y Electrodonas presentan mejoras en sus coeficientes de eficiencias a escala, que les permite, en algunos años, ser DMU de referencia. Por otro lado, las empresas públicas presentan ligeras mejoras de eficiencia que les permiten ser DMU de referencia junto con Enel Distribución, pero no se observa que estas se mantengan por más de 1 o 2 años consecutivos y que por el contrario tiendan a reducirse con el tiempo; tal es el caso de Electro Oriente que presenta los índices más bajos de eficiencia, siendo el *driver* que le permite alcanzar mejoras las “ventas de energía”, se ha mantenido en el último lugar en términos de eficiencia.

## 5. Conclusiones

El presente trabajo busca contribuir con el análisis del desempeño, en términos de eficiencia, de las empresas de la actividad de distribución eléctrica en el Perú luego de la aplicación de la política de privatización, considerando que aún con una mejora en el marco regulatorio, viene presentando algunas deficiencias, las que se han visto reflejadas en problemas de calidad y atención del servicio público de electricidad.

Bajo el análisis DEA, con orientación *input*, se ha evaluado el desempeño de trece empresas de distribución de electricidad en el Perú, quienes operan bajo un mercado con características de monopolio natural. Al comparar los niveles de eficiencia, se tiene que Enel Distribución, empresa de distribución eléctrica privada, es más eficiente y es referencia frente a las empresas públicas durante su operación entre los años 2008 y 2020, siendo la menos eficiente Electro Oriente

De manera comparativa entre los años 2008 y 2020, se advierte la reducción del índice promedio de eficiencia en 12%, junto con la reducción del número de empresas eficientes que pasaron de 6 en el 2008 a 3 en el 2020. Se evidencia una mínima reducción de la eficiencia técnica global en el 2020 respecto al 2008, y un incremento considerablemente de la eficiencia técnica pura (8.3%). Asimismo, en el año 2008 las empresas operaban por debajo de la escala óptima, para el año 2020 las ineficiencias a escala están equilibradas.

De igual manera, al realizar el análisis de variables de origen para cada año según variable *output*, Enel Distribución resulta la empresa más eficiente gracias a las ventas de energía que realiza y los ingresos que recibe por ello; lo cual se condice con el alto nivel de ejecución del Plan de Inversiones en Transmisión, pues no solo se trataría de atender la mayor cantidad de clientes con calidad del servicio, si no los ingresos que puedan resultar de dicha actividad y que permite seguir invirtiendo en mayor infraestructura. Ello refleja perfectamente los objetivos que maneja la empresa privada frente a la empresa pública, dado que para este caso, la empresa que peores resultados es Electro Oriente, con niveles de eficiencia técnica y eficiencia técnica pura que en muy pocos casos supera el 70%.

Los resultados del análisis realizado bajo la metodología DEA sugieren que la privatización de algunas empresas en los años noventa, permitieron alcanzar metas de cobertura a través de inversiones sostenidas en el tiempo, pero solo en la ciudad de Lima. La presencia aún de empresas públicas de distribución eléctrica cuyas áreas de concesión abordan todo el Perú, dan como resultado un desempeño deficiente de la actividad de distribución en cuanto a las empresas públicas, lo cual se ha reflejado el bajo nivel de ejecución y retrasos en la implementación de los Planes de Inversión en Transmisión que han traído como consecuencia posibles deficiencias en el suministro eléctrico. Cabe mencionar que existen algunas empresas públicas que, durante el periodo de evaluación han podido operar de manera eficiente al menos más de un año consecutivo a pesar de las restricciones que estas puedan presentar, entre ellas algunas empresas del Grupo Distriluz; pero será importante determinar si esta deficiencia solo se debe a las restricciones y control al que se encuentran sujetas las empresas del sector público en el Perú o existe alguna otra causa, antes de implementar políticas de mejora en el sector.

