



**FACULTAD DE POSTGRADO
TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN**

**ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE PÉRDIDAS NO
TÉCNICAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE
MEDICIÓN PARA GRANDES CONSUMIDORES EN LA ZONA
NORTE DE HONDURAS**

**SUSTENTADO POR:
JULIO ARMANDO MADRID QUIROZ**

**PREVIA INVESTIDURA AL TÍTULO DE
MÁSTER EN
GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES**

SAN PEDRO SULA, CORTÉS, HONDURAS, C.A.

JULIO, 2025

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA
UNITEC**

FACULTAD DE POSTGRADO

AUTORIDADES UNIVERSITARIAS

RECTORA

ROSALPINA RODRÍGUEZ

**VICERRECTOR ACADÉMICO NACIONAL
JAVIER ABRAHAM SALGADO LEZAMA**

SECRETARIO GENERAL

ROGER MARTÍNEZ MIRALDA

**DECANA FACULTAD DE POSTGRADO
ANA DEL CARMEN RETTALLY VARGAS**

**ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE PÉRDIDAS NO
TÉCNICAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS
DE MEDICIÓN PARA GRANDES CONSUMIDORES EN
LA ZONA NORTE DE HONDURAS**

**TRABAJO PRESENTADO EN CUMPLIMIENTO DE LOS
REQUISITOS EXIGIDOS PARA OPTAR AL TÍTULO DE**

MÁSTER EN

MAESTRÍA EN

GESTIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES

ASESOR METODOLOGICO

SANDRA MARIA ZALAZAR CRUZ

ASESOR TEMATICO

ROLFY SAID MONTOYA MARADIAGA

MIEMBROS DE LA TERNA:

MINA CECILIA GARCIA LEZCANO

RIGOBERTO RODRIGUEZ AVILA

DERECHOS DE AUTOR

© Copyright 2023

Julio Armando Madrid Quiroz

Todos los derechos son reservados.



FACULTAD DE POSTGRADO

ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE MEDICIÓN PARA GRANDES CONSUMIDORES EN LA ZONA NORTE DE HONDURAS

Julio Armando Madrid Quiroz

Resumen

La presente investigación examina el fenómeno de las pérdidas no técnicas de energía eléctrica en Honduras, enfocándose particularmente en los grandes consumidores del sector industrial y comercial. Estas pérdidas, generalmente asociadas a fraudes, errores de medición o manipulaciones, representan un reto considerable para la sostenibilidad del sistema eléctrico nacional. A través de un enfoque mixto que combina el análisis de datos, encuestas técnicas y revisión documental, se plantea la implementación de un modelo de gestión basado en sistemas de macromedición apoyados por tecnologías avanzadas de monitoreo, específicamente el sistema EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME) de Schneider Electric. Los resultados de las encuestas reflejan que más del 50% de los participantes considera que los sistemas de medición actuales carecen de plena confiabilidad, mientras que un porcentaje similar estima que dichos

sistemas solo son parcialmente compatibles con herramientas tecnológicas más modernas como PME. Este diagnóstico pone en evidencia la existencia de una brecha tecnológica que limita la capacidad del sistema para detectar y gestionar de forma oportuna las pérdidas no técnicas.

Palabras claves: Gestión energética, pérdidas no técnicas, PME, sistema eléctrico, trazabilidad del consumo.



GRADUATE SCHOOL

**STRATEGIES FOR MANAGING NON-TECHNICAL ENERGY
LOSSES IN METERING SYSTEMS FOR LARGE CONSUMERS
IN NORTHERN HONDURAS**

Julio Armando Madrid Quiroz

Abstract

This research examines the phenomenon of non-technical energy losses in Honduras, with a particular focus on large consumers in the industrial and commercial sectors. These losses, commonly associated with fraud, measurement errors, or tampering, pose a significant challenge to the sustainability of the national electrical system. Through a mixed-method approach combining data analysis, technical surveys, and literature review, the study proposes the implementation of a management model based on macrometering systems supported by advanced

monitoring technologies, specifically the EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME) system by Schneider Electric. Survey results indicate that more than 50% of participants consider the current metering systems to lack full reliability, while a similar percentage believes these systems are only partially compatible with more modern technological tools such as PME. This diagnosis reveals a technological gap that limits the system's ability to detect and manage non-technical losses in a timely manner.

Keywords: Consumption traceability, Electrical system, Energy management, Non-technical losses, PME.

DEDICATORIA

Le dedico esta investigación a Dios que me ha dado la vida y brindado la oportunidad de cumplir todas mis metas de forma exitosa. A mi padre Julio Cesar Madrid QDG y mi madre Reina Isabel Quiroz Ventura por brindarme su apoyo incondicional y su confianza en cada momento de mi vida, enseñándome a luchar por mis metas, a inspirarme a seguir a delante pese a las adversidades de la vida.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por haberme brindado las fuerzas, sabiduría e inteligencia para culminar con éxito la meta propuesta. A mi madre, hermana, novia, amigos y demás familiares por estar apoyándome en cada momento guiándome y brindándome toda la ayuda necesaria para poder culminar este gran objetivo en mi vida profesional se les agradezco grandemente. A todos los catedráticos los cuales nos brindaron todo su conocimiento, dedicación y compartirnos todas sus experiencias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA	viii
AGRADECIMIENTO	ix
ÍNDICE DE CONTENIDO	x
CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN	1
1.1 INTRODUCCIÓN	1
1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA	1
1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	2
1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	4
1.5 JUSTIFICACIÓN.....	5
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	6
2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.....	6
2.2 CONCEPTUALIZACIÓN.....	10
2.2.1 EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA	10
2.2.2 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA.....	11
2.2.3 PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA	11
2.2.4 CONEXIONES Y USUARIOS IRREGULARES.....	13
2.2.5 TIPOLOGÍAS DE IRREGULARIDADES	14
2.2.6 IMPLICACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DE MANTENER USUARIOS IRREGULARES	14
2.2.7 MACROMEDIDORES.....	15
2.2.8 ECOSTRUXURE POWER MONITORING EXPERTE	15
2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO	16
2.3.1 BASES TEÓRICAS.....	16
PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS.....	16
GESTIÓN DE CALIDAD.....	17
2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS	17
2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	18
2.4 MARCO LEGAL.....	18
2.4.1 NORMATIVAS Y REGULACIONES VIGENTES.....	18

2.4.2	PROCEDIMIENTOS LEGALES PARA LA INTREGRACIÓN FORMAL DE USUARIOS.....	19
2.4.3	POLÍTICAS Y SANCIONES RELACIONADAS CON LA IRREGULARIDAD EN EL CONSUMO.....	20
CAPÍTULO III. METODOLOGÍA		21
3.1	CONGRUENCIA METODOLÓGICA	21
3.1.1	MATRIZ METODOLÓGICA.....	21
3.1.2	ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO.....	22
3.1.3	OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES.....	25
3.2	ENFOQUE Y MÉTODOS.....	32
3.3	DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	33
3.3.1	POBLACIÓN.....	33
3.3.2	MUESTRA	34
3.3.3	TÉCNICAS DE MUESTREO	36
3.4	TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS.....	36
3.4.1	TÉCNICAS.....	36
3.4.2	INSTRUMENTOS.....	36
3.5	FUENTES DE INFORMACIÓN	37
3.5.1	FUENTES PRIMARIAS	37
3.5.2	FUENTES SECUNDARIAS	37
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS		39
4.1	INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	39
4.2	RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS.....	42
4.2.1	RESULTADOS CUANTITATIVOS	42
	Principios básicos.....	61
	Requerimientos del modelo	62
	Aplicaciones reales del modelo	63
4.2.2	ANÁLISIS CUALITATIVO	71
4.3	ANÁLISIS INFERENCIAL Y MODELOS APLICADOS	72
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		75
5.1	CONCLUSIONES	75

5.2	RECOMENDACIONES.....	76
CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD.....		77
6.1	NOMBRE DE LA PROPUESTA.....	77
6.2	JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA.....	77
6.3	ALCANCE DE LA PROPUESTA.....	77
6.4	DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO.....	78
6.4.1	DESCRIPCIÓN.....	78
6.4.2	DESARROLLO.....	78
6.5	MEDIDAS DE CONTROL.....	86
6.6	CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO.....	87
	Fuente: Elaboración propia.....	87
6.7	CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA	
	87	
	Fuente: Elaboración propia.....	89
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		90
ANEXOS.....		92

CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN

Se considera esencial para una investigación definir e identificar el problema central de esta. En este capítulo se presentará el planteamiento del problema de investigación de una manera clara y detallada donde se brinda el origen y contexto del problema tratado. Además, se presenta la justificación y objetivos de investigación para orientar los motivos y fines de esta.

1.2 ANTECEDENTES DEL PROBLEMA

Honduras, las pérdidas no técnicas de energía eléctrica representan un desafío constante y creciente, especialmente en los sistemas de medición de altos consumidores. De acuerdo con la (Secretaría de Estado en el despacho de Energía, 2023): “los niveles de pérdidas tienen un impacto significativo en las finanzas de las empresas distribuidoras. El año 2023 cerró con un 36.9% de pérdidas eléctricas a nivel del sistema de distribución, estos valores incluyen perdidas técnicas y no técnicas.” (p. 15). La Figura 1 muestra un histórico de porcentaje de pérdidas electricidad de Honduras 2015-2023.

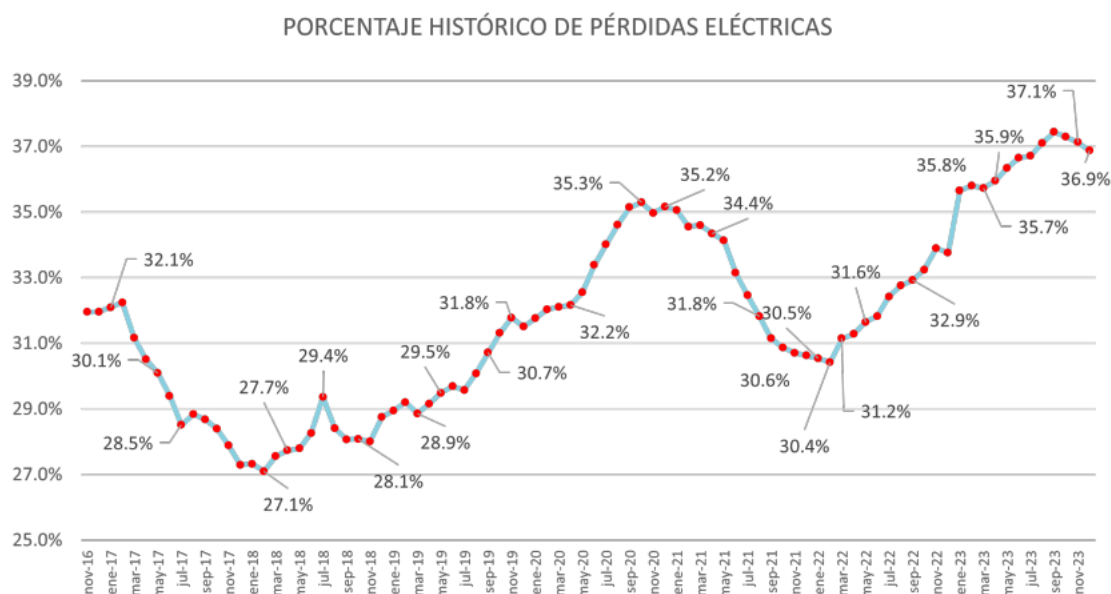


Figura 1 Histórico de porcentaje de pérdidas de electricidad de Honduras 2015-2023

Fuente: Subgerencia de Planificación y Gestión Comercial (ENEE) obtenido de (Secretaría de Estado en

el despacho de Energía, 2023)

Estas pérdidas no técnicas son provocadas en gran medida por causas como el hurto de energía y manipulaciones indebidas de los sistemas de medición. Estas prácticas irregulares no solo afectan al sistema energético nacional, sino que también representan desafíos significativos para las empresas eléctricas.

El hurto de energía en específico contribuye al incremento sostenido de las pérdidas técnicas de los sistemas de distribución y medición de la empresa estatal de energía Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) lo que provoca que se aumenten los costos internos, reflejándose en tarifas de energía eléctrica más altas para los consumidores.

La cuantificación e identificación de las pérdidas no técnicas es un desafío constante para la Empresa Nacional de Energía Eléctrica de Honduras. La Figura 1 muestra que las pérdidas de energía incrementan de manera sostenida año con año. La falta de estrategias efectivas para detectar y mitigar estas pérdidas puede conducir en una disminución de la confiabilidad del suministro eléctrico y la empresa proveedora.

(Moreno Molina H. E., 2023) nos explica que los efectos de poseer y no controlarlas pueden provocar efectos como mayor pago por el transporte de la energía en el sistema de transmisión nacional y los sistemas de distribución, disminución de ingresos a los consumos no facturados a la empresa comercializadora, cobros no reales en las facturas de los clientes, aumento de tarifa eléctrica e inclusive requerimiento de mayor generación de energía eléctrica.

1.3 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En Honduras, las pérdidas no técnicas de energía eléctrica, originadas por factores como el hurto de energía y las manipulaciones fraudulentas de los sistemas de medición, representan un desafío significativo para la eficiencia y sostenibilidad del sector eléctrico. Estas pérdidas afectan especialmente a los grandes consumidores industriales y comerciales, quienes, debido a su alto volumen de consumo, generan un impacto considerable en la estabilidad financiera de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

1.3.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

La falta de estrategias efectivas para detectar y mitigar estas pérdidas ha llevado a una disminución en la confiabilidad del suministro eléctrico y ha limitado la capacidad de la ENEE para invertir en mejoras de infraestructura.

1.3.2 DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La ENEE enfrenta una problemática crítica debido a la persistencia de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en los sistemas de medición de grandes consumidores. Esta situación se caracteriza por una deficiencia en la implementación de tecnologías avanzadas de medición y monitoreo, una carencia de políticas efectivas para la detección y prevención del fraude eléctrico, y una falta de capacitación adecuada del personal encargado de la gestión y supervisión de estos sistemas.

Adicionalmente, se considera que existen muchas falencias en la empresa estatal que sin duda alguna pueden mejorar. Por ejemplo, es fundamental realizar actividades preventivas y correctivas para la detección de pérdidas no técnicas como la incorporación de sistemas inteligentes con capacidad de transmisión en tiempo real que permita identificar las irregularidades de forma inmediata y formar un sistema más eficiente. Paralelamente, existe una deficiencia en la parte concientización dirigida a grandes consumidores acerca de prácticas responsables y éticas de consumo de la energía.

Estas deficiencias han llevado a una gestión ineficaz de las pérdidas no técnicas, afectando la eficiencia operativa y la estabilidad financiera de la ENEE. Se estima que, por cada punto porcentual de pérdida, la ENEE deja de recaudar alrededor de 520 millones de lempiras (LA PRENSA, 2023). Esta situación limita la capacidad de inversión en infraestructura energética, impidiendo mejoras en la red eléctrica y contribuyendo a un aumento en la frecuencia de apagones, lo que afecta el desarrollo económico del país y la competitividad del sector industrial.

1.3.3 PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN GENERAL

1. ¿Cuáles son estrategias efectivas para la gestión de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en los sistemas de medición de grandes consumidores en Honduras, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y reducir el impacto financiero en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica?

1.3.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN ESPECÍFICAS

1. ¿Cuáles son los criterios técnicos, comerciales y regulatorios necesarios para la normalización de usuarios irregulares?
2. ¿Qué criterios comerciales y regulatorios son necesarios para la legalización de cuentas ilegales y la normalización de usuarios irregulares, y cómo pueden establecerse las bases para su incorporación al sistema formal de facturación?
3. ¿Cuál es un plan efectivo para la legalización de cuentas ilegales y la normalización de usuarios irregulares, considerando criterios técnicos, comerciales y regulatorios que garanticen su correcta integración al sistema de facturación?

1.4 OBJETIVOS DEL PROYECTO

1.4.1 OBJETIVO GENERAL

Desarrollar estrategias efectivas para la gestión de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en los sistemas de medición de grandes consumidores en Honduras, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y reducir el impacto financiero en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).

1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Analizar los criterios técnicos, comerciales y regulatorios necesarios para la normalización de usuarios irregulares mediante un modelo de gestión de pérdidas de macromedidores con monitoreo de EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME).
2. Examinar los criterios comerciales y regulatorios necesarios para la legalización de cuentas ilegales y la normalización de usuarios irregulares, estableciendo las bases para su correcta incorporación al sistema formal de facturación.
3. Desarrollar un plan de gestión cuentas ilegales y normalización de usuarios irregulares, estableciendo criterios técnicos, comerciales y regulatorios para su correcta incorporación al sistema formal de facturación.

1.5 JUSTIFICACIÓN

Honduras al poseer un sistema eléctrico nacional monopolizado se ve en serios problemas al presenciar que este se presenta en el borde de la quiebra. Esto se puede observar en el balance financiero de la ENEE en el tercer trimestre de 2024 donde se muestra que su deuda asciende a más de 110 millones de lempiras (Portal de transparencia, 2024). Las pérdidas de energía eléctrica y la mala distribución continuarán ese camino para la empresa estatal, por tanto, se debe hacer algo a respecto. Esta investigación es crucial para abordar las pérdidas no técnicas de energía eléctrica en los sistemas de medición de grandes consumidores en Honduras, un problema que impacta negativamente la estabilidad financiera de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) y la economía nacional.

La falta de estrategias efectivas ha generado pérdidas económicas significativas, reduciendo la capacidad de inversión en infraestructura y modernización del sistema eléctrico. Desde una perspectiva tecnológica, la implementación de sistemas SCADA, macro y micromedidores permitirá un monitoreo más preciso del consumo y una detección temprana de anomalías, optimizando la eficiencia operativa.

A nivel social beneficiaría a la población hondureña ya que contribuirá reduciendo el impacto de tarifas elevadas sobre los consumidores regulares. Ambientalmente, mejorar la eficiencia del sistema reducirá la demanda de generación de energía, disminuyendo las emisiones contaminantes asociadas. Esta investigación no solo plantea soluciones técnicas, sino que también promueve políticas regulatorias y estrategias de aseguramiento de medidas para garantizar un servicio eléctrico sostenible, confiable y equitativo en el país.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1 ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL.

Las pérdidas de energía eléctrica representan un desafío significativo para la sostenibilidad del sector eléctrico en muchos países, tanto en economías desarrolladas como en aquellas en vías de desarrollo. Estas pérdidas pueden ser de dos tipos: técnicas, que se originan en la transmisión y distribución de la energía debido a ineficiencias en la infraestructura, y no técnicas, causadas principalmente por el hurto de energía, manipulaciones fraudulentas y errores de medición. A nivel global, las empresas eléctricas buscan reducir estos problemas mediante la implementación de tecnologías avanzadas y estrategias regulatorias para mejorar la gestión de la energía.

En Honduras, la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) enfrenta un grave problema de pérdidas de energía, especialmente las no técnicas, que afectan la estabilidad financiera y la calidad del servicio. Estas pérdidas no solo impactan a la empresa estatal, sino también a los consumidores, que deben afrontar tarifas elevadas y cortes frecuentes en el suministro eléctrico. En este capítulo, se analizará la situación actual de las pérdidas de energía desde una perspectiva global y regional para luego enfocarse en el caso específico de Honduras, evaluando las estrategias implementadas y los desafíos que aún persisten.

2.1.1 MACROENTORNO

Desde una perspectiva global, las pérdidas de energía eléctrica afectan a todos los países. Sin embargo, estos porcentajes de pérdidas varían de país en país. El (Banco Mundial, 2014) presenta estadísticas de los porcentajes de pérdidas de energía eléctrica en el mundo que incluyen pérdidas técnicas y no técnicas. La Figura 2 muestra un mapa coroplético del mundo para demostrar el porcentaje de pérdidas de energía eléctrica.

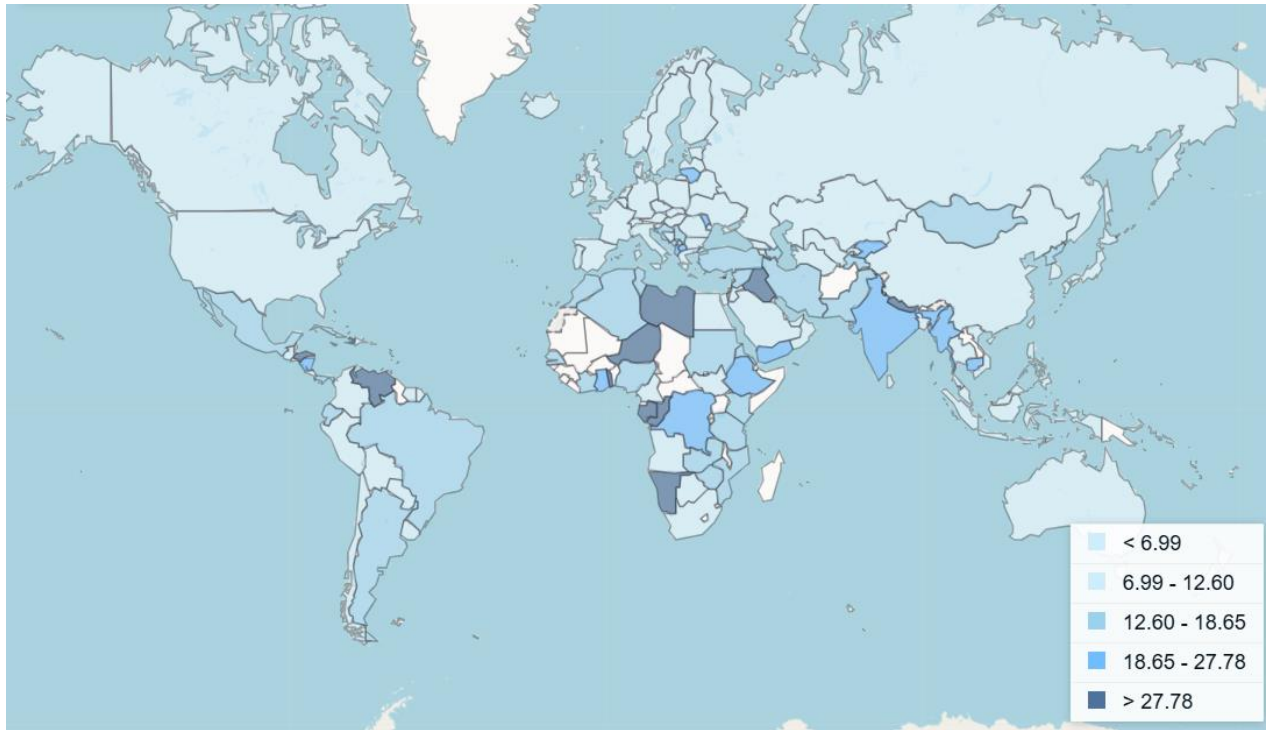


Figura 2. Mapa coroplético de porcentaje de pérdidas por país

Fuente: (Banco Mundial, 2014)

Estas cifras evidencian la magnitud del problema y la necesidad de implementar soluciones efectivas a nivel global.

