

# Proposal for a regulatory framework to improve quality levels of electricity service in times of crisis

Edwin Ramírez Soto, Estudiante<sup>1</sup>, Luis Arellán, Estudiante<sup>1</sup>, David Checa, Estudiante<sup>1</sup>, Adolfo Rios, Estudiante<sup>1</sup>, Edison Espinoza, Estudiante<sup>1</sup>, Herbert Grados-Espinoza, Doctor<sup>2</sup>, Antenor Leva, Doctor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Callao, Perú, eramirezs@unac.edu.pe, laarellany@unac.edu.pe, djchecac@unac.edu.pe, ajriosv@unac.edu.pe, eespinozar@unac.edu.pe

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Callao, Perú, hjgradose@unac.edu.pe, alevaa@unac.edu.pe

*Abstract— This article analyzes the current situation of the quality of public electricity services -supply quality- in Peru and to propose a regulatory framework that helps to obtain better levels of quality in times of crisis, so that it does not affect economic activity from the country. Taking into account the Emergency Decree, which suspends the payment of compensation for non-compliance with the Electric Services Quality Standard (NTCSE).*

*Keywords—analysis, regulatory, electricity, economic, services*

**Digital Object Identifier (DOI):**

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2022.1.1.98>

**ISBN:** 978-628-95207-0-5 **ISSN:** 2414-6390

# Propuesta de un marco regulatorio para la mejora de niveles de calidad del servicio eléctrico en tiempos de crisis

Edwin Ramírez Soto, Estudiante<sup>1</sup>, Luis Arellán, Estudiante<sup>1</sup>, David Checa, Estudiante<sup>1</sup>, Adolfo Rios, Estudiante<sup>1</sup>, Edison Espinoza, Estudiante<sup>1</sup>, Herbert Grados-Espinoza, Doctor<sup>2</sup>, Antenor Leva, Doctor<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Callao, Perú, eramirezs@unac.edu.pe, laarellany@unac.edu.pe, djchecac@unac.edu.pe, ajriosv@unac.edu.pe, eespinozar@unac.edu.pe

<sup>2</sup>Universidad Nacional del Callao, Perú, hjgradose@unac.edu.pe, alevaa@unac.edu.pe

**Abstract**– Este artículo analiza la situación actual de la calidad de los servicios públicos de electricidad -calidad de suministro- en el Perú y propone un marco regulatorio que ayude a obtener mejores niveles de calidad en tiempos de crisis, para que no afecte la actividad económica. del país Teniendo en cuenta el Decreto de Urgencia No. que suspende el pago de indemnizaciones por incumplimiento de la Norma de Calidad de los Servicios Eléctricos (NTCSE).

**Palabras clave.** - análisis, regulatorio, electricidad, económico, servicios

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad la regulación de la calidad de los servicios de electricidad se analiza mediante los indicadores establecidos por ley. Uno de los indicadores más importantes es la continuidad del servicio eléctrico a los clientes, es decir, cuantas menos interrupciones en el servicio eléctrico, mejor es la calidad del servicio. La Norma Técnica de Calidad del Servicio Eléctrico (NTCSE) utiliza los indicadores N (# de interrupciones) y D (Duración de Interrupciones) para evaluar su comportamiento. En caso que las interrupciones excedan los indicadores establecidos, la empresa eléctrica debe compensar económicamente a los usuarios afectados de acuerdo a una fórmula establecida en la Norma. Un factor importante y determinante en la fórmula es el Costo de la Energía no Servida “e”. [1]

El costo de energía no servida se calcula de la siguiente manera: [2]

$$CENS = \frac{(IM / DM) \times ((H_{DE} * FP_{DE}) + (H_{DO} * FP_{DO}) + (H_{RE} * FP_{RE}))}{(H_{DE} + H_{DO} + H_{RE})} \quad (1)$$

- **CENS** : es el Costo de Energía No Suministrada, en USD/MWh.

- **IM** : es el Ingreso Medio Horario, una jornada diaria de trabajo de 8 horas.

- **DM** : es la Demanda Máxima por usuario, en MW, estimada a partir del consumo de energía por usuario residencial, en MWh; la cantidad de usuarios residenciales; la cantidad de horas del mes (720 horas) y un factor de carga igual a 0.5.

