



Universidad
Continental

VII Encuentro Científico Continental

15 y
16/09

Auditorio UC

Eficiencia técnica en las empresas de distribución eléctrica de la Corporación FONAFE

M. Sc. Carlos Quispe Ancasi
Universidad Continental

Planteamiento del problema

Operación



Generación

Transporte

Distribución

Comercialización
Consumo

Planteamiento del problema

Las empresas de distribución eléctrica, como industrias de red, tienen como objetivo el transporte y distribución de energía desde puntos específicos en líneas de alta o media tensión, para entregar a consumidores finales a niveles de tensión apropiados para el uso industrial y doméstico. En la última década, un gran número de países han realizado drásticas transformaciones a sus sectores eléctricos en procesos tanto de segmentación como de privatización de los monopolios estatales. Como consecuencia de estas transformaciones, se registró un fuerte **cambio en el rol del Estado que ha pasado de ser un agente productor y propietario de empresas a un agente regulador de aquellas etapas del sector eléctrico que se constituyen como monopolio natural, como lo es la distribución eléctrica.**

Planteamiento del problema

Para la regulación de la distribución eléctrica, la mayor parte de los países latinoamericanos que han comenzado esta transformación, han adoptado un esquema tipo “benchmark”, utilizando el concepto de **empresa eficiente, como empresa que se encuentra adaptada a la demanda y que opera bajo un plan de obras óptimo. En este esquema, para forzar a las empresas a ser eficientes, el regulador fija precios de acuerdo a los costos de una empresa modelo, diseñada desde cero y sin considerar a las empresas reales.** Este modelo incentiva a que la empresa real obtenga una rentabilidad normal sólo si es capaz de emular a la empresa eficiente reduciendo sus gastos de operación e inversión, minimizando de esta manera el valor presente de sus costos.

Planteamiento del problema

Éste marco regulatorio por empresa eficiente se ha aplicado con éxito en los últimos procesos tarifarios. Sin embargo, se han presentado serias discrepancias entre las empresas y el regulador, producto fundamentalmente de que un conjunto importante de aspectos determinantes en los resultados del VAD no están definidos en la ley y quedan abiertos para ser establecidos en las bases de los estudios, o bien quedan sin definición.

Planteamiento del problema

La evidente necesidad de revisar los procedimientos que se siguen para determinar la empresa eficiente, considerando las características de la distribución eléctrica y su influencia en la frontera de eficiencia, desde el punto de vista del criterio de la eficiencia productiva, ha llevado a proponer la metodología Análisis Envolverte de Datos (DEA).