En la región de América Latina y el Caribe, las pérdidas de energía eléctrica también son motivo de preocupación. Durante los últimos 30 años, estas pérdidas han promediado aproximadamente el 17% de la energía total generada, una proporción que triplica la de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y supera significativamente los estándares internacionales de eficiencia. En 2019, las pérdidas energéticas superaron el 10%, alcanzando un total de 120 TWh, una cantidad comparable a toda la energía generada por fuentes solares y eólicas en la región durante ese año. Este problema es generalizado, afectando a 22 de los 26 países de la zona, todos con pérdidas superiores al 10% (BID, 2024).

La Figura 3 muestra como han evolucionado las pérdidas de energía eléctrica a lo largo del tiempo.

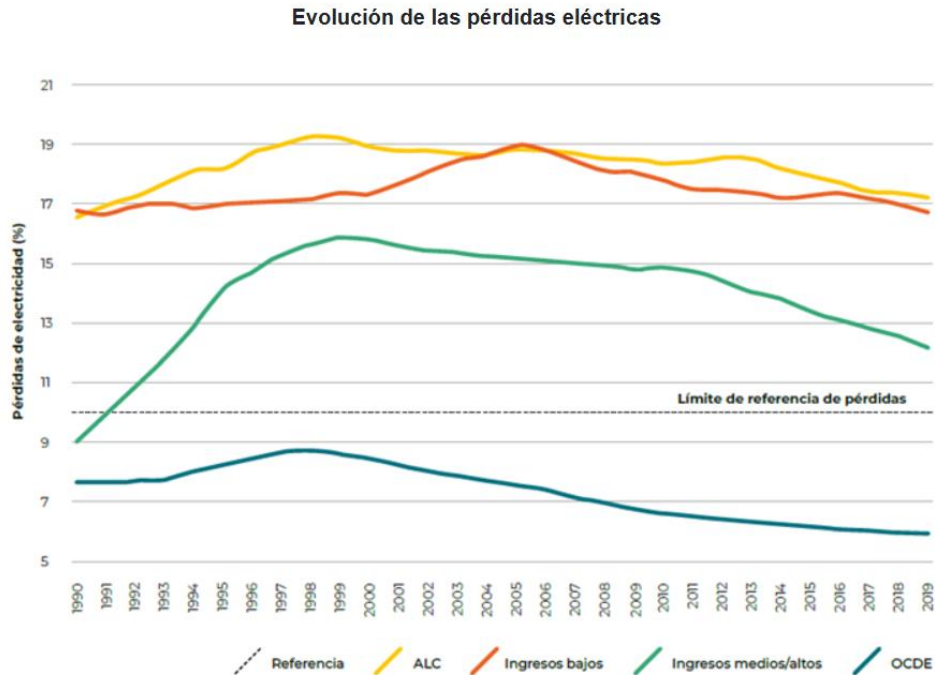


Figura 3. Evolución de las pérdidas eléctricas

Fuente: (Ariel Yepez, 2024)

Como complemento, (IndexMundi, 2014) realiza un ranking de los países con mayores pérdidas de energía eléctrica que incluyen hurto de energía. Los primeros tres lugares son:

Togo con 71.03% de pérdida de energía eléctrica.

Libia con 69.70% de pérdida de energía eléctrica.

Benin con 61.14% de pérdida de energía eléctrica

MICROENTORNO

Honduras enfrenta retos considerables en cuanto a pérdidas de energía eléctrica. Las pérdidas de energía no técnicas, que incluyen el hurto y fraudes en el consumo eléctrico, representan un desafío significativo para la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) en Honduras, especialmente en la zona norte del país. Esto según información brindado por el (PNRP, 2023) donde dan a conocer que por pérdidas técnicas y no técnicas la ENEE pierde alrededor de 36.73% de la energía que entra al sistema. Además, destacan que, de tal total, el 52% de dichas pérdidas corresponden a los departamentos de Cortés, Yoro y Santa Bárbara.

Es por ello, que el gobierno creó el Programa Nacional de Reducción de Pérdidas (PNRP) en Honduras, inaugurándose oficialmente en noviembre de 2022. El PNRP se encarga de la reducción de pérdidas no técnicas en el país para afrontar la situación actual en el país que según (PNRP, 2023) por cada punto porcentual de pérdidas, la ENEE deja de percibir alrededor de 22.3 millones de dólares de manera mensual.

De acuerdo con información pública compartida por el (PNRP, 2022) desde el año 2024 han enfocado sus esfuerzos en las siguientes estrategias para altos consumidores:

Implementación de tecnología de medición avanzada: Adquirieron Infraestructura de Medición Avanzada, tecnología AMI, para la instalación de estos medidores inteligentes y monitorear el consumo en tiempo real, realizar reconexiones de manera automática y eficiente.

Revisión y normalización de circuitos: Focalizan sus esfuerzos en la revisión y normalización de circuitos eléctrico con mayores índices de pérdidas.

Estas estrategias han llevado al índice de pérdidas a un 34.72% lo que representa una reducción del 2.72% en comparación con septiembre 2023. Esto se detalla en la Figura 4 que muestra la gráfica del índice de pérdidas de Honduras.

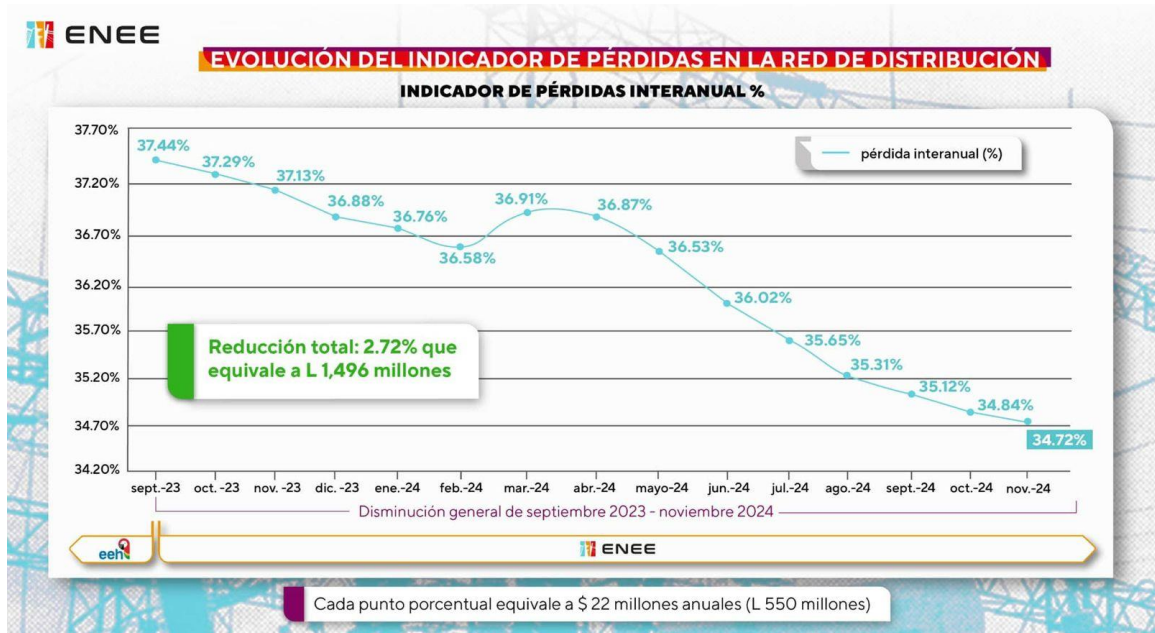


Figura 4. Evolución del indicador de pérdidas en la red de distribución

Fuente: (ENEE, 2024)

Sin embargo, los esfuerzos del PNRP no muestran un progreso abismal en la reducción de pérdidas. Analizando la situación actual, se puede observar que tienen falta de tecnología de consolidación y totalización ya que carecen de una fuente de detección de pérdidas de manera específica. Una forma de detectar pérdidas ayudaría a la reducción de esta de una manera más rápida, efectiva y eficiente, contribuyendo en gran medida a la reducción de pérdidas por hurto de energía o malfuncionamiento de medidores.

Las pérdidas de energía no técnicas en la zona norte de Honduras representan un desafío crítico para la ENEE, afectando significativamente sus ingresos y la eficiencia del servicio eléctrico. Es por ello, que se considera necesario reevaluar las circunstancias y la situación de la red eléctrica para proponer un plan para normalización y legalización de usuarios donde se consideren los criterios técnicos y comerciales de la red eléctrica y usuarios de la empresa estatal.

2.2 CONCEPTUALIZACIÓN

En este apartado se explican todos los conceptos necesarios para el entendimiento y definición de bases de esta investigación. Se presenta a detalle cada uno de los puntos para obtener una mejor comprensión del usuario.

2.2.1 EMPRESA NACIONAL DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Es la entidad estatal de Honduras encargada de la generación, transmisión y distribución de energía eléctrica. Fue creada mediante Decreto 48 de la Junta Militar de Gobierno el 20 de febrero de 1957 (ENEE, 2024). Históricamente, la ENEE ha tenido el monopolio y distribución de energía eléctrica en el país, aunque en años recientes se han realizado reformas para permitir la participación de otros actores en el sector

A través de sus informes y boletines, la ENEE proporciona datos detallados sobre el consumo anual de energía eléctrica, como cantidad de clientes, consumo de energía, porcentaje de pérdidas, entre otros. Dichos valores son necesarios para la presente investigación. Al ser la principal empresa encargada de la distribución y comercialización de electricidad en el país. La ENEE dispone de acceso a información fundamental para la planificación del sector energético, facilitando la implementación de políticas que mejoren la confiabilidad del suministro eléctrico

(ENEE, 2024).

2.2.2 SISTEMA DE SUMINISTRO DE ENERGÍA

(Franco, 2013) nos explica que el sistema de suministro de energía eléctrica está compuesto por diversos elementos interconectados, donde cualquier alteración en uno de ellos impacta en el funcionamiento del conjunto. Este sistema opera como un proceso físico que vincula las señales de entrada con las respuestas de salida, por lo que es esencial comprender tanto los componentes que lo integran como las relaciones entre ellos. Además, el sistema se estructura en diferentes etapas funcionales: generación, transmisión, subtransmisión y distribución de la energía eléctrica.

La Figura 5 nos muestra el funcionamiento o las etapas funcionales mencionadas previamente sobre el sistema de suministro de energía eléctrica.

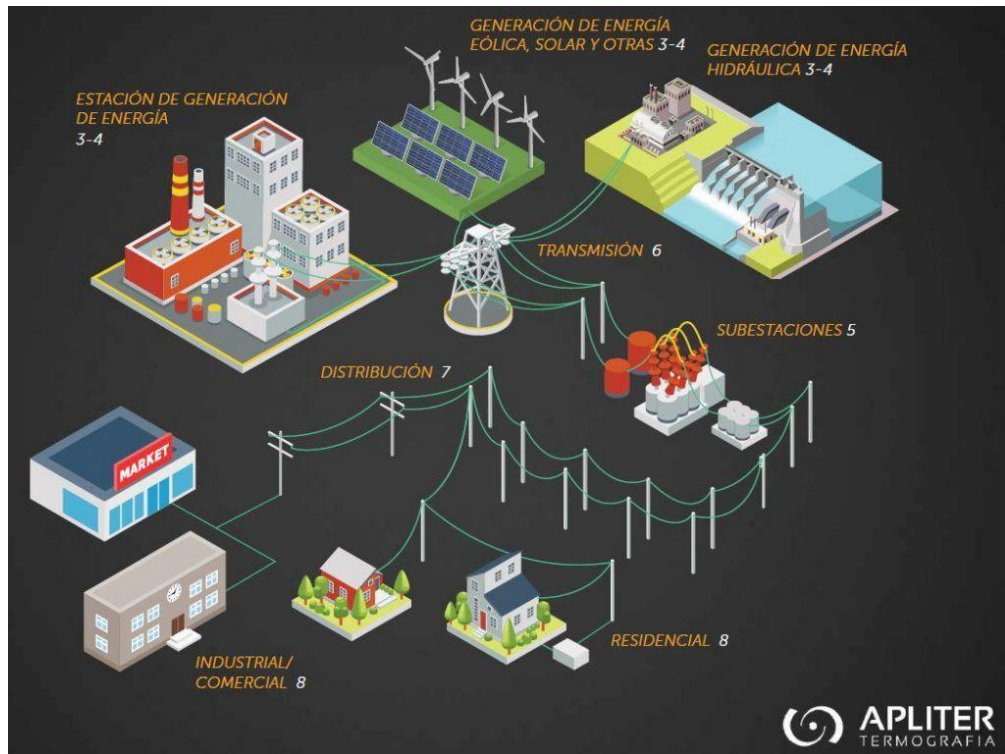


Figura 5. Diagrama de un sistema de suministro de energía eléctrica

Fuente: (APLITER, 2024)

2.2.3 PÉRDIDAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

(Franco, 2013) explica que el proceso de conversión o transformación de energía, al no

ser completamente "ideal", genera las conocidas "pérdidas de energía". Estas pérdidas no solo se presentan en esta etapa, sino a lo largo de todo el sistema de suministro eléctrico y en cada una de sus fases funcionales. Según su origen y características, (Franco, 2013) expone que las pérdidas se clasifican en:

- a. **Pérdidas Técnicas:** Las pérdidas de energía se originan por el consumo de energía en los equipos utilizados en los procesos de generación, transmisión, subtransmisión y distribución, y corresponden a energía que no es facturada.

Estas pérdidas reflejan el estado y diseño de las instalaciones eléctricas, dependiendo principalmente del nivel de optimización del sistema eléctrico y de las políticas de operación y mantenimiento. La mayor parte de estas pérdidas ocurre durante la transmisión de energía a través de conductores, transformadores y otros equipos del sistema de distribución (debido al efecto Joule), así como en las líneas de transmisión por el efecto corona.

- b. **Pérdidas No Técnicas**

Las pérdidas no técnicas comprenden las pérdidas sociales y comerciales, vinculadas principalmente a la ineficiencia en los sistemas de medición, control, facturación y cobro, así como a errores administrativos y al nivel de automatización en los procesos de comercialización y atención al cliente.

Estas pérdidas se originan por el uso ilegal de la energía, lo que representa pérdidas económicas para las empresas distribuidoras. Se calculan como la diferencia entre las pérdidas totales y las pérdidas técnicas. Anteriormente denominadas "pérdidas por hurto", se dividen en dos categorías:

- a. **Pérdidas sociales:** Son provocadas por el robo de energía en comunidades de bajos ingresos. Estas pérdidas, conocidas como conexiones ilegales o contrabando, dificultan la inversión en redes de distribución, ya que la baja recuperación de costos a través de tarifas eléctricas hace que la inversión en estas zonas sea costosa y riesgosa. Además, la facturación en estas áreas se complica debido a los riesgos que enfrentan los técnicos durante la gestión de cobros.
- b. **Pérdidas comerciales:** Estas ocurren por alteraciones en los equipos de medición o

manipulaciones ilegales de las conexiones para alterar los registros de consumo. También abarcan errores administrativos en la lectura de medidores, facturación y recaudación, así como la falta de controles rigurosos que garanticen la precisión de los equipos de medición.

La Figura 6 muestra un flujograma de la pérdida de energía eléctrica en un sistema de suministro.



Figura 6. Diagrama Sankey de Pérdidas de energía en un sistema de suministro

Fuente: (Franco, 2013)

Durante esta investigación se tomará como enfoque principal las pérdidas no técnicas para propuesta a brindar,

2.2.4 CONEXIONES Y USUARIOS IRREGULARES

El Reglamento de Servicio Eléctrico de Distribución (CREE, 2017) en el artículo 73 explica que toda conexión o reconexión que se realice sin seguir el proceso establecido en el reglamento para recibir el servicio eléctrico se considera irregular.

Esto aplica tanto si la conexión es hecha por el usuario del servicio eléctrico como por un tercero no autorizado por la empresa distribuidora. Además, se considera como terceros a los empleados de la empresa distribuidora cuando actúan sin autorización. Las conexiones irregulares son indicios de conductas ilícitas, y si la empresa distribuidora detecta estas situaciones, debe informar a las autoridades competentes para los procedimientos legales correspondientes.

Los usuarios irregulares son aquellos que realizan conexiones o actos irregulares que estén sin autorización de la empresa distribuidora. Además, en el artículo 75 el Reglamento de Servicio Eléctrico de Distribución (CREE, 2017) afirma que “Cuando la Empresa Distribuidora, por medio de elementos técnicos probatorios, detecte conexiones irregulares o manipulación en el equipo de medición, procederá a exigir el cobro por energía consumida y no pagada” (p.19)

2.2.5 TIPOLOGÍAS DE IRREGULARIDADES

Existen diferentes tipos de irregularidades para hurto de energía. Es necesario comenzar con el concepto de hurto (CREE, 2019) define el término en el reglamento del servicio eléctrico como: “delito de hurto cuando sin la autorización de la Empresa distribuidora (ED) se realicen conexiones para obtener energía eléctrica de la red de la empresa distribuidora.” (p.2)

Las irregularidades se conocen como anomalías que según la (CREE, 2019) “Toda irregularidad o desperfecto que presenta el medidor, sus accesorios o acometida imputables al Usuario o a la ED, que origina una alteración en el registro correcto del Consumo de Energía” (p.1)

Estas anomalías se pueden clasificar de la siguiente manera:

1. Anomalías al equipo de medida
2. Anomalías a la red de distribución (conexiones ilegales)
3. Anomalías de transformadores o equipos ilegales.

2.2.6 IMPLICACIONES TÉCNICAS Y ECONÓMICAS DE MANTENER USUARIOS IRREGULARES

(Franco, 2013) menciona que el índice de pérdidas es un indicador clave de la gestión técnico-administrativa de una empresa. Por ello, es esencial conocer y evaluar su impacto en las distintas etapas funcionales de un sistema eléctrico, desde la producción de energía hasta su entrega al usuario final. Esto permite establecer criterios y políticas para un control continuo de las pérdidas, facilitando su corrección. Sin duda, las pérdidas de energía en una empresa distribuidora y comercializadora de electricidad tienen efectos y generan consecuencias que enumera como:

- a. Consecuencias en la gestión técnica de la empresa: Produce un deterioro de las redes e instalaciones, obligando a fuertes inversiones en renovación de las redes de distribución, ampliación de estas y corren el riesgo de sobredimensionamiento para poder soportar el incremento indiscriminado de los consumos.
- b. Consecuencia de pérdida de ingresos: La empresa distribuidora pierde ingresos debido al consumo de energía consumida y no facturada. Esto incrementa los gastos de producción de energía eléctrica, terminando en incremento de tarifas eléctricas.

2.2.7 MACROMEDIDORES

Los macromedidores de energía eléctrica son dispositivos utilizados para medir el consumo de energía en puntos estratégicos de una red de distribución, como transformadores de distribución pública. Estos medidores permiten comparar la energía total registrada en los bornes del transformador con la sumatoria de la energía registrada por los medidores de los servicios eléctricos conectados a ese transformador. Esta comparación facilita la identificación de pérdidas de energía, tanto técnicas como no técnicas, y ayuda a optimizar la gestión y control de la red eléctrica (Orjuela, 2016).

2.2.8 ECOSTRUXURE POWER MONITORING EXPERTE

EcoStruxure™ Power Monitoring Expert es un paquete de software completo para la gestión de energía creado y vendido por Schneider electric.

De acuerdo con (Schneider Electric, 2018) este software recopila y organiza datos de la red eléctrica de la instalación y los presenta como información útil y accionable a través de una interfaz web intuitiva.

La arquitectura abierta de Power Monitoring Expert admite protocolos estándar de la industria y una amplia gama de dispositivos de Schneider Electric y de terceros. Aprovecha y optimiza la infraestructura existente. Integra con otros sistemas de gestión de energía y automatización (por ejemplo, SCADA, BAC, DCS, ERP) o servicios web.

(Schneider Electric, 2018) nos brinda ciertas características y beneficios:

Características:

- Interfaz web intuitiva y personalizable con soporte multilingüe.
- Monitoreo en tiempo real con plantillas de pantalla definidas por fábrica para datos de dispositivos.
- Informes de energía estándar y avanzados para análisis de consumo y gestión de costos.
- Soporte completo de WAGES (tableros, informes y pantallas) en las herramientas de software.
- Gestión de alarmas predefinidas o personalizadas.

- Soporte de medición de entrada.
- Registro automático en la base de datos.
- Totalmente compatible con la tecnología ION.
- Admite migraciones de software PowerLogic ION Enterprise y System Manager.

Beneficios

El software Power Monitoring Expert es completo, interoperable y escalable, dedicado a la gestión de energía, lo que te permite:

- Mejorar la eficiencia operativa.
- Reducir los costos relacionados con la energía.
- Asegurar la fiabilidad de la red eléctrica y reducir el tiempo de inactividad.
- Optimizar la utilización del equipo y los costos operativos.

2.3 TEORÍAS DE SUSTENTO

2.3.1 BASES TEÓRICAS

Se toman como bases teóricas la categoría de gestión de riesgos y la teoría de gestión de calidad que se encuentran dentro del PMBOK.

Para el caso de gestión de riesgos, podemos exponer:

PLANIFICACIÓN DE LA GESTIÓN DE RIESGOS

Esta etapa se centra en definir cómo se identificarán, evaluarán y mitigarán los riesgos asociados con las pérdidas no técnicas de energía. En el caso de la ENEE, esto puede incluir el uso de herramientas como EcoStruxure Power Monitoring Expert para monitorear en tiempo real y detectar manipulaciones.