-  $H_{DE}$ ,  $H_{DO}$  y  $H_{RE}$  : son las horas del día dedicadas de Descanso (DE), igual a 8.5 horas/ día; a Actividades Domésticas (DO), igual a 5.8 horas/día; y al Resto de Actividades (RE), igual a 9.7 horas/día; siendo

$$(H_{DE} + H_{DO} + H_{RE}) = 24 \text{ horas.}$$

-  $P_{DE}$ ,  $P_{DO}$  y  $P_{RE}$  : son los ponderadores utilizados para valorar las horas del día, iguales a 0, 1 y 0.5 respectivamente.

Desde la promulgación de la NTCSE en el país hasta la fecha, el estado ha hecho pocas modificaciones en lo referente a mejorar este marco regulatorio, es por ello que, en los últimos años, la calidad del servicio ha empeorado. La regulación del sector eléctrico está sujeta a los fines de la política energética, la cual depende de la política económica general del Gobierno. El Ministerio de Energía y Minas (MINEM) y el Organismo Supervisor de la Inversión en Energía y Minería (OSINERGMIN) son las dos entidades claves responsables de la implementación del marco regulatorio y del cumplimiento de las regulaciones del sector energético y minero del Perú.

La calidad del servicio eléctrico es uno de los indicadores más importantes para analizar la regulación de calidad de los servicios públicos, según Bollen (2000) es el “conjunto de características que se debe cumplir en la interacción entre los suministradores del servicio eléctrico, los usuarios del mismo y la población en general” [3].

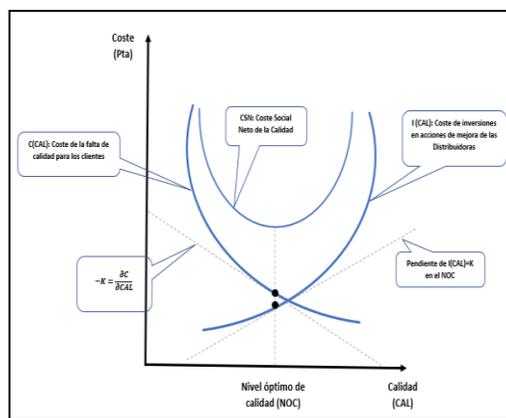


Fig 1. Costos y nivel óptimo de Calidad  
Fuente: Rivier Abbad [4]

A nivel mundial se observa la tendencia a un cambio en la matriz energética, debido al impacto ambiental de las tecnologías convencionales de generación de energía; por ello, se vienen utilizando ya de manera sostenible la producción de energía eléctrica utilizando fuentes renovables como la energía solar, energía eólica, biomasa, de manera importante. [5]

Según Rivier Abbad (1999), la “regulación de la calidad del servicio debe incidir directamente en la remuneración de las distribuidoras, para así poder controlar que estas empresas no dejen de invertir ni de mantener adecuadamente las redes de distribución”. [4]

Es decir, la empresa distribuidora debe minimizar el costo global de la energía que suministra, teniendo en cuenta los costos de inversión, mantenimiento y operación de sus redes, y los costos de los clientes. De esta forma se maximizaría el Beneficio Social Neto del suministro de electricidad.

Las compensaciones pagadas por las empresas eléctricas a sus clientes, por exceso de interrupciones, desde la promulgación de la NTCSE, presenta una variabilidad en los últimos años. Esto es debido, a que las empresas distribuidoras (EDEs) prefieren indemnizar con las compensaciones en vez de invertir para disminuir las fallas de sus instalaciones.

rurales. Por lo que se ratifica, que las citadas empresas prefieren pagar las compensaciones en lugar de realizar inversiones para mejorar su infraestructura.

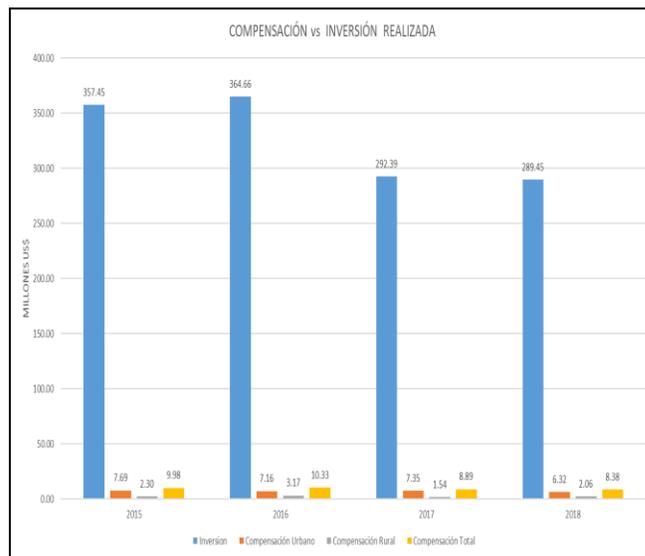


Fig 3. Inversiones vs. Compensaciones  
Fuente. – Ministerio de Energía y Minas [7]