Planteamiento del problema

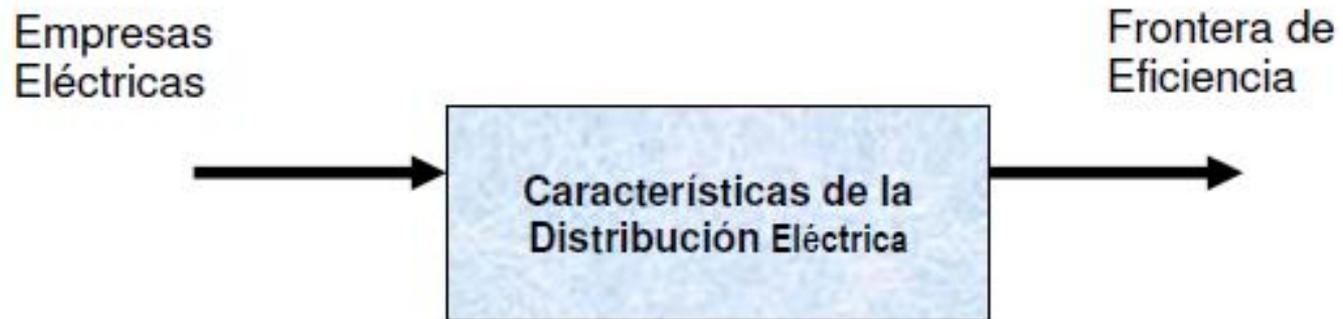


Figura 1.2: Caja negra del sistema distribución eléctrica

Planteamiento del problema

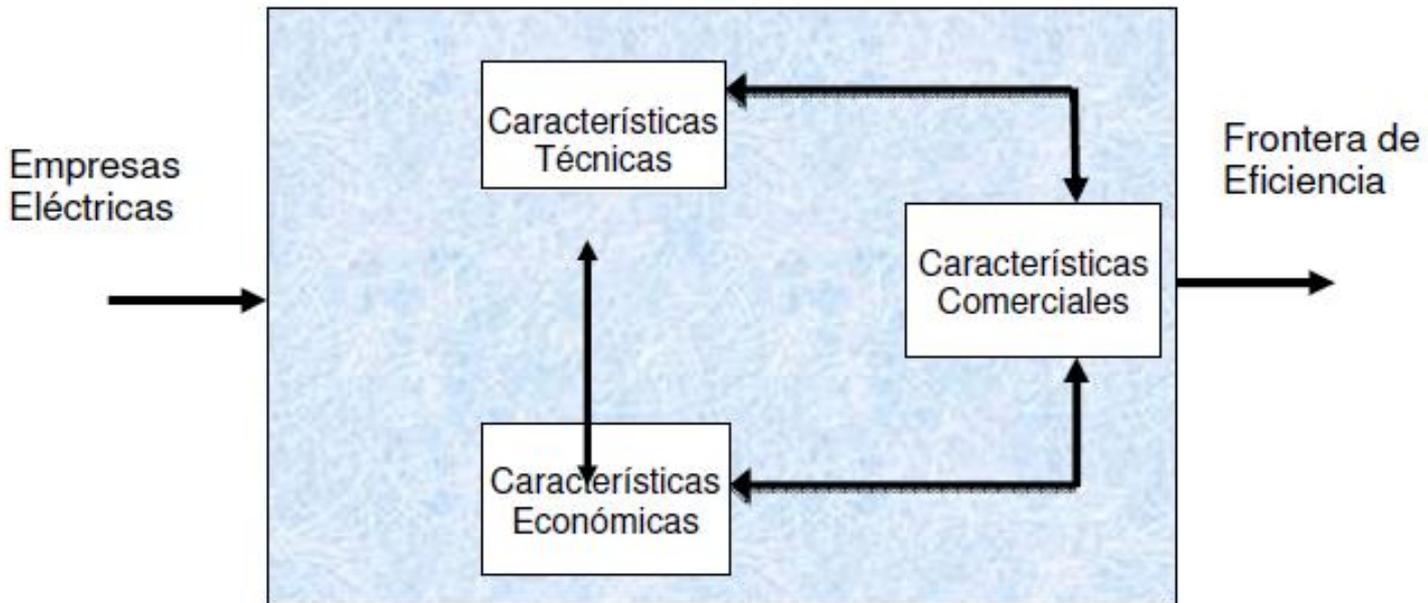


Figura 1.3. : Caja blanca de las características de la distribución eléctrica

Planteamiento del problema

Problema general

La interrogante principal de la presente investigación es:

¿Cuál es la influencia de las características de la distribución eléctrica en la frontera de eficiencia de las empresas de la corporación FONAFE?

Objetivos

Objetivo general

Determinar la influencia de las características de la distribución eléctrica en la frontera de eficiencia mediante el análisis envolvente de datos, de las empresas de la corporación FONAFE.

Objetivos específicos

- Determinar la influencia de las características técnicas de la distribución eléctrica de las empresas de la corporación FONAFE.
- Determinar la influencia de las características comerciales de la distribución eléctrica de las empresas de la corporación FONAFE.
- Determinar la influencia de las características económicas de la distribución eléctrica de las empresas de la corporación FONAFE.

Hipótesis

Las características técnicas, comerciales y económicas de la distribución eléctrica, influyen directamente en la frontera de eficiencia de las empresas de la corporación FONAFE.

Aspectos metodológicos: Tipo y nivel de investigación

Tipo y nivel de investigación

De acuerdo a Salazar Córdova, (2008), el tipo de investigación, hace referencia a la profundidad con la se espera abordar el problema del conocimiento.

En base al problema identificado y a la disponibilidad de las herramientas de investigación, el tipo de investigación usado es el tipo básico y con la finalidad de poder obtener resultados favorables se usa el nivel de investigación explicativa.

