

ANÁLISIS INGENIERIL DEL CONTROL DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS EN LA DISTRIBUCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN COLOMBIA

DIANA CAROLINA CANDIA HERRERA
KARLA YOHANA SÁNCHEZ MOJICA



Contenido

INTRODUCCIÓN	3
DESARROLLO	5
CONCLUSIONES	8
BIBLIOGRAFÍA	10



Introducción

En el contexto de la distribución de energía eléctrica, las pérdidas no técnicas se refieren a la electricidad que se pierde debido a razones que no están relacionadas con fallas físicas en el sistema eléctrico [1]. Estas pérdidas pueden ocurrir en diversas etapas del proceso de distribución y pueden ser el resultado de actividades fraudulentas, errores en la facturación, problemas de gestión o gobernanza del servicio en Colombia.

Las pérdidas no técnicas en el servicio de energía eléctrica pueden clasificarse en varios tipos, cada uno con sus propias características y causas, se pueden dividir en: 1) Robo de energía, 2) Errores de facturación, 3) Fraude interno, 4) Corrupción pérdidas comerciales, 5) No cobros por sustento legal [2]. Si se hace referencia al robo de energía, es cuando los consumidores o usuarios finales del servicio realizan conexiones ilegales o manipulan los medidores para consumir electricidad sin pagar gran parte de ella [3]; esta mala práctica incluye la instalación de cables clandestinos, la alteración de medidores o la manipulación de registros de consumo.

En cuanto a los errores de facturación, se producen debido a errores humanos o fallos en los sistemas de facturación de las empresas de distribución de energía eléctrica, incluyendo errores en la lectura de medidores, cálculos incorrectos de consumo, omisión de facturación a clientes legítimos y otros problemas que tiene un cómplice desde lo administrativo [4]. En algunas ocasiones, los empleados de las empresas de

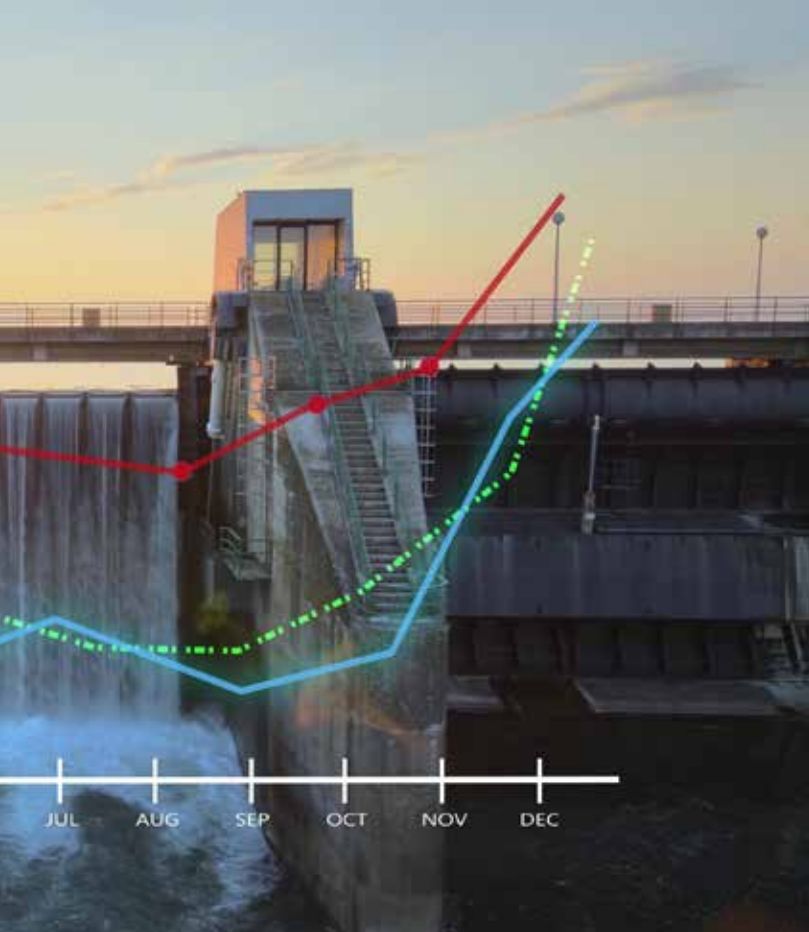
distribución pueden estar involucrados en actividades fraudulentas que resultan en pérdidas no técnicas; dichas actividades fraudulentas pueden ser manipulación de registros, la emisión de facturas falsas, el desvío de pagos de clientes, entre otros.