- Identificación de Riesgos:** Este paso podría involucrar la identificación de las áreas de la red de distribución donde las pérdidas son más prevalentes y los tipos de manipulaciones que ocurren más frecuentemente.
- Monitoreo y Control de Riesgos:** Una vez implementadas las estrategias de control, se necesitaría monitorear continuamente para asegurarse de que los fraudes no ocurran

y que el sistema de medición esté funcionando correctamente.

GESTIÓN DE CALIDAD

Esta teoría también puede alinearse con la gestión de la calidad, especialmente porque se enfoca en la mejora continua de los sistemas de medición y la confiabilidad del suministro eléctrico. La teoría de la gestión de pérdidas no técnicas busca mejorar la calidad del servicio de la ENEE y reducir las fallas de medición, lo que tiene un impacto directo en la calidad del servicio ofrecido a los consumidores.

- a. **Planificación de la Calidad:** Se definirían los estándares de medición, así como los requisitos para que el monitoreo y control de los medidores sean precisos, para evitar pérdidas.
- b. **Control de Calidad:** Mediante el uso de tecnologías como los medidores inteligentes y el monitoreo en tiempo real, se controla que el sistema de medición funcione correctamente y se detecten a tiempo las irregularidades.

2.3.2 METODOLOGÍAS DESARROLLADAS

METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS EN REDES DE DISTRIBUCIÓN

Esta metodología ha sido desarrollada por investigadores como (Moreno Molina L. , 2023) quien sugiere una evaluación continua de las pérdidas no técnicas mediante un sistema de monitoreo avanzado. La metodología incluye la implementación de indicadores de rendimiento, análisis de datos históricos y técnicas estadísticas para modelar los comportamientos irregulares.

Aplicación al caso: La implementación de esta metodología en el contexto de los grandes consumidores permitiría identificar patrones de consumo anómalos, compararlos con un modelo estándar de consumo de energía y tomar medidas preventivas. Además, integraría tecnologías como EcoStruxure Power Monitoring Expert para mejorar la visibilidad del sistema de medición.

MODELO DE GESTIÓN DE PÉRDIDAS CON INTEGRACIÓN TECNOLÓGICA (ECOSTRUXURE PME)

La metodología basada en el uso de EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME) de

(Schneider Electric , 2022) permite un análisis detallado del consumo de energía, identificando irregularidades en tiempo real. Este modelo utiliza tecnologías de monitoreo para evaluar de forma precisa los datos y aplicar correctivos de forma instantánea.

Aplicación al caso: El uso de esta metodología se adaptaría perfectamente a la necesidad de detectar fraudes y manipulación de los medidores en los grandes consumidores de energía eléctrica, lo que ayudaría a la ENEE a optimizar el proceso de facturación, así como a mejorar la detección de pérdidas no técnicas.

2.3.3 INSTRUMENTOS UTILIZADOS

Los instrumentos utilizados por (Moreno Molina L. , 2023) son:

- a. Medidores Inteligentes: Estos dispositivos permiten una medición precisa del consumo eléctrico, proporcionando datos en tiempo real. Los medidores inteligentes son esenciales para monitorear a los grandes consumidores y detectar cualquier manipulación o anomalía.
- b. SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): Este sistema permite la supervisión remota y el control de la red de distribución de energía, proporcionando datos en tiempo real sobre el estado de la infraestructura eléctrica.
- c. Encuestas aplicadas: Se realizará una aplicación de encuestas a diversos conocedores y expertos en el tema de gestión y reducción de pérdidas. Esto con la finalidad de poseer diferentes entradas de conocimiento que enriquezcan las entradas del plan de gestión. Se tomará una muestra al respecto.

Aplicación al caso: La implementación de estos instrumentos permitirá a la ENEE identificar rápidamente las irregularidades, evitando pérdidas por hurto y manipulación. Además, los datos recogidos servirán como base para la toma de decisiones en términos de gestión de la red y la implementación de estrategias de prevención

2.4 MARCO LEGAL

2.4.1 NORMATIVAS Y REGULACIONES VIGENTES

En Honduras, el sector eléctrico está regulado por diversas normativas que buscan

garantizar la eficiencia, calidad y transparencia en el servicio. Las principales regulaciones impuestas por la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE) vigentes son:

- a. Ley General de la Industria Eléctrica: Esta ley establece el marco legal para la organización y funcionamiento del sector eléctrico en el país, abarcando desde la generación hasta la distribución y comercialización de la energía eléctrica.
- b. Reglamento de la Ley General de la Industria Eléctrica: Complementa la ley mencionada, detallando aspectos operativos y técnicos relacionados con la industria eléctrica, incluyendo procedimientos y responsabilidades de los actores del sector.
- c. Norma Técnica de Inspección y Verificación: Define los procedimientos, condiciones y plazos para que los agentes del mercado eléctrico realicen inspecciones y auditorías técnicas, asegurando el cumplimiento de las normativas y la calidad del servicio.
- d. Norma Técnica de Calidad de Distribución: Establece los criterios y procedimientos para garantizar la calidad del servicio de distribución eléctrica, incluyendo aspectos técnicos y comerciales, y las obligaciones de las empresas distribuidoras y los usuarios.
- e. Norma Técnica de Medición Comercial: Regula las condiciones y requisitos que deben cumplir los equipos de medición y sistemas de comunicación utilizados por los agentes del mercado eléctrico, garantizando la integridad y disponibilidad de los datos de consumo.

2.4.2 PROCEDIMIENTOS LEGALES PARA LA INTEGRACIÓN FORMAL DE USUARIOS

La (CREE, 2017) nos explica que integración formal de usuarios al sistema eléctrico nacional implica cumplir con procedimientos establecidos que aseguren la legalidad y transparencia del servicio. Los pasos principales son:

- a. Solicitud de Suministro: El interesado debe presentar una solicitud formal a la empresa distribuidora, proporcionando información técnica y legal requerida.
- b. Verificación de Instalaciones: La empresa distribuidora inspecciona las instalaciones eléctricas del solicitante para asegurar que cumplen con las normas técnicas y de seguridad establecidas.

- c. Firma de Contrato: Una vez verificadas las instalaciones, se procede a la firma de un contrato de suministro eléctrico, donde se detallan derechos, obligaciones y tarifas aplicables.
- d. Activación del Servicio: Tras la formalización del contrato, se procede a la conexión y puesta en marcha del servicio eléctrico al usuario.

2.4.3 POLÍTICAS Y SANCIONES RELACIONADAS CON LA IRREGULARIDAD EN EL CONSUMO

Las sanciones y políticas son proporcionados por (CREE, 2017) y (CREE, 2019), donde definen que la detección y prevención de irregularidades en el consumo eléctrico son fundamentales para garantizar la equidad y sostenibilidad del servicio. Las políticas y sanciones vigentes incluyen:

- a. Políticas de Control y Monitoreo: Implementación de sistemas de medición avanzados y auditorías periódicas para detectar consumos irregulares y fraudes.
- b. Sanciones Económicas: Imposición de multas y cargos adicionales a usuarios que incurran en manipulaciones ilegales o fraudes, según lo establecido en la Ley General de la Industria Eléctrica.
- c. Suspensión del Servicio: Corte temporal o permanente del suministro eléctrico a usuarios que reincidan en prácticas irregulares, tras un proceso de verificación y notificación.
- d. Procedimientos Legales: En casos de fraudes significativos, se pueden iniciar acciones legales contra los responsables, conforme al Código Penal y otras normativas aplicables.

CAPÍTULO III. METODOLOGÍA

3.1 CONGRUENCIA METODOLÓGICA

En este capítulo se presentará la metodología de la investigación, se definirá de una manera detallada y metódica para que el lector pueda obtener la mejor comprensión.

3.1.1 MATRIZ METODOLÓGICA

En este apartado se presenta la matriz metodológica de la investigación que resume los objetivos y variables de esta. Esta se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Matriz metodológica de la investigación

Título de la investigación	Objetivos		Variables	Dimensiones	Ítems
	General	Específicos			
Estrategias para la gestión de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en sistemas de medición para grandes consumidores en la zona norte de Honduras.	Desarrollar estrategias efectivas para la gestión de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en los sistemas de medición de grandes consumidores en Honduras, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y reducir el impacto financiero en la Empresa	Analizar los criterios técnicos, comerciales y regulatorios necesarios para la normalización de usuarios irregulares mediante un modelo de gestión de pérdidas de macro medidores con monitoreo de EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME).	Infraestructura de medición	Criterios técnicos	Cantidad de macromedidores instalados
					Precisión de medición
					Tasa de fallos del sistema
					Interoperabilidad con PME
	Examinar los criterios comerciales y regulatorios necesarios para la legalización de cuentas ilegales y la normalización de	Legislación y normativas	Criterios económicos	Energía no facturada	
				Porcentaje de clientes no regularizados	
				Tarifas de facturación	
				Normativa vigente sobre medición y facturación eléctrica en Honduras	
			Regulaciones sobre inspección y sanción de conexiones irregulares		

	Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).	usuarios irregulares, estableciendo las bases para su correcta incorporación al sistema formal de facturación.			Inspección de irregularidades
		Desarrollar una propuesta de estrategias de gestión para la reducción de las pérdidas no técnicas de energía eléctrica en sistemas de medición para grandes consumidores	Programa de recuperación de clientes irregulares	Estrategia de gestión técnica	Seguimiento de anomalías
			Monitoreo y control	Estrategia de regularización	Inspección a la red PME
					Aplicación de sanciones

Fuente: Elaboración propia

3.1.2 ESQUEMA DE VARIABLES DE ESTUDIO

En este apartado se definen las variables de investigación de este trabajo, clasificándolas en variables dependientes e independientes.

Las variables independientes son aquellas cuyos valores o sucesos se estudian durante la investigación. Se pueden considerar como causas potenciales de variación de ciertos eventos. Se identifican las variables independientes:

1. Criterio técnico
2. Criterio comercial

3. Criterio regulatorio.

Las variables dependientes son aquellas que cambian debido a las variables independientes. Es decir, las alteraciones en las variables independientes afectan los valores de éstas. Para esta investigación son:

1. Infraestructura de medición
2. Impacto económico
3. Legislación y normativas
4. Programación de recuperación de clientes irregulares
5. Monitoreo y control

Las ilustraciones 6-8 muestran la correlación entre variables dependientes e independientes.

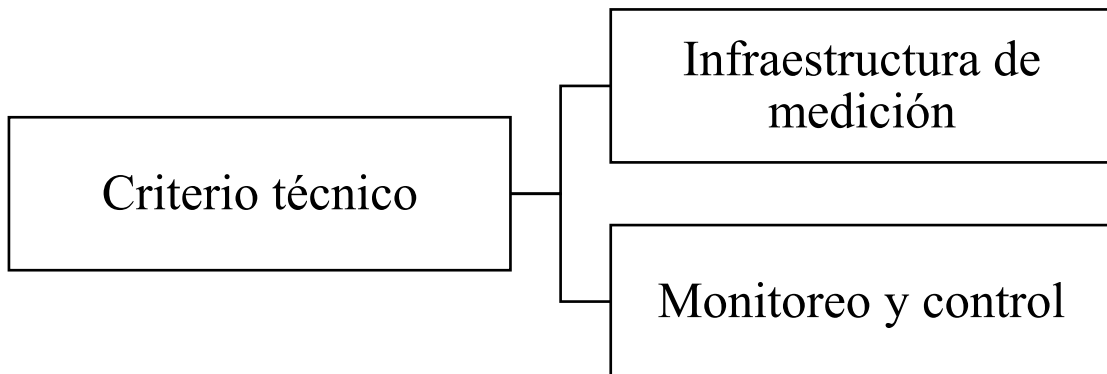


Figura 7. Dependencia entre variables dependientes y variable independiente criterio técnico

Fuente: Elaboración propia

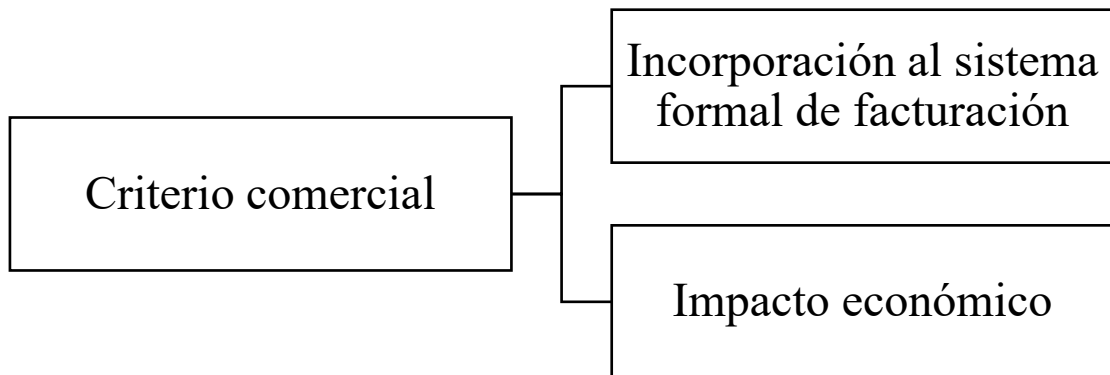


Figura 8. Dependencia entre variables dependientes y variable independiente criterio comercial

Fuente: Elaboración propia

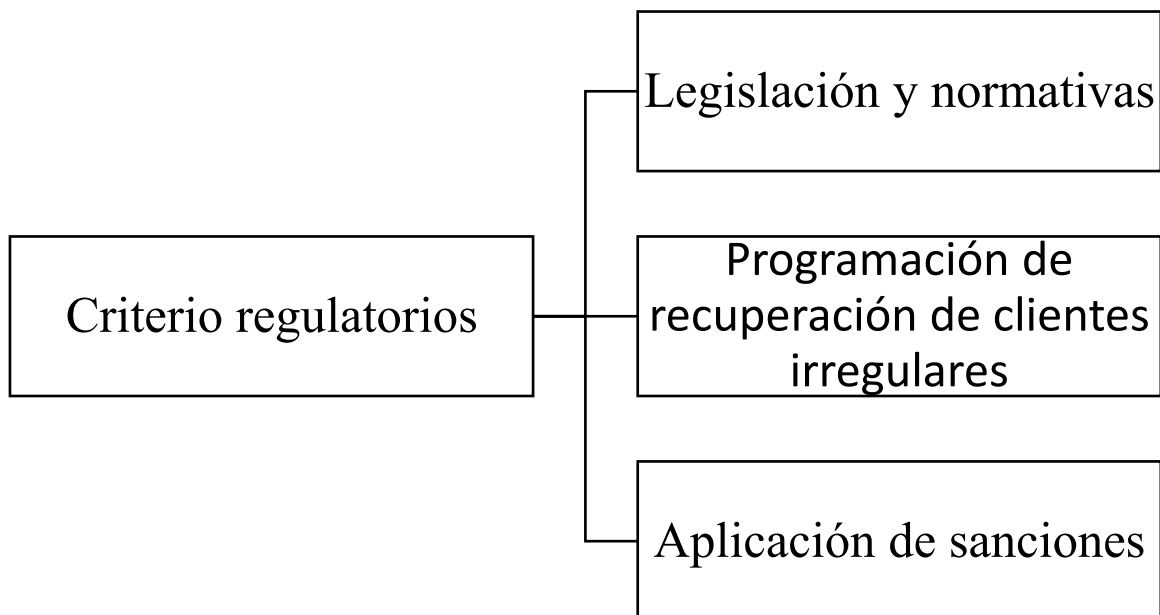


Figura 9. Dependencia entre variables dependientes y variable independiente criterio comercial

Fuente: Elaboración propia

3.1.3 OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Se define la operacionalización de las variables de acuerdo con una definición conceptual, operativa y de dimensiones para cada una de ellas.

Tabla 2. Operacionalización de variables

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	ítems
Criterios comerciales	El criterio comercial se refiere a la capacidad del proyecto, producto o solución para generar valor en el mercado, atraer clientes, mejorar la competitividad y posicionar estratégicamente a la empresa. Incluye análisis de mercado, propuesta de valor, segmentación de clientes y potencial de ventas.	Proyección de ventas o ingresos (mensuales, anuales).	Viabilidad económica del usuario	Variabilidad del consumo eléctrico detectado por los macromedidores.
		Porcentaje estimado de participación en el mercado (market share).		Frecuencia de reconexiones.
		Número de clientes potenciales o activos.		Historial de pagos del cliente
		Tiempo estimado de entrada al mercado (time to market).		Capacidad de pago del usuario en función de su historial de consumo.
		Índice de diferenciación o ventaja competitiva (evaluación cualitativa o por puntuación).	Comportamiento de consumo y riesgo	Comparación con promedios sectoriales
				Costo estimado de intervención técnica y comercial para regularización.
				Incidencias previas registradas (fraude, reconexiones ilegales, etc.).

		Tasa de retención o fidelización de clientes (%).		Variabilidad mensual del consumo
Criterios técnicos	Los criterios técnicos hacen referencia a los aspectos relacionados con la viabilidad funcional, tecnológica y operativa de un proyecto, solución o sistema. Incluyen compatibilidad, desempeño, escalabilidad, calidad técnica, nivel de innovación, y grado de especialización requerido.	Grado de cumplimiento de requisitos técnicos (porcentaje).	Calidad del sistema de medición	Precisión de medición
		Compatibilidad con sistemas existentes (sí/no o escala de 1–5).		Frecuencia de transmisión.
				Integridad de registros históricos.
		Tiempo estimado de implementación técnica (en semanas o meses).	Análisis de pérdidas no técnicas	Diferencias entre energía inyectada y registrada.
				Localización de pérdidas con datos PME.
				Tasa de fallos del sistema
		Capacidad de escalabilidad del sistema (medida en usuarios o carga).	Infraestructura de medición	Cantidad de macromedidores instalados
				Estado del macromedidor (calibración, mantenimiento).
				Interoperabilidad con pme
		Número y criticidad de incidentes técnicos detectados.	Legislación y normativas	Normativa vigente sobre medición y facturación eléctrica en Honduras
Regulaciones sobre inspección y sanción de conexiones irregulares				
Criterios regulatorios	Los criterios normativos aluden al cumplimiento de leyes, reglamentos, estándares técnicos y normativas vigentes (nacionales e internacionales). También abarcan aspectos éticos,	Número de normativas aplicables identificadas (por sector o país).		
		Porcentaje de cumplimiento normativo actual (%).		

	regulatorios y contractuales.	<p>Número de auditorías o revisiones regulatorias aprobadas.</p> <p>Existencia de certificaciones requeridas (ISO, GDPR, LOPD, etc.).</p> <p>Nivel de riesgo legal o sancionador estimado (bajo, medio, alto).</p>		
Estrategias de gestión	<p>Este criterio evalúa la capacidad del proyecto o la organización para planificar, coordinar y ejecutar adecuadamente sus actividades, maximizando los recursos disponibles y alineándose con los objetivos estratégicos. Incluye liderazgo, gestión del cambio, cultura organizacional, gobernanza y capacidad de gestión de riesgos.</p>	Existencia de un plan de gestión formal (sí/no, nivel de madurez).	Gestión comercial	Seguimiento post-normalización
		Índice de cumplimiento de metas de gestión (%).		Incentivos para formalización.
		Nivel de riesgo percibido en la ejecución del proyecto (bajo, medio, alto).		Políticas de regularización y sanciones.
		Índice de capacidad organizacional (según modelo OPM3 o similar).		Frecuencia de campañas de inspección.
		Número de desviaciones en		

		<p>cronograma y presupuesto.</p> <p>Nivel de alineación con la estrategia corporativa (evaluación cualitativa o por criterios SMART).</p>		
--	--	---	--	--

Fuente: Elaboración propia

Variables Independientes

a. Criterio Técnico

- **Definición Conceptual:** Conjunto de factores tecnológicos y de infraestructura que determinan la eficiencia en la medición, monitoreo y control de la energía eléctrica en grandes consumidores mediante sistemas como macromedidores y EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME).
- **Definición Operacional:** Se mide a través de la implementación y desempeño de los macromedidores, la precisión en la medición de consumo energético, la integración con PME y la capacidad del sistema para detectar anomalías en tiempo real.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Infraestructura de medición** (Cantidad de macromedidores instalados, precisión de medición, tasa de fallos del sistema)
 - **Monitoreo en tiempo real** (Capacidad de detección de pérdidas, generación de alertas de anomalías)
 - **Interoperabilidad con PME** (Niveles de compatibilidad e integración con sistemas de gestión)

b. Criterio Comercial

- **Definición Conceptual:** Conjunto de estrategias y políticas económicas aplicadas a la

facturación, tarifas y recuperación de ingresos en el sistema de distribución eléctrica, orientadas a la normalización de usuarios irregulares y reducción de pérdidas no técnicas.