Aspectos metodológicos: Metodología y diseño de la investigación

Metodología:

La metodología usada es la investigación básica, según Ccanto Mallma (2009), los métodos básicos de investigación difieren entre si tomando como referencia dos características importantes: • El estudio del fenómeno o hecho, ya sea en su forma natural, o en forma artificial a través de la preparación deliberada de las condiciones que actúan sobre el (hecho o fenómeno).

Aspectos metodológicos: Metodología y diseño de la investigación

Diseño de la Investigación:

De acuerdo a Espinoza Montes (2012), el diseño de la investigación es una organización esquematizada para relacionar y controlar variables de investigación. Tiene como objetivo asignar restricciones controladas a las observaciones de los fenómenos. Es un instrumento de dirección para el investigador, contiene los pasos y acciones a seguir para encontrar posibles soluciones a los problemas.

En la investigación se utilizará el diseño no experimental, de acuerdo a Hernández Sampiere, Fernández Collado, & Baptista Lucio (2006), clasifica este tipo de investigación por su dimensión. De acuerdo a la clasificación indicada, se emplearán los Diseños Transeccionales Correlacionales – Causales, estos diseños describen relaciones entre dos o más categorías, conceptos o variables en un momento determinado.

Aspectos metodológicos: población y muestra

Empresas de la investigación

Muestra	Sigla
Electro Oriente	ELOR
Electro Puno	ELPU
Electro Sur Este	ELSE
Electrocentro	ELCTO
Electronoroeste	ENOSA
Electronorte	ENSA
Electrosur	ELS
Hidrandina	HDNA
Seal	SEAL

Aspectos metodológicos: recolección de datos

Variables de la investigación

Variables	Dimensiones	Indicador
Características de la Distribución Eléctrica	Técnicas	Redes de MT (Km)
		Redes de BT (Km)
		Subestaciones de Distribución (U)
	Comerciales	Cantidad de Usuarios (U)
		Venta de Energía (KWh)
	Económicas	Cantidad de Personal (U)
Frontera de Eficiencia	Eficiencia	< 0 Ineficiente
		1 Eficiente

Aspectos metodológicos: análisis de datos

Identificación de inputs (entradas) y outputs (salidas)

- a) La relación entre indicadores de la variable independiente.
- b) La asociación entre grupos de indicadores de la variable independiente. Para identificar los conjuntos de variables y su posibilidad de agregación para describir los principales factores que componen la distribución eléctrica, se empleó una técnica estadística factorial llamada Análisis de Componente Principal (ACP).

Aspectos metodológicos: análisis de datos

Identificación de inputs (entradas) y outputs (salidas)

	Indicadores	
	Sigla	Descripción
INPUTS	KMT	Redes de MT
	NSED	Subestaciones de Distribución
	KBT	Redes de BT
	CPP	Cantidad de Personal
OUTPUTS	CLTS	Cantidad de Usuarios
	VECR	Venta de Energía

Aspectos metodológicos: análisis de datos

Matriz de Datos

EMPRESA	SIGLA	CARACTERÍSTICAS DE LA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA					
		INPUTS				OUTPUTS	
		KMT	NSED	KBT	CPP	CLTS	VECR
ELECTRO ORIENTE	ELOR	1362.52	953.00	1940.91	332.00	215200.00	396796.34
ELECTRO PUNO	ELPU	4981.94	3098.00	6282.15	156.00	197760.00	235285.79
ELECTRO SUR ESTE	ELSE	8978.48	5753.00	9986.74	264.00	353996.00	390141.16
ELECTROCENTRO	ELCTO	8072.68	8604.00	8527.78	328.00	573354.00	590274.34
ELECTRONOROESTRE	ENOSA	3185.43	2675.00	3669.16	235.00	365834.00	957470.41
ELECTRONORTE	ENSA	3410.97	3071.00	3759.74	258.00	351240.00	639533.06
ELECTROSUR	ELS	1373.31	1466.00	1364.90	156.00	129679.00	324007.58
HIDRANDINA	HDNA	6267.48	5898.00	7823.67	371.00	618174.00	1421842.90
SEAL	SEAL	2963.42	4412.00	3691.78	212.00	326098.00	799341.29

Resultados

Determinación de la eficiencia mediante el DEA

Se utilizó el Software Frontier Analys.