Por su parte, las pérdidas comerciales se refieren a la electricidad que se consume durante las actividades comerciales y operativas de la empresa de distribución, pero que no se contabiliza adecuadamente en los registros financieros; algunos factores son la pérdida de energía en la propia red de distribución, el mal cálculo de pérdidas técnicas y otros aspectos relacionados con la gestión empresarial [5]. Por último, se tienen las pérdidas por no cobro, que ocurren cuando las empresas de distribución no pueden cobrar facturas pendientes a los clientes debido a la insolvencia, la falta de cumplimiento o la evasión de pagos.

Si se revisa el concepto de pérdidas no técnicas desde el rol del usuario final, se destaca que algunos pueden estar involucrados en el robo de energía al realizar conexiones ilegales o manipular los medidores para registrar un consumo menor al real [6]; este fenómeno puede ocurrir tanto en entornos residenciales como comerciales y puede implicar desde la instalación de cables clandestinos hasta la manipulación física de los medidores. También, aunque no se considera directamente una pérdida no técnica, el consumo excesivo o ineficiente de energía por parte de los usuarios finales puede contribuir a la necesidad de una mayor generación y distribución de energía, lo que a su vez puede aumentar las pérdidas en la red eléctrica.



En Colombia, el mercado de distribución de energía eléctrica está conformado por varias empresas que operan en diferentes regiones del país. Según información del Ministerio de Minas y Energía de Colombia y la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG), actualmente hay alrededor de 30 empresas de distribución de energía eléctrica [7], siendo las directas responsables de la distribución a los consumidores finales en sus respectivas áreas de concesión, que pueden ser municipios, departamentos o regiones específicas. Las empresas distribuidoras de energía eléctrica en el país enfrentan actualmente el desafío de las pérdidas no técnicas mediante una serie de estrategias y acciones orientadas a prevenir, detectar y reducir esta situación a través de: inspecciones regulares en las redes de distribución y en las instalaciones de los clientes para detectar conexiones ilegales, manipulaciones de medidores y otras estrategias; de igual forma, también llevan a cabo auditorías



distribuidoras de energía eléctrica en Colombia?

Este análisis ingenieril de las estrategias actuales esboza un panorama general, permitiendo evaluar su efectividad y proponiendo mejoras basadas en las técnicas y avances tecnológicos recientes.

Desarrollo

Las pérdidas no técnicas son un desafío significativo para las empresas de distribución de energía eléctrica y tienen varios impactos negativos [8]. En primer lugar, representan una pérdida económica directa para la empresa, ya que la electricidad que se pierde no se factura y, por lo tanto, no genera ingresos, afectando la rentabilidad de la empresa y reduciendo su capacidad para invertir en mejoras en la infraestructura y en la calidad del servicio.

Segundo, si se realiza una reflexión del impacto de este fenómeno, las pérdidas no técnicas tienen un efecto en la equidad y la justicia social porque estas pérdidas se transfieren a los consumidores legítimos a través de tarifas más altas, lo que puede afectar de manera desproporcionada a los hogares de bajos ingresos y a aquellos que ya están luchando por pagar sus facturas de electricidad.

Otra razón del impacto negativo hacia las empresas se evidencia en la estabilidad y la confiabilidad del sistema eléctrico en su conjunto, ya que cuando una parte significativa de la electricidad distribuida se pierde antes de llegar a los consumidores finales, esto puede afectar la capacidad de la red para satisfacer la demanda en momentos de pico y aumentar el

en sus sistemas de facturación y contabilidad para identificar errores y fraudes.