- **Definición Operacional:** Se mide mediante la implementación de estrategias de facturación, recuperación de ingresos, incentivos para la regularización y análisis del impacto económico en la empresa distribuidora.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Estrategias de facturación** (Modificación de tarifas, ajustes en la estructura de cobros)
 - **Recuperación de ingresos** (Monto recuperado de cuentas irregulares, porcentaje de clientes regularizados)
 - **Incentivos de regularización** (Descuentos o facilidades de pago ofrecidas a usuarios normalizados)

c. Criterio Regulatorio

- **Definición Conceptual:** Marco normativo y legal que regula el consumo, facturación y penalización de usuarios irregulares en el sistema eléctrico. Incluye normativas gubernamentales, políticas de sanción y regulaciones sobre la calidad del servicio.
- **Definición Operacional:** Se mide a través del análisis de las leyes y normativas aplicadas, el cumplimiento de las regulaciones por parte de los usuarios y la aplicación de sanciones a usuarios irregulares.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Cumplimiento normativo** (Porcentaje de usuarios que cumplen con las normativas)
 - **Política de sanciones** (Número de sanciones aplicadas, efectividad en la reducción de fraudes)
 - **Regulación de calidad del servicio** (Mejoras en la calidad del suministro eléctrico, reducción de interrupciones por conexiones irregulares)

Variables Dependientes

a. Normalización de usuarios irregulares

- **Definición Conceptual:** Proceso mediante el cual se incorporan usuarios que consumen energía de manera ilegal o con medición defectuosa al sistema formal de facturación.
- **Definición Operacional:** Se mide a través del número de usuarios irregulares identificados y regularizados, la tasa de reincidencia y la cantidad de energía recuperada.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Usuarios identificados** (Cantidad de usuarios irregulares detectados)
 - **Usuarios regularizados** (Número de usuarios que pasaron a facturación formal)
 - **Reincidencia** (Porcentaje de usuarios que vuelven a incurrir en prácticas irregulares)

b. Reducción de pérdidas no técnicas

- **Definición Conceptual:** Disminución del porcentaje de energía no facturada debido a fraudes, errores en la medición y conexiones ilegales.
- **Definición Operacional:** Se mide en términos del porcentaje de reducción de pérdidas no técnicas antes y después de la implementación del modelo de gestión.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Porcentaje de pérdidas detectadas** (Volumen de energía no facturada)
 - **Energía recuperada** (kWh reincorporados al sistema formal)
 - **Disminución de pérdidas** (Comparación antes y después de la estrategia)

c. Eficiencia de gestión de pérdidas

- **Definición Conceptual:** Capacidad del modelo de gestión para detectar y mitigar pérdidas no técnicas mediante el uso de tecnología y estrategias comerciales y regulatorias.
- **Definición Operacional:** Se mide con base en la efectividad del monitoreo, el tiempo de detección y corrección de anomalías, y la cantidad de pérdidas recuperadas.
- **Dimensiones e Indicadores:**

- **Tiempo de respuesta a anomalías** (Tiempo promedio en la detección y corrección de fraudes)
- **Casos resueltos** (Número de eventos de pérdidas no técnicas gestionados correctamente)

d. Legalización de cuentas ilegales

- **Definición Conceptual:** Proceso de conversión de cuentas eléctricas ilegales en cuentas reguladas con medición y facturación formal.
- **Definición Operacional:** Se mide a través del número de cuentas regularizadas, el tiempo de proceso y los incentivos aplicados.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Cantidad de cuentas ilegalizadas detectadas** (Usuarios identificados con conexiones ilegales)
 - **Cuentas regularizadas** (Usuarios que pasan al sistema formal)

e. Incorporación al sistema formal de facturación

- **Definición Conceptual:** Proceso por el cual los usuarios irregulares comienzan a pagar por su consumo energético conforme a las tarifas establecidas.
- **Definición Operacional:** Se mide por el porcentaje de usuarios incorporados al sistema y su nivel de cumplimiento de pagos.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Usuarios incorporados** (Número de clientes nuevos en el sistema de facturación)
 - **Tasa de cumplimiento de pago** (Porcentaje de facturación efectivamente cobrada)

f. Implementación exitosa del plan

- **Definición Conceptual:** Grado en el que las estrategias diseñadas para reducir pérdidas no técnicas y normalizar usuarios irregulares han sido aplicadas correctamente.
- **Definición Operacional:** Se mide con base en los objetivos cumplidos en relación con el plan de gestión de pérdidas.

- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Cumplimiento de metas** (Porcentaje de objetivos alcanzados)
 - **Nivel de aceptación del plan** (Feedback de los actores involucrados)
- g. Cumplimiento del plan de incorporación**
- **Definición Conceptual:** Nivel de acatamiento del plan de normalización por parte de los usuarios y la empresa distribuidora.
- **Definición Operacional:** Se mide a través del número de usuarios que completaron el proceso de normalización.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Usuarios que cumplen el proceso** (Tasa de conversión de usuarios irregulares a regulares)
- h. Aplicación de sanciones**
- **Definición Conceptual:** Implementación de medidas punitivas para usuarios que incurren en fraudes o irregularidades en el consumo eléctrico.
- **Definición Operacional:** Se mide con base en la cantidad de sanciones aplicadas, su impacto en la reducción de fraudes y la tasa de reincidencia.
- **Dimensiones e Indicadores:**
 - **Sanciones impuestas** (Número de multas o penalizaciones aplicadas)
 - **Efectividad de sanciones** (Reducción de reincidencia tras la penalización)

3.2 ENFOQUE Y MÉTODOS

Para esta investigación se realizará un enfoque mixto ya que recopilan datos cuantificables de pérdidas de energía, el diseño es experimental ya que se harían modificaciones en el entorno que se considera natural para medir su reacción y también se considera la opinión de profesionales.

El alcance es exploratorio ya que, si bien es cierto ya que tienen planes en Honduras para

la reducción de pérdidas, no han brindado resultados abismales. Los instrumentos serán muestras de los departamentos de Honduras, en este caso Cortés en su totalidad, Yoro y Santa Barbara de manera parcial debido a la disponibilidad de datos obtenida. La Figura 9 muestra el diagrama del enfoque y método de esta investigación.

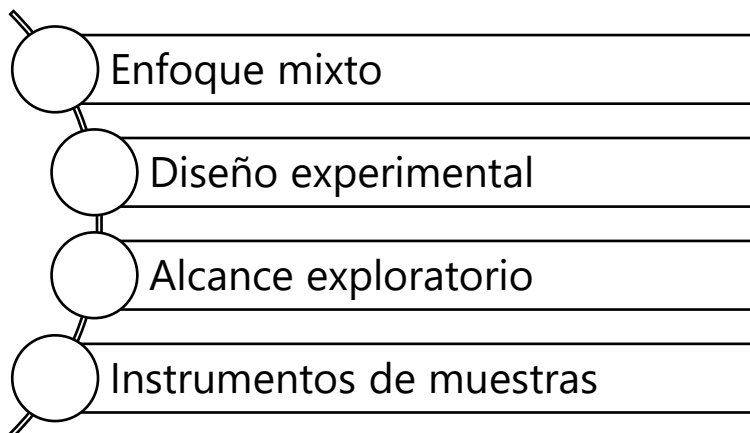


Figura 10. Esquema metodológico de la investigación enfoque y métodos

Fuente: Elaboración propia

3.3 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

En este apartado se expondrá acerca del diseño de la investigación. Se detallará la población, la muestra, sus diferentes técnicas, entre otros puntos. Todo esto explicado de manera detallada para la mejor comprensión del lector.

3.3.1 POBLACIÓN

Se toma una población debido a preferencia y facilidad de datos. La población de esta investigación se enfoca en Honduras específicamente en el sector noroccidente del país y todos los profesionales relacionados con el rubro energético el cual no conocemos un número exacto. Un país ubicado en Centroamérica colindante con Guatemala, El Salvador y Nicaragua. La Figura 10 muestra la ubicación de Honduras en un mapa



Figura 11. Referencia de localización de Honduras

Fuente: Elaboración propia

3.3.2 MUESTRA

Se toma en cuenta la cantidad de profesionales en el sector de energía en los departamentos de Santa Bárbara, Cortés y Yoro. Consultando con el CIMEQH de la zona noroccidental, existen alrededor 5,225 profesionales colegiados.

Para la realización de encuestas se realiza la ecuación 1 para calcular la muestra:

$$n = \frac{Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{E^2}$$

Ecuación 1. Fórmula para cálculo de cantidad de muestra

Donde:

- n = Tamaño de la muestra

- Z = Valor de la distribución normal estándar según el nivel de confianza (1.96 para 95%)
- p = Proporción esperada de la población (si no se conoce, se usa 0.5 para máxima variabilidad)
- E = Margen de error (se tomará el 10%)

Nuestro tamaño de la muestra es:

$$n = \frac{1.96^2 \cdot 0.5 \cdot (1 - 0.5)}{(0.1)^2}$$

$$n = 96.04 \approx 96 \text{ encuestas}$$

En cuanto a la cantidad de usuarios a incluir en el plan, debido a la disponibilidad de la información, se toman como muestra los departamentos de Cortés, y parcialmente Yoro y Santa Barbara para la elaboración del proyecto. Estos departamentos se muestran en la Figura 12.

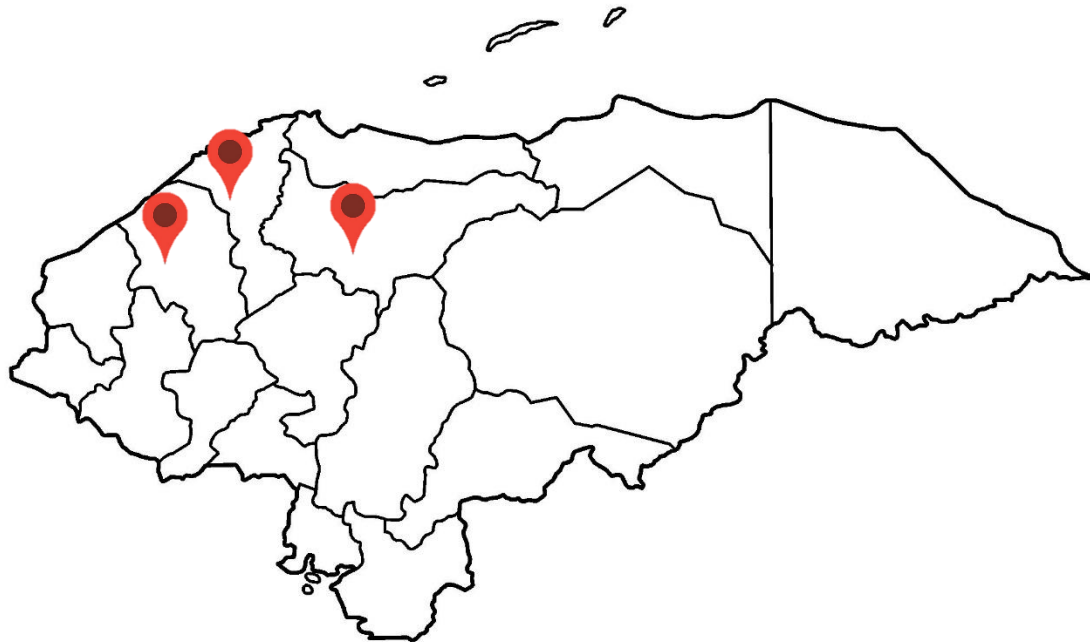


Figura 12. Ubicación de departamentos de muestra

Fuente: Elaboración propia

3.3.3 TÉCNICAS DE MUESTREO

Se escoge por estrategia o por conveniencia. Se emplea un método de muestreo no probabilístico, específicamente un muestreo intencional o por conveniencia. Esta elección se fundamenta en la necesidad de centrar el estudio en la zona Norte del país, donde se dispone de un mayor volumen de información y datos relevantes para el análisis. La selección de esta técnica responde a criterios estratégicos y de accesibilidad, permitiendo obtener una muestra representativa dentro del contexto estudiado. Asimismo, esta metodología facilita la recopilación de información clave, optimizando recursos y tiempo en función de la disponibilidad de datos en la región seleccionada.

3.4 TÉCNICAS, INSTRUMENTOS Y PROCEDIMIENTOS APLICADOS

3.4.1 TÉCNICAS

3.4.1.1 MAPEO DE CLIENTES

Se mapearán los clientes de la zona norte del país para hacer un plan de gestión para la reducción de pérdidas. La cantidad de clientes es información pública en los boletines estadísticos de la ENEE.

3.4.1.2 PME

Se plantea utilizar el PMR de Schneider Electric para mapeo, control y monitoreo de macromedidores, flujos de energía y clientes. De esta manera localizar los puntos focales para la reducción de pérdidas.

3.4.2 INSTRUMENTOS

3.4.2.1 ENCUESTAS

Se realizarán encuestas a 96 profesionales y conocedores del rubro para conocer sus puntos de vista y las percepciones de cada uno de ellos. Se presentará la encuesta en el CIMEQH. Las entradas que brindan serán de información vital para el desarrollo del plan de gestión ya que toma en cuenta la consideración de profesionales, conocedores y expertos que nos dejará como recurso una lluvia de ideas.

3.5 FUENTES DE INFORMACIÓN

Para comprender y analizar las pérdidas no técnicas de energía eléctrica en grandes consumidores en Honduras, es fundamental recurrir a diversas fuentes de información, tanto primarias como secundarias. Estas fuentes permiten obtener datos precisos y respaldar el estudio con información confiable.

3.5.1 FUENTES PRIMARIAS

3.5.1.1 ENCUESTAS Y ENTREVISTAS A EXPERTOS

- Ingenieros eléctricos y especialistas en distribución de energía.
- Funcionarios de empresas distribuidoras de electricidad en Honduras.
- Reguladores del sector energético (CREE, ENEE, etc.).
- Consultores en eficiencia energética y sistemas de monitoreo.
- Académicos especializados en energía.

3.5.1.2 MEDICIONES Y REGISTROS DE CONSUMO

- Datos de sistemas de macromedición (ej. EcoStruxure Power Monitoring Expert).
- Registros históricos de consumo eléctrico de grandes usuarios.
- Análisis de patrones de uso y discrepancias en facturación.

3.5.1.3 CASOS DE ESTUDIO Y AUDITORÍAS INTERNAS

- Reportes internos de empresas afectadas por pérdidas no técnicas.
- Análisis de pérdidas en zonas específicas con alta incidencia de fraude eléctrico.

3.5.2 FUENTES SECUNDARIAS

3.5.2.1 INFORMES OFICIALES Y REGULACIONES

- Reportes de la Comisión Reguladora de Energía Eléctrica (CREE).
- Estudios de la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE) sobre pérdidas de energía.
- Normativas y leyes sobre distribución y monitoreo del consumo eléctrico.

3.5.2.2 LITERATURA ACADÉMICA Y TÉCNICA

- Artículos científicos sobre pérdidas no técnicas en revistas de energía (IEEE, Elsevier, Scopus).
- Estudios de casos en otros países con problemas similares.
- Documentación técnica de EcoStruxure Power Monitoring Expert y otras soluciones de monitoreo.

3.5.2.3 INFORMES DE ORGANISMOS INTERNACIONALES

- Estudios del Banco Mundial o el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) sobre energía en América Latina.
- Publicaciones de la Agencia Internacional de Energía (IEA) sobre eficiencia y pérdidas energéticas.

3.5.2.4 NOTICIAS Y REPORTES DEL SECTOR

- Análisis de medios especializados en energía en Honduras y Latinoamérica.
- Casos recientes de intervención en pérdidas no técnicas.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y ANÁLISIS

4.1 INFORME DE PROCESO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos para esta investigación se centró en la aplicación de una encuesta estructurada dirigida a profesionales del sector eléctrico. El objetivo fue conocer sus percepciones, experiencias y conocimientos respecto a las pérdidas no técnicas de energía eléctrica en grandes consumidores, así como las estrategias tecnológicas disponibles para su mitigación.

La encuesta fue distribuida de forma digital y respondida por personal técnico, ingenieros eléctricos, supervisores de distribución y otros profesionales vinculados al sector energético. Las preguntas abordaron temas como la frecuencia de reconexiones no autorizadas, la viabilidad de distintas estrategias, las barreras técnicas y económicas, el estado de la infraestructura, y el conocimiento de herramientas como EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME).

Además de la encuesta, se realizó una revisión bibliográfica amplia de estudios académicos, reportes técnicos y marcos regulatorios aplicables, lo que permitió enriquecer el análisis más allá de las percepciones individuales de los encuestados.

La Figura 14 muestra el proceso de revisión literaria utilizada para esta investigación

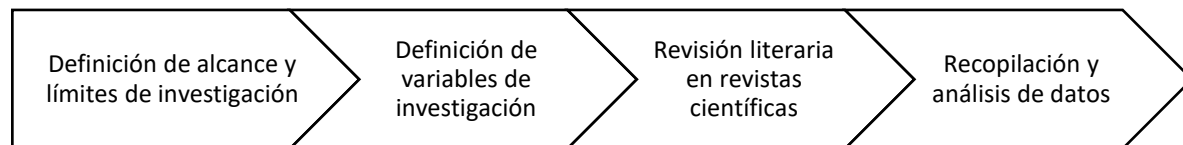


Figura 13 - Proceso de revisión literaria

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Se detalla cómo se realizó este proceso:

Proceso de revisión literaria

Para sustentar teóricamente esta investigación, se realizó una revisión literaria estructurada que tuvo como propósito identificar los enfoques más actuales y relevantes sobre la gestión de pérdidas no técnicas en sistemas eléctricos, especialmente en grandes consumidores, así como el rol de las tecnologías de macromedición y monitoreo como herramientas clave para su reducción.

El proceso se desarrolló en las siguientes etapas:

- Definición de criterios de búsqueda: Se seleccionaron palabras clave en español e inglés tales como: “pérdidas no técnicas energía eléctrica”, “non-technical losses electricity”, “macromedición energética”, “smart metering fraud”, “EcoStruxure PME”, y “medición avanzada grandes consumidores”.

Se consultaron artículos científicos indexados en bases como IEEE Xplore, ScienceDirect, Google Scholar, y documentos técnicos de organismos como:

- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)
- Agencia Internacional de Energía (IEA)
- Schneider Electric (documentación técnica sobre PME)
- Bancos de desarrollo como el BID y CAF (en temas de regulación e inversión en redes inteligentes)
- Normativa nacional (en cuanto a incentivos, regulación de pérdidas y tarifas).

Se priorizaron estudios de los últimos 10 años que abordaran al menos uno de los siguientes temas:

- Diagnóstico de pérdidas no técnicas
- Casos de implementación de sistemas de monitoreo
- Estrategias regulatorias y económicas para reducción de pérdidas
- Análisis técnico del funcionamiento de PME u otras plataformas de gestión energética.

Los documentos se clasificaron por categoría temática y se extrajeron las ideas clave en fichas de resumen. Posteriormente, se construyó un marco conceptual que articula tres ejes:

- Factores técnicos (tecnologías, compatibilidad, mantenimiento)
- Factores económicos (costos, viabilidad financiera)
- Factores institucionales (marco legal, políticas públicas)
- Hallazgos obtenidos de la revisión literaria

Los principales resultados de esta revisión permitieron sustentar teóricamente varias dimensiones de la encuesta aplicada:

- Frecuencia e impacto de las pérdidas no técnicas: Estudios regionales (CEPAL, 2021) estiman que las pérdidas no técnicas representan entre el 10% y el 20% de la energía distribuida en países latinoamericanos, afectando fuertemente las finanzas de las distribuidoras.
- Reconexiones ilegales y manipulación de medidores son los eventos más comunes, especialmente en zonas urbanas con clientes industriales/comerciales.

La tecnología de macromedición y monitoreo en tiempo real (como EcoStruxure PME) ha demostrado ser eficaz en la identificación de fraudes, anomalías y patrones atípicos, permitiendo además optimización operativa. Barreras comunes para la implementación incluyen:

- Infraestructura de medición desactualizada
- Falta de interoperabilidad entre sistemas
- Costos de inversión inicial
- Ausencia de incentivos regulatorios

Buenas prácticas observadas en países como Brasil, India y México incluyen la automatización del monitoreo, auditorías periódicas, uso de IA para análisis de datos, y seguimiento post-normalización de clientes intervenidos.

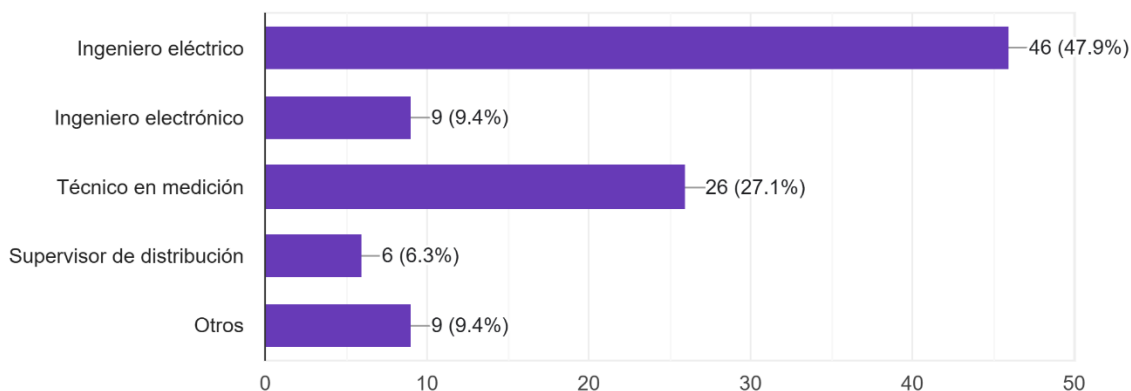
Adicionalmente se utilizó Google forms para obtener la retroalimentación de expertos en el caso.

4.2 RESULTADOS Y ANÁLISIS DE LAS TÉCNICAS APLICADAS

Se aplicó recolección de datos de revisión literaria y encuesta a expertos y conocedores del tema. Se presentan dichos resultados:

4.2.1 RESULTADOS CUANTITATIVOS

Pregunta 1 ¿Cuál es su ocupación actual?



Gráfica 1 - Perfil de los Encuestados

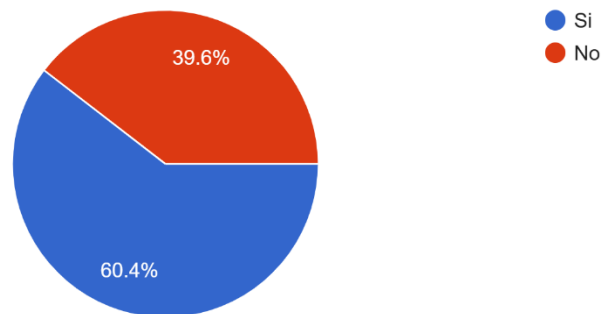
Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 47.9% Fueron Ingenieros electricistas que trabajan en el rubro de la medición, el 27.1% son técnicos electricistas que tienen un amplio conocimiento en el rubro de la medición de energía eléctrica, 9.94% son ingenieros electrónicos, 9.94% fueron otro personal administrativo que trabaja en áreas de medición y aportaron de su conocimiento, 6.63% fueron personal del área de distribución que indirectamente nos aportan con su conocimiento en el área.

Los resultados de la encuesta fueron obtenidos exclusivamente de profesionales con formación en ingeniería eléctrica, lo que otorga un alto nivel de especialización técnica a las respuestas. La totalidad de los participantes se desempeña actualmente en el sector eléctrico, y la mayoría trabaja específicamente en empresas distribuidoras de energía, lo cual les brinda una perspectiva directa sobre los desafíos operativos y comerciales relacionados con la gestión de pérdidas no técnicas.