Resultados

Determinación de la eficiencia mediante el DEA

La frontera estará determinada por las empresas eficientes

Units		Comparison 1		
Unit name	Score	Efficient	Condition	
ELCTO	100.0%	✓		
ELOR	100.0%	✓		
ELPU	74.7%			
ELS	93.8%			
ELSE	78.3%			
ENOSA	100.0%	✓		
ENSA	93.3%			
HDNA	100.0%	✓		
SEAL	97.9%			

Resultados

Determinación de la eficiencia mediante el DEA

Los resultados muestran que las empresas Electrocentro S. A. (ELCTO), Electro Oriente S.A. (ELOR), Electronoroeste S.A. (ENSA) e Hidrandina S.A. (HDNA) son eficientes; el resto de las empresas son calificadas como ineficientes, es el caso de Electro Puno (ELPU), Electro Sur Este (ELSE), Electronoroeste (ENOSA), Electro Sur (ELS) y SEAL.

Resultados

Determinación de la eficiencia mediante el DEA

Resultados de los valores de posible mejora para las empresas ineficientes.

Muestra	Input/Output	Valor	Objetivo	Potencial Mejora
ELECTRO PUNO	KMT	4,982	2,313	-53.58%
	NSED	3,098	2,313	-25.32%
	KBT	6,282	2,676	-57.40%
	CPP	156	116	-25.32%
	CLTS	197,760	197,760	0.00%
	VECR	235,286	355,682	51.17%
ELECTROSUR	KMT	1,373	1,082	-21.22%
	NSED	1,466	891	-39.23%
	KBT	1,365	1,281	-6.18%
	CPP	156	101	-35.11%
	CLTS	129,679	129,679	0.00%
	VECR	324,008	324,008	0.00%

Resultados

Determinación de la eficiencia mediante el DEA

Resultados de los valores de posible mejora para las empresas ineficientes.

Muestra	Input/Output	Valor	Objetivo	Potencial Mejora
ELECTROSURESTE	KMT	8,978	4,401	-50.98%
	NSED	5,753	4,504	-21.72%
	KBT	9,987	4,937	-50.56%
	CPP	264	207	-21.72%
	CLTS	353,996	353,996	0.00%
	VECR	390,141	552,424	41.60%
ELECTRONORTE	KMT	3,411	3,019	-11.49%
	NSED	3,071	2,520	-17.93%
	KBT	3,760	3,506	-6.75%
	CPP	258	241	-6.75%
	CLTS	351,240	351,240	0.00%
	VECR	639,533	906,423	41.73%
SEAL	KMT	2,963	2,902	-2.06%
	NSED	4,412	2,482	-43.74%
	KBT	3,692	3,386	-8.29%
	CPP	212	208	-2.06%
	CLTS	326,098	326,098	0%
	VECR	799,341	839,558	5.03%

Resultados

Prueba de hipótesis

El modelo de regresión logística binario utiliza la distribución binomial para modelar la variación en una propuesta binaria. La probabilidad de ser eficiente se puede expresar por un parámetro en una distribución binomial. El procedimiento de regresión logística, utilizando los datos a nivel de los casos individuales, independientemente de la forma en que los datos hayan sido introducidos, genera todas las predicciones, residuos, estadísticos de influencia y pruebas de bondad de ajuste.

Existe una relación estadística significativa entre las variables con un nivel de confianza del 95 % cuando el estadístico utilizado (denominado p-value) en el análisis presenta una desviación menor de 0,05.

Resultados

Prueba de hipótesis

Si ese hecho que queremos modelizar o predecir lo representamos por Y (variable dependiente) y las k variables explicativas (independientes) se designan por $X_1, X_2, X_3, \dots, X_k$, la ecuación general (o función logística) .

$$P(Y = 1) = \frac{1}{1 + e^{-\alpha - \beta_1 X_1 - \beta_2 X_2 - \beta_3 X_3 - \dots - \beta_k X_k}}$$

Donde $\alpha, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \dots, \beta_k$, son los parámetros del modelo, y “e” denota la función exponencial.