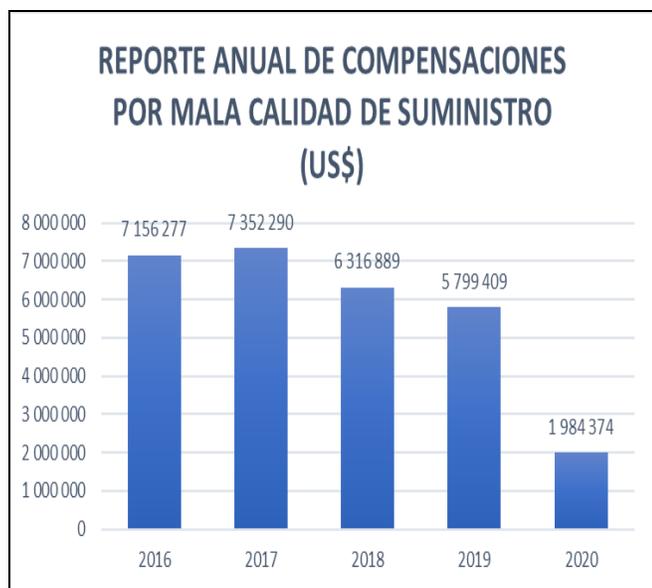


Fig 2. Evolución de Compensaciones por mala calidad de suministro – NTCSE  
Fuente: OSINERGMIN [6]

Esta situación, al repetirse durante los últimos años, confirma que las compensaciones no son disuasivas y por tanto no cumplen su objetivo de incentivar a la empresa para optimizar y elevar la calidad del servicio.

De la figura 3, se observa que las compensaciones de las empresas eléctricas en los últimos cinco años, por incumplimiento de la NTCSE, están a 2,5% y 0,8% de las inversiones realizadas por las EDEs, tanto urbano como

Para el análisis, se obtuvo información del OSINERGMIN y del MINEM. Con la información recopilada se calculó del Valor Actual Neto (VAN) de los flujos futuros derivados de la aplicación del Marco Regulatorio propuesto. Con la utilización de un método de análisis de sensibilidad se identificó un valor del costo de la energía no servida “e”, que genere un equilibrio entre los costos de inversión requeridos para conseguir tolerancias óptimas y el pago de compensaciones, de tal manera que las empresas sean disuadidas a cumplir con el servicio eléctrico y tengan incentivos a mejorar la calidad de estos servicios. [8]

Los tres escenarios son: Escenario 1: Pesimista, no hacer nada, Escenario 2: Conservador, efectuar inversiones al 50 % de las inversiones para reducir las compensaciones. Escenario 3: Optimista, efectuar inversiones eficientes. [9]

Se efectuó un análisis de sensibilidad, se definió como elemento variable, el valor de la “Compensación unitaria por Calidad de Suministro en US\$/kWh” a partir de la aplicación de la NTCSE, para cada escenario. Quedando como sigue:

### Sector Urbano

El valor de la “Compensación unitaria por Calidad de Suministro en US\$/kWh” que genera el punto de inflexión (costo óptimo de calidad) entre efectuar inversiones o pagar compensación, está entre 0,75 y 1,00 US\$/kWh. [10]