## Referencias

- Andres, L.; Foster, V.; Guasch, J. (2006). “The impact of privatization on the performance of the infrastructure sector: the case of electricity distribution in Latin American countries” (English). Policy, Research working paper; no. WPS 3936 Washington, D.C.: World Bank Group.
- Borrell, JR.; Suarez, C. (2021). “Mixed oligopoly and predatory public firms”. Working Paper 2021/16. Institut de Reserva en Economia Aplicada Regional i Pública. Research Institute of Applied Economics. Universitat de Barcelona.
- Boycko, M.; Shleifer, A.; Vishny, R. (1996). “A theory of privatization”. The economic Journal, 106(435), 309-319.
- Cairampoma, A. (2012). “El servicio Universal en el sector eléctrico peruano: Análisis del marco normativo a partir de la experiencia de la Unión Europea”. Regulación de Servicios Públicos e Infraestructura. Número 12 Tomo: II, pp. 175-188. Revista de Derecho Administrativo
- Campodónico, H. (1999). “Las reformas estructurales del sector eléctrico peruano y las características de la inversión 1992-2000”. Serie Reformas Económicas N° 25. Elaborado para CEPAL como parte del Proyecto Crecimiento, Empleo y Equidad: América Latina en los Años Noventa HOL/97/6034. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/7473>
- Coelli, T.J., Prasada-Rao, D.S., O'Donnell, C.J. and Battese, G.E. (2005). “An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis”. Springer, Segunda Edición.
- Constitución Política del Perú. 29 de diciembre de 1993 (Perú).
- Decreto Ley N° 25844 [con fuerza de Ley]. Por medio del cual se expide la Ley de Concesiones Eléctricas. 11 de noviembre de 1992.
- De Fraga, G. y Delbono, F. (1989). “Alternative strategies of a public enterprise in oligopoly”. Oxford Economic Papers, 41(2), 302-311.
- Fershtman, C. (1990). “The interdependence between ownership status and market structure: the case of privatization”. Economica, 57, 319-328.
- Foster, V.; Rana, A. (2020). “Rethinking Power Sector Reform in the Developing World. Sustainable Infrastructure”. Washington, DC: World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/3233> License: CC BY 3.0 IGO.”

- Kay, J. y Thompson, D. (1986). "Privatization: a policy in search of a rationale". *The economic journal*, 96(381), 18-32
- Ley N° 28832. Por medio del cual se expide la Ley para asegurar el desarrollo eficiente de la Generación Eléctrica. 23 de julio de 2006.
- Luyo, J. (2012). "De las crisis a las Reformas regulatorias en el Sector Energía". *Regulación de Servicios Públicos e Infraestructura*. Número 12 Tomo: II, 77-85. *Revista de Derecho Administrativo*. <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/derechoadministrativo/article/view/13520>
- Moreno, L. F. (2014). "Regulación del mercado de energía eléctrica en América Latina: La convergencia entre libre competencia e intervención estatal". Universidad Externado de Colombia.
- Nett, L (1994). "Why private firms are more innovative than public firms". *European Journal of Political Economy*, 10(4), 639-653.
- Osinergmin. (2016). "La industria de la electricidad en el Perú: 25 años de aportes al crecimiento económico del país". <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/607055/Osinergmin-Industria-Electricidad-Peru-25anios.pdf>
- Páez, P. y Silva, J. (2010). "Las teorías de la regulación de los servicios públicos". *Administracion & Desarrollo*, 38 (52), 39-56.
- Rees, R. (1984). "A positive theory of the public enterprise" in Marchand et al. (1984), 179-192.
- Rees, R. (1988). "Inefficiency, public enterprise and privatization". *European Economic Review*, 32(2-3), 422-431.
- Rudnick, H. y Navarro A. (2021): "Draft Report: Thematic Line 1: Strengthening the Institutional Framework". Informe Preliminar preparado para la Comisión Multisectorial para la Reforma del Subsector Electricidad y el Banco Mundial, 128-162.
- Ruiz, A. (2002). "El proceso de privatizaciones en el Perú durante el período 1991-2002". Serie Gestión Pública N° 22. Elaborado para CEPAL. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/7273>
- Shleifer, A. y Vishny, R. (1994). "Politicians and firms". *The quarterly journal of economics*, 109(4), 995-1025.

Steiner, F. (2000). "Regulation, Industry Structure and Performance in the Electricity Supply Industry", OECD Economics Department Working Papers, No. 238, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/880084226021>.

World Bank Group (1995). "Privatization: principles and practice (English)". Lesson of experience series. No1. Washington D.C. <http://documents.worldbank.org/curated/en/686111468336716925/Privatization-principles-and-practice>

Ji, Y. & Lee, C. (2010). "Data envelopment analysis". Stata Journal, 10, (2), 267-280.