Además, todos los encuestados afirmaron tener experiencia frecuente u ocasional en el manejo de este tipo de pérdidas, ya sea desde el área técnica (como el monitoreo o la detección de anomalías) o desde la dimensión comercial (como el seguimiento a clientes irregulares o el análisis de consumos anómalos). Esta experiencia de campo les permite tener un conocimiento tanto conceptual como práctico del problema, y fortalece la validez del análisis derivado de sus respuestas.

Pregunta 2- ¿Trabaja actualmente en una empresa distribuidora de energía eléctrica?

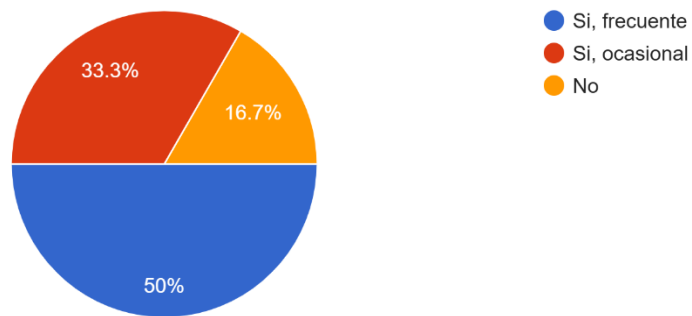


Gráfica 2 - Lugar de trabajo

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 60.4% de los encuestados trabajan actualmente en una empresa distribuidora lo que demuestra que tienen un vasto conocimiento del tema. Esto es un indicio o nos brinda una alta confiabilidad en las respuestas porque en adición de ser profesionales en el rubro de energía y electricidad, están involucrados en el área de distribución y control de pérdidas, mientras tanto el 39.6% fueron personas que trabajaran para una empresa distribuidora y siguen teniendo el conocimiento en el área de medición de nuestro país.

Pregunta 3 ¿Tiene experiencia en la gestión de pérdidas no técnicas?



Gráfica 3 - Experiencia de los encuestados en gestión de pérdidas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

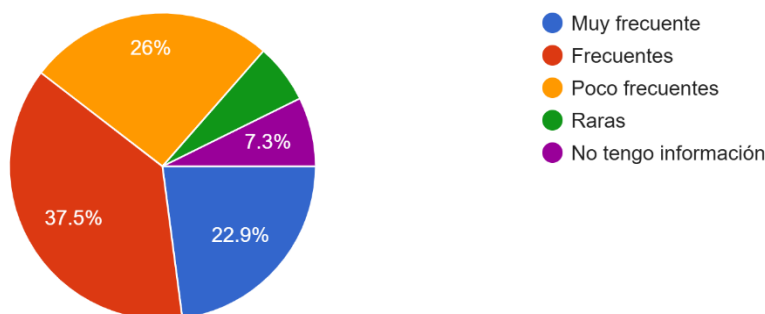
El hecho de que el 50% de los participantes de la encuesta cuente con experiencia directa en el control de pérdidas no técnicas representa un elemento clave para la confiabilidad y profundidad de los resultados obtenidos. Este nivel de experiencia implica que la mitad de los encuestados ha estado involucrada activamente en tareas relacionadas con la detección, evaluación y mitigación de pérdidas, ya sea mediante la supervisión de mediciones, el análisis de balances energéticos, la intervención en campo o el uso de tecnologías como sistemas SCADA, EcoStruxure PME o medidores inteligentes.

En términos de análisis, esta experiencia práctica aporta un conocimiento más allá de lo teórico, permitiendo valorar las estrategias y herramientas propuestas desde una perspectiva operativa real, que reconoce tanto los logros como las limitaciones del sistema actual. Además, esta experiencia otorga mayor validez a las respuestas, ya que provienen de profesionales que comprenden las complejidades del fenómeno y pueden identificar con mayor precisión qué

medidas son viables, necesarias o urgentes.

En consecuencia, la experiencia declarada por el 50% de los encuestados contribuye de forma significativa a fortalecer la propuesta, ya que sus aportes no solo reflejan conocimiento técnico, sino también vivencias concretas sobre las condiciones del terreno, la reacción de los usuarios irregulares y los resultados reales de las campañas de normalización. Esta combinación de teoría y práctica, presente en la mitad del grupo encuestado, mejora la capacidad de la investigación para proponer soluciones sólidas, contextualizadas y sostenibles.

Pregunta 4 - Según su experiencia, ¿con qué frecuencia ocurren reconexiones no autorizadas en grandes consumidores?



Gráfica 4 - Frecuencia de reconexiones no autorizadas en grandes consumidores

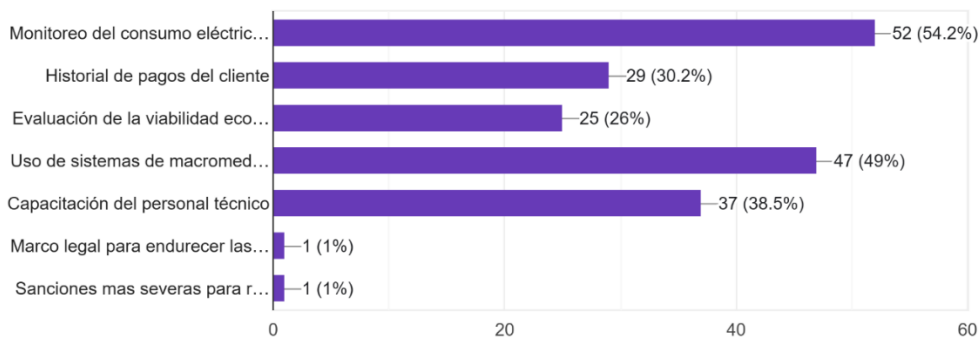
Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Un 37.5% de los encuestados afirmó que los hurtos de energía o las conexiones no autorizadas son frecuentes, este dato representa una señal clara de que las pérdidas no técnicas constituyen un fenómeno sistémico y recurrente en el entorno operativo evaluado. Este porcentaje, aunque no mayoritario, es significativo porque muestra que más de un tercio de los participantes percibe estas prácticas irregulares como una situación común, no esporádica ni aislada. La frecuencia señalada indica que los fraudes eléctricos —como derivaciones clandestinas, reconexiones luego de cortes por morosidad o manipulación de medidores— forman parte del funcionamiento cotidiano de ciertas zonas o circuitos de la red de distribución.

Este tipo de percepción es especialmente valiosa cuando proviene de profesionales con experiencia directa en el área, ya que valida empíricamente la necesidad de actuar con urgencia. La recurrencia de estas conexiones ilegales tiene implicaciones técnicas, económicas y de equidad: por un lado, degrada la calidad del servicio (a través de caídas de tensión o sobrecarga en transformadores); por otro, impacta negativamente en los ingresos de la distribuidora, y genera además un sentido de impunidad e injusticia entre los usuarios que sí cumplen con sus obligaciones.

Desde la perspectiva de la propuesta planteada, este 37.5% representa una base sólida para justificar el modelo de gestión de pérdidas mediante macromedición y monitoreo con PME, ya que evidencia que hay zonas vulnerables donde los hurtos son habituales y deben ser intervenidas con tecnología que permita medir, comparar y actuar de manera eficiente. Además, refuerza la importancia del componente de seguimiento post-regularización, ya que donde el hurto es frecuente, también es más probable que los usuarios reincidan si no existe un sistema de control activo. En resumen, este porcentaje confirma que las pérdidas no técnicas son un problema vigente, visible y persistente, y que demandan una respuesta estructurada y tecnológica como la que se propone en esta investigación.

Pregunta 5 - ¿Qué factores considera más importantes para implementar estrategias efectivas de reducción de pérdidas no técnicas?



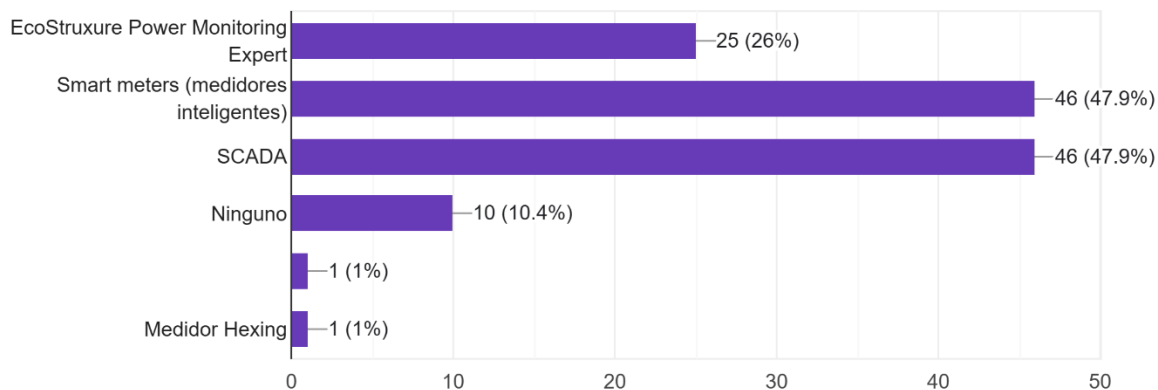
Gráfica 5 - Factores más importantes para implementar estrategias efectivas de reducción de pérdidas no técnicas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Los tres factores más valorados son:

1. Monitoreo del consumo eléctrico (54.2%): Es el factor más importante según los encuestados, ya que permite detectar anomalías y posibles pérdidas rápidamente. Haciendo uso de la tecnología propuesta EcoStruxure PME la cual nos permitirá llevar un monitoreo correcto en tiempo real de cada usuario y esto nos permitirá reducir las pérdidas no técnicas.
2. Uso de sistemas de macromedición (49%): Es clave para tener control a nivel general sobre el consumo y detectar irregularidades en zonas específicas como las de alto riesgo (bordos, colonias marginales, centro de las ciudades más importantes, invasiones).
3. Capacitación del personal técnico (38.5%): Fundamental para implementar y mantener las estrategias de control eficientemente. Es muy importante tener a todo el personal con un amplio conocimiento y actualizado en nuevas tecnologías.

Pregunta 6 - ¿Qué tipo de herramientas tecnológicas utiliza o conoce para monitoreo de consumo eléctrico?



Gráfica 6 - Herramientas conocidas para monitoreo de consumo eléctrico

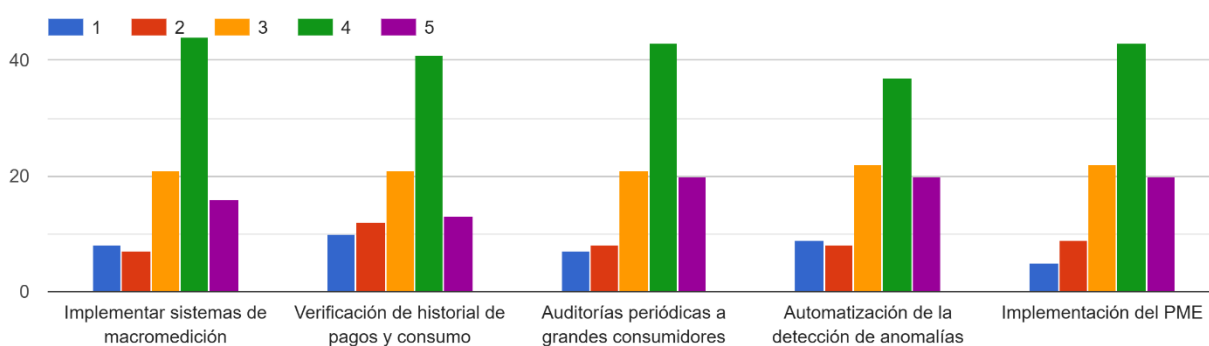
Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Smart meters (47.9%) y SCADA (47.9%) son las dos tecnologías más mencionadas, lo cual indica un alto nivel de conocimiento o implementación de sistemas avanzados de monitoreo eléctrico entre los encuestados ya que estos dos sistemas son los que se utilizan para monitorear estos sistemas de medición. EcoStruxure Power Monitoring Expert (26%) es una herramienta relativamente conocida debido a que pocas empresas lo han implementado y que la empresa distribuidora utiliza otra herramienta menos precisa.

Por otro lado, un 10.4% de los encuestados respondió que no utiliza ni conoce ninguna herramienta tecnológica para este fin, lo que evidencia una brecha de acceso o conocimiento técnico en ciertos sectores. Herramientas menos reconocidas como Medidor Hexing obtuvieron apenas un 1% de menciones, lo cual podría indicar su baja implementación en el entorno local o un nivel de especialización muy limitado.

En conjunto, estos resultados permiten concluir que existe una base sólida de conocimiento sobre soluciones tecnológicas aplicadas al monitoreo energético, particularmente aquellas asociadas con sistemas integrales de supervisión y medición. Este contexto favorece la viabilidad de estrategias basadas en tecnología como parte del plan de reducción de pérdidas no técnicas.

Pregunta 7 - En su opinión, ¿qué tan viables son las siguientes estrategias para reducir pérdidas no técnicas?



Gráfica 7 - Opinión sobre la viabilidad de estrategias para mitigar pérdidas no técnicas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

Según lo que arroja la encuesta, se ve una opinión favorable en cuanto a las tácticas planteadas para bajar las fugas no técnicas en los puntos neurálgicos de alto consumo. En resumen, casi todas las tácticas que se pusieron a consideración lograron una mayoría de votos en los rangos 4 (factible) y 5 (muy factible), lo que deja ver que la gente que respondió está de acuerdo con estas acciones.

Entre las tácticas que más gustaron sobresale la puesta en marcha del Programa de Medición Eficiente (PME), donde el rango 5 se llevó la mayor cantidad de votos. Esta tendencia nos da a entender que la gente ve al PME como una solución completa y que sí funciona para atacar las fugas en el sistema eléctrico.

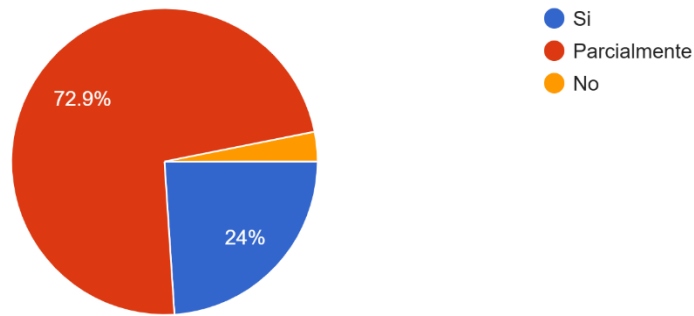
Además, las tácticas para automatizar la detección de fallas y las revisiones constantes a los grandes consumidores también cayeron bien, con una mayor cantidad de votos en los niveles 4 y 5, lo que señala que se ven como algo técnicamente posible y que se puede llevar a cabo.

En cuanto a revisar el historial de pagos y consumo, aunque sigue siendo bien vista, se nota que los votos están un poco más repartidos entre los rangos 2, 3 y 4, lo que podría tener que ver con lo que se piensa sobre si se puede aplicar en la vida real o qué tanto impacto puede tener de verdad.

Finalmente, la puesta en marcha de sistemas de macromedición también se vio como una táctica factible, con muchos votos en el rango 5, lo que reafirma que es importante tenerla como base para llevar una gestión más exacta del consumo de energía.

En general, estos resultados demuestran que hay un buen nivel de aceptación y que se cree que las tácticas que se propusieron se pueden llevar a cabo, lo que ayuda a que se incluyan en un plan completo para bajar de forma efectiva las fugas no técnicas en los centros donde más energía se consume.

Pregunta 8 - ¿Considera que la infraestructura actual permite implementar sistemas de macromedición en los principales centros de alto consumo?



Gráfica 8 - Percepción sobre la viabilidad de implementar sistemas de macromedición en la infraestructura actual

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

En el siguiente punto se analizan las últimas cuatro preguntas de la encuesta:

A. Criterios Técnicos

Una de las principales preocupaciones manifestadas por los participantes fue la alta frecuencia de las reconexiones no autorizadas. La mayoría coincidió en que estos eventos ocurren de manera frecuente o muy frecuente, lo cual revela que las pérdidas por fraude o consumo clandestino no son excepcionales, sino un fenómeno estructural dentro de las redes de distribución. Esta constatación refuerza la necesidad de implementar mecanismos no solo para detectar el fraude una vez ocurrido, sino para prevenir su reincidencia, mediante tecnología de monitoreo, sellos reforzados y estrategias de seguimiento posterior a la regularización.

Los participantes también fueron consultados sobre los factores clave para una estrategia técnica exitosa en la reducción de pérdidas no técnicas. La unanimidad de las respuestas indica que el monitoreo en tiempo real del consumo eléctrico es considerado una herramienta esencial. Este dato valida el interés y la necesidad de integrar sistemas avanzados como EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME), SCADA y medidores inteligentes como instrumentos centrales en cualquier estrategia moderna de gestión de pérdidas. El conocimiento de estas tecnologías fue confirmado en las respuestas abiertas, donde los ingenieros mencionaron, además de PME,

herramientas como medidores Hexing, Smart Meters y plataformas de gestión energética. Aunque se detecta conocimiento técnico generalizado, las experiencias en el uso de estas herramientas varían significativamente, lo cual sugiere que hay una brecha entre la disponibilidad de las soluciones tecnológicas y su implementación efectiva en el campo.

Respecto a la viabilidad técnica de diversas estrategias, la macromedición fue percibida como una opción altamente viable por la mayoría de los encuestados, lo que refleja su aceptación como herramienta para identificar pérdidas a nivel de circuito o zona geográfica. Las auditorías periódicas también fueron valoradas como posibles soluciones, aunque con una valoración menos uniforme, lo que puede deberse a la carga operativa y al alto costo que implican estas inspecciones continuas. Además, la confiabilidad de los sistemas de monitoreo actualmente en uso fue calificada, en general, como media o baja.

Esta percepción refleja una realidad preocupante: muchos de los equipos en operación están desactualizados, presentan fallos o no reciben mantenimiento regular, lo que compromete la precisión y utilidad de la información recolectada. Esto evidencia la necesidad de establecer planes de actualización tecnológica, mantenimiento preventivo y capacitación continua para el personal técnico encargado de operar y analizar estos sistemas.

En cuanto a las barreras técnicas existentes, los participantes identificaron tres obstáculos recurrentes: infraestructura inadecuada, calidad deficiente de la energía, y ubicación poco favorable de los equipos de medición. En algunos casos también se mencionó la ausencia de barreras técnicas, lo que podría interpretarse como una mejora en ciertos sectores donde se ha realizado modernización de redes o implementación de sistemas inteligentes.

Finalmente, al ser consultados sobre la compatibilidad de sus sistemas actuales con tecnologías avanzadas como PME, la mayoría respondió de manera ambigua o con incertidumbre, seleccionando opciones como “parcialmente” o “no estoy seguro”. Esta falta de certeza pone en evidencia un desafío adicional: la necesidad de realizar evaluaciones de interoperabilidad entre plataformas antiguas y nuevas tecnologías para garantizar la eficiencia de cualquier estrategia futura de monitoreo inteligente.

- Frecuencia de reconexiones no autorizadas
- Predominan las respuestas de que son frecuentes o muy frecuentes.

- Se confirma que es un problema real y persistente.
- Factores clave para implementar estrategias
- Todos coinciden en que es fundamental el monitoreo del consumo eléctrico en tiempo real.

Herramientas tecnológicas conocidas

Se mencionan:

- SCADA
- EcoStruxure Power Monitoring Expert
- Medidores inteligentes (Smart Meters)
- Medidores Hexing
- Existe conocimiento y uso de tecnologías modernas, aunque con distintas experiencias.

Viabilidad de estrategias técnicas

- Macromedición: se percibe como moderadamente a altamente viable (puntuaciones 3 a 5).
- Auditorías periódicas: opiniones divididas, pero con tendencia a considerarlas viables.
- Confiabilidad de sistemas actuales
- Calificada mayormente como media o baja.
- Indica la necesidad de modernización y mantenimiento.

Barreras técnicas

Las más mencionadas:

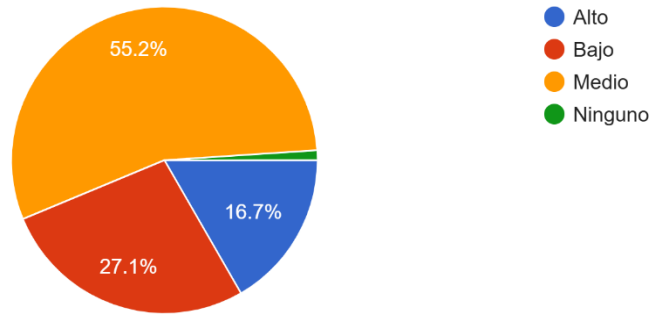
- Infraestructura inadecuada
- Calidad de energía deficiente
- Ubicación de los equipos
- Algunos participantes indican ausencia de barreras técnicas.

Compatibilidad con tecnologías avanzadas

- La mayoría responde "parcialmente" o "no estoy seguro".

- Indica incertidumbre sobre la interoperabilidad con soluciones como PME.

Pregunta 9 - ¿Qué nivel de confiabilidad percibe en los sistemas actuales de medición y monitoreo en su organización o sector?



Gráfica 9 - Nivel de confiabilidad percibido de los sistemas actuales de medición y monitoreo

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

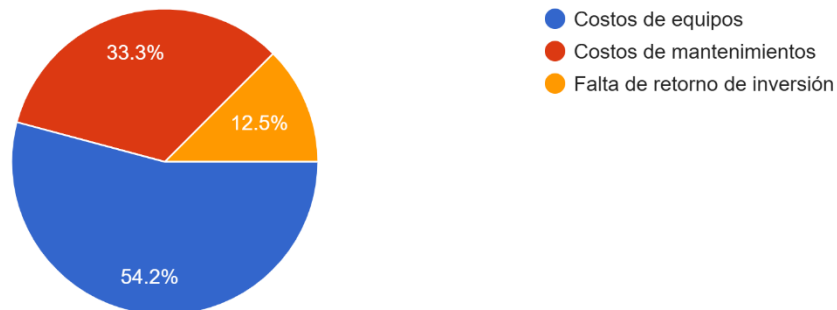
El hecho de que aproximadamente el 58% de los encuestados haya calificado la confiabilidad de los sistemas actuales de medición y monitoreo como “media” revela una percepción generalizada de limitaciones técnicas en la infraestructura existente. Esta apreciación indica que, si bien los sistemas pueden estar funcionando de forma parcial o básica, no ofrecen un nivel de precisión, continuidad ni seguridad suficientes para enfrentar de manera efectiva el problema de las pérdidas no técnicas. La clasificación “media” implica que existen deficiencias frecuentes, como fallas de comunicación con medidores, errores en la recolección de datos, problemas de calibración, ausencia de mantenimiento preventivo o incluso incompatibilidades con nuevas plataformas tecnológicas como EcoStruxure PME.