Como se evidencia anteriormente, los controles que se establecen en la actualidad, son medidas manuales, que suelen ser costosas para las empresas y que no resuelve la situación de las pérdidas de energía no técnicas; razón por la que evidencia la necesidades contar con el apoyo del usuario final y de las tecnología emergentes, las cuales van desarrollando instrumentos como medidores inteligentes y sistemas de telemetría para monitorear de manera más precisa el consumo de energía y detectar anomalías que podrían indicar actividades fraudulentas o errores de facturación. Frente al concepto de las pérdidas no técnicas y sus características, la pregunta que surge es:

¿Cuál es la importancia del control de pérdidas no técnicas para las empresas

riesgo de interrupciones del servicio. Las pérdidas no técnicas también pueden afectar la estabilidad del sistema eléctrico [9] en su conjunto al aumentar la carga en las redes de distribución y transmisión, generando sobrecargas en los equipos, caídas de voltaje y otros problemas operativos que afectan la calidad y la confiabilidad del suministro eléctrico.

Las pérdidas no técnicas pueden contribuir a la degradación de la calidad del voltaje y la frecuencia de la energía suministrada a los clientes, lo que puede generar fluctuaciones en la tensión, caídas de voltaje y variaciones en la frecuencia que afectan el funcionamiento de los equipos y dispositivos eléctricos de los usuarios finales, daños que se verán reflejados en quejas y reclamos hacia la empresa [10]. Por tales razones, son las empresas de energía eléctrica en Colombia, uno de los grupos con mayores reportes de inconformidad o quejas ante

la entidad reguladora que es la Superintendencia de Industria y Comercio.

Las pérdidas no técnicas pueden aumentar los costos operativos de las empresas distribuidoras al reducir sus ingresos por la venta de energía, lo que podría generar la necesidad de aumentar las tarifas eléctricas para compensar las pérdidas y, a su vez, afecta la accesibilidad y la asequibilidad del servicio para los clientes.

En algunas empresas de distribución están intentando caracterizar los sectores de prestación de servicio y los clientes para poder identificar los principales lugares donde se generan las pérdidas de energía eléctrica para aumentar los controles y las visitas [11]; sin embargo, queda en evidencia nuevamente, la falta de uso de la tecnología para controlar las pérdidas no técnicas y esto afecta considerablemente dos aspectos: el tiempo de identificación de las pérdidas y el costo



elevado de personal en campo (además de la disponibilidad de tiempo). Esta estrategia de caracterización de los clientes puede desempeñar un papel crucial en la predicción de casos de pérdidas de energía eléctrica al proporcionar información valiosa sobre los patrones de consumo, el comportamiento de pago y otros factores relevantes que pueden estar asociados con actividades fraudulentas o errores de facturación, solo que es importante incluir herramientas digitales y tecnología emergentes para realizar dicha caracterización.

Al segmentar a los clientes en grupos basados en características demográficas, socioeconómicas y de consumo, las empresas pueden identificar segmentos de clientes que tienen un mayor riesgo de estar involucrados en actividades de robo de energía o que tienen un historial de pagos problemático. El análisis del comportamiento de consumo de los

clientes puede revelar patrones inusuales o anómalos que podrían indicar actividades de robo de energía, como picos repentinos en el consumo de energía fuera de los patrones normales o un consumo constante pero inexplicablemente bajo [12].

Al mismo tiempo, examinar el historial de pagos de los clientes y su puntaje crediticio puede hacer que se pueda identificar aquellos que tienen una mayor probabilidad de evadir el pago de facturas o que tienen dificultades para cumplir con sus obligaciones financieras. Por su parte, la información sociodemográfica, como la ubicación geográfica, el tipo de vivienda, el tamaño del hogar y el nivel de ingresos, puede proporcionar pistas sobre las condiciones socioeconómicas de los clientes y su propensión a participar en actividades fraudulentas; para las empresas el historial de servicios y quejas de los clientes es un insumo muy va-



lioso, puede proporcionar información sobre problemas anteriores relacionados con el suministro de energía, problemas de facturación o disputas de pago que podrían estar relacionados con pérdidas no técnicas.