Resultados

Prueba de hipótesis

En la siguiente tabla, podemos comprobar que nuestro modelo tiene una especificidad alta (100 %) y una sensibilidad nula (0 %). Con la constante y una única variable predictora (CPP), clasifica las empresas eficientes (ESTADO = 1) cuando el punto de corte de la probabilidad de Y calculada se establece (por defecto) en 50 % (0,5).

Resumen del modelo

Paso	-2 log de la verosimilitud	R cuadrado de Cox y Snell	R cuadrado de Nagelkerke
1	5.973 ^a	.508	.681

a. La estimación ha finalizado en el número de iteración 6 porque las estimaciones de los parámetros han cambiado en menos de .001.

Discusión

Comparación de resultados

1.- En una investigación, luego de utilizar la metodología del DEA, se estudió a 19 empresas distribuidoras peruanas para determinar la eficiencia. El ranking muestra que Edelnor, Seal, Hidrandina. y Luz del Sur son las empresas menos ineficientes; en líneas generales las empresas ineficientes son las empresas administradas por el Estado. Al respecto los resultados concuerdan con los obtenidos en esta investigación donde Hidrandina resultó eficiente y las empresas Electro Sur Este y Electro Puno son ineficientes

Discusión

Comparación de resultados

2.- A nivel internacional, los estudios de eficiencia con la metodología DEA son variados y dependen, fundamentalmente, de la asignación de *inputs* y *outputs*, como ejemplo al análisis efectuado con un panel de datos correspondiente a 27 tipologías de empresas de los siguientes países: Holanda, Bélgica, Francia, España, Italia, Australia, Alemania, Japón, Portugal y Suecia. Los resultados relevantes muestran que las empresas alemanas pequeñas presentan eficiencia; las empresas belgas y alemanas grandes y las empresas austriacas y alemanas medianas presentan altos grados de eficiencia; asimismo las empresas belgas pequeñas son las más ineficientes, conjuntamente con las empresas italianas grandes para un cierto periodo de análisis.

Conclusiones

Los resultados obtenidos parecen coherentes con las estrategias de la innovación seguidas por algunas empresas peruanas, como es el caso del *holding* de empresas del Grupo Distriluz, que, en base a la adquisición de tecnología disponible en el mercado nacional e internacional, aprovechan las economías de escala y el trabajo en equipo como medio de aumentar la competitividad.

El impacto de las duras condiciones geográficas, de difícil acceso afecta a la ineficiencia y áreas de concesión de baja densidad; por ello, empresas como Electro Puno o Electro Sur Este muestran resultados negativos en términos de eficiencia.

Finalmente, los resultados se pueden ver afectados por las limitaciones conocidas de la metodología DEA u otros efectos derivados de las limitaciones y calidad de los datos empleados.

Referencias bibliográficas

- [1] T. GÖNEN, “Electric Power Distribution System Engineering” California: McGraw Hill. 1986.
- [2] F. Pedraja, J Salinas, “El Análisis Envolvente de Datos (DEA) y su aplicación al sector público: una nota introductoria”, Hacienda Pública Española. 1994.
- [3] M.J. Farrell, “The Measurement of Productive Efficiency”, Journal of the Royal Statistical Society. Serie A, Vol 3, 1957. Recuperado de: <http://www.aae.wisc.edu/aae741/Ref/Farrell%201957.pdf>
- [4] V. Coll Serrano, B. O. Blasco Blasco, “Frontier analyst una herramienta para medir la eficiencia”. Malaga: Eumed. 2006.
- [5] J. L Bonifaz, M. Jaramillo. “Efficiency Analysis for Peruvian electricity distribution sector: Inefficiency’s explicative factors”. Lima, Perú: Universidad del Pacífico. 2010.
- [6] R. Pérez, R. Espejo. “Measuring Efficiency and Productivity Change in the Peruvian Electricity Distribution Companies after Reforms”. España. 2009.
- [13] R.E. Sanhueza H. “Fronteras de eficiencia, Método para la determinación del valor agregado de distribución”. Recuperado de: <http://power.sitios.ing.uc.cl/paperspdf/sanhuezathesis.pdf>.

GRACIAS