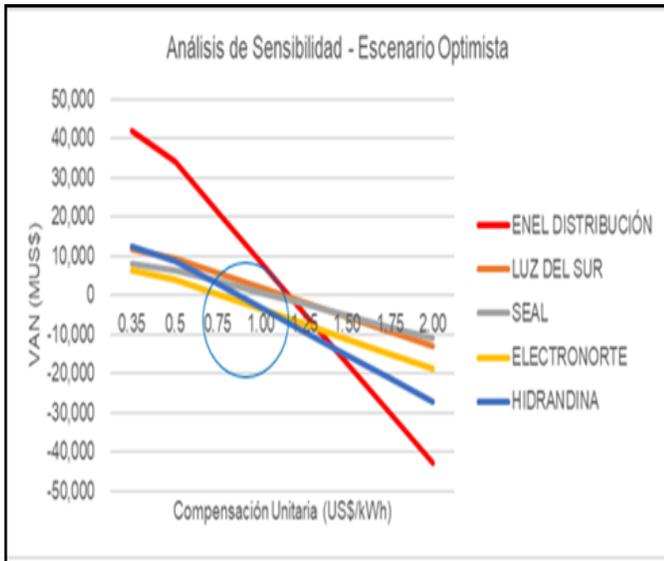


Fig 4. Análisis de sensibilidad por calidad de suministro (Sector Urbano) - Escenario optimista. Fuente. Elaboración propia

**Sector Rural**

El valor de la “Compensación unitaria por Calidad en US\$/kWh” genera un punto de inflexión entre efectuar inversiones o pagar compensación, este valor se encuentra entre los 0,60 y 0,75 US\$/kWh, estas cifras se encuentran dentro del rango del costo de compensación unitaria, definida para el sector rural. [11]

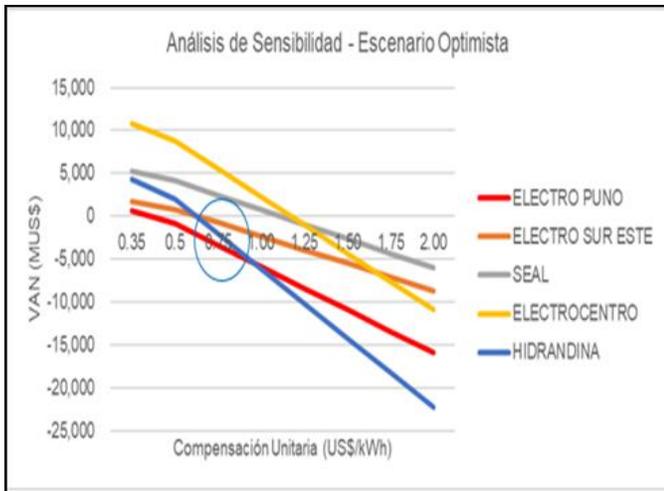


Fig 5. Análisis de sensibilidad por calidad de suministro (Sector Rural) - Escenario 3. Fuente: Elaboración propia

En general los indicadores de SAIFI (System Average Interruption Frequency Index) y SAIDI (System Average Interruption Duration Index) los cuales miden la frecuencia y el tiempo de en la cual se presentan fallas en la red eléctrica de los sistemas electrificados ante las fallas de componentes

físicos, malos manejos por parte de personal técnico o externos. Para comprender el alcance de las variables que involucran los indicadores, SAIFI y SAIDI se calculan de la siguiente manera: [12]

$$SAIDI = \frac{\sum_{i=1}^n t_i \times u_i}{N} \quad (2)$$

$$SAIFI = \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{N} \quad (3)$$

Donde los parámetros representan:

$t_i$  : tiempo de duración de cada interrupción

$u_i$  : Número de usuarios afectados en cada interrupción de servicio

$n$  : número de interrupciones por periodo

$N$  : número de usuarios afectados al finalizar el periodo establecido

Estos indicadores se han reducido favorablemente como puede verse en la figura N°6.

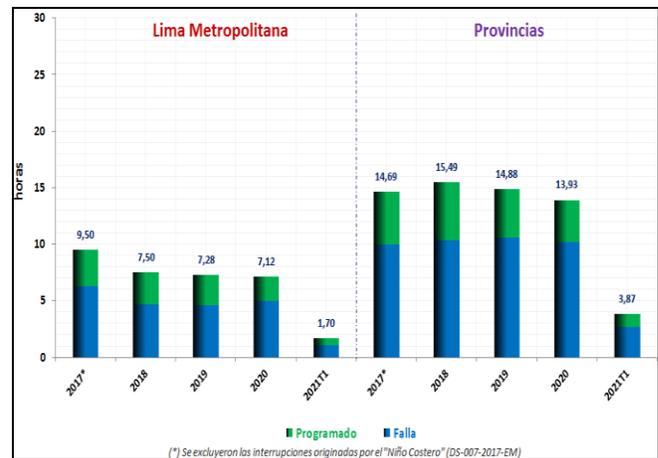


Fig 6. Histórico de Indicadores de SAIFI y SAIDI en Distribución. Fuente: Elaboración propia

Pero en algunas concesionarias que suministran energía a zonas rurales, estos indicadores han aumentado como puede verse en la figura N° 7 en la distribuidora ElectroPuno y Electro Oriente y SEAL de Arequipa respectivamente. [13]

En la figura 8, se representa que, en el primer trimestre del año 2021, se han registrado 8223 interrupciones en las redes de distribución.