Este nivel de confiabilidad intermedio también puede interpretarse como una señal de desgaste tecnológico y falta de actualización sistemática, factores que afectan directamente la capacidad operativa de las distribuidoras para detectar irregularidades en tiempo real o validar el comportamiento de consumo de los usuarios. Además, una infraestructura con confiabilidad limitada dificulta la ejecución de auditorías energéticas, impide reaccionar de forma oportuna ante fraudes, y reduce la confianza en los balances energéticos sectorizados, los cuales son

fundamentales para una gestión eficiente de las pérdidas.

En el contexto de la propuesta presentada, este hallazgo respalda con claridad la necesidad de modernizar y fortalecer el sistema de monitoreo a través de soluciones avanzadas. La plataforma EcoStruxure PME, en conjunto con un esquema de macromedición bien calibrado y mantenido, representa una oportunidad para superar esa confiabilidad media y avanzar hacia una infraestructura más robusta, automatizada y precisa. La implementación de nuevas tecnologías no solo mejoraría la detección de pérdidas, sino que restauraría la confianza técnica del personal en los datos obtenidos, lo cual es esencial para una toma de decisiones ágil y basada en evidencia. Por tanto, la percepción del 58% sobre la confiabilidad media de los sistemas actuales no solo señala un problema operativo, sino que justifica de manera directa la pertinencia y urgencia de la propuesta de intervención.

Pregunta 10 -¿Cuál cree que es el principal obstáculo económico para implementar estas estrategias en su empresa o región?



Gráfica 10 - Principales barreras económicas identificadas para aplicar estrategias en empresas o regiones con alto consumo eléctrico

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

B. Criterios Económicos

En el plano económico, los resultados mostraron un reconocimiento claro de los

obstáculos financieros que enfrentan las empresas distribuidoras al intentar modernizar su infraestructura para enfrentar las pérdidas no técnicas. La barrera más mencionada fue el costo elevado de los equipos y de la infraestructura asociada, incluyendo la instalación de medidores, redes de comunicación, servidores y sistemas de análisis de datos. También se resaltó el costo del mantenimiento como un factor relevante, pues muchas tecnologías inteligentes requieren intervenciones técnicas regulares, actualizaciones de software y sustitución de componentes, lo cual implica una carga financiera continua para las empresas.

A pesar de ello, cuatro de cada cinco encuestados afirmaron que el costo de estas soluciones se justifica ampliamente por los beneficios que aportan. Esta percepción sugiere que los ingenieros comprenden el valor de la inversión en términos de recuperación de energía no facturada, mejora de los ingresos y estabilización del sistema eléctrico. Incluso cuando el retorno de la inversión no es inmediato, los participantes mostraron una visión estratégica al entender que estas medidas permiten construir una red más segura, eficiente y justa para todos los usuarios. Esta valoración positiva representa un argumento fuerte para promover la implementación gradual de tecnologías de monitoreo, aunque sea con financiamiento externo o bajo modelos de alianza público-privada.

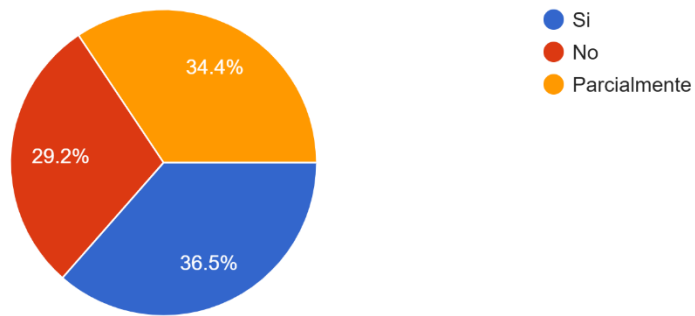
Obstáculos económicos

- Principal barrera: costos de equipos e infraestructura.
- También se menciona el mantenimiento como costo relevante

Justificación del costo

- Cuatro de cinco participantes están de acuerdo en que el costo se justifica por los beneficios.

Pregunta 11 - ¿Considera que la normativa actual en su país permite o incentiva la implementación de tecnologías para reducción de pérdidas no técnicas?

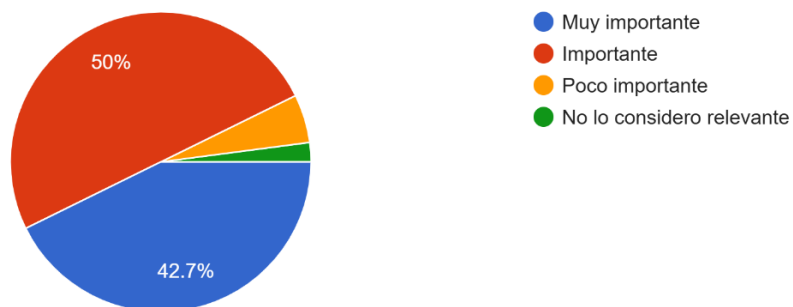


Gráfica 11 - Evaluación de la normativa vigente como facilitadora de tecnologías para mitigar pérdidas no técnicas

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El 29.2% de la población encuestada No considera que la normativa actual en su país permite o incentiva la implementación de tecnologías para reducción de pérdidas no técnicas debido a que consideran que nuestro sistema de distribución no está en las debidas condiciones para su implementación, pero el 70% que es su mayoría nos indica que si esta optimo y podemos implementar esta tecnología, este dato es bastante importante ya que nos permitirá tomar decisiones y plantear recomendaciones para su implementación.

Pregunta 12 - ¿Qué tan importante considera el seguimiento post-normalización (después de regularizar un cliente)?



Gráfica 12 - Importancia percibida del seguimiento post-normalización tras la

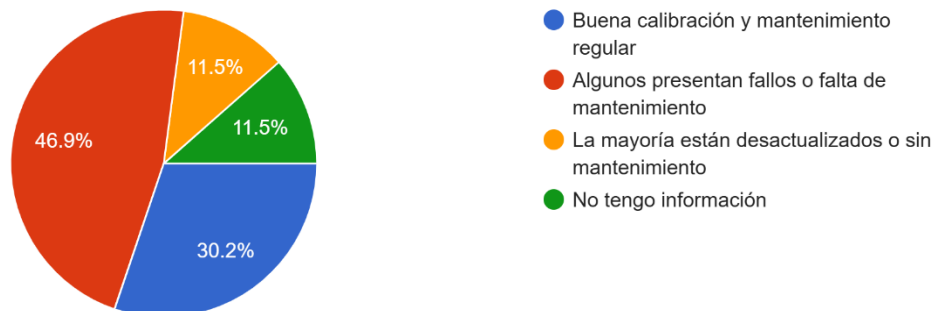
regularización de clientes

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El seguimiento de revisiones periódicas a los medidores de energía eléctrica en altos consumidores es fundamental para garantizar la precisión en la medición del consumo energético. Estos usuarios, al tener una demanda considerable de electricidad, pueden generar pérdidas económicas significativas tanto para la empresa distribuidora como para ellos mismos si existen errores en los registros. Una lectura inexacta, ya sea por fallas técnicas, manipulación o desgaste del medidor, puede derivar en cobros injustos o en la detección tardía de consumos anómalos. Por lo tanto, una revisión regular asegura que los equipos estén calibrados correctamente y funcionando dentro de los márgenes establecidos por las normativas.

Además, estas inspecciones periódicas son clave para detectar posibles pérdidas no técnicas, como el robo de energía o conexiones ilegales, que son más comunes en áreas con alto consumo. Implementar un plan de seguimiento ayuda a identificar patrones irregulares en el consumo y permite a las empresas tomar decisiones informadas para mejorar la eficiencia energética y reducir el fraude. En conjunto, este control constante no solo protege los ingresos de la distribuidora, sino que también promueve el uso responsable y transparente de la energía por parte de los grandes consumidores.

Pregunta 13 - ¿Cuál considera que es el estado general de los macromedidores en operación en su entorno?



Gráfica 13 -Estado general de los macromedidores según percepción de los encuestados

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

A. Criterios Normativos

En relación con la normativa vigente, la mayoría de los encuestados considera que las leyes y regulaciones actuales permiten o incluso incentivan la implementación de tecnologías orientadas a la reducción de pérdidas no técnicas. Sin embargo, algunos participantes señalaron que el marco legal es solo parcialmente favorable, o en un caso, que no facilita la incorporación de estas soluciones. Estas diferencias reflejan que la normativa puede variar significativamente entre regiones o que aún existen vacíos legales y ambigüedades en su aplicación práctica.

Los participantes también ofrecieron propuestas para mejorar los incentivos regulatorios. Entre las sugerencias más frecuentes destaca la reducción de impuestos para empresas que inviertan en modernización tecnológica, así como la creación de obligaciones legales para monitorear el consumo eléctrico en zonas con alta incidencia de pérdidas. Otras propuestas apuntaron a mecanismos de control más severos, como la judicialización del fraude eléctrico o la aplicación de normativas que reduzcan el costo del kilovatio hora para usuarios que acepten formalizarse. Estas propuestas revelan que los profesionales del sector no solo identifican las fallas del sistema, sino que también tienen ideas concretas sobre cómo mejorar la gobernanza del sector eléctrico.

Normativa actual

- Mayoría considera que sí permite o incentiva la implementación tecnológica.
- Un caso menciona que “no” lo permite, otro lo ve “parcialmente”.

Incentivos regulatorios sugeridos

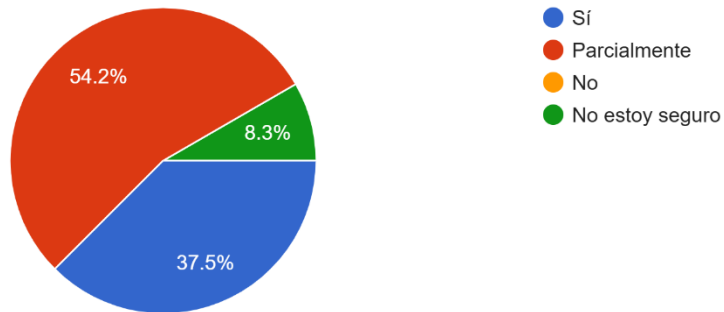
Propuestas frecuentes:

- Reducción de impuestos
- Obligación normativa
- Sugerencias para las normativas del sector

Propuestas variadas:

- Sistema obligatorio de monitoreo
- Procesos judiciales por fraude
- Reducción del costo del kWh

Pregunta 13 - ¿Cree que los sistemas actuales de medición son compatibles con tecnologías avanzadas (como PME)?



Gráfica 14 - Compatibilidad percibida entre los sistemas actuales de medición y tecnologías avanzadas como PME

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

El hecho de que el 54% de los encuestados haya respondido que los sistemas actuales de medición son solo “parcialmente” compatibles con tecnologías avanzadas como EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME) revela una situación de transición tecnológica incompleta dentro del sistema de distribución eléctrica. Esta respuesta sugiere que, si bien existen componentes o dispositivos que podrían integrarse con plataformas modernas de monitoreo y análisis, la interoperabilidad no está plenamente garantizada, y probablemente dependa de condiciones específicas como el modelo del medidor, el protocolo de comunicación, o la infraestructura de conectividad disponible.

El reconocimiento de una compatibilidad “parcial” implica, por un lado, cierto avance hacia la digitalización, pero también deja en evidencia obstáculos técnicos relevantes, como la

coexistencia de equipos antiguos con sistemas más modernos, la falta de estandarización en los dispositivos instalados, o la ausencia de pasarelas de comunicación adecuadas. Esta situación puede traducirse en retrasos en la transmisión de datos, fallos en la sincronización entre plataformas o limitaciones en el tipo de información disponible para análisis en tiempo real. Asimismo, puede generar una dependencia excesiva del personal técnico para adaptar o traducir datos manualmente entre sistemas, lo cual incrementa el margen de error y reduce la eficiencia operativa.

Desde el punto de vista de la propuesta de gestión de pérdidas no técnicas, este dato representa un llamado a la planificación cuidadosa de la interoperabilidad tecnológica. Si más de la mitad de los profesionales considera que la compatibilidad es solo parcial, entonces cualquier estrategia basada en plataformas avanzadas como PME deberá incluir un diagnóstico inicial del parque de medición existente, así como un plan progresivo de estandarización y reemplazo de equipos. Además, será necesario invertir en capacitaciones técnicas orientadas a la integración de sistemas, para asegurar que el personal pueda aprovechar al máximo las herramientas disponibles.

En síntesis, la percepción de una compatibilidad parcial no invalida el uso de tecnologías avanzadas, pero sí exige una estrategia de implementación gradual, técnica y cuidadosamente planificada. Esta brecha tecnológica debe cerrarse para garantizar que los sistemas inteligentes, como EcoStruxure PME, puedan operar de manera integrada, eficiente y con el nivel de precisión requerido para una gestión moderna de pérdidas no técnicas.

4.2.1.1 MODELO DE GESTIÓN DE PÉRDIDAS DE MACROMEDIDORES CON MONITOREO DE ECOSTRUXURE POWER MONITORING EXPERT (PME).

Este modelo está diseñado para controlar y reducir las pérdidas no técnicas (PNT) de energía eléctrica, que corresponden a consumos no registrados o no facturados debido a fraudes, conexiones ilegales, errores en la medición o manipulación de medidores.

A diferencia de las pérdidas técnicas, que son inevitables por la resistencia de conductores o transformadores, las PNT representan una pérdida económica significativa, especialmente en países con altos niveles de informalidad en el consumo eléctrico, como Honduras.

El modelo plantea:

- Instalar macromedidores electrónicos en puntos estratégicos del sistema de distribución (alimentadores, salidas de subestaciones, zonas geográficas o barrios).
- Monitorear continuamente el comportamiento energético mediante una plataforma digital como EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME), que permite visualizar datos en tiempo real.
- Comparar la energía inyectada vs. la energía facturada, identificar discrepancias y localizar sectores con posibles pérdidas.
- Tomar acciones correctivas o comerciales, como inspecciones, cortes, normalización de usuarios y reconfiguración de redes.

Este modelo no solo permite cuantificar y reducir pérdidas, sino también mejorar la eficiencia operativa y financiera de la empresa distribuidora.

Principios básicos

Los pilares fundamentales sobre los que se construye este modelo son:

a) Sectorización energética con macromedidores

Permite dividir la red eléctrica en zonas (alimentadores, transformadores, circuitos secundarios) y medir cuánta energía se inyecta a cada una. Esta información es clave para rastrear pérdidas localizadas.

b) Medición y monitoreo continuo

PME permite obtener datos como:

- Energía activa y reactiva
- Voltaje, corriente, potencia
- Calidad de energía (armónicos, factor de potencia)
- Alarmas ante eventos irregulares

Esto brinda visibilidad constante y permite actuar sin esperar lecturas mensuales.

c) Balance energético

Se calcula la diferencia entre:

- Energía medida por macromedidores (entrada)
- Energía medida por medidores de clientes (salida)

Cualquier diferencia, descontando pérdidas técnicas estimadas, es atribuible a pérdidas no técnicas.

d) Priorización de intervenciones

Con base en los datos, se puede priorizar barrios o circuitos con mayor desviación para enfocar inspecciones y acciones correctivas.

e) Regularización y gestión comercial

En zonas con fraude, el modelo se complementa con estrategias comerciales para convertir usuarios ilegales en clientes formales mediante contratos y planes accesibles.

Requerimientos del modelo

A) Criterios Técnicos

- Medidores de precisión (clase 0.2 o 0.5) con comunicación remota.
- Topología del sistema eléctrico claramente definida.
- Red de comunicaciones confiable, ya sea por GPRS, fibra óptica, radiofrecuencia o PLC.
- Plataforma SCADA o PME, con capacidad para:
 - Generar reportes
 - Visualizar alarmas
 - Exportar datos históricos

- Integrarse a GIS, AMI o sistemas de facturación
- Modelos de cálculo de pérdidas técnicas por segmento (resistencia, carga, distancia, temperatura).

B) Criterios Comerciales

- Base de datos confiable de clientes, tarifas y ubicación geográfica.
- Política de incentivos para la regularización, como borrón y cuenta nueva o facilidades de pago.
- Recursos humanos y financieros para inspecciones, nuevos contratos y atención al cliente.

C) Criterios Regulatorios

- Normativa que respalde el monitoreo sectorizado y el uso de datos como evidencia para intervenciones.
- Regulación que permita desconexiones, reconexiones y penalizaciones por fraude.
- Apoyo del regulador para planes de recuperación y legalización.
- Regulaciones sobre protección de datos, ciberseguridad y transparencia.

Aplicaciones reales del modelo

México – Comisión Federal de Electricidad (CFE)

- Se instalaron macromedidores en alimentadores y transformadores de zonas de alto riesgo.
- Se integró EcoStruxure PME con el sistema SCADA y base de datos comercial.
- Reducción de pérdidas en ciertos circuitos de hasta el 10% en 12 meses.

Colombia – Enel Codensa / EPM

- Modelos similares se implementaron en barrios de Bogotá y Medellín.
- Se combinaron con campañas sociales de legalización y educación energética.
- En Medellín se reportó una reducción de pérdidas del 15% en zonas intervenidas.

Brasil – Enel Ceará

- Se usaron medidores inteligentes y PME para monitorear favelas.
- Complementado con drones y sensores para identificar conexiones ilegales.
- Reducción de pérdidas del 12% y legalización de más de 50,000 usuarios.

Honduras – ENEE

- Proyectos piloto con macromedición en barrios conflictivos de Tegucigalpa y San Pedro Sula.
- Integración parcial con PME y análisis de energía medida vs facturada.
- Resultados preliminares: reducción de pérdidas del 6-8% en zonas tratadas.

Resultados esperados

- Disminución de pérdidas no técnicas del 5% al 15% en circuitos intervenidos.
- Mayor trazabilidad y control del flujo de energía.
- Formalización de usuarios ilegales y aumento del número de contratos activos.
- Incremento de la energía facturada y recuperada sin aumentar la generación.
- Disminución de riesgos eléctricos por instalaciones ilegales o manipuladas.

4.2.1.2 MODELO DE GESTIÓN DE PÉRDIDAS MEDIANTE LA LEGALIZACIÓN DE CUENTAS ILEGALES Y LA NORMALIZACIÓN DE USUARIOS IRREGULARES

En muchos países con redes eléctricas subutilizadas o vulnerables, una gran proporción del consumo energético no está formalmente registrado. Esto ocurre debido a conexiones ilegales, medidores manipulados o instalaciones no autorizadas. El resultado: altas pérdidas no técnicas (PNT), baja recaudación y afectación a los usuarios regulares.

El presente modelo se centra en identificar, intervenir y transformar a los usuarios irregulares en clientes legales y registrados, a través de un proceso estructurado de legalización y normalización, con el respaldo técnico de sistemas de macromedición y plataformas de monitoreo

inteligente (inteligencia artificial).

Si se considera usuario irregular a toda persona, vivienda, empresa o instalación que:

- Consume energía eléctrica sin contrato formal con la distribuidora.
- Tiene una conexión directa o clandestina a la red.
- Posee un medidor manipulado o dañado.
- Está registrado, pero tiene suspensión del servicio con consumo persistente.
- Comparte energía con otros sin autorización (submedición informal).

Este modelo integra medidas técnicas, comerciales, sociales y regulatorias para abordar la irregularidad del consumo eléctrico. Su objetivo no es únicamente desconectar, sino transformar al consumidor irregular en un usuario formal, consciente y responsable, bajo condiciones aceptables.

El modelo se estructura en cinco fases:

1. Identificación y focalización

- Uso de macromedidores y análisis de energía inyectada vs facturada para detectar zonas críticas.
- Uso de software como EcoStruxure PME para visualizar comportamientos anómalos (picos, caídas, flujos inversos).
- Cruce de datos geográficos y comerciales (clientes registrados vs cantidad de viviendas/negocios en la zona).

2. Diagnóstico técnico-social

- Inspecciones de campo, toma de evidencias técnicas y sociales.
- Identificación de tipo de irregularidad: técnica (fraude), comercial (sin contrato), o social (informalidad estructural).
- Evaluación de condiciones de seguridad de las instalaciones.

3. Campaña de regularización

- Ofrecimiento de contratos formales a usuarios ilegales.
- Incentivos como descuento por regularización, perdón de deuda anterior, medidores nuevos gratuitos o en cuotas, o planes de financiamiento.
- Activación de canales de atención móvil, ventanillas comunitarias y brigadas comerciales.

4. Formalización y reconexión

- Firma de contrato.
- Instalación de medidor individual, corte de acometidas irregulares.
- Creación de ficha de cliente en sistema comercial.

5. Seguimiento y monitoreo

- Vigilancia técnica y comercial de la zona, alertas en PME ante comportamientos sospechosos.
- Revisión periódica del balance energético de la zona.
- Programas educativos para reforzar la cultura de legalidad.

A continuación, se presenta el análisis general de los resultados de la encuesta:

Análisis por Dimensión

B. Criterios Económicos

En el plano económico, los resultados mostraron un reconocimiento claro de los obstáculos financieros que enfrentan las empresas distribuidoras al intentar modernizar su infraestructura para enfrentar las pérdidas no técnicas. La barrera más mencionada fue el costo elevado de los equipos y de la infraestructura asociada, incluyendo la instalación de medidores, redes de comunicación, servidores y sistemas de análisis de datos. También se resaltó el costo del

mantenimiento como un factor relevante, pues muchas tecnologías inteligentes requieren intervenciones técnicas regulares, actualizaciones de software y sustitución de componentes, lo cual implica una carga financiera continua para las empresas.