Lo anteriormente expuesto, deja ver que es importante prestarle atención a la problemática de las pérdidas de energía eléctrica no técnicas, además de las sanciones establecidas por los entes reguladores en Colombia. En el país las empresas distribuidoras de energía eléctrica están sujetas a regulaciones y normativas establecidas por la Comisión de Regulación de Energía y Gas (CREG) y otras entidades gubernamentales, que incluyen disposiciones específicas relacionadas con las pérdidas de energía donde establecen sanciones y medidas correctivas en caso de que las empresas

incumplan con los estándares establecidos.

Algunas de las sanciones que pueden aplicarse a las empresas distribuidoras de energía eléctrica en Colombia [13] por altos índices de pérdidas de energía incluyen:

- ♦ **Multas:** La CREG puede imponer multas a las empresas distribuidoras que no cumplan con los límites de pérdidas de energía establecidos en las normativas vigentes, las cuales pueden ser proporcionales al nivel de incumplimiento y pueden ser calculadas en función de factores como el volumen de energía perdida y la duración del período de incumplimiento.
- ♦ **Suspensión o revocación de licencias:** En casos graves de incumpli-



miento continuo o deliberado de las regulaciones de pérdidas de energía, la CREG puede tomar medidas más drásticas, como la suspensión o revocación de las licencias de operación de las empresas distribuidoras, lo anterior puede significar que la empresa pierda el derecho a operar en el mercado eléctrico colombiano.

- ♦ Obligaciones de mejora y planes de acción correctiva: Además de las sanciones económicas, la CREG puede requerir que las empresas implementen planes de acción co-

rrectiva para abordar las causas subyacentes de las altas pérdidas de energía y mejorar su desempeño en este aspecto; estos planes pueden incluir medidas como inversiones en infraestructura, mejoras en la gestión y supervisión de la red, y campañas de concientización y educación.

- ♦ Monitoreo y seguimiento continuo: La CREG puede imponer medidas adicionales de monitoreo y seguimiento continuo a las empresas distribuidoras que han sido objeto de sanciones por altos índices de

pérdidas de energía, que conlleva a la presentación regular de informes y datos relacionados con las pérdidas de energía, así como la participación en auditorías y evaluaciones de desempeño.

Conclusiones

Tener pérdidas no técnicas en el servicio de distribución de energía eléctrica representa un desafío multifacético que afecta tanto a las empresas como a los consumidores. Abordar este problema requiere un enfoque integral que incluya medidas para prevenir el fraude, mejorar la gestión y la supervisión de la red y promover prácticas de tarifación justas y equitativas; al reducir las pérdidas no técnicas, no solo se mejora la eficiencia económica del sistema eléctrico, sino que también se promueve la equidad y se garantiza un suministro eléctrico confiable y asequible para todos.

Es importante destacar que las categorías de pérdidas no técnicas a menudo se superponen y pueden estar interrelacionadas, por ejemplo, el robo de energía puede estar relacionado con errores de facturación o con la corrupción den-

tro de la empresa. Abordar eficazmente las pérdidas no técnicas requiere un enfoque integral que aborde tanto los aspectos técnicos como los administrativos y de gestión, como se mencionaba inicialmente.

Por su parte es importante analizar el rol del usuario final en la cadena de suministro de energía eléctrica, ya que los clientes desempeñan un papel crucial en la generación como en la prevención de las pérdidas no técnicas. Promover la conciencia sobre el uso eficiente de la energía, combatir el hurto de energía, y fomentar prácticas de facturación transparentes y éticas son acciones clave para mitigar estas pérdidas y mejorar la eficiencia en el sector eléctrico.

La caracterización de los clientes, junto con la incorporación de Inteligencia Artificial para la predicción de casos de pérdidas de energía, se perfilan como una estrategia prometedora para abordar esta problemática. Las empresas pueden

desarrollar modelos predictivos más precisos, lo que les permitirá actuar proactivamente frente a los casos de fraude, errores de facturación y otras irregularidades. Al cumplir con los indicadores

nacionales de medición de pérdidas de energía, las empresas no sólo protegerán sus ingresos, sino que también podrán invertir en la mejora de la infraes-

tructura, optimizar la eficiencia operativa y elevar la calidad del servicio para todos los usuarios.