## RESULTADOS

El diagnóstico determinó que para optimizar la calidad del servicio fue importante identificar los indicadores SAIFI Y SAIDI, los cuales permitieron, por los altos niveles presentados, identificar una gran incidencia en cantidad de fallas respecto a daños en los sistemas de electricidad.

Para la mejora de la gestión, tanto en reducción de tiempo de espera por parte de los usuarios, como un monitoreo constante del buen funcionamiento del sistema, se opta por establecer un marco regulatorio basado en nuevas tecnologías emergentes con el propósito de tener disponibilidad de acceso en todo momento y fiabilidad

Equipo señalizador de falla

Estos equipos señalizador de falla como hemos descritos en el es un sistema capaz de señalar posibles eventualidades a lo largo de las líneas de alimentación en una concesionaria equipo que nos permite, identificar las posibles fallas que se puedan presentar a lo largo de circuito o alimentador como suelen identificara las redes de media tensión en una concesionaria, lo importancia de estos equipos radica en su avance tecnológico que permite remotas con baja intensidad de señal, se acoplan a los equipos celulares y que fácil pueden ser operados por personal operativo, pueden identificar la ausencia de tensión y corriente en los puntos donde están instalados, estos equipos permiten realizar adecuadamente la optimización del mantenimiento.

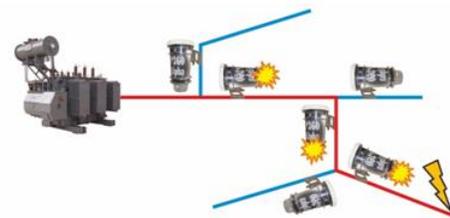


Figura 10. Modo de conexión de un señalizador de fallas

Como se muestra en la figura 8, la idea de poseer un seguimiento de las fallas en la línea de tensión en toda la extensión, desde central base hasta la última milla o usuario final supone una localización de los dispositivos en distintos nodos de conexión.

En adición, la implementación de este servicio implica un costo de inversión tanto de equipos, mantenimiento de dispositivos y una buena conectividad a internet. Esto es debido que los señalizadores deben mantenerse conectados a una unidad concentradora, la cual proporciona los reportes condensados y los transmite a una central de despacho, donde operarios especializados, evalúan la falla y prevén con antelación su modo de participación en los lugares de fallas previstas, de este modo se busca reducir costos de análisis

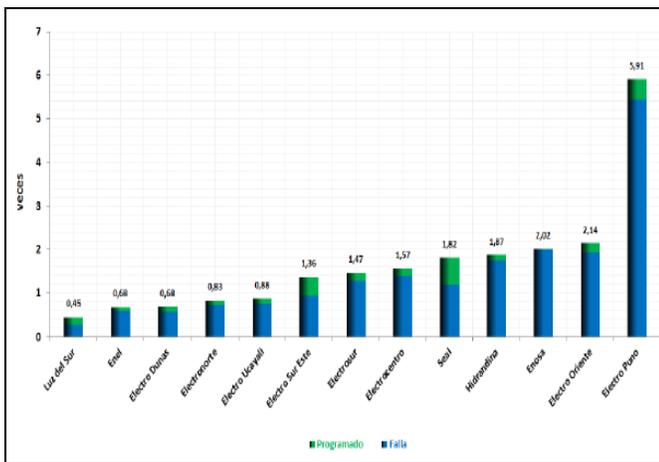


Figura 7. Histórico de Indicadores de SAIFI de las Empresas Distribuidoras. Fuente: OSINERGMIN [14]