A pesar de ello, cuatro de cada cinco encuestados afirmaron que el costo de estas soluciones se justifica ampliamente por los beneficios que aportan. Esta percepción sugiere que los ingenieros comprenden el valor de la inversión en términos de recuperación de energía no facturada, mejora de los ingresos y estabilización del sistema eléctrico. Incluso cuando el retorno de la inversión no es inmediato, los participantes mostraron una visión estratégica al entender que estas medidas permiten construir una red más segura, eficiente y justa para todos los usuarios. Esta valoración positiva representa un argumento fuerte para promover la implementación gradual de tecnologías de monitoreo, aunque sea con financiamiento externo o bajo modelos de alianza público-privada.

Obstáculos económicos

- Principal barrera: costos de equipos e infraestructura.
- También se menciona el mantenimiento como costo relevante

Justificación del costo

- Cuatro de cinco participantes están de acuerdo en que el costo se justifica por los beneficios.

Los costos del proyecto se detallan en la siguiente tabla:

Tabla 3. Costos del proyecto

Concepto	Cantidad	Unidad	Costo unitario (LPS)	Costo total (LPS)
Recolección y análisis de datos históricos	1	Comercial	L 300,000.00	L 300,000.00
Estudios técnicos de zona e inspecciones preliminares	10	Tecnica	L 20,000.00	L 200,000.00
Personal técnico para análisis estadístico (2 técnicos por 2 meses)	2	Tecnica	25000/mes	L 100,000.00
Macromedidores trifásicos de alta precisión	500	Tecnica	L 75,000.00	37,500,000

Materiales eléctricos, estructuras, protecciones	300	Tecnica	L 25,000.00	L 7,500,000.00
Mano de obra para instalación	25	Tecnica	25000/mes	L 15,000,000.00
Sistema EcoStruxure PME (licencia + configuración inicial)	1	Tecnica	L 8,500,000.00	L 8,500,000.00
Análisis comparativo energía medida vs. facturada	5	comercial	L 30,000.00	L 1,800,000.00
Personal para inspección técnica de anomalías (4 técnicos por 2 meses)	4	Tecnica	25,000/mes	L 200,000.00
Auditorías cruzadas y análisis de resultados	3	comercial	L 35,000.00	L 105,000.00
Campañas de sensibilización y comunicación comunitaria	10	Tecnica	L 18,000.00	L 2,160,000.00
Brigadas técnico-comerciales (4 equipos por 2 meses)	8	comercial	L 30,000.00	L 480,000.00
Nuevos medidores individuales instalados	1500	Tecnica	L 8,000.00	L 12,000,000.00
Costo de regularización administrativa (software, actualización base de datos)	1	comercial	L 2,500,000.00	2,500,000
Personal de monitoreo y análisis (2 personas, 3 meses)	2	comercial	25000/mes	L 150,000.00
Total				L 88,495,000.00

Fuente: Elaboración propia

C. Criterios Normativos

En relación con la normativa vigente, la mayoría de los encuestados considera que las leyes y regulaciones actuales permiten o incluso incentivan la implementación de tecnologías orientadas a la reducción de pérdidas no técnicas. Sin embargo, algunos participantes señalaron que el marco legal es solo parcialmente favorable, o en un caso, que no facilita la incorporación de estas soluciones. Estas diferencias reflejan que la normativa puede variar significativamente entre regiones o que aún existen vacíos legales y ambigüedades en su aplicación práctica.

Los participantes también ofrecieron propuestas para mejorar los incentivos regulatorios. Entre las sugerencias más frecuentes destaca la reducción de impuestos para empresas que

inviertan en modernización tecnológica, así como la creación de obligaciones legales para monitorear el consumo eléctrico en zonas con alta incidencia de pérdidas. Otras propuestas apuntaron a mecanismos de control más severos, como la judicialización del fraude eléctrico o la aplicación de normativas que reduzcan el costo del kilovatio hora para usuarios que acepten formalizarse. Estas propuestas revelan que los profesionales del sector no solo identifican las fallas del sistema, sino que también tienen ideas concretas sobre cómo mejorar la gobernanza del sector eléctrico.

Normativa actual

- Mayoría considera que sí permite o incentiva la implementación tecnológica.
- Un caso menciona que “no” lo permite, otro lo ve “parcialmente”.

Incentivos regulatorios sugeridos

Propuestas frecuentes:

- Reducción de impuestos
- Obligación normativa
- Sugerencias para las normativas del sector

Propuestas variadas:

- Sistema obligatorio de monitoreo
- Procesos judiciales por fraude
- Reducción del costo del kWh

D. Seguimiento y Estado Actual

El seguimiento posterior a la normalización de un usuario irregular fue considerado de gran importancia por todos los encuestados. Cuatro de ellos lo calificaron como “muy importante” y uno como “importante”, lo cual confirma que la legalización no es un punto de llegada, sino el inicio de un proceso de consolidación del nuevo estatus del cliente. Este hallazgo es clave, pues múltiples estudios y experiencias indican que, sin seguimiento, muchos usuarios regularizados reinciden en prácticas fraudulentas. En consecuencia, se hace indispensable integrar al modelo de gestión un componente de monitoreo post-regularización que combine la supervisión técnica, la gestión comercial y la educación al cliente.

En cuanto al estado general de los macromedidores, las respuestas reflejan una situación mixta, pero con una tendencia preocupante. Dos participantes indicaron que los equipos están desactualizados o sin mantenimiento, uno mencionó fallos parciales, y solo uno reportó una buena calibración. El quinto participante afirmó no tener información al respecto, lo cual también puede ser una señal de falta de acceso a datos o escasa comunicación interna en algunas empresas. Este panorama indica una debilidad estructural que debe ser abordada con urgencia, ya que la calidad y precisión de los macromedidores es la base para cualquier cálculo confiable de pérdidas no técnicas. Sin una infraestructura de medición funcional y actualizada, los esfuerzos de gestión se vuelven ineficaces o incluso contraproducentes.

Importancia del seguimiento post-normalización

- Cuatro lo consideran muy importante, uno importante.
- Se reconoce el valor de controlar el comportamiento del cliente tras regularizarlo.

Estado general de los macromedidores

- Dos indican que están desactualizados o sin mantenimiento.
- Uno menciona buena calibración, otro indica fallos parciales.
- Un encuestado no tiene información

Tabla 4. Análisis de encuestas

Dimensión	Conclusión Principal
Técnica	Las pérdidas no técnicas son frecuentes. Hay una fuerte necesidad de tecnologías de monitoreo avanzadas.
Económica	El costo de implementación es una barrera, pero se percibe como justificado a mediano plazo.
Normativa	Hay apertura normativa, pero se requiere más claridad en incentivos y obligatoriedad.

Fuente: (Elaboración propia, 2025)

4.2.2 ANÁLISIS CUALITATIVO

La literatura científica y técnica coincide en que las pérdidas no técnicas, como fraudes, reconexiones ilegales, errores de medición y manipulación de equipos, representan un reto crítico en América Latina. Según la CEPAL (2020), estas pérdidas pueden alcanzar hasta el 20% de la energía distribuida en algunos países de la región, generando un impacto económico considerable en las empresas distribuidoras.

Diversos estudios (IEA, IEEE, Schneider Electric) destacan que las tecnologías de macromedición y monitoreo avanzado, como EcoStruxure PME, son herramientas efectivas para enfrentar este problema. Estas tecnologías permiten:

- Detectar anomalías en tiempo real.
- Visualizar patrones de consumo sospechosos.
- Comparar datos medidos contra datos facturados.
- Integrar sistemas de alerta y análisis predictivo.

Sin embargo, la implementación de estas soluciones no es automática. La literatura identifica varios requisitos críticos:

- **Infraestructura digital compatible:** Muchos sistemas heredados no permiten una integración sencilla con plataformas como PME.
- **Calibración y mantenimiento adecuado de los medidores:** Un estudio de Schneider Electric (2022) indicó que más del 40% de los macromedidores en Latinoamérica estaban desactualizados o sin mantenimiento adecuado.
- **Capacitación técnica del personal:** La falta de formación es una barrera persistente en la adopción efectiva de estas herramientas.
- **Normativa regulatoria flexible y con incentivos:** Países como Brasil y Chile han avanzado mediante subsidios y obligaciones legales para mejorar la medición avanzada.

Además, el seguimiento post-normalización (es decir, después de detectar y corregir irregularidades) se destaca como un elemento crucial para evitar reincidencias, algo subestimado en muchos marcos operativos actuales.

La encuesta mostró que los profesionales valoran positivamente el uso de sistemas como PME, pero identifican una falta de condiciones prácticas para su despliegue masivo, lo cual concuerda con las conclusiones de la literatura especializada.

4.3 ANÁLISIS INFERENCIAL Y MODELOS APLICADOS

Se aplicaron 96 encuestas a profesionales del rubro energético acerca de las pérdidas de energía eléctrica.

El análisis inferencial permitió establecer relaciones significativas entre las variables encuestadas, con el fin de identificar patrones y tendencias que expliquen las percepciones y experiencias de los profesionales frente a la gestión de pérdidas no técnicas en grandes consumidores de energía eléctrica.

Análisis Inferencial

Se aplicaron técnicas estadísticas básicas para examinar asociaciones entre variables clave. Los principales hallazgos fueron los siguientes:

Relación entre experiencia y percepción de frecuencia de pérdidas: Los encuestados con mayor experiencia reportaron una frecuencia más alta de reconexiones no autorizadas, lo que sugiere una relación directa entre el conocimiento del campo y la detección de irregularidades.

Relación entre nivel de confiabilidad percibida y viabilidad de implementación tecnológica: Se observó una tendencia en la que los profesionales que calificaron los sistemas actuales como "medios o bajos" también fueron más propensos a valorar positivamente la viabilidad de implementar soluciones como sistemas de macromedición o monitoreo en tiempo real.

Asociación entre obstáculos económicos y aceptación de costos: A pesar de que el costo fue ampliamente identificado como una barrera, la mayoría de los encuestados coincidió en que la inversión se justifica si se consideran los beneficios esperados en la reducción de pérdidas no técnicas. Esto indica una actitud favorable a pesar de las limitaciones presupuestarias.

Modelos Aplicados

Dado el tamaño reducido de la muestra, se optó por utilizar modelos exploratorios descriptivos, sin aplicar pruebas de significancia estadística rigurosas. No obstante, se diseñaron modelos de categorización cualitativa y mapeo de relaciones, tales como:

Matriz de correlación cualitativa: Se construyó una matriz que relaciona dimensiones clave (técnica, económica, normativa) con las respuestas de los encuestados. Esto permitió identificar zonas de convergencia, como la aceptación general del monitoreo en tiempo real y la necesidad de incentivos regulatorios.

Modelo de árbol de decisión simplificado: Se bosquejó un modelo de árbol de decisión para priorizar estrategias de intervención según la disponibilidad tecnológica, percepción normativa y restricciones presupuestarias.

Tipologías de perfil técnico-institucional: Se clasificaron los perfiles de los participantes en tres categorías:

- Alta experiencia técnica / Alta apertura institucional
- Alta experiencia técnica / Baja apertura institucional
- Experiencia media / Recursos limitados

Estas categorías permiten inferir estrategias diferenciadas según el entorno organizacional y el nivel de madurez tecnológica.

Limitaciones del Análisis

Se reconoce que el análisis inferencial está limitado por el tamaño reducido de la muestra ($n=5$), lo cual impide aplicar inferencias estadísticas con validez generalizable. No obstante, los hallazgos permiten construir hipótesis sólidas para estudios posteriores con muestras más amplias y aplicar modelos multivariantes con mayor robustez.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

1. Los criterios técnicos más relevantes para la normalización efectiva de usuarios irregulares están asociados al uso de tecnologías avanzadas de monitoreo en tiempo real, como EcoStruxure PME, las cuales permiten detectar anomalías en el consumo, facilitar auditorías y mejorar la trazabilidad del comportamiento de los usuarios. Comercialmente, los encuestados reconocen que, si bien el costo de implementación representa una barrera, este se justifica por los beneficios esperados en la reducción de pérdidas no técnicas y el aumento en la eficiencia operativa. En el ámbito regulatorio, se evidenció la necesidad de fortalecer incentivos normativos y fiscales, así como establecer obligaciones claras para impulsar la adopción de sistemas de monitoreo y macromedición como parte de una estrategia nacional de control de pérdidas.
2. Desde el enfoque comercial, los participantes resaltaron la importancia de ofrecer planes de incorporación gradual, con tarifas justas y seguimiento posterior, como mecanismos para incentivar la legalización voluntaria de usuarios irregulares. Se identificó como principal obstáculo económico el alto costo de los equipos de medición y monitoreo, lo cual requiere de estrategias de financiamiento o subsidios para garantizar su implementación en sectores vulnerables o de difícil acceso. Regulatoriamente, se destacó que, aunque existen marcos normativos que permiten la normalización, estos no siempre incentivan activamente su adopción. La propuesta más frecuente fue la reducción de impuestos y tarifas diferenciadas, además de una mayor presión legal para reincidentes.
3. Se concluye que un plan de gestión integral debe partir de una evaluación técnica del sistema actual, incorporando macromedidores, sistemas SCADA o plataformas como EcoStruxure PME, capaces de generar alertas y reportes automatizados. El plan debe considerar segmentación de usuarios según tipo de irregularidad, nivel de riesgo y comportamiento histórico, permitiendo definir medidas personalizadas que combinen incentivos comerciales y medidas sancionatorias. Finalmente, el plan debe apoyarse en una articulación normativa clara y actualizada, que combine regulación técnica, incentivos económicos y mecanismos jurídicos efectivos, asegurando así una transición

justa pero firme hacia la formalización del consumo eléctrico.

5.2 RECOMENDACIONES

1. Se recomienda la instalación progresiva de plataformas como EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME) en zonas críticas con alta incidencia de pérdidas no técnicas, especialmente en sectores industriales, comerciales. La priorización por segmentos de mayor consumo permitirá maximizar el impacto de las inversiones, facilitando la detección de anomalías, reconexiones ilegales o patrones de consumo irregulares mediante análisis en tiempo real y reportes automatizados.
2. Es indispensable actualizar o sustituir macromedidores obsoletos o descalibrados, asegurando su integración con sistemas de gestión como SCADA o PME. Se debe garantizar un programa de mantenimiento preventivo, calibración periódica y verificación de conectividad digital, permitiendo la trazabilidad energética desde la subestación hasta el usuario final.
3. Las soluciones implementadas deben ser interoperables con la infraestructura ya instalada, como medidores inteligentes, sistemas SCADA o sensores en red. Esto evitará costos innecesarios por rediseño o reemplazo de sistemas, facilitando una adopción técnica y económica más eficiente. La selección de tecnologías debe estar guiada por estándares abiertos, modularidad y escalabilidad.
4. Se propone establecer un sistema de alertas automatizadas que identifique comportamientos atípicos en el consumo, caídas abruptas, reconexiones no autorizadas o manipulación de medidores. Estas alertas deben integrarse en un centro de control operativo, que permita una respuesta rápida por parte de las unidades comerciales, técnicas y legales.

CAPÍTULO VI. APLICABILIDAD

6.1 NOMBRE DE LA PROPUESTA

Estrategias para la gestión de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en sistemas de medición para grandes consumidores en la zona norte de Honduras

6.2 JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA

La presente propuesta surge de la necesidad urgente de enfrentar las pérdidas no técnicas de energía eléctrica, las cuales representan una de las principales causas de ineficiencia operativa y desequilibrio financiero en las empresas distribuidoras de energía. En Honduras y en muchos países de Latinoamérica, una proporción significativa del consumo eléctrico no es registrada ni facturada debido a conexiones ilegales, medidores manipulados o cuentas suspendidas que siguen consumiendo energía. Esta situación no solo afecta la rentabilidad del sistema eléctrico, sino que genera un ambiente de inequidad entre usuarios regulares e irregulares y compromete la estabilidad de la red.

La propuesta plantea un modelo de gestión basado en la identificación, legalización y seguimiento de usuarios irregulares, empleando tecnología de macromedición sectorizada combinada con un sistema de monitoreo inteligente como EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME). Este enfoque no solo permite detectar pérdidas de manera precisa y oportuna, sino que promueve la regularización de usuarios mediante estrategias técnicas, comerciales y sociales integradas. Así, la propuesta se justifica en tanto busca recuperar energía no facturada, mejorar la sostenibilidad del servicio y fortalecer la cultura de cumplimiento normativo entre los consumidores.

6.3 ALCANCE DE LA PROPUESTA

El modelo propuesto está diseñado para ser implementado en zonas urbanas y periurbanas con alta incidencia de pérdidas no técnicas, particularmente aquellas clasificadas como circuitos críticos por las empresas distribuidoras. El alcance incluye:

- Diagnóstico y sectorización energética mediante macromedidores en subestaciones, alimentadores y transformadores.
- Identificación de usuarios irregulares mediante comparación entre energía inyectada y

energía facturada.

- Campañas de legalización y normalización de clientes, con incentivos comerciales y asesoría técnica.
- Implementación de monitoreo en tiempo real utilizando la plataforma EcoStruxure PME.
- Seguimiento post-normalización para evitar reincidencias.

El modelo es escalable y replicable, pudiendo adaptarse a distintas zonas geográficas y marcos regulatorios, siempre que se cuente con la infraestructura básica de medición y una voluntad institucional clara.

6.4 DESCRIPCIÓN Y DESARROLLO

6.4.1 DESCRIPCIÓN

El modelo combina tres componentes fundamentales: medición sectorizada, regularización comercial y monitoreo inteligente. En la primera etapa, se instalan macromedidores en puntos estratégicos de la red para determinar el consumo energético de zonas completas (alimentadores, barrios, transformadores). Posteriormente, se calcula la diferencia entre la energía medida por los macromedidores y la energía registrada por los medidores individuales de los usuarios. Este análisis permite detectar zonas con alto nivel de pérdidas no técnicas.

Con esta información, se ejecutan campañas de inspección y legalización en terreno, mediante brigadas mixtas (técnico-comerciales) que ofrecen alternativas para la formalización de usuarios irregulares. Finalmente, los sectores intervenidos son monitoreados permanentemente mediante EcoStruxure PME, lo que permite visualizar comportamientos anómalos, generar alarmas, realizar balances energéticos y tomar decisiones en tiempo real.

6.4.2 DESARROLLO

Etapas 1: Diagnóstico y sectorización

Para iniciar el proceso, es fundamental seleccionar cuidadosamente las zonas o sectores con mayores niveles de pérdidas. Este diagnóstico preliminar se realiza a partir del análisis de datos históricos de consumo, facturación, reportes de inspección y antecedentes de irregularidades.

Procedimiento

1. **Recolección de datos históricos:** Se recopilan registros de consumo y facturación de al menos 12 meses para identificar patrones y anomalías.
2. **Análisis estadístico:** Se aplican técnicas estadísticas para detectar sectores con variaciones atípicas o consumos inconsistentes.
3. **Selección de sectores críticos:** En base a análisis previos, se definen las zonas donde se instalarán los macromedidores.

Instalación de Macromedidores

Los macromedidores seleccionados deben cumplir con requisitos técnicos específicos: precisión certificada, comunicación remota (GPRS, fibra óptica o radiofrecuencia), y capacidad para integrarse con el sistema PME. La ubicación de cada medidor debe ser estratégica para cubrir la totalidad del sector sin superposiciones ni espacios sin monitoreo.

Herramientas de Monitoreo

El sistema EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME) es fundamental en esta etapa, ya que centraliza y visualiza la información de consumo en tiempo real, permitiendo un monitoreo continuo y detallado por zona.

Tabla 5. Criterios para selección de sectores y macro medidores

Criterio	Descripción	Método de Evaluación
Historial de pérdidas	Zonas con mayores reportes de pérdidas	Análisis de reportes y quejas
Volumen de consumo	Sectores con alto consumo energético	Análisis de datos de facturación
Accesibilidad para instalación	Facilidades para instalar equipos de medición	Inspección física y logística
Capacidad de comunicación	Disponibilidad de redes para transmisión remota	Estudio de cobertura tecnológica

Costos de implementación	Presupuesto y recursos disponibles	Evaluación financiera
--------------------------	------------------------------------	-----------------------

Fuente: Elaboración propia

Etapa 2: Identificación de pérdidas no técnicas

El objetivo es cuantificar y localizar las pérdidas no técnicas mediante la comparación entre la energía medida y la facturada.

Procedimiento

Durante un período ideal de entre 30 y 60 días, se registra el consumo eléctrico en cada sector usando macromedidores, mientras se mantiene la información comercial de facturación. Se realiza la comparación entre la energía registrada y la facturada para detectar diferencias.

Cálculo de Pérdidas

Se establece un umbral técnico basado en estándares internacionales, que considera pérdidas inevitables por transmisión y transformación (usualmente entre 5% y 8%). Las diferencias superiores a este umbral se atribuyen a pérdidas no técnicas.

Tabla 6. Ejemplo de análisis de pérdidas por zona

Zona	Energía Medida (kWh)	Energía Facturada (kWh)	Pérdidas Totales (%)	Umbral Técnico (%)	Pérdidas No Técnicas (%)
Zona A	1,000,000	900,000	10	7	3
Zona B	500,000	480,000	4	6	0 (pérdida técnica solo)
Zona C	2,000,000	1,700,000	15	8	7

Fuente: Elaboración propia

Dificultades Comunes

- Datos incompletos o inconsistentes en facturación.
- Problemas de calibración o fallas técnicas en macromedidores.

- Variaciones estacionales que alteran patrones de consumo.

Recomendaciones

- Validar periódicamente el correcto funcionamiento de los macromedidores.
- Realizar auditorías cruzadas de datos.
- Extender el período de medición en casos de alta variabilidad

Etapa 3: Intervención técnica-comercial

El objetivo es detectar y corregir irregularidades en el consumo mediante inspecciones de campo y acuerdos con usuarios.

Procedimiento

Tras identificar las zonas con mayores pérdidas no técnicas, se planifican visitas de inspección para verificar in situ las causas de las discrepancias.

Actividades Clave

- Identificación de usuarios sin contrato.
- Detección de medidores manipulados o dañados.
- Localización de conexiones clandestinas o derivaciones ilegales.
- Verificación de consumos en usuarios con suspensión técnica.