Bibliografía

- [1] A. Chauhan y S. Rajvanshi, «Non-Technical Losses in power system: A review,» International Conference on Power, Energy and Control (ICPEC), pp. 558-561, 2013.
- [2] F. d. S. Savian, J. C. M. Siluk, T. B. Garlet, F. M. d. Nascimento, J. R. Pinheiro y Z. V. d., «Non-technical losses: A systematic contemporary article review,» Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 147, 2021.
- [3] M. S. Saeed, M. W. Mustafa, N. N. Hamadneh, N. A. Alshammari, U. U. Sheikh, T. A. Jumani, S. B. A. Khalid y I. Khan, «Detection of Non-Technical Losses in Power Utilities—A Comprehensive Systematic Review,» Energies, vol. 13, pp. 1-25, 2020.
- [4] E. A. Pérez y G. A. Schweickardt, «Non-technical losses in an electrical distribution system. Energy efficiency as a continuous process,» Dyna, vol. 88, pp. 218-227, 2022.
- [5] J. L. Viegas, P. R. Esteves, R. Melício, V. Mendes y S. M. Vieira, «Solutions for detection of non-technical losses in the electricity grid: A review,» Renewable and Sustainable Energy Reviews, vol. 80, pp. 1256-1268, 2017.
- [6] D. A. M. Gallón, «ANÁLISIS DE LOS REGISTROS DE UN OPERADOR DE RED ELÉCTRICA NACIONAL PARA LA BÚSQUEDA DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS,» Universidad tecnologica de Pereira, Pereira, 2022.
- [7] A. L. SUÁREZ, «Estas son las firmas que lideran el negocio de distribución de energía,» Portafolio, 8 Marzo 2022. [En línea]. Available: <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/firmas-que-lideran-el-negocio-de-distribucion-de-energia-562671>. [Último acceso: 2024 mayo 21].
- [8] V. d. Oliveira, u. V. Ferreira y T. V. Ferreira, «A Study on the Anatomy of Losses in Electric Energy Distribution,» Ingeniería Energética, vol. 43, n° 1, pp. 1-10, 2022.
- [9] M. B. Capeletti, A. D. R. Abaide, B. K. Hammerschmitt, N. K. Neto, L. L. C. D. Santos, R. G. Milbradt, F. G. K. Guarda, L. R. Prade y G. D. R. Moreira, «Descriptive Data Analysis of Weather Inputs for Non-Technical Losses Detection System,» 2021 9th International Conference on Modern Power Systems (MPS), pp. 1-5, 2021.
- [10] J. L. Viegas, P. R. Esteves, R. Melício, V. Mendes y S. M. Vieira, «Solutions for detection of non-technical losses in the electricity grid: A review,» Preprint submitted to Renewable & Sustainable Energy Reviews, pp. 1-45, 2017.

- [11] H. Tazarvi y J. Shahrabi, «An intelligent hybrid model for reducing non-technical losses in electrical industry,» *Journal of Fundamental and Applied Sciences*, vol. 12, pp. 330-370, 2019.
- [12] G. Micheli, E. Soda, M. T. Vespucci y M. Gobbi, «Big data analytics: an aid to detection of non-technical losses in power utilities,» *Computational Management Science*, vol. 16, pp. 1-15, 2019.
- [13] Gestor Normativo, «Resolución CREG 070 de 1998,» COMISIÓN DE REGULACIÓN DE ENERGÍA Y GAS, 1998. [En línea]. Available: https://gestornormativo.creg.gov.co/gestor/entorno/docs/resolucion_creg_0070_1998.html. [Último acceso: mayo 21 2024].

Diana Carolina Candia Herrera
Lider Grupo de Estudio Docente
Facultad de Ingeniería.

Karla Yohana Sanchez Mojica
Lider Investigación
Facultad de Ingeniería.