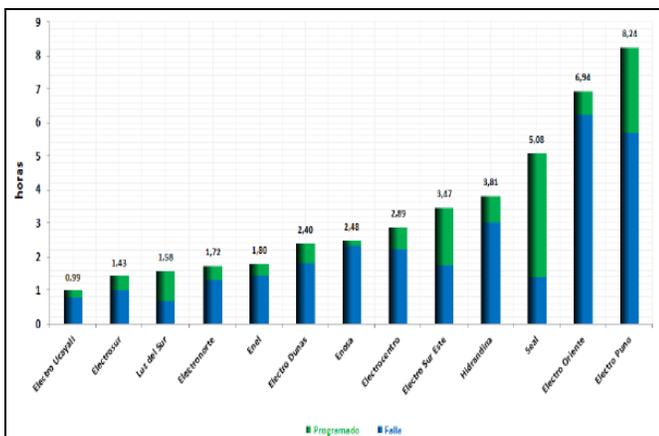


Figura 8. Histórico de Indicadores de SAIDI de las Empresas Distribuidoras. Fuente: OSINERGMIN [14]

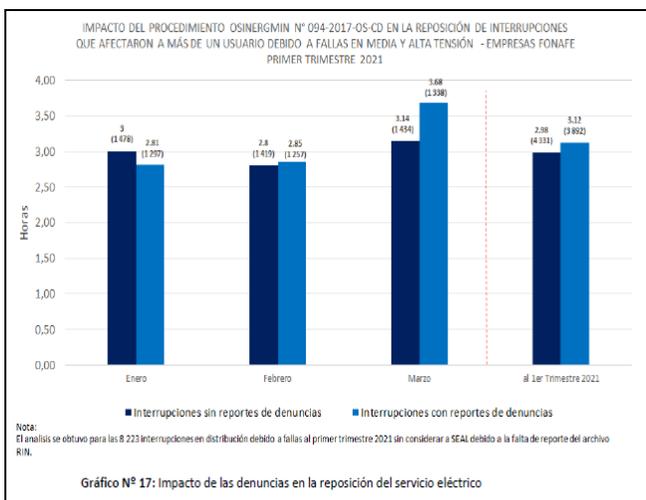


Figura 9. Histórico de denuncias de los usuarios del servicio en el primer trimestre del 2021. Fuente: OSINERGMIN [15]

técnico a nivel macro y se centra en un solo tramo, se reduce el tiempo de espera por parte de los clientes. En síntesis, es el método más adecuado para poder reducir el nivel de SAIDI y SAIFI.

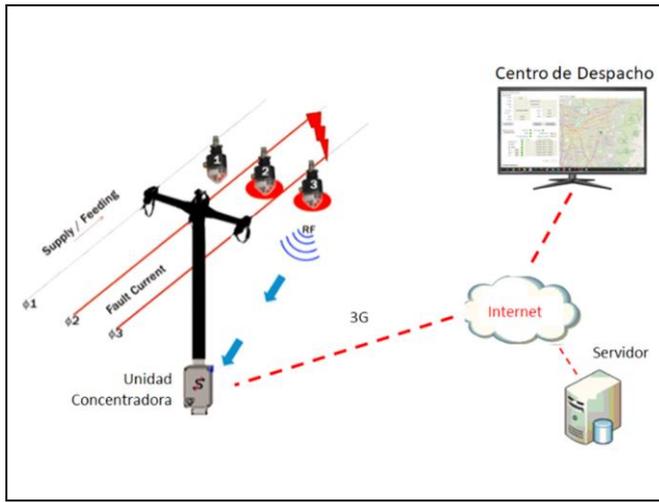


Figura 11. Modelo de conexión de señalizador de fallas

## CONCLUSIONES

- a) El marco normativo propuesto, establece implementar incentivos por calidad de servicio a las empresas de distribución, promoviendo el mejoramiento de la calidad del servicio. Se propone los valores de compensación comprendido entre 0,75 a 1,00 US\$/kWh en el sector urbano y 0,6 a 0,75 US\$/kWh en el sector rural, que generaran incentivos para que las empresas de distribución eléctricas efectúen inversiones en sus instalaciones para mejorar la calidad de suministro eléctrico.
- b) Las zonas rurales son las más afectadas por la mala calidad de suministro, como se observa en la figura 7, destacando las empresas estatales ElectroPuno y Electro Oriente, SEAL de Arequipa, entre otras. Asimismo, en la figura 8 se representa que, en el primer trimestre del año 2021, se han registrado 8223 interrupciones en las redes de distribución de las empresas.
- c) Debido a la crisis que atravesamos por el COVID-19, y la suspensión del pago de compensaciones por incumplimiento de la NTCSE, es importante analizar el aumentar el costo de compensación de Calidad de los Servicios a un valor óptimo, para tener una infraestructura eléctrica en condiciones aceptables y prevenir eventos impredecibles.