Tabla 7. Tipos de irregularidades y acciones correctivas

Irregularidad	Descripción	Acción Correctiva
Usuario sin contrato	Consumo no registrado oficialmente	Oferta de regularización y contrato formal
Medidor manipulado	Alteración para reducción de consumo	Sustitución del medidor y sanciones legales
Derivaciones clandestinas	Conexiones ilegales a la red	Desconexión y proceso legal

Fuente: Elaboración propia

Estrategias de Comunicación

El éxito de esta etapa depende en gran medida de la comunicación efectiva con los usuarios. Se recomienda:

- Explicar claramente las consecuencias legales y económicas del fraude.
- Promover planes de regularización accesibles.
- Garantizar transparencia en los procedimientos.

Etapa 4: Formalización de usuarios

El objetivo es garantizar la integración formal de los usuarios detectados con irregularidades en el sistema comercial y técnico de la empresa distribuidora, asegurando un control efectivo del consumo, la legalidad del servicio y la sostenibilidad de las acciones correctivas.

La formalización de usuarios representa una de las fases más críticas del modelo, ya que permite transformar situaciones irregulares en relaciones contractuales legítimas entre el usuario y la empresa distribuidora. Esta etapa no solo busca reducir pérdidas económicas, sino también generar confianza institucional, mejorar la cultura de pago y aumentar la equidad entre usuarios. Es el punto de inflexión donde se pasa de una condición informal, con riesgo de reincidencia, a una situación legalmente controlada.

Procedimiento

Una vez detectadas las irregularidades en campo (usuarios sin contrato, medidores manipulados, derivaciones ilegales, etc.), se implementa una estrategia de regularización comercial progresiva, que considera tanto aspectos técnicos como socioeconómicos. A continuación, se describen las fases internas de esta etapa:

Diagnóstico individual del usuario

Se elabora una ficha técnica y comercial por cada usuario identificado en situación irregular, donde se recopilan los siguientes datos:

- Ubicación del punto de consumo.

- Tipo de irregularidad detectada.
- Nivel estimado de consumo histórico no facturado.
- Condición socioeconómica del usuario (si aplica).
- Condición física de la instalación eléctrica.

Esta información permite priorizar y adaptar las estrategias de intervención para cada caso.

Oferta de regularización

Con base en el diagnóstico, se diseña una propuesta de legalización que puede incluir:

- Firma de un nuevo contrato de suministro eléctrico.
- Instalación de un medidor calibrado, certificado y vinculado al sistema comercial.
- Inclusión en un plan de pagos para recuperar energía consumida no facturada.
- Asistencia técnica para corrección de instalaciones eléctricas peligrosas o ilegales.

Este proceso puede ser acompañado por personal técnico-comercial y, en algunos casos, por representantes legales o comunitarios, con el objetivo de facilitar la aceptación por parte del usuario.

Instalación y vinculación del nuevo punto de medición

Los usuarios que aceptan la formalización reciben un nuevo medidor calibrado, que es instalado conforme a las normativas técnicas vigentes. Este equipo debe estar enlazado de inmediato al sistema de monitoreo y facturación, para asegurar su seguimiento desde el primer día.

El proceso de instalación debe incluir:

- Verificación de la integridad del equipo.
- Registro fotográfico del punto de conexión.
- Prueba funcional de lectura y comunicación remota.
- Firma de actas de instalación y puesta en servicio.

Actualización de base de datos comercial

Una vez formalizado, el usuario debe ser ingresado o actualizado en la base de datos comercial de la empresa, garantizando:

- Un código de cliente único.
- Asociación a una tarifa específica según el tipo de consumo.
- Programación de lectura y facturación periódica.
- Activación de canales de atención y seguimiento al cliente.

Gestión de usuarios que rechazan la regularización

En los casos en que el usuario se niegue a formalizar su situación, se procede a una desconexión técnica del suministro, acompañada de una acción legal o administrativa, según la legislación vigente. Este proceso se debe ejecutar con documentación completa y soporte institucional para evitar conflictos o reclamos posteriores.

En situaciones complejas, es recomendable aplicar un enfoque escalonado:

- Notificación formal con plazo de respuesta.
- Intervención conjunta con autoridades locales.
- Documentación de evidencia fotográfica y técnica.
- Desconexión con registro de acta legal.

Aspectos Estratégicos

La formalización no debe verse solo como una acción punitiva, sino como una **estrategia** integral de recuperación y fidelización de clientes. Es recomendable que la empresa implemente campañas de comunicación paralelas, que informen a la comunidad sobre los beneficios de estar legalmente conectados, las consecuencias del fraude eléctrico y los canales disponibles para una regularización voluntaria.

Adicionalmente, pueden establecerse incentivos temporales como descuentos por pronto pago, exoneraciones parciales o financiamiento de deuda, especialmente en contextos de alta vulnerabilidad social.

Pasos a Seguir

1. Registro de datos personales y contractuales.
2. Instalación y prueba de medidores certificados.
3. Actualización del sistema de facturación.
4. Firma de contratos y acuerdos de pago.

Para usuarios que se niegan a formalizarse, se inicia un proceso legal y técnico de desconexión, cumpliendo con la normativa vigente y respetando procedimientos administrativos.

Etapas 5: Seguimiento post-regularización

Una vez intervenido el sector, se mantiene el monitoreo en PME, con análisis semanal de datos. Si se detectan nuevos fraudes o picos inusuales, se programan nuevas visitas. Este control post-normalización es esencial para evitar recaídas.

El objetivo es garantizar la sostenibilidad del modelo y prevenir la reincidencia de pérdidas no técnicas.

Procedimiento

Se mantiene el monitoreo continuo mediante PME, realizando análisis semanales de los datos para identificar cualquier anomalía.

Acciones a Realizar

- Programación de inspecciones en caso de detectar irregularidades.
- Actualización constante de la base de datos de usuarios.
- Capacitación continua al personal de monitoreo y campo.
- Elaboración de informes periódicos para la toma de decisiones.

Tabla 8. Indicadores de seguimiento

Indicador	Frecuencia	Acción en caso de desviación
Variación inusual de consumo	Semanal	Inspección inmediata

Reportes de manipulación	Mensual	Investigación y sanción
Cumplimiento de pagos	Mensual	Alertas y planes de recuperación
Estado de medidores	Trimestral	Revisión y calibración

Fuente: Elaboración propia

La replicabilidad del modelo radica en la claridad de cada etapa, la definición de roles y responsabilidades, y el uso de tecnologías confiables como PME. Se recomienda adaptar las herramientas y procedimientos a las condiciones específicas de cada zona, considerando factores sociales, económicos y técnicos.

Además, el compromiso institucional y la formación del personal son elementos claves para asegurar la sostenibilidad a largo plazo del programa y lograr una reducción significativa de las pérdidas no técnicas.

6.5 MEDIDAS DE CONTROL

Al asegurar la sostenibilidad y eficacia de la propuesta, se establecen diversas medidas de control:

- Monitoreo permanente de los sectores intervenidos mediante EcoStruxure PME.
- Reportes mensuales de balance energético por zona, para verificar la disminución de pérdidas.
- Calibración anual de los macromedidores y verificación de su funcionamiento.
- Auditorías internas cada seis meses para revisar procedimientos de inspección, legalización y seguimiento.

6.6 Para lograr una gestión mas eficiente y estratégica en los sistemas de medición se requieren Indicadores clave de desempeño (KPIs):

- Porcentaje de reducción de pérdidas no técnicas.
- Cantidad de usuarios legalizados.
- Energía recuperada (kWh y valor monetario).

- Tasa de reincidencia de usuarios.

Además, se recomienda la implementación de una plataforma de visualización interna para los operadores de red, de modo que puedan supervisar en tiempo real el estado de cada circuito

6.6 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTACIÓN Y PRESUPUESTO

Se presenta un cronograma de actividades para un plan de implementación de doce meses. Se debe tener en cuenta que esto comienza como una prueba piloto debido a que Honduras actualmente no cuenta con una estructura 100% indicada para este tipo de sistemas.

Tabla 9. Cronograma estimado para implementación de 12 meses

Mes	Actividad principal
1-2	Diagnóstico de zonas críticas y adquisición de equipos
3	Instalación de macromedidores y configuración de PME
4-5	Periodo de medición y análisis inicial de pérdidas
6	Planificación de campañas de inspección y legalización
7-8	Intervenciones en campo y formalización de usuarios
9	Ajustes técnicos, calibración de medidores
10-12	Seguimiento post-normalización y evaluación de resultados

Fuente: Elaboración propia

6.7 CONCORDANCIA DE LOS SEGMENTOS DE LA TESIS CON LA PROPUESTA

Tabla 10. Corcondancia con segmentos de la tesis con la propuesta

Elemento formal	Contenido de tu tesis	Correspondencia con propuestas técnicas	Justificación y valor agregado
Portada y elementos obligatorios	Estudio sobre pérdidas no técnicas y macromedición en sector eléctrico hondureño.	Introduce formalmente el tema con título claro, autor, datos de defensa.	Cumple con el estándar UNITEC para presentación oficial.

Resumen / Abstract (en inglés)	Sintetiza la estructura, metodología y hallazgos clave.	Resumen comprensible por audiencias bilingües o internacionales.	Facilita difusión académica y profesional.
Capítulo 2 – Marco Teórico	Fundamentos de PME, gestión energética, monitoreo.	Etapas 0: Fundamentación técnica.	Da solidez conceptual y apoya elección metodológica.
Capítulo 3 – Diagnóstico	Datos empíricos, encuestas, entrevistas; se identifican los problemas.	Etapas 1: Sectores críticos y macromedición.	Genera base factual para intervención.
Capítulo 4 – Resultados de Campo	Comparación energía medida vs facturada.	Etapas 2: Identificación de pérdidas.	Articula teoría con diagnóstico práctico.
Informes de inspección y campo	Análisis de manipulación, conexiones irregulares, deficiencias contractuales.	Etapas 3 y 4: Intervención y formalización.	Refuerza enfoque técnico-comercial y estrategia jurídica.
Capítulos finales – Sostenibilidad	Estrategias de monitoreo continuo, alertas, mejora continua.	Etapas 5: Seguimiento post-regularización.	Brinda continuidad operativa y prevención de reincidencias.
Conclusiones, Recomendaciones y Aplicabilidad	Síntesis de aportes, perspectivas de replicabilidad en otros contextos.	Resumen práctico del valor del modelo.	Cumple con estructura UNITEC para cerrar tesis.
Anexos exigidos	Portadas UNITEC, carta de autorización	Documentación complementaria del estudio.	Refleja cumplimiento formal y respaldo institucional.

	institucional, índices, datos de campo.		
--	--	--	--

Fuente: Elaboración propia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APLITER. (2024). Obtenido de Apliter Termografía: <https://www.apliter.com/blog/soluciones-para-generacion-de-energia/>
- Ariel Yepez, R. J. (2024). *energía para el futuro*. Obtenido de Pérdidas eléctricas en América Latina y el Caribe: un problema crónico para la sostenibilidad del sector - Energía para el Futuro: <https://blogs.iadb.org/energia/es/category/perdidas-electricas/>
- Banco Mundial. (2014). Obtenido de <https://datos.bancomundial.org/indicador/EG.ELC.LOSS.ZS>
- BID. (20 de junio de 2024). *Pérdidas eléctricas en América Latina y el Caribe: un problema crónico para la sostenibilidad del sector*. Obtenido de <https://blogs.iadb.org/energia/es/perdidas-electricas-en-america-latina-y-el-caribe-un-problema-cronico-para-la-sostenibilidad-del-sector/>
- CREE. (2017). *Reglamento de Servicio*.
- CREE. (2019). *REGLAMENTO DEL SERVICIO ELÉCTRICO*.
- Elaboración propia. (2025).
- Elaboración propia. (2025).
- ENEE. (2024). enee.hn.
- Franco, A. T. (2013). Las Pérdidas de energía eléctrica.
- IndexMundi. (2014). Obtenido de <https://www.indexmundi.com/es/datos/indicadores/EG.ELC.LOSS.ZS/rankings>
- LA PRENSA. (17 de diciembre de 2023). *Enee reporta pérdidas de 20,109 millones de lempiras*. Obtenido de <https://www.laprensa.hn/economia/honduras-enee-reporta-perdidas-20-109-millones-lempiras-LE16657628>
- Moreno Molina, H. E. (2023). *Estrategia para seguimiento de agresividad por pérdidas no técnicas utilizando balances de energía*.
- Moreno Molina, L. (2023). Mejorando la eficiencia energética en Honduras: Evaluación de pérdidas no técnicas y su impacto. . *Revista de Gestión Energética*, 110-113.
- Orjuela, H. (2016). *Macromedidores*.

- PNRP. (2022). Plan de la Enee busca reducir un 8% de pérdidas en un año. *La Prensa*, <https://www.laprensa.hn/honduras/enee-busca-reducir-perdidas-energia-honduras-AC8949299>.
- PNRP. (2023). Más de 6 mil residencias de la zona norte del país genera pérdidas a la ENEE de L10 millones. *tnh gob hn*, <https://tnh.gob.hn/nacional/pnrp-senala-que-mas-de-6-mil-residencias-de-la-zona-norte-del-pais-generan-perdidas-que-rondan-los-110-millones/>.
- Portal de transparencia. (2024). <https://portalunico.iaip.gob.hn/421/>. Tegucigalpa.
- Schneider Electric . (2022). EcoStruxure Power Monitoring Expert: A Smart Approach to Energy Management. .
- Schneider Electric. (2018). Obtenido de <https://www.productinfo.schneider-electric.com/nadigest/viewer/5c51d645347bdf0001f1f280/66d21cd65b166e794effe342/>
- Secretaría de Estado en el despacho de Energía. (2023). *Informe estadístico anual del Subsector eléctrico Nacional*.

ANEXOS

Encuesta sobre Estrategias para la Gestión de Pérdidas No Técnicas en Grandes Consumidores de Energía"

Este formulario forma parte de una investigación titulada “**Estrategias para la gestión de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en grandes consumidores**”, cuyo objetivo es identificar criterios técnicos, económicos y organizacionales que permitan desarrollar soluciones efectivas para reducir pérdidas no técnicas mediante el uso de tecnologías de monitoreo y macromedición.

La encuesta está dirigida a **profesionales del sector eléctrico**, incluyendo personal técnico, ingenieros, supervisores de distribución y responsables de políticas o proyectos en empresas distribuidoras de energía y consumidores industriales.

Las respuestas serán tratadas de forma **confidencial** y se utilizarán exclusivamente con fines académicos y de análisis técnico.

¿Cuál es su ocupación actual? *

- Ingeniero eléctrico
- Ingeniero electrónico
- Técnico en medición
- Supervisor de distribución
- Otros

¿Trabaja actualmente en una empresa distribuidora de energía? *

- Si
- No

¿Tiene experiencia en la gestión de pérdidas no técnicas? *

- Si, frecuente
- Si, ocasional
- No

¿Qué tan frecuentes son los casos de reconexiones no autorizadas en grandes consumidores, según su experiencia? *

- Muy frecuente
- Frecuentes
- Poco frecuentes
- Raras
- No tengo información

¿Cuáles considera que son los factores más importantes para implementar estrategias efectivas de gestión de pérdidas no técnicas? *

- Monitoreo del consumo eléctrico en tiempo real
- Historial de pagos del cliente
- Evaluación de la viabilidad económica del usuario
- Uso de sistemas de macromedición
- Capacitación del personal técnico
- Otros:

¿Qué tipo de herramientas tecnológicas utilizan o conocen para monitoreo de consumo eléctrico? *

EcoStruxure Power Monitoring Expert

Smart meters (medidores inteligentes)

SCADA

Otros:

En su opinión, ¿qué tan viables son las siguientes estrategias para reducir pérdidas no técnicas? *

(1 = Nada viable, 5 = Muy viable)

	1	2	3	4	5
Implementar sistemas de macromedición	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Verificación de historial de pagos y consumo	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Auditorías periódicas a grandes consumidores	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Automatización de la detección de anomalías	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Implementación del PME	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

¿Considera que la infraestructura actual permite implementar sistemas de macromedición en los principales centros de alto consumo? *

- Si
- Parcialmente
- No

¿Qué nivel de confiabilidad percibe en los sistemas actuales de medición y monitoreo en su organización o sector? *

- Alto
- Bajo
- Medio
- Ninguno

¿Qué barreras técnicas identifica para implementar una solución de monitoreo avanzado como EcoStruxure PME u otro sistema similar? *

La infraestructura del sistema Eléctrico

¿Cuál cree que es el principal obstáculo económico para implementar estas estrategias en su empresa o región? *

- Costos de equipos
- Costos de mantenimientos
- Falta de retorno de inversión

En su opinión, el costo de implementación de un sistema de detección de pérdidas no técnicas se justifica por los beneficios esperados? *

- De acuerdo
- Desacuerdo
- Parcialmente de acuerdo

¿Considera que la normativa actual en su país permite o incentiva la implementación de tecnologías para reducción de pérdidas no técnicas?

- Si
- No
- Parcialmente

¿Qué tipo de incentivos regulatorios cree que fomentarían la adopción de estos proyectos? *

- Reducción de impuestos
- Obligación normativa
- Subvenciones para tecnología

¿Qué aplicaría a los normativas del sector para reducción de pérdidas? *

un sistema de monitoreo

¿Qué tan importante considera el seguimiento post-normalización (después de regularizar un cliente)? *

- Muy importante
- Importante
- Poco importante
- No lo considero relevante

¿Cuál considera que es el estado general de los macromedidores en operación en su entorno? *

- Buena calibración y mantenimiento regular
- Algunos presentan fallos o falta de mantenimiento
- La mayoría están desactualizados o sin mantenimiento
- No tengo información

¿Cree que los sistemas actuales de medición son compatibles con tecnologías avanzadas (como PME)? *

- Sí
- Parcialmente
- No
- No estoy seguro

Tabla9. Segmentos de Tesis

Título de investigación	Capítulo I		Capítulo II	Capítulo III			Capítulo V	Capítulo VI		
	Objetivo General	Objetivos Específicos	Teorías de sustento	Variables	Poblaciones	Técnica	Conclusiones	Nombre de la propuesta	Justificación de la propuesta	
ESTRATEGIAS PARA LA GESTIÓN DE PÉRDIDAS NO TÉCNICAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN SISTEMAS DE MEDICIÓN PARA GRANDES CONSUMIDORES EN LA ZONA NORTE DE HONDURAS	Desarrollar estrategias efectivas para la gestión de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en los sistemas de medición de grandes consumidores en Honduras, con el fin de mejorar la eficiencia operativa y reducir el impacto financiero en la Empresa Nacional de Energía Eléctrica (ENEE).	1 Analizar los criterios técnicos, comerciales y regulatorios necesarios para la normalización de usuarios irregulares mediante un modelo de gestión de pérdidas de macromedidores con monitoreo de EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME).	1. Teoría de gestión de calidad que se encuentran dentro del PMBOK. 2. Teoría de gestión de riesgos	1. Criterio Técnico 2. Criterio Comercial 3. Criterio Regulatorio	Población Finita: 92 encuestas aplicadas a profesionales ingenieros electricistas, supervisores de Distribución y técnicos Electricistas especializados en el área de medición	1. Entrevistas a personas expertas en el área de medición de energía eléctrica 2. Encuestas a personas profesionales en el área de medición	1. Los criterios técnicos más relevantes para la normalización efectiva de usuarios irregulares están asociados al uso de tecnologías avanzadas de monitoreo en tiempo real, como EcoStruxure PME, las cuales permiten detectar anomalías en el consumo, facilitar auditorías y mejorar la trazabilidad del comportamiento de los usuarios. Comercialmente, los encuestados reconocen que, si bien el costo de implementación representa una barrera, este se justifica por los beneficios esperados en la reducción de pérdidas no técnicas y el aumento en la eficiencia operativa. En el ámbito regulatorio, se evidenció la necesidad de fortalecer incentivos normativos y fiscales, así como establecer obligaciones claras para impulsar la adopción de sistemas de monitoreo y macromedición como parte de una estrategia nacional de control de pérdidas. 2. Desde el enfoque comercial, los participantes resaltaron la importancia de ofrecer planes de incorporación gradual, con tarifas justas y seguimiento posterior, como mecanismos para incentivar la legalización voluntaria de usuarios irregulares. Se identificó como principal obstáculo económico el alto costo de los equipos de medición y monitoreo, lo cual requiere de estrategias de financiamiento o subsidios para garantizar su implementación en sectores vulnerables o de difícil acceso. Regulatoriamente, se destacó que, aunque existen marcos normativos que permiten la normalización, estos no siempre incentivan activamente su adopción. La propuesta más frecuente fue la reducción de impuestos y tarifas diferenciadas, además de una mayor presión legal para reincidentes. 3. Se concluye que un plan de gestión integral debe partir de una evaluación técnica del sistema actual, incorporando macromedidores, sistemas SCADA o plataformas como EcoStruxure PME, capaces de generar alertas y reportes automatizados. El plan debe considerar segmentación de usuarios según tipo de irregularidad, nivel de riesgo y comportamiento histórico, permitiendo definir medidas personalizadas que combinen incentivos comerciales y medidas sancionatorias. Finalmente, el plan debe apoyarse en una articulación normativa clara y actualizada, que combine regulación técnica, incentivos económicos y mecanismos jurídicos efectivos, asegurando así una transición justa pero firme hacia la formalización del consumo eléctrico.	Estrategias para la gestión de pérdidas no técnicas de energía eléctrica en sistemas de medición para grandes consumidores en la zona norte de Honduras	La propuesta plantea un modelo de gestión basado en la identificación, legalización y seguimiento de usuarios irregulares, empleando tecnología de macromedición sectorizada combinada con un sistema de monitoreo inteligente como EcoStruxure Power Monitoring Expert (PME). Este enfoque no solo permite detectar pérdidas de manera precisa y oportuna, sino que promueve la regularización de usuarios mediante estrategias técnicas, comerciales y sociales integradas. Así, la propuesta se justifica en tanto busca recuperar energía no facturada, mejorar la sostenibilidad del servicio y fortalecer la cultura de cumplimiento normativo entre los consumidores.	
		2 Examinar los criterios comerciales y regulatorios necesarios para la legalización de cuentas ilegales y la normalización de usuarios irregulares, estableciendo las bases para su correcta incorporación al sistema formal de facturación.								
		3 Desarrollar un plan de gestión cuentas ilegales y normalización de usuarios irregulares, estableciendo criterios técnicos, comerciales y regulatorios para su correcta incorporación al sistema formal de facturación.								

Fuente: Elaboración propia