## REFERENCIAS

- [1] Resolución-308-2015. (2015, 30 de diciembre). Osinermin. [https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro\\_documental/Pl antillaMarcoLegalBusqueda/Resolucion-308-2015.pdf](https://www.osinermin.gob.pe/seccion/centro_documental/Pl antillaMarcoLegalBusqueda/Resolucion-308-2015.pdf)
- [2] Comisión regional de interconexión eléctrica (CRIE). (2020, 2 de noviembre). marco regulatorio y resoluciones de la comisión regional de interconexión eléctrica(crie): periodo 2003 - 2020. marco-regulatorio, Madrid, España. <https://crie.org.gt/marco-regulatorio/>
- [3] Bollen, M.H.J. (2000) Understanding Power Quality Problems Voltage Sags and Interruptions. IEEE Press, New York.
- [4] Rivier, A. Juan (2000). Calidad del servicio. Regulación y Optimización de Inversiones. Universidad Pontificia Comillas de Madrid.
- [5] Barragán-Escandón, E., Zalamea-León, E., Terrados-Cepeda, J. y Vanegas-Peralta, P. (2019). Factores que influyen en la selección de energías renovables en la ciudad. EURE (Santiago), 45(134), 259–277. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612019000100259>
- [6] Dammert, Alfredo; García, Raúl y Molinelli, Fiorella 2010: Regulación y Supervisión del Sector Eléctrico. Lima, Fondo Editorial – Pontificia Universidad Católica del Perú.
- [7] Stiglitz Joseph (2010). Regulación y fallas. Revista de Economía Institucional.
- [8] Vásquez, Arturo; Tamayo, Jesús; Vilches, Carlo & Chávez, Edison (2016). La Regulación del Sector de Energía. Documento de Trabajo No 40, Gerencia de Políticas y Análisis Económico. Lima, Osinermin.
- [9] OSINERGMIN (2012). Estimación del Costo de Racionamiento para el Sector Eléctrico peruano. Informe Técnico N° 10-2012-OEE/OS.
- [10] Comisión de Integración Energética Regional (CIER, 2016). Benchmarking Calidad de los Servicios de Energía Eléctrica en Latinoamérica. Banco Interamericano de Desarrollo (BID).
- [11] Urbiztondo, Santiago (2000). La regulación de la calidad en el servicio eléctrico: Una evaluación en base a principios teóricos y la experiencia internacional.
- [12] Opciones Tarifarias y Condiciones de Aplicación de las Tarifas a Usuario Final. (s. f.). Osinermin.

<https://www.osinergmin.gob.pe/Resoluciones/pdf/2005/OSINERG%20No.236-2005-OS-CD-Norma.pdf>

[13] ¿Cómo se mide la confiabilidad de un sistema eléctrico? ¿Qué son los indicadores SAIFI y SAIDI? - Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica. (s. f.). Sector Electricidad | Profesionales en Ingeniería Eléctrica. [https://www.sectorelectricidad.com/15471/como-se-mide-la-confiabilidad-de-un-sistema-electrico-que-son-los-indicadores-saifi-y-saidi/#:~:text=Indicador%20SAIFI%20\(System%20Average%20Interruption,pueden%20ser%20propias%20\(sistemas%20de](https://www.sectorelectricidad.com/15471/como-se-mide-la-confiabilidad-de-un-sistema-electrico-que-son-los-indicadores-saifi-y-saidi/#:~:text=Indicador%20SAIFI%20(System%20Average%20Interruption,pueden%20ser%20propias%20(sistemas%20de)

[14] División Supervisión Regional del OSINERGMIN. (Setiembre 2017). Problemática de la Calidad del Suministro Eléctrico y Propuesta de cambio Normativo para incentivar la mejora.

[15] División Supervisión Regional del OSINERGMIN. (Setiembre 2021). Supervisión del desempeño de las instalaciones de media tensión de los sistemas eléctricos de distribución. primer trimestre 2021